

DR EMIL GODLEWSKI IUN. †

PROFESOR BIOLOGII I EMBRIOLOGII UNIW. JAGIEL.

EMBRIOLOGIA

ZWIERZĄT KRĘGOWYCH ZE SZCZEGÓLNYM
UWZGLĘDNIENIEM CZŁOWIEKA

CZEŚĆ SZCZEGÓŁOWA

384 RYCIN, W TEM 19 KOLOROWYCH

KRAKÓW 1948

SKŁAD GŁÓWNY: KSIĘGARNIA KRAKOWSKA
KRAKÓW, UL. ŚW. KRZYŻA 13

4/9.

DR EMIL GODLEWSKI IUN. †

PROFESOR BIOLOGII I EMBRIOLOGII UNIW. JAGIEL.

EMBRIOLOGIA

ZWIERZĄT KRĘGOWYCH ZE SZCZEGÓLNYM
UWZGLĘDNIENIEM CZŁOWIEKA

CZĘŚĆ SZCZEGÓŁOWA

II
Jr 1110 391

KRAKÓW 1948

SKŁAD GŁÓWNY: KSIĘGARNIA KRAKOWSKA

KRAKÓW, UL. ŚW. KRZYŻA 13



nr inw. 391

DRUK W. L. ANCYC I SPÓŁKA W KRAKOWIE
767 M-15276

PRZEDMOWA

Dokładnie w dwa lata po ukazaniu się pierwszego tomu nowego wydania Embriologii, obejmującego Embriologię ogólną, wychodzi obecnie tom drugi, zawierający Embriologię szczegółową. Długa ta zwłoka, o wiele dłuższa, aniżeli pierwotnie przewidywano, nie została spowodowana opracowywaniem rękopisu, bo ten był w zupełności ukończony i przygotowany do druku jeszcze podczas wojny przez zmarłego w r. 1944 Autora; spowodowały ją tylko trudności w uzyskaniu odpowiedniego papieru bezdrzewnego, na którym jedynie można było podjąć druk ilustracji.

Wszystkich, którzy pomagali śp. prof. Godlewskiemu w przygotowaniu ilustracji do podręcznika, wymienilem już w przedmowie do pierwszego tomu. Tutaj chciałbym jedynie podkreślić ofiarną gotowość, z jaką prof. dr Z. Grodziński podjął się trudu przejrzania całego manuskryptu. Z uprzejmej pomocy prof. dra T. Rogalskiego korzystałem kilkakrotnie przy wyjaśnianiu kwestii terminologii polskiej.

Znaczna część klisz wykonana została już po wojnie przez Firmę «Fotochemia», Józef Stachowski, w Krakowie, która dołożyła wszelkich starań, aby klisze te dorównywały zupełnie wysokiemu poziomowi ilustracji wykonanych przed wojną.

Wreszcie poczuwam się do miłego obowiązku złożenia specjalnego podziękowania Dyrekcji Drukarni W. L. Anczyca i Ski, jak też całemu Personelowi Drukarni, zarówno za starania zapewnienia książce szaty, godnej starych tradycji Firmy, jak też i za szybkość druku.

Kraków, dnia 2 grudnia 1947.

Stanisław Smreczyński

SPIS RZECZY

	Str.
Ogólne kształty zarodka	1
Ogólne uwagi o powstawaniu narządów	7
Histogeneza	10
Geneza i rozwój nabłonka	10
Geneza tkanki łącznej i jej modyfikacji	14
Geneza tkanki mięsnej	27
Geneza tkanki nerwowej	31
Organogeneza	
I. Rozwój układu szkieletowego	37
1. Uwagi ogólne	37
2. Rozwój układu szkieletowego osiowego	39
a) Rozwój kręgosłupa	39
Różnicowanie kręgów w różnych odcinkach kręgosłupa	48
b) Rozwój czaszki	52
Pierwotna czaszka chrzęstna (cranium primordiale)	55
Kostnienie czaszki pierwotnej chrzęstnej. Układ kości pokrywowych	63
Kostnienie składników czaszki	64
Teorie powstania czaszki	72
3. Rozwój szkieletu obwodowego	75
Rozwój składników szkieletu odnóży	80
Rozwój połączeń międzykostnych. Stawy	84
Zboczenia rozwojowe części szkieletowych kręgosłupa, głowy i odnóży	88
II. Rozwój układu mięsnego	95
1. Uwagi ogólne, wyniki badań mechaniki rozwoju	95
2. Materiał twórczy i organizacja układu mięsnego	96
Zboczenia rozwojowe w układzie mięsnym	100
III. Rozwój układu pokarmowego	103
1. Znaczenie fizjologiczne, dwie fazy tworzenia układu pokarmowego	103
2. Pierwsze okresy organizacji cewki przewodu pokarmowego, jej podział ..	104
A. Jelito głowowe	105
Jama ustna jelita głowowego	105
Jelito skrzelowe i narządy związane z nim genetycznie	117
Rozwój tarczycy	126
Rozwój przysadki mózgowej (zawiązka pochodzącego z przewodu po-	
karmowego)	128
B. Cewka pokarmowa tułowia	129
Dwa wielkie gruczoły przewodu pokarmowego	144
A. Rozwój wątroby	144
B. Rozwój trzustki	148
Zboczenia rozwojowe przewodu pokarmowego	151

	Str
IV. Rozwój układu oddechowego	157
Rozwój dróg oddechowych	157
Rozwój płuc	162
Nieprawidłowości rozwoju narządu oddechowego	166
V. Rozwój układu moczopłciowego	169
Rozwój układu moczowego	169
Przednercze (pronephros)	170
Pranercze (mesonephros)	173
Nerka ostateczna (metanephros)	179
Rozwój moczowodu	186
Rozwój układu płciowego	187
Związek gruczołu rozrodczego przed morfologicznym zróżnicowaniem płci zarodka	188
Różnicowanie jądra i dróg odprowadzających męskiego narządu płcio- wego	191
Różnicowanie jajnika	195
Rozwój dróg odprowadzających żeńskiego narządu rozrodczego, jajo- wodu, macicy i pochwy	199
Losy przewodu Müllera u mężczyzny	208
Zatoka moczopłciowa (sinus urogenitalis), jej powstanie i rozwój ...	208
1. Różnicowanie pierwszego odcinka zatoki moczopłciowej. Rozwój pęcherza moczowego	211
2. Różnicowanie 2-go i 3-go odcinka steku	214
Rozwój zewnętrznych części płciowych	217
Niezróżnicowane płciowo związki zewnętrznych części płciowych ...	217
Różnicowanie zewnętrznych części płciowych żeńskich	218
Różnicowanie zewnętrznych narządów płciowych męskich	220
Krocze	222
Zstępowanie gruczołów płciowych	223
Przemieszczenie jajników	232
Rozwój nadnercza (glandula suprarenalis)	232
Zboczenia rozwojowe układu moczowego	235
Nieprawidłowości rozwoju narządów płciowych	239
Zboczenia rozwojowe poszczególnych narządów układu płciowego męskiego	241
Zboczenia rozwoju narządu płciowego żeńskiego	244
VI. Rozwój układu naczyniowego	247
Dalszy rozwój i różnicowanie związku serca	248
Budowa ściany serca zarodkowego w biegu rozwoju	252
Wewnętrzna organizacja serca. Podział na przedsionki i komory. Za- stawki w sercu	254
Zmiany w rozmiarach i położeniu serca zarodka	262
Rozwój osierdzia	264
Rozwój naczyń tętniczych w zarodku	265
Szczegółowy opis rozwoju tętnic	266
Rozwój naczyń żylnych w zarodku	271
Krążenie krwi w zarodku	278
Zboczenia rozwojowe serca i głównych pni naczyń krwionośnych	284
Zboczenia rozwojowe przegród w sercu	285

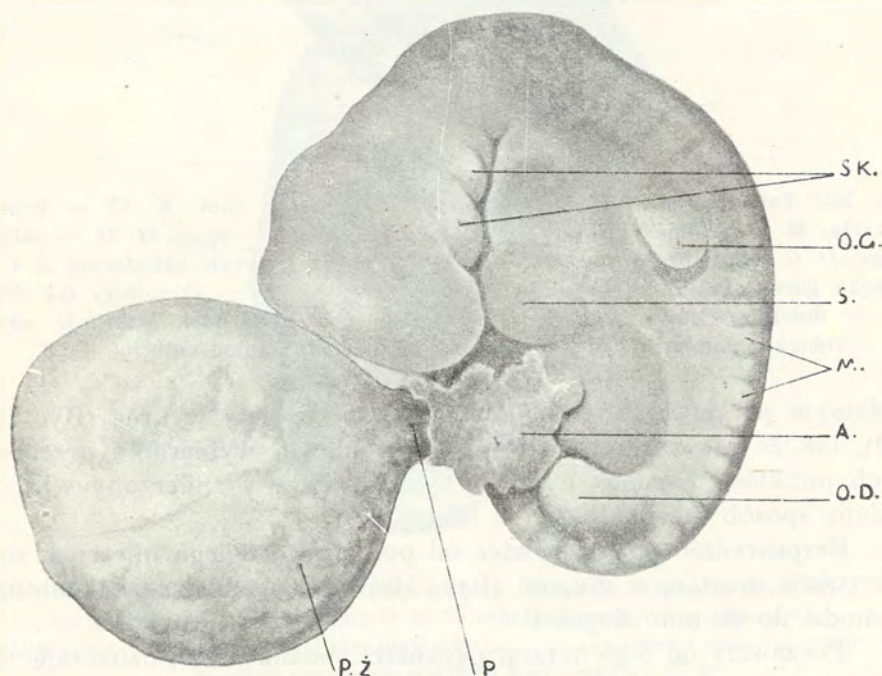
	Str.
VII. Rozwój układu chłonnego	289
Naczynia chłonne	289
Rozwój śledziony	292
VIII. Rozwój jamy ciała	297
Jama ciała i jej podział na jamy brzuszną, piersiową i osierdziową. Błona surowicza jamy ciała. Różnicowanie otrzewnej, opłucnej i osierdzia. Powstawanie i organizacja przepony	297
A. Jama brzuszna (otrzewnowa), zachowanie się w niej otrzewnej	299
a. Stosunek otrzewnej do żołądka, dwunastnicy i trzustki	299
b. Stosunek otrzewnej do wątroby	304
c. Stosunek otrzewnej do jelita cienkiego i do jelita grubego	305
B. Jama osierdzia i jama piersiowa, czyli opłucnowa; zachowanie się w nich błony surowiczej	307
Rozwój przepony	311
Przemieszczenie przepony	312
IX. Rozwój układu nerwowego	314
Rozwój rdzenia pacierzowego	314
Rozwój mózgu	321
Przysadka mózgowa	332
Szyszynka	335
Pierwszy pęcherzyk mózgowy	337
Rozwój spoidel mózgowych	344
Zasady tworzenia zwojów i rowków (bruzd) mózgowych. Płat węchowy mózgu	347
Streszczenie opisu rozwoju pierwszego pęcherzyka mózgowego	347
Rozwój opon rdzenia i mózgu (meninges)	348
Organizacja nerwów obwodowych	349
1. Uwagi wstępne. Tworzenie zwojów międzykręgowych	349
2. Zasady tworzenia nerwów obwodowych i ich stosunek genetyczny do centralnego układu nerwowego	351
3. Rozwój układu nerwowego wegetatywnego, czyli współczulnego (n. sympathicus)	353
Zboczenia rozwojowe układu nerwowego centralnego	357
Zaburzenia w zamknięciu płyty nerwowej w obrębie głowy	358
X. Rozwój narządów zmysłowych	361
Rozwój narządu wzrokowego	361
Różnicowanie składników kubka ocznego. Rozwój warstwy czarnego barwnika siatkówki, ciała rzęskowego i siatkówki	365
Organizacja warstwy barwnika czarnego	365
Różnicowanie siatkówki	366
Rozwój ciała rzęskowego	369
Rozwój tęczówki	369
Rozwój soczewki	369
Rozwój ciała szklistego	372
Rozwój twardówki, rogówki, komory przedniej i naczyńiówki	373
Rozwój nerwu wzrokowego	374
Pomocnicze narządy oka	376
Rozwój wrażliwości narządu widzenia	378

	Str.
Rozwój narządu słuchu i równowagi	378
Rozwój ucha środkowego	387
Rozwój ucha zewnętrznego	389
Początek czynności narządu słuchowego	391
Rozwój narządu węchowego	392
Rozwój narządu smakowego	397
Zboczenia rozwoju narządów zmysłowych	398
Zboczenia w rozwoju oka	398
Zboczenia rozwojowe narządu słuchowego	400
Rozwój układu skórnoego	401
Rozwój skóry	401
Rozwój włosów	404
Gruczoły skórne	407
Rozwój paznokcia	409

OGÓLNE KSZTAŁTY ZARODKA

Zanim przejdziemy do opisu powstawania poszczególnych narządów zarodka, zajmiemy się wprzód nim jako całością, a więc jego rozmiarami, kształtami zewnętrznymi oraz ujawnianiem się na zewnątrz poszczególnych narządów w różnych okresach życia zarodkowego. W przedstawieniu tych rzeczy opierałem się głównie na danych *Bromana*.

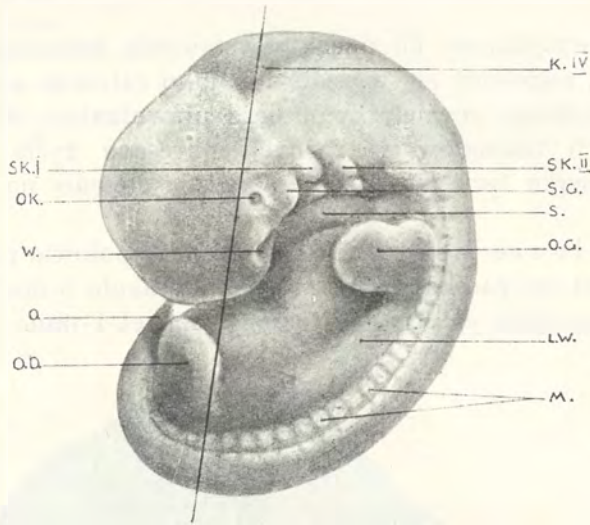
Określenie wieku zarodka. W połowie pierwszego miesiąca jajo płodowe zamknięte ma w średnicy około 5 mm. Wielkość zarodka z takiego jaja płodowego nie sięga nawet 1 mm.



Ryc. 338. Zarodek ludzki z pierwszego miesiąca, długości 5 mm: A. — część pozostała z odciętego amnionu, M. — miomery pokryte ektodermą, O. D. — odnóże dolne, O. G. — odnóże górne, P. — przewód jelitowo-żółtkowy, P. Ż. — pęcherzyk żółtkowy, S. — serce pokryte ektodermą, SK. — skrzelowe luki. Według preparatu zakładu anat. opis. U. J.

Jak wiemy z embriologii ogólnej (por. str. 280, 282), trudno jest określić zupełnie dokładnie wiek zarodka, choćby z powodu braku orientacji co do chwili zapłodnienia jaja kobiecego. W wyjątkowych przypadkach można jeszcze najlepiej oznaczyć wiek, gdy kobieta zaszła w ciążę po jednorazowym spółkowaniu.

W pierwszych miesiącach życia pomiary długości zarodka przeprowadza się przez wyznaczenie odległości dwóch najczęściej od siebie oddalonych punktów embriona. Zarodek jednomiesięczny oraz zarodek



Ryc. 339. Zarodek ludzki jednomiesięczny, długości 7,5 mm: K. IV — komora czwarta, M. — miomery, L. W. — listwa Wolffa, O. — ogon, O. D. — odnóże dolne, O. G. — odnóże górne, OK. — oko, S. — serce pokryte ektoderma, S. G. — szczęka górna, SK. I — skrzelowy łuk pierwszy, SK. II — skrzelowy łuk drugi, W. — dołek węchowy. Linia przeprowadzona przez zarodek wskazuje sposób robienia pomiarów. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

w samym początku drugiego miesiąca jest zwinięty w krąg (Ryc. 338, 339), tak że nie zachodzi potrzeba specjalnego wybierania przeciwnych punktów. Zarodek czterotygodniowy zmierzony w wyżej podany sposób ma około 8 mm długości.

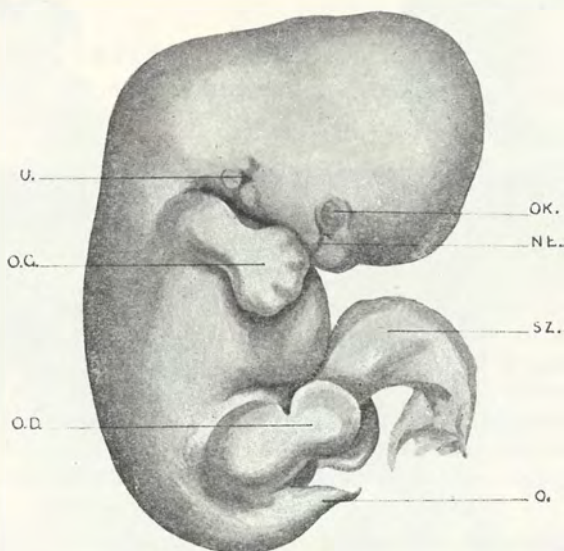
Bezpośrednio potem, a więc od początku drugiego miesiąca, zarodek rośnie mocniej w długość (Ryc. 340). Z końcem drugiego miesiąca dochodzi do 20 mm długości.

Począwszy od 3-go miesiąca pomiary można robić, oznaczając odległość wierzchołka głowy od końca kości ogonowej albo też od wierzchołka głowy do końca kości piętowej. Z długości zarodka da się wyznaczyć w przybliżeniu wiek jego. W 3, 4, 5-tym miesiącu księżycowym ciąży wiek zarodka wyrażony w miesiącach równa się drugiemu pierwiastkowi liczby centymetrów długości całego zarodka.

W drugiej połowie ciąży wyznaczamy miesiąc życia zarodka, dzieląc przez 5 liczbę, wyrażającą w centymetrach całkowitą jego długość¹⁾.

Wiek zarodka	Długość od wierzchołka głowy do końca kości ogonowej	Długość całkowita
1 miesiąc księżycowy	0.8 cm	
2 miesiące	2 »	
3 »	7 »	9 cm
4 »	13 »	16 »
5 »	17 »	25 »
6 »	20 »	30 »
7 »	23 »	35 »
8 »	27 »	40 »
9 »	30 »	45 »
10 »	33 »	50 »

Zewnętrzna postać zarodka ludzkiego. Przechodząc do ogólnego kształtu zarodka przypominam, że czterotygodniowy embrion nie jest prosty, ale zgięty w krąg, tak że koniec jego ogona sięga wierzchołka głowy (Ryc.339). Głowa zarodka jest stosunkowo bardzo duża i stanowi objętościowo co najmniej 1/3 zarodka. Po stronie przedniej,

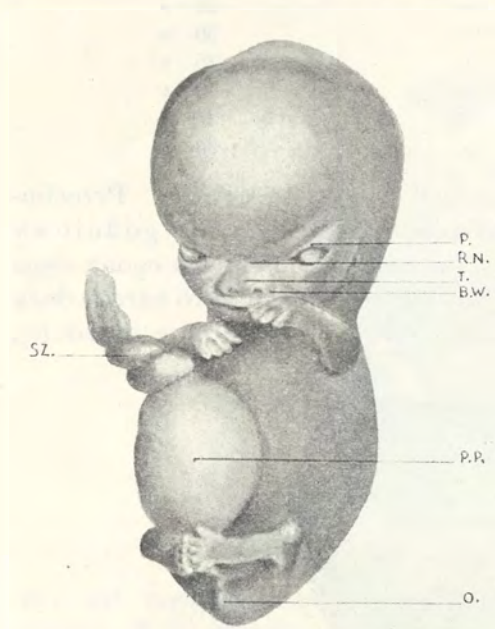


Ryc. 340. Zarodek ludzki z pierwszej połowy drugiego miesiąca, długości 12 mm. O. — ogon, O. D. — odnóże dolne, O. G. — odnóże górne, OK. — oko, N.E. — szczylna nosowo-łzowa, SZ. — sznur pępkowy, U. — zawiązek ucha zewnętrznego.

Według preparatu zakładu biol-embriol. U. J.

¹⁾ Według innej reguły liczba miesięcy życia równa się liczbie centymetrów całkowitej długości $\times 0.2$, albo liczbie centymetrów długości liczonej od wierzchołka głowy do końca kości ogonowej $\times 0.3$, przy czym przy cyfrach poniżej 10 cm dodać należy 1 miesiąc, zaś przy zarodkach z pierwszych 3 miesięcy odjąć trzeba od rzeczywistej uzyskanej liczby — 4 cm.

brzuszej prześwieca zawiązek oka, poniżej którego zarysowuje się zawiązek wyrostka szczęki górnej, a dalej dwa łuki skrzelowe. Mocne wygięcie zarodka powoduje, że zawiązki otoczenia gębowego przytykają do ściany przedniej, piersiowej, pod którą leży zawiązek serca. Na boku zarodka w okolicy przyszłej klatki piersiowej, gdzie rysują się zawiązki miomerów (jest ich wtedy około 40), widać łopatkowaty zawiązek odnóży górnego ustawiony we wczesnych stadiach prawie wzdłuż długiej



Ryc. 341. Zarodek ludzki dwumiesięczny, długości 21,5 mm: B. W. — boczne wały nosowe, O. — ogon, P. — powieka górna, P. P. — przepuklina pępkowa, R. N. — rynienka nadnosowa, SZ. — sznur pępkowy, T. — trójkątne pole. Według preparatu zakł. biol.-embriol. U. J.



Ryc. 342. Zarodek ludzki z początku trzeciego miesiąca, długości 26 mm. Ze zbiorów zakładu biol.-embriol. U. J.

osi zarodka. Zawiązek odnóży dolnego biegnie równoległe do zawiązka ogona. Pomiędzy częścią piersiową, kryjącą zawiązek serca, a dolnym odcinkiem ciała (ogon, odnóży dolne) widać sznur pępkowy zdążający do łożyska. Na stronie grzbietowej (karkowej) zarysowuje się czwarta komora mózgowia.

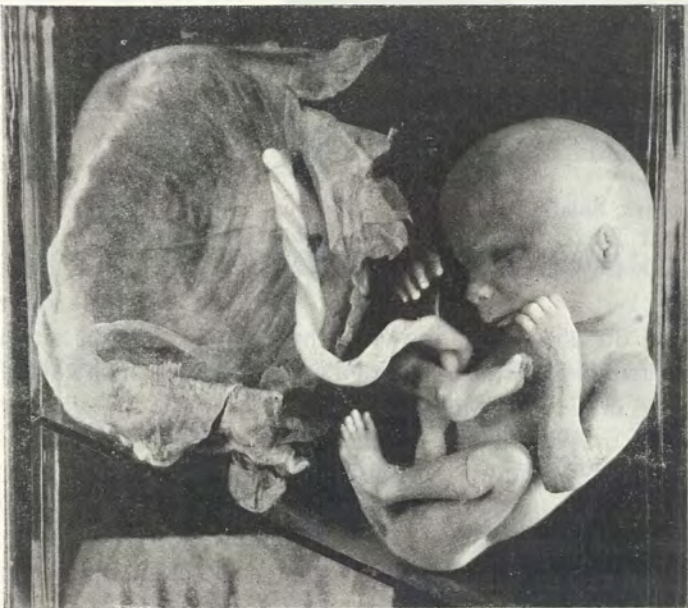
Zaczyna się drugi miesiąc życia zarodkowego. W tym miesiącu przeżywa zarodek tyle przeobrażeń, jak nigdy przez całe życie. Zmiany rozpoczynają się olbrzymim rozrostem głowy płodu, i tak już dużej w stosunku do reszty ciała. Wzrasta zwłaszcza wyrostek czołowy i guzek szczytowy głowy (Ryc. 340), rozrasta się i zwiększa wyrostek

szczęki górnej i obramowanie oczodołu; przez pewien czas widoczna jest wyraźnie szczelina oczna i nosowo-łzowa. — W pierwszej połowie drugiego miesiąca głowę i twarz cechują wyliczone wyrostki i zagłębienia szczelinowate. W drugiej połowie 2-go miesiąca kształty głowy się wyrównują, zaokrąglają się jej kontury, a dookoła otworu usznego w tylnym odcinku pierwszej szczeliny skrzelowej pojawia się wieniec guzków, które potem zespalają się do wytworzenia muszli usznej. Równocześnie ze zrostem wyrostków szczęki górnej z wyrostkiem czołowym następuje pierwsze ukształtowanie twarzy i zawiązka nosa, a zarazem rozwój części otaczających wejście do przewodu pokarmowego i oddechowego.

W tym też okresie tułów zarodka powiększa się objętościowo, co pozostaje w związku z tworzeniem się wątroby i rozwojem jelit. Odnóża górne zmieniają ułożenie kierując swą pozycję prostopadle do osi ciała. Wreszcie w tym miesiącu zaznacza się mocniej guzek płciowy. W końcu drugiego miesiąca (Ryc. 341 P.) tworzą się powieki oczne.

Wyliczyłem tu tylko zmiany rozwojowe, które ujawniają się na zewnątrz i mają swój wyraz w zewnętrznych przeistoczeniach kształtów. W późniejszych opisach organo-genezy zobaczymy, ile narządów przechodzi równocześnie przeobrażenia, które stają się widoczne dopiero na skrawkach.

Trzeci miesiąc (Ryc. 342) rozwoju charakteryzuje wykończenie organizacji odnóży, w których rozwijają się stawy łokciowe i ko-



Ryc. 343. Zarodek ludzki z końca 4 miesiąca, długości 12 cm, z łożyskiem. Ze zbiorów zakładu biolog-embriol. U. J.



Ryc. 344. Zarodek ludzki 6-miesięczny, długości 19 cm (bez nóg). Ze zbiorów zakł. biol.-embriol.

U. J.

zarodka sięga do 25 cm. Na powierzchni skóry rozwija się puszek (*lanugo*), a w skórze wytwarza się wydzielina łożowo-serowata (*vernix caseosa*). Ruchy mięśni prowadzą do poruszania się zarodka.

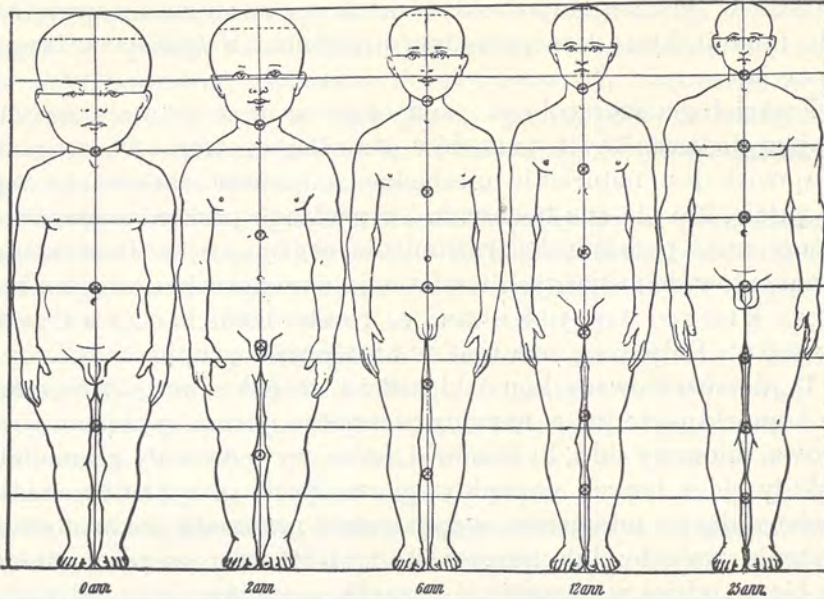
Szósty miesiąc wykazuje dalszy rozrost zarodka, który dochodzi do 30 cm długości. Następuje bogate pokrycie puszką i wydzieliną łożową. Odejście sznura pępkowego od zarodka przesuwają się ku górnej stronie brzucha.

W siódmym miesiącu rozwoju (Ryc. 344) dokonywa się zstąpienie jąder do worka mosznowego, wargi sromne mniejsze rozrastają się mocno. Powieki rozklejają się, przez co oczy zostają otwarte. Zarodek dorasta do 35 cm długości.

lanowe; kształtują się też ostatecznie i palce oraz ich łożyska paznokciowe. Rozwój odnoży tylnych odbywa się później niż przednich, jednak w drugiej połowie tego miesiąca urabia się i stopa przechodząc przez okres wypuklenia jej grzbietu. W tym też miesiącu powstaje szyja zarodka, rosną powieki, których brzegi zrastają się ze sobą. Otwór odbytowy oddziela się od otworu moczopłciowego, a rozpoznanie płci po zewnętrznych częściach płciowych staje się już możliwe.

W czwartym miesiącu (Ryc. 343) dokonywa się dalszy rozrost narządów zarodka, który dochodzi do długości 16 cm. Pojawia się też zawiązek napletka w postaci skórnej fałdy pierściennej. Wargi sromne są wyraźne. Mięśnie zaczynają już swe czynności. Sznur pępkowy odchodzi od zarodka tuż ponad spojeniem łonowym.

W piątym miesiącu całkowita długość



Ryc. 345. Zmiana proporcji ciała ludzkiego w czasie życia pozamacicznego. Według *Stratza z Bromana*.

W miesiącu 8, 9 i 10-tym wzrost zarodka w długość postępuje o 5 cm na miesiąc, a rozrost w grubość odbywa się częściowo przez przybytek substancji tłuszczowych jako podściółki tłuszczowej. Proporcje ciała zmieniają się przynajmniej częściowo. Noworodek ma jednak jeszcze zbyt dużą głowę w stosunku do reszty ciała. Ostateczne proporcje ustalają się dopiero w późniejszym okresie życia pozamacicznego, co jest wyraźnie widoczne z załączonego szkicu (Ryc. 345).

OGÓLNE UWAGI O POWSTAWANIU NARZĄDÓW

W embriologii ogólnej podaliśmy bieg rozwoju począwszy od jaja zapłodnionego, przez okres bruzdkowania, tworzenia listków zarodkowych aż do powstawania narządów pierwotnych, będących zawiązkami przyszłych organów ustroju. Poznaliśmy nadto powstawanie przejściowych tworów dodatkowych, pozostające w związku z listkami zarodkowymi, które jako błony płodowe wchodzi w czasowe połączenie z odpowiednio zmienioną błoną śluzową macicy matki.

Narządy pierwotne, znane nam z embriologii ogólnej, są zawiązkami narządów definitywnych ustroju, które w rozwoju późniejszym ulegają nieraz daleko idącym zmianom jak przeorganizowaniu, wzrostowi, zróż-

nicowaniu w poszczególnych składnikach a równocześnie przystosowaniu do funkcji, które tym narządom przypadną w udziale w biegu dalszego życia.

Embriologia szczegółowa, czyli organogeneza, zajmuje się właśnie rozwojem poszczególnych narządów przyszłego ustroju. Do zrozumienia tych zjawisk jest naturalnie niezbędną znajomość embriologii ogólnej i oczywiście, kto nie zna tworzenia i organizacji narządów pierwotnych, nie może mieć podstaw do zrozumienia organogenezy. Rozważając genezę narządów definitywnych trzeba najpierw zwrócić uwagę na materiały, które zużytkowuje embrion do tworzenia organów. Dałyby się one ująć w następujące grupy:

1) niezróżnicowane komórki listków zarodkowych, 2) niezróżnicowane komórki ujęte już w narządy pierwotne (struna grzbietowa, cewka nerwowa, miomery itd.), 3) komórki, które wywędrowały gromadnie lub wypukliły się z innych narządów pierwotnych (przykładem mioblasty wywędrowujące z miomerów, wypuklenia z przewodu pokarmowego dla utworzenia wątroby lub trzustki itp.), 4) tkanka mezenchymatyczna, która bierze udział w organizacji licznych narządów, 5) części narządów embrionalnych, które w biegu rozwoju zatraciły swe funkcje i wchodzi w usługi innego układu (w tworzeniu narządu słuchowego, układu nerwowego mamy na to liczne przykłady).

Z materiałów tych powstają zawiązki narządów. Dalszy rozwój zawiązków polega na: 1) nierównomiernym ich wzroście; przez co nie tylko powiększa się objętość narządu rosnącego, ale i zmienia się jego kształt i proporcje, 2) różnicowaniu komórek zawiązka, przez co rozumiemy przystosowanie składników przyszłego narządu do funkcji, w pierwszym rzędzie o charakterze zmian właściwości fizjologicznych. Te zmiany wyrażają się bardzo często także w pewnych przekształceniach morfologicznych komórki, ale istotą różnicowania jest nabycie lub ztrata pewnych właściwości czynnościowych. Widzimy wtedy, że np. komórki, które nie miały właściwości kurczliwości, nabywają jej, inne stają się zdolne do produkcji wydzielniczej, inne wreszcie specjalizują się we wrażliwości itd. 3) Włączaniu do grup elementów fizjologicznie czynnych tkanki mezenchymatycznej, która stanowi przede wszystkim rusztowanie, zrąb narządu. W miarę starzenia się narządu zwiększa się zwykle ilość tkanki mezenchymatycznej, a zmniejsza liczba komórek fizjologicznie czynnych. 4) Zwyródnieniu fizjologicznym części narządów lub poszczególnych komórek (fizjologiczna degeneracja elementów mięsnych, rozrodczych w jajniku itd.). Degeneracja może spowodować często zanik niektórych narządów lub ich części, tak że albo zupełnie giną, albo przechodzą w narządy szczątkowe (np. niektóre narządy szczątkowe w układzie moczopłciowym).

Opisywać tworzenie się narządów można w dwojaki sposób: Pierwsza metoda polega na wyjściu z listków zarodkowych i dyskusji ich losów oraz narządów pierwotnych jako materiału twórczego organów definitywnych, — druga, to opis genezy poszczególnych narządów jak one w różnych okresach rozwoju się zmieniają, z uwzględnieniem zużycowania materiału zasadniczego.

Pierwsza metoda, dydaktyczna, nie wydaje mi się praktyczną, gdyż ściśle biorąc żaden narząd nie jest co do listków zarodkowych genetycznie jednolity, a zwykle przynajmniej dwa listki składają się na jego organizację. Dlatego, zdaniem moim, najpraktyczniej jest podawać opisy powstawania narządów według układów budowy anatomicznej, omawiając kolejno powstawanie układu kostnego, mięsnego, pokarmowego, oddechowego, moczopłciowego, krążenia, nerwowego i zmysłowego.

Rozwój wielu narządów nie kończy się w życiu śródmacicznym, ale przeciąga się często, nieraz na kilka lub kilkanaście lat poza ten okres. Dlatego pragnę zaznaczyć, że chciałbym rozwój postępowy omówić całkowicie nie ograniczając się do okresu życia zarodkowego. Zajmując się organogenezą będę prawie wyłącznie uwzględniał kręgowce wyższe, głównie więc zwierzęta ssące, w szczególności zaś człowieka. Poza tym rozszerzyć pragnę gdzieś tam nasze rozważania na grupę ptaków, a to także z tego względu, że ten materiał embryonalny jest najłatwiejszy do uzyskania przez każdą pracownię.

Chcąc dać pełny obraz szczegółowego rozwoju musimy przede wszystkim omówić wyróżnicowanie materiału budowlanego, z którego tworzą się narządy. Embriologia ogólna dała nam pojęcie o listkach zarodkowych i tkance mezenchymatycznej. W narządach różnicują się te komórki we wszystkie znane nam z histologii tkanki, a więc nabłonkową, łączną, mięsną i nerwową. Musimy więc najpierw poznać genezę tkanek, a potem przystąpimy do opisu rozwoju wszystkich narządów organizmu.

HISTOGENEZA

Wiadomo nam z histologii ogólnej, że narządy ciała zbudowane są z tkanek następujących: 1) tkanki nabłonkowej, 2) tkanki łącznej, 3) tkanki mięsnej, 4) tkanki nerwowej. Do tkanek wliczyć można jeszcze krew, mającą największe podobieństwo z tkanką łączną. Genezę krwi poznaliśmy w embriologii ogólnej, toteż nie będę jej tu opisywał.

W rozdziale o histogenezie jest naszym zadaniem zapoznanie się z rozwojem poszczególnych tkanek i z ich modyfikacjami. Punktem wyjścia naszego wykładu histogenezy muszą być elementy poznane w embriologii ogólnej. Są nimi komórki-składniki listków zarodkowych lub narządów pierwotnych. Opiszemy łańcuch ich przemian, będących podstawą ich różnicowania aż do obrazu spotykanego w budowie definitywnej danego narządu.

GENEZA I ROZWÓJ NABŁONKA

Tkanka nabłonkowa bierze początek z listków zarodkowych embriona i zależnie od stanowiska, jakie nabłonek zajmuje w tych lub innych narządach, może być pochodzenia ekto-, mezo-, lub entodermalnego. Z ektodermy rozwija się nabłonek skóry i jej gruczołów, nabłonek w obrębie układu nerwowego, np. nabłonek wyściełający kanał rdzeniowy lub komory mózgowie i nabłonek w układzie zmysłowym.



Ryc. 346 Nabłonek brukowy z języka jednomiesięcznego zarodka ludzkiego, długości 7,5 mm. *M.* — mezenchyma, *N.* — nabłonek. Według prep. zakł. biol.-embr. U. J.

Pochodzenia entodermalnego są nabłonki przewodu pokarmowego wraz z gruczołami tego układu, nabłonki układu oddechowego i związanych z nim gruczołów. Z mezodermy wreszcie tworzą się części nabłonkowe narządu moczopłciowego, nabłonek naczyń i nabłonki błon surowiczych.

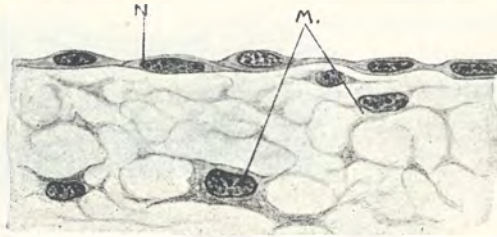
Nabłonek listków zarodkowych jest przeważnie nabłonkiem walcowatym lub brukowym (Ryc. 346), ale już i w tych listkach, np. w ento-

dermie kurczęcia, widzimy nabłonek płaski w pewnych okresach rozwoju i pewnych okolicach, zwłaszcza poza tarczą zarodkową. Tam gdzie chodzi o pokrycie większych powierzchni w krótkim czasie, występuje jednowarstwowy nabłonek płaski (Ryc. 347).

Nabłonek wielowarstwowy (Ryc. 348) powstaje przy podziale komórek walcowatych płaszczyznami równoległymi do podstawy komórek. Podział tak powtórzony kilkakrotnie doprowadza do utworzenia się wielowarstwowego pokładu nabłonkowego. W nabłonku wielowarstwowym najczęściej najgłębsza warstwa utrzymuje zdolności rozrodcze, w innych warstwach natomiast kariokinezy są znacznie rzadsze. Nabłonek wielowarstwowy pochodzenia ektodermalnego spotykamy np. w skórze, natomiast pochodzenia entodermalnego w przewodzie pokarmowym. W warstwach powierzchniowych nabłonek ten ulega najczęściej przeobrażeniu, zróżnicowaniu.

M o d y f i k a c j e, które przechodzi nabłonek embrionalny, polegają przede wszystkim na wytworzeniu w protoplazmie zdolności produkcji pewnych, dla różnych typów nabłonka charakterystycznych substancji, które pozostają złożone w obrębie ciała plazmatycznego danych komórek nadając im pewien specyficzny charakter. Do przemian tych zalicza się rogowacenie, śluzowacenie i tworzenie barwnika.

P r o c e s r o g o w a c e n i a (Ryc. 349) najłatwiej obserwować przy badaniu leżących na sobie warstw nabłonka skóry, postępując przy tym od strony podkładu, zbudowanego z tkanki łącznej ku zewnętrznej powierzchni skóry. Istotą zrogowacenia jest wyprodukowanie w plazmie substancji zwanej *keratyną*. Ubocznymi produktami tej akcji są keratohialina i eleidyna. Ich pojawienie się w komórkach świadczy o procesie rogowacenia. Keratyna powstaje równocześnie z keratohialiną, a mianowicie keratyna tworzy się w zewnętrznej warstwie plazmy, podczas

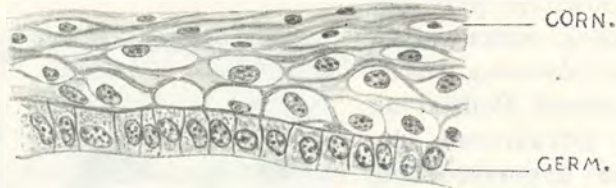


Ryc. 347. Nabłonek płaski ze skóry pokrywającej okolicę serca jednomiesięcznego zarodka ludzkiego (długości 7,5 mm). M. — mezenchyma, N. — nabłonek. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.



Ryc. 348. Nabłonek wielowarstwowy ze skóry moszny zarodka ludzkiego z końca 3 miesiąca (dług. 65 mm). M. — mezenchyma, N. — nabłonek. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

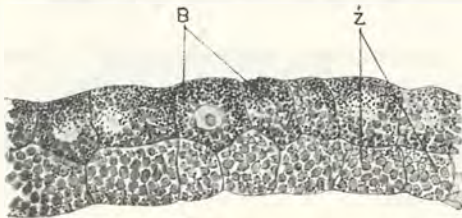
gdy keratohialina powstaje w sąsiedztwie jądra i prawdopodobnie przy częściowym zużyciu jego składników. W warstwach plazmy zbliżonych bardziej do powierzchni komórki pojawia się też e l e i d y n a — drugi uboczny produkt przy rogowaceniu.



Ryc. 349. Przekrój przez nabłonek skóry głowy zarodka ludzkiego z 5 miesiąca. Rogowacenie embrionalne: komórki warstwy zrogowacialej (CORN.) zawierają jądra. GERM. — *stratum germinativum*. Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

W dalszym biegu rogowacenia komórki spłaszczają się. Keratyna tworzy wtedy rodzaj płytek, a genezę jej wiąże też ze wspomnianą e l e i d y n ą, której pojawia się coraz więcej.

P o w s t a w a n i e t ł u s z c z u w i d a ć w komórkach nabłonkowych, zwłaszcza cylindrycznych elementach stanowiących dolne warstwy nabłonka skóry. Tworzą one wewnątrz plazmy z i a r e n k a t ł u s z c z u, tak samo też komórki warstwy ziarnistej (*stratum granulosum*) wykazują często produkcję tłuszczu. Komórki tkanki nabłonkowej, zarówno wchodzące w skład błon śluzowych jak gruczołów, mogą się różnicować w kierunku p r o d u k c j i ś l u z u. Czynność ta polega nie na przemianie protoplazmy w śluz, ale na produkcji przez nią substancji śluzowej, która się wyodrębnia zaraz od plazmy (tego rodzaju substancję K u p f f e r n a z w a ł paraplazmą). Substancja ta wypełnia kropelkami różnej wielkości jedną stronę komórki, podczas gdy reszta protoplazmy układa się wraz z jądrem po drugiej stronie komórki.

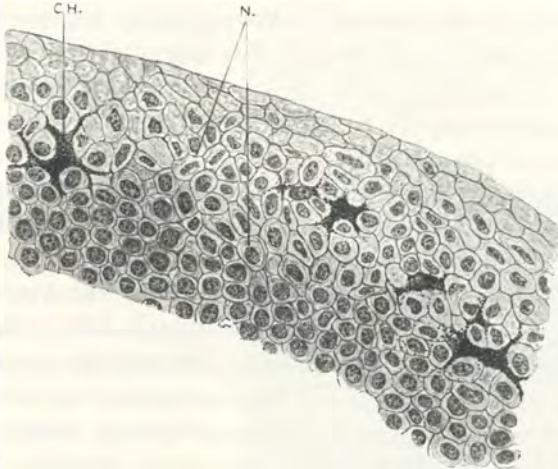


Ryc. 350. Nabłonek barwnikowy ze skóry larwy żaby długości 3 mm. B — barwnik rozsiany w komórkach nabłonkowych, Z — komórki z kulkami żółtka. Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

Dalszą modyfikacją, o której chciałbym wspomnieć, jest tworzenie nabłonka barwnikowego, który zwłaszcza w powłokach skórnych wielu zwierząt odgrywa pierwszorzędną rolę. Powstawanie komórek barwnikowych nabłonkowych może się dokonać w rozmaity

sposób: komórki nabłonka mogą produkować barwnik dzięki działalności własnej protoplazmy, mogą też dostawać gotowy barwnik z zewnątrz.

Gdy chodzi o produkcję własną, dokonywać się ona może dzięki przeróbce materiałów, pobranych najprawdopodobniej z krwi a przerobionych wewnątrz plazmy komórkowej. Natomiast w drugim przypadku komórki nabłonkowe (Ryc. 350) dostają barwnik gotowy pochodzący wprost z substancji pigmentowych jaja albo też z krwi. Sprawę tę biologowie przedstawiają tak: barwnik krwi wydostaje się poza ciała czerwone do osocza, ulega pewnym przemianom, zostaje pochłonięty przez leukocyty, potem złożony w sąsiedztwie komórek nabłonkowych, które go do swej plazmy wchłaniają¹⁾ (Ryc. 351).



Ryc. 351. Nabłonek barwnikowy z skóry larwy żaby w 40 dni po wylęgu. Widoczne komórki barwnikowe nabłonkowe (CH). N. — komórki nabłonkowe. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

Komórki nabłonkowe mogą się też przystosować do czasowej produkcji jakiejś substancji albo też do trwałej czynności wydzielniczej. W pierwszym przypadku nastąpi np. tworzenie szkliva brodawki zębowej, produkcja bezpostaciowych błon nabłonkowych, podstawowych itp. Trwała produkcja przez nabłonkowe zróżnicowane do tego komórki zachodzi np. w gruczołach, o których powyżej wspominałem. Komórki gruczołowe charakteryzują się tym, że mają nie tylko zdolność wytwarzania pewnych substancji powstających wewnątrz protoplazmy, ale że także są w stanie wydalać na zewnątrz ich nadmiar. Substancje wydzielnicze wydalone z ciała plazmatycznego mogą się przedostawać do odpowiednich kanałów odprowadzających albo wprost do krwi lub limfy (gruczoły

¹⁾ Komórki barwnikowe nabłonkowe musimy odróżnić od komórek barwnikowych tkanki łącznej, które noszą nazwę chromatoforów. O tej kategorii barwnikowych komórek będzie mowa poniżej.

dokrewne). Jakość i ilość substancji wydzielanych zależy od jakości gruczołów, a prócz tego od wielu warunków zewnętrznych i wewnętrznych ustroju. Bliższe szczegóły co do tego należą do histologii i fizjologii.

GENEZA TKANKI ŁĄCZNEJ I JEJ MODYFIKACJI

Geneza tkanki łącznej zarodka znana nam jest z embriologii ogólnej. Wiemy (p. str. 200), że materiałem twórczym tkanki łącznej jest tzw. embrionalna tkanka mezenchymatyczna, która wywodzi się z mezodermy. Główną cechą mezenchymy, która ją odróżnia od mezodermy, jest gwiaździsty kształt komórek oraz utworzenie się substancji międzykomórkowej, a tym samym zatarcie zwartej budowy warstw komórkowych. Substancja międzykomórkowa jest produktem wydzielniczym protoplazmy.

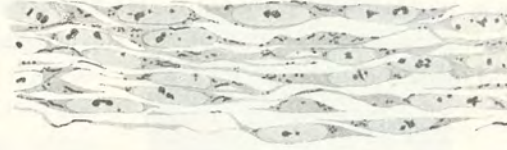
Zagadnieniem, które od dawna zajmowało histo- i embriologów było powstawanie włókien, spotykanych wśród istoty międzykomórkowej tkanki łącznej, i to zarówno tzw. włókien klejodajnych jak i włókien elastycznych. Dawniejsze zapatrywania szły w tym kierunku, że włókna klejodajne tworzą się przez pewnego rodzaju skonsolidowanie, zwłóknienie istoty międzykomórkowej. Późniejsze prace Hansena wskazały na powstawanie włókien tkanki łącznej nie w istocie międzykomórkowej lub wśród komórek, ale przy samym ich obwodzie. Na ten temat rozwinęła się między histologami długa dyskusja, oparta na ba-



Ryc. 352. Tkanka mezenchymatyczna w stadium syncytialnym; widać połączenia wypustek plazmatycznych. Z zarodka ludzkiego jednodomiesięcznego, długości 7,5 mm. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

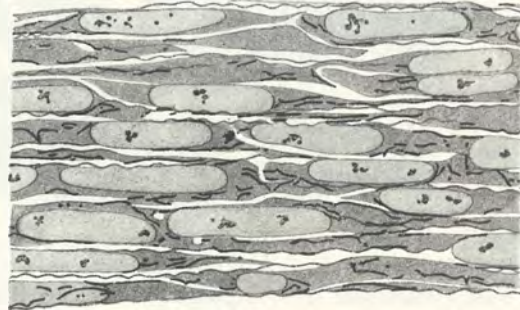
daniach, wykonanych na bardzo różnym i bogatym materiale. Brali w niej udział najwybitniejsi histologowie, jak Max Schultze, van Beneden, Merkel, van der Stricht, Ranvier, Flemming, Retterer, Mall, Maximow i wielu innych. Z dyskusji tej wynikało, że włókna tkanki łącznej związane są genetycznie z protoplazmą jej komórek. W biegu badań wylonilo się pytanie, w jakim momencie się to dzieje. Część autorów stwierdza, że tkanka łączna przechodzi przez okres syncytium komórkowego (Ryc. 352): gdy rozmnażanie elementów biegnie szybko, to nowoutworzone komórki pozostają w łączności wzajemnej. Ich wyodrębnienie jest niezupełne, stanowią one raczej jeden mor-

fologiczny zespół. Wielu autorów uważa za regułę tworzenie się takiego syncytium, z którego dopiero powstaje tkanka łączna właściwa z wyodrębnionymi elementami. Dokoła jąder grupuje się mianowicie ziarnista plazma wyodrębniająca się tamże w oddzielne terytoria, a równocześnie z bardziej na zewnątrz leżącej przejrzystej tzw. hialoplazmy powstaje istota międzykomórkowa i włókna.



Ryc. 353. Tworzenie się ścięgna. Przekrój podłużny przez ścięgno w dolnym odnożu 6-dniowego zarodka kurczęcia. W protoplazmie widoczne krótkie nitki, tzw. chondriokonty. Według *Mevesa*.

Mall, który uznaje syncytium jako stadium wstępne, wyróżnia w nim dwa typy plazmy: 1) endoplazma bezpośrednio otaczająca jądra, czyli właściwa plazma elementów komórkowych tkanki łącznej i 2) ektooplazma, bardziej na zewnątrz leżąca, która różnicuje się we włókna i w istotę międzykomórkową. Stąd wynika pogląd, że niemal równocześnie różnicują się z syncytium komórki, włókna i istota międzykomórkowa. Według innych autorów (*Hensen*, *Flemming* i inni) tworzenie się włókien tkanki łącznej jest dziełem wprzód już ukształtowanych komórek. Przy samym obwodzie wśród zewnętrznej warstewki plazmy miałyby powstawać te włókienka klejodajne, które się potem wyodrębniają z komórek i tuż za ich obwodem dostają się do substancji międzykomórkowej, gdzie mogą samodzielnie wzrastać w grubość, długość, rozszczeplać się itd.

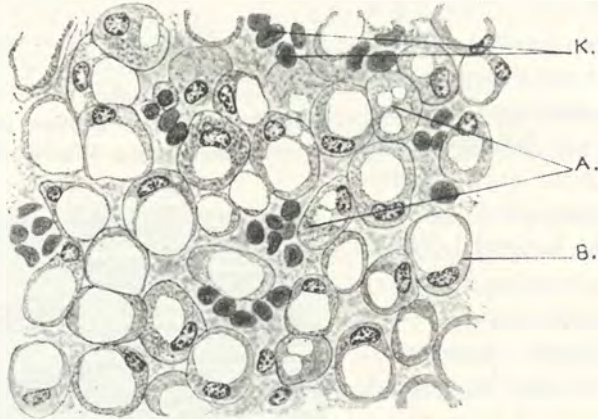


Ryc. 354. Tworzenie się ścięgna; dalsze stadium niż na ryc. 353. Przekrój przez ścięgno w odnożu dolnym ośmiodniowego zarodka kurczęcia. Chondriokonty dłuższe i grubsze, niż na poprzedniej rycinie, widoczne ponadto włókienka biegnące wzdłuż ścięgna (na powierzchni komórek). Według *Mevesa*.

Powstawanie włókien elastycznych wiąże się też z działalnością komórek tkanki łącznej, a umiejscowione jest w warstwach powierzchniowych ich plazmy. Tak powstają np. włókna w owodni zarodka. Ich materiałem twórczym są szeregi ziarenek, które układają się początkowo w jednociągły łańcuch, a potem zlewają się we włókna. Ziarna te barwią się barwnikami charakterystycznymi dla elastyny.

Pewną modyfikację włóknistej tkanki łącznej stanowi tkanka ścięgna. Ta tkanka da się również wywieść z tkanki mezenchyma-

tycznej, w której komórki rozmnożyły się mocno i leżą gęstymi szeregami obok siebie. Ilość substancji międzykomórkowej zmniejsza się, komórki wydłużają się, a wśród ich protoplazmy pojawiają się tzw. plastokonty: są to, jak z ogólnej histologii wiadomo, nitki i grube ziarna (Ryc. 353, 354). Te twory, opracowane głównie w pracach *M e v e s a*, stanowią materiał, który wydobywa się z komórek i już pozakomórkowo ma dawać początek tworzącym się włóknom, stanowiącym potem istotne składniki ścięgien.



Ryc. 355. Powstawanie tkanki tłuszczowej; przekrój przez skórę zarodka ludzkiego z 5-go miesiąca. A. — komórki, w których tłuszcz zaczyna się gromadzić, B. — komórki, w których tłuszcz utworzył już jedną wielką kroplę. K. — ciałka krwi.

Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

Tkanka tłuszczowa jest modyfikacją tkanki łącznej, która się rozwija z tkanki mezenchymatycznej, leżącej w pobliżu naczyń krwionośnych. Plazma komórkowa tej tkanki mezenchymatycznej produkuje tłuszcz, który się w niej gromadzi w dużej ilości w postaci drobniotkich ziarenek. Ziarenka łączą się i spływają ze sobą w krople tłuszczu, pokryte tylko cieniutką warstwą plazmy, kryjącej też w sobie jądro komórki tłuszczowej (Ryc. 355). Materiał do wytworzenia tłuszczu czerpią komórki niewątpliwie z krwi sąsiednich naczyń krwionośnych. Na materiał ten składają się gliceryna i kwasy tłuszczowe, przede wszystkim kwas stearynowy, palmitynowy i oleinowy z niewielką domieszką barwnika żółtego (lipochromu). Synteza dokonywa się w obrębie tych komórek.

Tkanka chrzęstna (Ryc. 356) powstaje z tkanki mezenchymatycznej w okresie jej ugrupowania syncytnalnego. Wtedy to substancja międzykomórkowa staje się coraz gęstszą, stalszą, a tymczasem komórki tracą swój turgor i wciągają swe wypustki. W protoplazmie ich można wy-

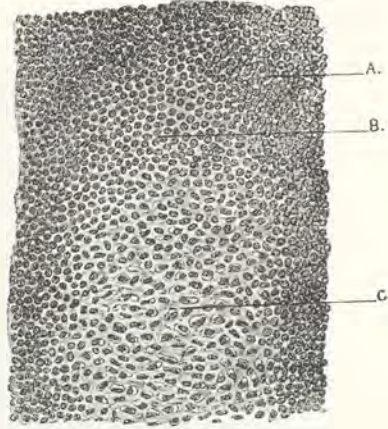
różnić dwa tereny: jeden okołojądrowy, drugi obwodowy. Warstwa zewnętrzna wytwarza mocną błonę komórkową, która w czasie podziału komórek powstaje także w płaszczyźnie, dzielącej elementy potomne. Błona zewnętrzna może po rozmnożeniu się komórek otaczać wspólnie i kilka elementów.

Chrzątka tworzy się ogniskami wśród tkanki mezenchymatycznej, tzw. przedchrzęstnej. Zewnętrzna warstwa ogniska ma zgęszczone komórki mezenchymatyczne, stanowiące materiał do utworzenia chrzęstnej. Ogniska mogą się rozrastać na zewnątrz przez rozmnażanie swych komórek w kierunku obwodu ogniska i zwiększenie ilości substancji międzykomórkowej.

Drugim typem zwiększania ognisk chrzęstnych jest tzw. nakładanie (*appositio*), przy czym produkcję podejmuje chrzęstna, a nie samo ognisko chrzęstne. Wewnętrzna warstwa elementów chrzęstnej mnoży swe komórki, układa je na powierzchni ogniska chrzęstnego. W nowoutworzonej warstwie gęstnieje substancja międzykomórkowa, a komórki przeistaczają się w elementy chrzęstne: w ten sposób objętość ogniska chrzęstnego się zwiększa. Chrzątka wytworzona u embriona, albo u osobnika dorosłego może pozostać w narządzie jako utkanie definitywne, albo też jest ona utkaniem przejściowym do tkanki kostnej, o czym obszerniej będzie mowa w następnym rozdziale.

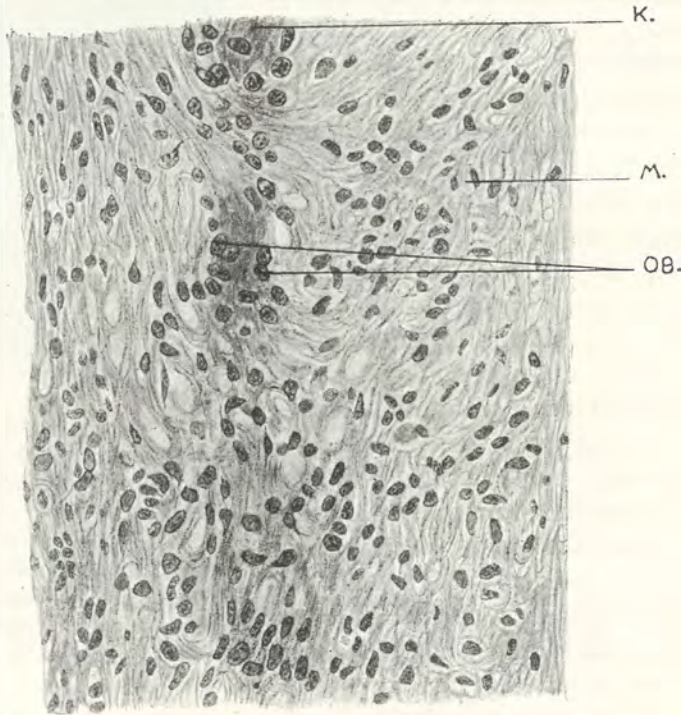
Tkanka kostna jest także związana genetycznie z tkanką mezenchymatyczną. Stwierdzić to można zarówno wtedy gdy tkanka kostna powstaje wśród tkanki mezenchymatycznej, jak też gdy ma zastąpić już utworzoną tkankę chrzęstną.

Zjawisko kostnienia w jego najprostszycjch przejawach śledzić możemy w embrionie w tym okresie tworzenia kości, gdy ona zarysowuje się w zbitej tkance mezenchymatycznej. Dawniejsi autorowie brali jako pierwotne stadium elementów kostnych wyodrębnione komórki mezenchymy, które bujnie tworzą niezbyt długie wypustki. Komórki te i ich wypustki biorą udział w wytwarzaniu dookoła siebie specyficznej, bogatej w wapń materii. Tą substancją wapienną impregnuje się nie tylko substancja międzykomórkowa, ale także przepajają się nią włókna tkanki łącznej. Zmodyfikowane tak komórki mezenchymatyczne, wyposażone w te właściwości produkcyjne, noszą nazwę **osteoblastów**.



Ryc. 356. Powstawanie tkanki chrzęstnej. Przekrój przez 3. palec ręki zarodka ludzkiego z połowy 2-go miesiąca. A. — komórki blastematyczne zgęszczone, B. — komórki luźniej ułożone, przedchrzęstne, C. — chrzątka. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

Późniejsze badania embriologiczne zmieniły nieco nasze poglądy na różnicowanie tkanki łącznej w kości, a zwłaszcza na najwcześniejsze okresy kostnienia. Z badań tych wynika, że początki modyfikacji tkanki łącznej w kierunku tworzenia kości przypadają na syncytialny okres tkanki łącznej (por. str. 14). Dookoła jąder syncytium gromadzi się plazma ziarnista, tzw. endoplazma. Stanowi ona wraz z jądrami materiał



Ryc. 357. Tworzenie się kości; osteoblasty w stadium syncytialnym. Z kości czaszki zarodka ludzkiego z końca 3-go miesiąca. *K.* — substancja podstawowa kości, *M.* — komórki mezenchymy, *OB.* — osteoblasty. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

na osteoblasty (Ryc. 357). Ektoplazmę syncytialną, stanowiącą warstwę zewnętrzną plazmy osteoblastów, impregnują sole wapniowe, które otaczają endoplazmę z jądrami, tak że jest ona jakby zamurowana i wysuwa tylko do zwapniałej substancji międzykomórkowej wypustki plazmatyczne. W tym okresie osteoblasty tracą zdolność podziału.

Poznawszy zasady osyfikacji, musimy się rozejrzeć, gdzie i w jakich warunkach tworzy się kość. Umiejscowienie zjawisk osyfikacyjnych może być następujące:

1) Kość powstaje w tworach pochodnych tkanki łącznej preformującej jej kształty;

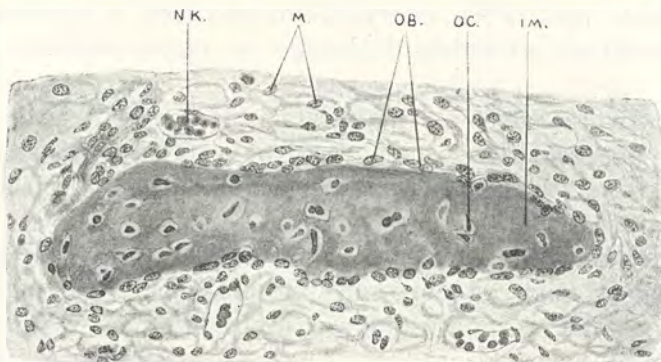
2) Kość powstaje wewnątrz chrząstki, która leży w miejscu przyszej kości;

3) Kość powstaje na powierzchni chrząstki.

Tworzenie kości także w tych dwu ostatnich przypadkach ma miejsce nie wskutek przeobrażenia (metaplazji), ale wprost z tkanki łącznej, która dostaje się do chrząstki lub też na powierzchnię chrząstki.

4) Kość (w rzadkich przypadkach) może się rozwijać przez przeobrażanie się chrząstki w kość.

ad 1) Bezpośrednie tworzenie kości w tkance łącznej (Ryc. 358) widać, np. wśród kości dachu czaszki. Zjawisko



Ryc. 358. Przekrój przez zawiązek kości okładzinowej czaszki zarodka ludzkiego z połowy 3. miesiąca (dług. 43 mm). IM. — istota międzykomórkowa kości, M. — tkanka mezenchymatyczna, NK. — naczynie krwionośne, OB. — osteoblasty, OC. — osteocyty. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

rozpoczyna mocny wzrost naczyń krwionośnych, które tworzą tu gęstą sieć. Następnie między naczyniami rozmnażają się energicznie komórki mezenchymatyczne, ewentualnie późniejsze osteoblasty, a ponieważ utrzymują ze sobą połączenie plazmatyczne za pomocą wypustek, przeto możemy uważać je za syncytium. Jak wspomniałem poprzednio, gromadzi się plazma (endoplazma) dokola jąder, równocześnie zaś ektoplazma wraz z wydzieloną przez siebie warstwą tworzy istotę międzykomórkową. W miarę zwiększania się jej ilości komórki są przez nią coraz mocniej rozsuwane, ale utrzymują łączność przez pośrednictwo długich wypustek nitkowatych. Te komórki opatrzone długimi wypustkami zwiemy osteocytami. Równocześnie w substancji międzykomórkowej pojawiają się ziarenka soli wapniowych, którymi coraz obficie przepojona jest substancja międzykomórkowa otaczająca osteocyty. To są właściwości znamionujące ognisko kostne.

Inaczej zachowuje się tkanka leżąca na zewnątrz ogniska. Komórki jej wciągają swe grubsze wypustki, a wzajemną łączność utrzymują tylko przez nitki protoplazmatyczne. Całość przybiera wygląd elementów na-

blonkowych i szereguje się zazwyczaj w łańcuchy elementów stanowiące tzw. osteoblasty. Zadaniem osteoblastów jest dalsza produkcja substancji kostnej. Jej masa międzykomórkowa powstaje przy równoczesnym zużywaniu plazmy komórkowej; z grupy komórek pozostają prawie same jądra, a i te wreszcie ulegają degeneracji. Część komórek osteoblastycznych występuje jednak z szeregu i wchodzi w głąb substancji międzykomórkowej podlegającej zwapnieniu, gdzie pełni rolę komórek kostnych. Tak więc w tym okresie w ogniskach i przy ich powierzchni można wyróżnić substancję międzykomórkową z porożrzucanymi wśród niej osteocytami (czyli komórkami kostnymi) a na jej powierzchni szeregi osteoblastów.

Używając niektórych odczynników możemy w substancji kostnej wykazać strukturę włóknistą. Powstaje ona przy układaniu się nowo utworzonej substancji kostnej w pasma, które krzyżując się w różnych kierunkach tworzą sieć; na preparatach mamy włókna poprzecinane wzdłuż i w poprzek. Brzegi tych pasm pokryte są warstwami komórek osteoblastycznych, które przy dalszej produkcji substancji kostnej zaciągają oczka tej sieci.

W biegu rozwoju ustrój tworzy w nadmiarze substancję kostną lub też tworzy ją w miejscu, które ma inne przeznaczenie. Przy powstawaniu kości czaszki musi ona ustępować przed mózgiem w miarę jego rozrastania się. W wewnętrznej blaszce kości czaszki po stronie zwróconej ku mózgowi dokonywa się częściowa resorpcja. Znika wówczas warstwa osteoblastów z powierzchni pasm tworzącej się tkanki kostnej. Jest to wyrazem kończącego się tworzenia kości, a zarazem początku fizjologicznej degeneracji, niszczenia utworzonej kości.

Zamiast osteoblastów pojawiają się komórki wielojądrowe duże, wielokształtne, które noszą nazwę p o l y k a r i o c y t ó w, albo ze względu na zdolność niszczenia tkanki kostnej — o s t e o k l a s t ó w¹⁾. Komórki resorbują materię kostną, a w miejscu pojawienia się ich grupy powstają jamki wcinające się w głąb mięszu kostnego. Czasem zdarza się, że przy dalszych zjawiskach rozwojowych może znów nastąpić odtworzenie kości.

Pochodzenie osteoklastów nie jest zupełnie pewnie ustalone. Przypuszczać można pewne przeobrażenia w osteoblastach, ale trudno to uzgodnić z ich wprost przeciwną funkcją. Dużo prawdopodobniejsze jest zapatrywanie, że osteoklasty pozostają w związku genetycznym ze śródblonkiem naczyńowym, któremu przypisują charakter fagocytów. Czynność tych komórek polega przede wszystkim na resorbowaniu składników organicznej substancji międzykomórkowej kostnej, podczas gdy materiały wapniowe rozpuszcza najprawdopodobniej kwas węglowy.

¹⁾ Osteoklasty te nie różnią się od osteoklastów, o których będzie mowa przy opisie kostnienia śródchrzęstnego (Por. str. 21).

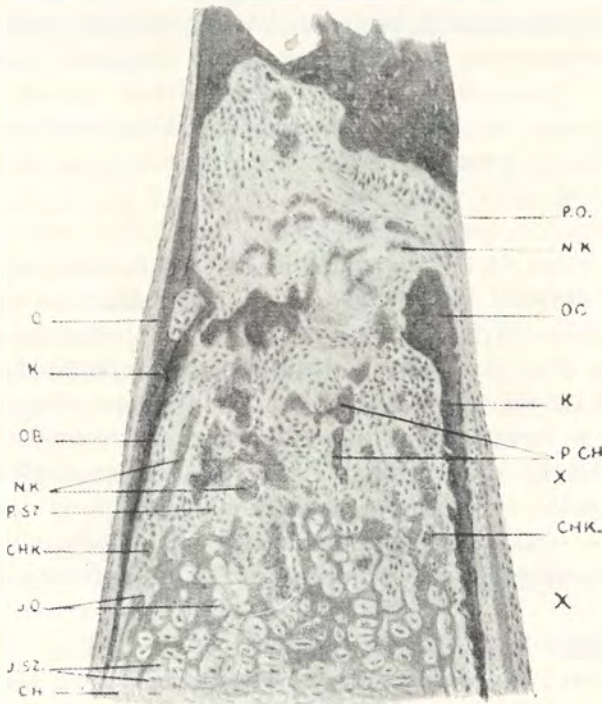
Drogą niszczenia wytworzonej poprzednio kości dochodzi do powstawania jam śródkostnych, ewentualnie jam szpikowych. Mogą tam mieć miejsce i powrotne procesy twórcze: na wewnętrznych ściankach jamek układają się komórki osteoblastyczne, które tworząc warstwy substancji kostnej układające się koncentrycznie zacieśniają znaczną część przestrzeni jam kostnych utworzonych poprzednio. W ten sposób powstaje z nich układ kanałów, tzw. kanałów Haversa. Błazki kostne otaczają je koncentrycznie, a wśród nich biegną naczyń. W samych błazkach kostnych istnieją drobne zatoki (*lacunae*), od których rozchodzą się na wszystkie strony cieniutkie kanaliki. Jakiś czas uważano je za komórki kostne, w rzeczywistości zaś są to jamki wypełnione powietrzem lub kwasem węglowym. Właściwe komórki kostne (dawne osteocyty) są w starszych kościach coraz rzadsze, ulegają bowiem zanikowi.

ad 2) **Kostnienie śródchrzęstne** (*ossificatio enchondralis*). Wszystkie długie i krótkie kości, a także i niektóre kości płaskie, przechodzą stadium chrzęstne, innymi słowy są preformowane w utkaniu chrzęstnym. Jest to wyrazem dostosowania narządu do możliwości wzrostu, gdyż kość właściwa jako narząd konsystencji zupełnie usztywnionej nie jest w stanie swym rozrostem nadażyć wzrostowi członków ciała ani też zmienić swej postaci. Chrzątka jest znacznie lepiej przystosowana do spraw wzrostu, a dany odcinek szkieletowy może przy budowie chrzęstnej dużo łatwiej zmienić swą postać. Przemiany kształtu szkieletu dokonywują się więc, zanim jeszcze utkanie chrzęstne zmieni się w kostne.

Pod względem histogenetycznym przy tym typie kostnienia przechodzi kość trzy fazy. Pierwszy jej zawiązek tworzy się z tkanki łącznej. Preformowana w tkance łącznej kość przechodzi następnie w stadium chrzęstne. (Powstawanie chrzątki z tkanki mezenchymatycznej omówiliśmy już powyżej). Trzecią fazę charakteryzuje zastępowanie chrzątki przez kość. Zjawisko to przebiega w kościach krótkich i nasadach, a przejściowo i w trzonach kości długich drogą **k o s t n i e n i a ś r ó d c h r z ę s t n e g o**. Typ kostnienia śródchrzęstnego przebiega niejednokrotnie w tej samej kości równocześnie z kostnieniem ochrzęstnym, co widać na ryc. 359 i 360. Początek procesu zaznacza się przez powiększenie komórek chrzątki, co jest następstwem pewnego ich napełnienia. Równoległe z tym zwiększa się objętość jamek, wewnątrz których leżą komórki. Rozszerzenie się pojemności jamek komórkowych wywołuje wrażenie zmniejszenia się ilości substancji międzykomórkowej, ponieważ komórki leżą obecnie w mniejszych od siebie odstępach. Drugą bardzo charakterystyczną zmianą jest gromadzenie się zlogów wapniowych wśród istoty międzykomórkowej zmieniającej się chrzątki. W ten sposób

w chrząstce powstają jądra albo ogniska kostnienia, czyli tzw. punkty osyfikacyjne.

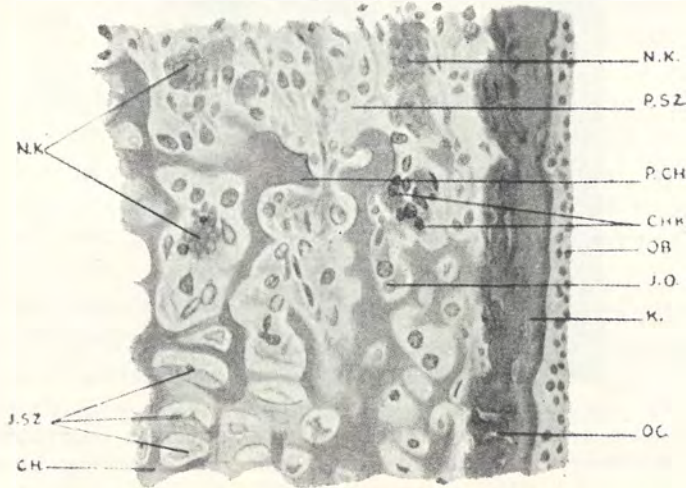
Do jądra kostnienia i w jego otoczenie wnika teraz młoda tkanka embrionalna, która najprawdopodobniej pochodzi z ochrząstnej wypuklającej się w głąb chrząstki w postaci wyrostków pączkowatych. Ta tkanka o charakterze embrionalnym otacza jądro kostnienia elementami mezenchymatycznymi, mającymi wygląd nablonka. Komórki takie nazywamy



Ryc. 539. Kostnienie ochrząstne i śródchrząstne. Z przekroju przez ostatni człon palca zarodka ludzkiego pięciomiesięcznego. *CH.* — istota podstawowa chrząstki niezwapniałej, *CHK.* — chondroklast, *J. O.* — jamki chrząstne otwarte, *J. SZ.* — jamki chrząstne powiększone ułożone szeregiem, *K.* — kostna tkanka powstała ochrząstnie, *N. K.* — naczynie krwionośne, *O.* — okostna, *OB.* — osteoblast, *OC.* — osteocyt, *P. CH.* — pozostałość istoty podstawowej chrząstki zwapniałej, *P. O.* — pęczek okostnej, *P. SZ.* — pierwotny szpik kostny. Część oznaczona *x x* jest podana w silniejszym powiększeniu, jako ryc. 360. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

także osteoblastami (Ryc. 359, 360). Funkcją ich jest wytwarzanie dokola jądra kostnienia dalszych warstw kości. Inne grupy komórek embrjonalnych wnikają razem z naczyniami do środka jądra kostnienia i tu powodują rozpuszczanie i niszczenie kostniejącej tam chrząstki, wzgl. częściowo świeżo utworzonej kości. Jest to proces tzw. chondrolizy. Zwapniała istota międzykomórkowa ulega rozpuszczeniu, a duże wielojądrowe komórki tzw. chondroklasty (Ryc. 359) resorbują jej czę-

ści organiczne. Wynikiem procesu rozpadowego w ognisku kostnym jest wytworzenie pierwotnej jamki szpikowej. Wśród tej jamki mieszczą się komórki mezenchymatyczne o właściwościach destrukcyjnych oraz inne o typie komórek twórczych. Pierwsze z nich, tj. chondroklasty, rozszerzają pojemność pierwotnej jamy szpikowej, otwierając coraz to nowe jamki, mieszczące komórki chrzęstne, przy czym powstają zatoki, drążące w głąb jądra kostnego i chrząstki. — Drugi typ elementów to ko-

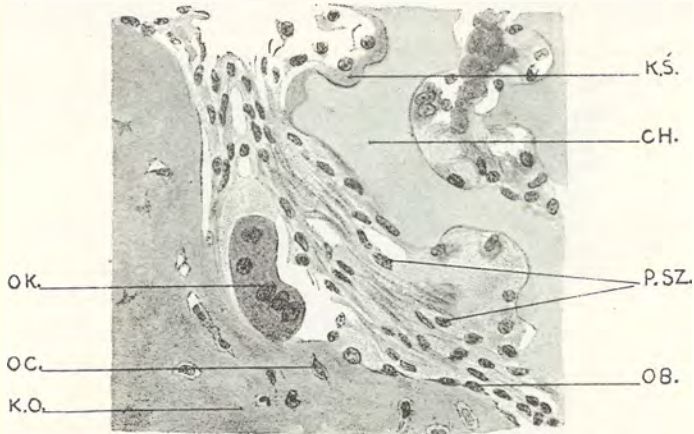


Ryc. 360. Fragment poprzedniej ryciny, silniej powiększony. Oznaczenia te same, co na ryc. 359.

mórki o właściwościach twórczych, są to znane nam już osteoblasty. Poznaliśmy je już na powierzchni ogniska kostnego, gdzie w postaci komórek o wyglądzie nabłonkowym produkują kość, której warstwy rozszerzają objętość ogniska. Te same komórki pojawiają się też w pierwotnej jamie szpikowej tworząc na jej wewnętrznej powierzchni warstewki kostne.

Wśród zmienionej chrząstki leży jądro kostnienia, które zwiększa się od zewnątrz przez działanie osteoblastów, natomiast drąży się coraz szerzej od wewnątrz wskutek rozpuszczania substancji kostnej i resorpcji przez działanie osteoklastów (Ryc. 361). Gdy w rozrośniętym ognisku rozszerzy się mocno jama szpikowa, następuje tworzenie kości także od wewnątrz tej jamy. Na wewnętrznej jej powierzchni i sterzących do niej wyrostkach chrzęstnych układają się osteoblasty i wyściełają całą tę powierzchnię warstwami kości. Pierwotna jama szpikowa bardzo się przez to zaciska i to kosztem coraz większej ilości produkowanej substancji kostnej. Ta substancja tworzona przez osteoblasty układa się w postaci beleczek krzyżujących się ze sobą w różnych kierunkach i wytwarzających niezmiernie gęstą sieć, nadającą kości charakter gąbczasty.

W samej jamie szpikowej mieści się tkanka, która także ulega pewnym przemianom. Zawartość jej pierwotną stanowiły komórki mezenchymatyczne, które częściowo przemieniały się w osteoblasty, były tam też degenerujące komórki chrząstki i osteoklasty. Wśród tych elementów biegną też w znacznej ilości naczynia krwionośne.



Ryc. 361. Kostnienie ochrzęstne i śródchrzęstne. Z przekroju poprzecznego przez palec pięciomiesięcznego zarodka ludzkiego. Widoczny osteoklast, który wyżera jamkę w tkance kostnej. CH. — pozostałość istoty międzykomórkowej chrząstki, K. O. — tkanka kostna wytworzona ochrzęstnie, K. S. — tkanka kostna wytworzona śródchrzęstnie, OB. — osteoblast, OC. — osteocyt, OK. — osteoklast, P. SZ. — pierwotny szpik kostny. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

Cała w ten sposób zorganizowana tkanka stanowi zawartość pierwotnej jamki szpikowej i nosi nazwę pierwotnego szpiku kostnego (por. ryc. 359). Do tej tkanki w późniejszych okresach rozwoju, gdy już jama pierwotna się rozszerzyła przez włączenie zatok, drążących w głąb kości i chrząstki, dołączają się leukocyty i to w dużej ilości. Przypuszczano, że wywędrowały one z naczyń krwionośnych. Maximow jest zdania, że są one pochodzenia mezenchymatycznego. Leukocyty mogą tu ulegać różnym przemianom: część ich bierze udział w tworzeniu czerwonych ciałek krwi, a wskutek tego żółtawa barwa szpiku mięsza się z barwą czerwonawą. Pozostała część leukocytów tworzy komórki olbrzymie utworzone przez zlewanie się kilku leukocytów w jedną całość. Taki szpik, zawierający leukocyty i czerwone ciała krwi, nosi nazwę szpiku czerwonego, albo szpiku wtórnego.

Spotykamy go przede wszystkim w kościach krótkich i w nasadach kości długich, podczas gdy w trzonach kości długich tkanka szpikowa ulega mocnemu stłuszczeniu; ponieważ zaś tworzy się tu mniej czerwonych ciałek krwi, szpik przyjmuje żółte zabarwienie jako żółty szpik kostny.

Tak więc kość przy śródchrzęstnym kostnieniu powstaje drogą działania osteoblastów, nakładających coraz nowe warstwy na powierzchni jądra kostnego i wyścielających listwami kostnymi wewnętrzną powierzchnię jamy szpikowej.

ad 3) Kostnienie o chrzęstne (*ossificatio perichondralis*) toczy się w kościach długich i płaskich, częściowo także i w krótkich.

Podstawą tego procesu jest akcja twórcza komórek kościotwórczych, które się wywodzą z wewnętrznej warstwy o chrzęstnej, szeregują się w jej najgłębszych warstwach, tworzą płytki lub beleczki kostne, zwykle poprzerywane, rozgałęziające się i ułożone na razie w nieregularną sieć kostną. Te warstwy kostne układają się na chrząstce, choć nie bezpośrednio, bo są oddzielone częścią blaszek o chrzęstnej. W ten sposób powstaje dokoła chrząstki rura kostna, która ją obejmuje jak mankiet. O chrzęstna wytwarza coraz to nowe takie warstwy kości i tą drogą kość rośnie w grubość.

Pokłady warstw nowoutworzonej kości nie są równomierne. W niektórych miejscach widać płytki cieńsze, czasem zapadające się w postaci rynienek, zwłaszcza tam gdzie znajdują się naczynia krwionośne, które wtedy biegną przez jakiś czas jakby w rynienkach. Potem jednak



Ryc. 362. Część przekroju poprzecznego przez długą kość noworodka kota. B — naczynia krwionośne, F — gotowy kanał Haversa, H — tworzące się kanały Haversa, Perichondr — kość o chrzęstna. Według Stöhra.

wskutek działania osteoblastów rynienki zasklepiają się i zamieniają się w tzw. kanały Haversa (Ryc. 362 H). Te kanały mogą być wysłane od zewnątrz jeszcze przez osteoblasty, które potem wyłożą je i od wewnątrz warstwami kostnymi.

Cechą charakterystyczną osyfikacji o chrzęstnej jest to, że tak utworzone kości nie zawierają resztek chrząstki zwapniałej.

Wśród chrząstek, ulegających kostnieniu ochrzęstnemu, toczy się najczęściej także kostnienie śródchrzęstne; tak więc chrząstka kostnieje od zewnątrz ochrzęstnie, a od wewnątrz śródchrzęstnie.

ad 4) Kostnienie przez bezpośrednią przemianę tkanki chrzęstnej w kość definitywną jest zjawiskiem bardzo rzadkim w ustroju, gdyż, jak była mowa o tym powyżej, wprzód następuje zniszczenie chrząstki, nawet gdy wśród istoty międzykomórkowej osadzona jest już masa wapniowa. W zasadzie dopiero po zniszczeniu chrząstki osteoblasty tworzą kość. W rzadkich jednak przypadkach (a więc wśród chrząstek ustrojów w niektórych stanach chorobowych, dalej w prawidłowym kostnieniu obojczyka i niektórych części szczęki dolnej) komórki chrząstki ulegają przeobrażeniu w osteocyty, a substancja międzykomórkowa chrząstki zwapnieniu. W każdym razie ten sposób kostnienia jest najmniej rozpowszechniony.

Wzrost kości.

Kość embrionalna wzrasta przez pewien czas w biegu życia embrionalnego, lecz także i w okresie pozaembrionalnym. Wzrost kości powoduje zarówno zwiększenie jej grubości jak i długości. Wzrost grubości kości jest wynikiem działalności komórek ochrzęstnej, wgl. później okostnej. Warstwa wewnętrzna tej błony wytwarza kość, dookoła której zaczyna się niebawem obwodowe (mankietowe) nakładanie nowych substancyj kostnych. Ten proces nakładania jest podstawą wzrostu w grubość.

Sprawę wzrostu w długość należy najpierw uprościć przez rozstrzygnięcie pytania, czy wzrost kości przebiega drogą wewnętrznego wnikania nowych cząstek do już wytworzonej kości (intususcepcja), czy też wzrost możliwy jest tylko przez nakładanie na bieguny kości nowych jej pokładów. W celu zbadania tego wbijano w tworzącą się kość (D u h a m e l) w ściśle oznaczonej odległości 2 kołeczki z kości słonowej i po pewnym czasie mierzono ich odległość. O ile byłby możliwy wzrost przez wnikanie śródcząsteczkowe, to odległość między kołeczkami powiększałaby się w miarę postępu wzrostu. Wszystkie doświadczenia prowadzone w tym kierunku wskazują na to, że śródcząsteczkowy wzrost kości w długość nie istnieje, natomiast odbywa się on przez nakładanie. Kości długie rozwijają się, jak już wiemy, z zawiązka preformowanego poprzednio wśród chrząstki. Obie nasady kostnieją śródchrzęstnie, trzon natomiast kostnieje częściowo śródchrząstkowo, częściowo ochrzęstnie. Kostnienie trzonu nie obejmuje jednak całości preformowanej: pomiędzy nasadą i trzonem pozostaje płytka chrząstki, która stanowi strefę wzrostu kości. Chrząstka ta rośnie, a równocześnie odbywa się ustawiczne jej kostnienie i w ten sposób długość kości wzrasta. Zupelne skostnienie chrząstki stanowi zarazem kres wzrostu kości. Moment zupełnego skostnienia chrząstki i ukończenia wzrostu za-

leży od badanej kości. Fakt ten jest ważny dla medycyny sądowej, bo pozwala ewentualnie oznaczyć wiek zwłok badanych.

Regeneracja kości jest możliwa w bardzo ograniczonych rozmiarach. W zasadzie polega ona na zrastaniu się dwóch odcinków kości przez utworzenie między nimi substancji kostnej, tzw. *callus*. Kości wytwarzane są przez osteoblasty, które u osobników młodocianych mogą pochodzić ze szpiku kostnego, u dorosłych natomiast stale z okostnej. Czasem przejściowo między dwoma odcinkami kości powstaje chrząstka.

GENEZA TKANKI MIĘSNEJ

Jak wiadomo z histologii, rozróżniamy tkankę mięsną gładką i poprzecznie prążkowaną. Pierwsza mieści się w narządach wewnętrznych: pokarmowym, oddechowym, moczopłciowym, w narządach krążenia i zmysłów, a w niewielkiej ilości wśród skóry. Ruchy elementów tkanki gładkiej są niezależne od woli ustroju. Tkanka mięsna prążkowana jest głównym składnikiem zależnego od woli ustroju narządu ruchowego, tj. mięśni szkieletowych.

Omówimy najpierw genezę mięśni gładkich.

Gruntowna praca Karoliny Mc Gill (1907) nad histogenezą mięśni gładkich w przewodzie pokarmowym świni daje najlepszy w dotychczasowej literaturze obraz tego zjawiska rozwojowego. Będę się też tu opierał głównie na wynikach tej pracy.

Tkanka mięśni gładkich wiąże swą genezę z tkanką mezenchymatyczną i to z okresu jej organizacji syncytialnej. Komórki mają wtedy duże okrągłe jądra i łączą się ze sobą tak grubymi wypustkami, że stanowią jakby zwartą sieć o małych stosunkowo okach. Plazma zawiera dużą ilość ziarenek, które się później szeregują w łańcuchy, biegnące wśród protoplazmy. Komórki wydłużają się z biegiem rozwoju wrzecionowato, nie tracąc jednak przy tym wzajemnej łączności morfologicznej przez wypustki.

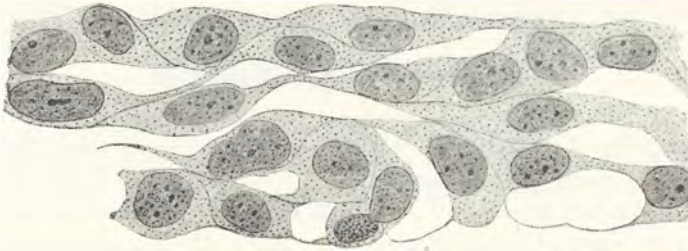
Ziarenka plazmatyczne uszeregowane dają początek włóknikom, biegnącym wśród plazmy, które, jak wiadomo, stanowią główny składnik każdej substancji kurczliwej.

Ale nie wszystkie włóknienka mięśni gładkich biorą początek z uszeregowanych ziarenek plazmatycznych. Część znaczna włóknienek powstaje w plazmie z substancji klejodajnej, która przez swą organizację nadaje całej plazmie charakter włóknisty. W miarę rozwoju wyodrębniają się z tej włóknistej masy włóknienka stale grubsze aniżeli włóknienka powstałe z ziarenek. Zwłaszcza w późniejszych trochę stadiach włóknistość powstaje wprost w plazmie z pominięciem okresu granulacyjnego.

Charakter syncytialny komórek mięśni gładkich utrzymuje się długo, a gdy nawet nastąpi wyodrębnienie, to nie jest ono wszędzie cał-

kowite. Komórki utrzymują łączność ze sobą choćby za pomocą cienkich pasem, a poza tym wchodzą one w styczność morfologiczną z otaczającą je tkanką łączną, która również dopomaga do wzajemnego zespolenia tych tworów wrzecionowatych.

Histogeneza mięśni prążkowanych związana jest najściślej z mezoderłą. Materiał do utworzenia tkanki mięśni prążkowanych mięsi się wśród miomerów. Jak z embriologii ogólnej wiadomo, miomery są złożone



Ryc. 363. Mioblasty częściowo zespolone w syncytium w miomerze 12-dniowego zarodka królika. Według *Godlewskiego*.

z mezodermy i leżą po obu bokach narządów osiowych od strony grzbietowej. Komórki mezodermalne umieszczone tutaj stanowią materiał budowlany do utworzenia szkieletu kręgosłupa, skóry (jej części łącznotkankowej) i mięśni szkieletowych. Tak zorganizowany miomer nosi nazwę miomeru pierwotnego. Gdy materiał do utworzenia szkieletu i skóry się oddzieli, pozostaje grupa komórek, stanowiących razem tzw. miomer wtórny, w którym mieści się już wyłącznie materiał do utworzenia mięśni. Komórki miomeru wtórnego noszą nazwę mioblastów.

Mioblasty są to elementy początkowo bardzo zbliżone do komórek nabłonkowych walcowatych. Już wcześniej po utworzeniu miomeru wtórnego wydłużają się mioblasty (Ryc. 363), przyjmując postać wysmukłą,



Ryc. 364. Mioblast wydłużony z rozwidlonymi wypustkami, protoplazma ziarnista. Z zarodka owcy długości 13 mm. Według *Godlewskiego*.

czasem prawie wrzecionowatą; w innych przypadkach wysuwają one nieraz rozwidlone wypustki, najczęściej wzdłuż większej osi komórkowej (Ryc. 364). Jądra ich są duże, pęcherzykowate, ostro odgraniczone

od plazmy. W obrębie plazmy widać znaczną ilość ziarenek i delikatnych niteczek. Tak zorganizowane komórki mioblastyczne ulegają na miejscu różnicowaniu tylko wtedy, jeśli chodzi o wytworzenie mięśni, pozostających w tym miejscu ustroju, w którym leżał miomer. Wszystkie inne mioblasty wywędrowują z miomerów w stanie niezróżnicowanym, a dopiero doszedłszy do miejsca, w którym mięsień ma pozostać, ulegają przeistoczeniu.

Różnicowanie mioblastów w komórki mięśni prążkowanych było gruntownie badane na mięśniach ryb, płazów i zwierząt ssących. Badania u zwierząt ssących (Godlewski) wykazywały jako pierwotny objaw różnicowania wzrost komórki w długość i pojawianie się w protoplazmie mioblastów dużej ilości ziarenek i cienkich niteczek plazmatycznych (Ryc. 365). Ziarenka rozsiane są początkowo wśród całej protoplazmy, po pewnym zaś czasie widać jak się szeregują, a szereg taki układa się wzdłuż nitki plazmatycznej. Oglądając preparat mamy wtedy wrażenie, że ziarna nanizane są na nitkę plazmatyczną. Wśród jednej komórki leży nieraz kilka lub kilkanaście takich pasm.



Ryc. 365. Mioblast w okresie różnicowania włókienek. Z 10-mm. zarodka świnki morskiej. Według Godlewskiego.

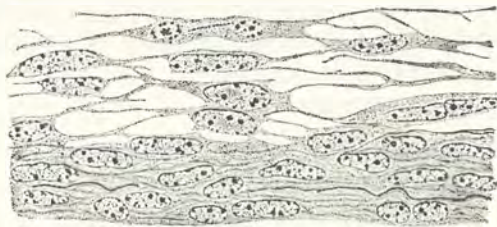
W dalszym ciągu widać mocny wzrost komórek, które coraz wyraźniej przyjmują postać wrzecionowatą (Ryc. 366): w takiej długiej komórce ziarna nanizane na nitki plazmatyczne leżą jakby pasma róż-



Ryc. 366. Mioblast w okresie różnicowania włókienek. Z 8,5 mm długiego zarodka królika. Według Godlewskiego.

zańcowe. Stanowią one zawiązki włókienek kurczliwych (*fibrilli*) znajdujących się we włóknach mięsnych. W obrębie włókien dokonywa się kariokineza jądra bez podziału plazmy, a że powtarza się ona wielokrotnie, przeto pierwotny mioblast przechodzi w wielojądrową komórkę mięsną wrzecionowatą, wypełnioną włókienkami.

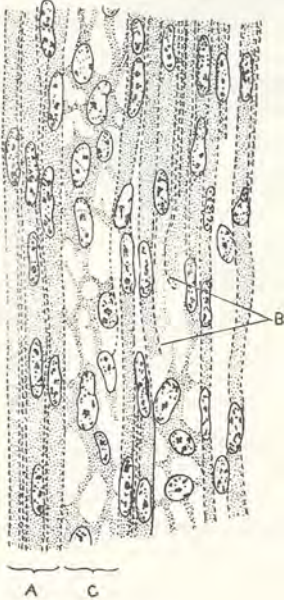
Drugi sposób tworzenia się włókien mięsnych polega na szeregowaniu się mioblastów, które potem zspalają się za pomocą wypustek plazmatycznych (Ryc. 367). Wypustki łączące mioblasty mostkami plazmatycznymi w łańcuchy, leżące jeden za drugim, stają się coraz liczniejsze i grubsze. Mioblasty mogą też łączyć się wzajemnie wprost ciałami plazmatycznymi. Z łańcuchów powstają tą drogą syncytia, w których zawiązki włókienek przechodzą po mostkach plazmatycznych i biegną potem w masie plazmatycznej niezależnie od pierwotnych terytoriów komórkowych.



Ryc. 367. Mioblasty łączące się w włókna mięsne. Z 15-mm. zarodka królika. Według Godlewskiego.

Włókna mięsne embrionalne charakteryzuje ułożenie obwodowe włókienek; wewnętrzną część każdego włókna zajmuje plazma bez ziaren, wśród której leżą szeregi jąder.

Przy organizacji tkanki mięsnej występują prócz procesów twórczych także i obrazy rozpadu komórek



Ryc. 368. Zwyródnienie fizjologiczne mięśnia w początkowym okresie. A — strefa, w której zwyródnienia nie ma, B — przerwane włókienka mięsne, C — strefa, w której mięsień uległ prawie zupełnej degeneracji. Z zarodka świnki morskiej dług. 12 mm.

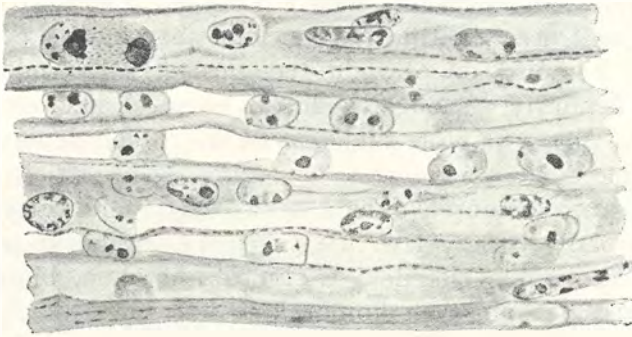
Według Godlewskiego.

Pozostałe w pełni swej struktury włókna mięsne ulegają dalszym przemianom. Już w tej organizacji widać we włókienkach budowę metameryczną. Ale ilość włókienek (*fibrillae*), w których widać już materię izotropową i anizotropową, jest stosunkowo niewielka. Włókienka, jak wspomniałem, leżą w warstwach obwodowych każdego włókna. Dalej następuje rozmnażanie się włókienek, w ten sposób, że najpierw takie włókienko grubieje, następnie rozszczepia się wzdłuż począwszy zwykle od jednego końca. Takie rozmnażanie włókienek doprowadza do wytworzenia bardzo znacznej ich ilości, tak że przestrzeń centralna, zajęta dotąd przez plazmę przejrzystą (*sarcoplasma*), coraz się bardziej zapelnia włókienkami. Włókienka szeregują się, przy czym na

już zorganizowanych (Godlewski, Kulczycki — ryc. 368). Zjawiska degeneracji pojawiają się wśród silnie stłoczonych włókien. W obrębie włókien degenerujących zaciera się struktura segmentalna włókienek, plazma ulega również rozpadowi, a ciągłość włókien jest przez to przerywana. Takie wyspy tkanki degenerującej burzą obraz zorganizowanej struktury mięsnej. Włókna poprzednio długie są obecnie podzielone na części, a między zgrupowane pasma włókien wnika jakby syncytium substancji, stanowiącej produkt degeneracji mięśniowej. Najodporniejsze na degenerację okazują się jądra włókien mięsnych. Widać nawet czasem, że jądra, leżące wśród resztek plazmy zdegenerowanej, wchodzi w okres kariokinezy (Ryc. 369). Przez zwyrodnienie części włókien mięsnych modeluje się lepiej mięsień, a zamiast dawnej już zniszczonej tkanki mięsnej rozwijają się pasma tkanki łącznej. W głównej części wrasta ona z naczyńiami od zewnątrz. Być może (Młodowska), że produkty degeneracji fizjologicznej zużytkowywane są jako materiał na tkankę łączną, która rozdziela włókna.

jednym poziomie ustawiają się warstwy równoimienne, a więc warstwa izo- lub anizotropowa wszystkich włókienek tu biegnących.

To, co mówiliśmy dotąd, odnosi się do rozwoju tkanki mięsnej w obrębie miomerów, albo do rozwoju mioblastów, które wywędrowały z miomerów. Poza tym jednak rozwój tkanki mięsnej prążkowanej może mieć jako punkt wyjścia komórki mezenchymatyczne, łączące się nieraz ze sobą wypustkami. Ponieważ, jak z embriologii ogólnej wiadomo, komórki mezenchymatyczne powstały z listka zarodkowego mezodermalnego, przeto i te włókna mięsne mają genezę mezodermalną.



Ryc. 369. Dalszy postęp zwyrodnienia fizjologicznego mięśnia; jądra jeszcze utrzymane. Z zarodka myszy długości 82 mm. Według Kulczyckiego.

Zupełnie wyjątkowo może listek ektodermalny dostarczyć materiału do tworzenia włókien mięsnych. Mięśnie tęczówki w oku, a więc zwieracz źrenicy (*sphincter pupillae*) i rozszerzacz źrenicy (*dilatator pupillae*) są pochodzenia ektodermalnego; tak samo mięśnie gruczołów potnych.

Tworzenie się mioblastów, czy to w miomerach, czy z mezenchymy, czy wreszcie z ektodermi trwa przez czas ograniczony, różny dla rozmaitych grup mięśni. Potem mioblasty powstają już tylko z mioblastów wytworzonych poprzednio przez podział kariokinetyczny. Rozmnażanie się włókien mięsnych zróżnicowanych może się również dokonywać na drodze podłużnego rozszczepiania takich włókien.

GENEZA TKANKI NERWOWEJ

Z histologii wiemy, że tkanka nerwowa składa się z komórek, odznaczających się rozgałęzieniami różnokształtnych wypustek. Materiał komórkowy do wytwarzania komórek nerwowych mieści się w cewce rdzennej pierwotnego układu centralnego nerwowego, którego pochodzenie ektodermalne poznaliśmy w embriologii ogólnej.

Komórki nerwowe dadzą się podzielić na dwie główne grupy: jedne stanowią właściwe elementy nerwowe zróżnicowane fizjologicznie w kierunku wysokiej wrażliwości, drugie są to komórki, stanowiące rusztowanie, służące do charakterystycznego rozmieszczenia właściwych komórek nerwowych.

Właściwe komórki nerwowe odznaczają się tworzeniem wypustek plazmatycznych rozgałęziających się w rozmaity sposób. Główna wypustka nerwowa biegnie bez rozgałęzień nieraz na długiej przestrzeni od ciała komórki, np. do mięśnia. Wypustkę taką nazywamy *neurylem*. Neurylem lub dendryt (w komórkach czuciowych) otoczony osłonką staje się włóknem nerwowym. Wypustki plazmatyczne krótsze, mocno i drzewkowato rozgałęzione nazywamy *dendrytami*. Podniętę od komórki do obwodu (*cellulifugal*) przewodzą zasadniczo neurylemy, — dendryty zaś od obwodu ku komórce nerwowej (*cellulipetal*). Komórkę nerwową wraz z jej wszystkimi rozgałęzieniami nazywamy *neuronem*.

Druga grupa komórek układu nerwowego stanowiących rusztowanie dla neuronów tworzy tzw. *neuroglię*. Komórki te mają także wypustki, lecz zwykle cienkie i włókniste. Włókna, biorące początek w ciele plazmatycznym tych komórek i ich wypustkach, nazywamy *włóknami gliowymi*.

Przy omawianiu histogenezy tkanki nerwowej zadaniem naszym będzie podanie opisu rozwoju, zarówno obu grup komórek jak i ich składowych części, tj. neurylemów, włókien nerwowych, dendrytów, włókien gliowych itd.

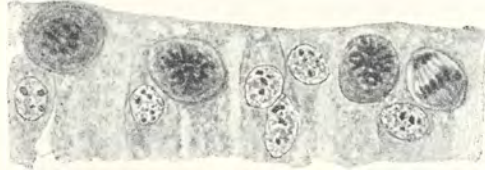
Z embriologii ogólnej wiemy, że cewka nerwowa embriona zbudowana jest z ektodermalnych elementów nabłonka wysokiego. W kilku a potem w kilkunastu warstwach otaczają one szczelinowate światło kanału nerwowego centralnego. Komórki wchodzące w skład ściany cewki są materiałem twórczym wszystkich elementów układu nerwowego. Początkowo komórki są wyraźnie rozgraniczone, potem jednak zacierają się ich granice, tak że ściana cewki nerwowej jest złożona nie z komórek o wyraźnych zarysach, ale z syncytium, w którym się widzi jasno jednolite złączenie masy plazmatycznej. Następnie protoplazma zagęszcza się koło jąder, a masa plazmatyczna tworzy jakby sieć wypustek plazmatycznych, łączących syncytialnie terytoria plazmy okołojądrowej¹⁾.

Z syncytium wyodrębniają się trzy rodzaje komórek: 1) komórki warstwy wyścielającej światło kanału nerwowego centralnego, zwanej *warstwą ependymatyczną*, 2) komórki, które wytworzą

¹⁾ Pragnę zaznaczyć, że w literaturze spotykamy się jednak i z odmiennym poglądem, w myśl którego tkanka nerwowa nie przechodzi w swym rozwoju stadium syncytium.

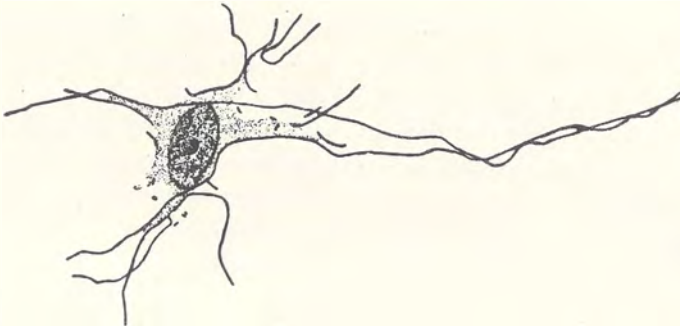
rzą neuroglię — spongioblasty, 3) komórki, przeistaczające się w neurony — neuroblasty.

Najwcześniej wyodrębnia się z syncytium warstwa endymatyczna. Pozostaje ona w bezpośrednim związku z neuroglią za pomocą wypustek; niektórzy uważają nawet te komórki jako składniki neuroglii. Komórki endymatyczne są wysokie, walcowate, — jądra ich leżą u podstawy komórek, a do światła kanału centralnego dochodzą jasne pasma plazmatyczne. Wypustki ich wchodzą w głąb, między komórki neuroglii. Wśród komórek warstwy endymatycznej pojawiają się niektóre większe od innych, z mocniej odgraniczonym terytorium komórkowym i z jądrem w mitozie (Ryc. 370). Takie komórki uważane są za elementy zawiązkowe, służące do zwiększenia ilości przyszłych komórek nerwowych. Według Schaffera z ich rozrodu powstają albo nowe komórki endymatyczne, albo tzw. niezróżnicowane elementy nerwowe. Różnicowanie doprowadzi je do wytworzenia nowych spongio- lub neuroblastów.



Ryc. 370. Komórki endymy w podziale. Z przekroju przez przednią część mózgu jednomiesięcznego zarodka ludzkiego (długości 7,5 mm). Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

ad 2) Komórki neuroglii pochodzą z elementów cewki nerwowej, które leżą pod warstwą wewnętrzną endymatyczną, a różni-



Ryc. 371. Komórka gliowa z rdzenia zarodka świni długości 20 mm. Według Hardesty'ego z Keibla i Malla.

cują się nieco później niż elementy endymatyczne. Komórki te związane są w syncytium (Hardesty, 1904), gdyż poszczególne terytoria połączone są z sobą licznymi coraz mocniej rozrastającymi się wypustkami (Ryc. 371). Tą drogą powstaje mnóstwo pomostów plazmatycznych

międzykomórkowych. Zależnie od części rdzenia lub różnych okolic mózgu wypustki tworzą się w różny sposób i nadają elementom różnorodną postać zewnętrzną. W ten sposób rozwijają się np. komórki Deitersa, zwykle komórki gliowe, itp.

Innym znamienym objawem różnicowania spongioblastów w głąb jest tworzenie włókien gliowych. Jak wykazują badania cytologiczne (Weigert, 1895, Huber, 1903), włókna te nie są wypustkami komórkowymi, ale powstają wśród plazmatycznego ciała komórek i plazmatycznych mostów międzykomórkowych, a przebiegają potem niezależnie od terytoriów komórkowych i nawet przechodzą poza komórki względnie ich wypustki.

Charakter syncytialny neuroglii utrzymuje się bardzo długo, a nawet w definitywnym tkaniu komórki nie wszędzie są wyodrębnione i w wielu miejscach utrzymują się wtedy połączenia między elementami glii.

ad 3) Neuroblasty (Ryc. 372) różnicują się spośród elementów, które są składnikami cewki nerwowej embrionalnej i które we wczesnych okresach były złączone w syncytium nerwowe. Z zespołu syncytialnego wyodrębniają się one wcześniej i to grupami otoczonymi przez spongioblasty. Jądro tych komórek odcina się ostro od plazmy, która tworzy najpierw wypustkę pierwotną w następujący sposób: komórki przyjmują postać gruszkowatą, a wydłużająca się i coraz cieńsza część plazmy wyrasta coraz dalej na zewnątrz z komórki (Ryc. 373). Te wypustki pierwotne biegną w głąb rdzenia czy mózgu, stanowiąc włókno nerwowe w centralnym układzie nerwowym, albo też wydobywają się na zewnątrz tworząc włókno osiowe nerwu obwodowego. Neuroblasty leżące obok siebie wysyłają swe wypustki pierwotne, układające się zwykle w wiązki, które zdążają np. do obwodu ustroju.

Oprócz wypustek pierwotnych, stających się zasadniczą częścią neurytów, tworzą neuroblasty później także wypustki drugorzędne, które neuroblast w połączeniu z neurylem zamieniają na neuron dwu-, trój- lub wielobiegunowy.

Rozważmy na koniec zapatrywania, odnoszące się do powstawania włókien osiowych, biegnących na dalszą metę, jak np. w nerwach obwodowych. Włókna osiowe, jak była mowa o tym, powstają jako neuryty, czyli wypustki pierwotne komórek. Zachodzi pytanie, czy włókno biegnące, np. z rdzenia do końca odnoża, jest tworem



Ryc. 372. Neuroblasty z gniazda twórczego nerwu okoruchowego czterotygodniowego zarodka ludzkiego. Według Hisa z Keibla i Malla.

jednej tylko komórki, czy też jest to twór wielowartościowy, tzn. produkt akcji twórczej wielu komórek.

Według tzw. «teorii wyrastania» włókno osiowe tworzy się jako wypustka jednej komórki, która rośnie coraz dalej, przesuwa się ku obwodowi, zdążając między różnymi narządami i tkankami do swego końcowego miejsca przeznaczenia.

Przemawiają za tą hipotezą badania histologiczne autorów hiszpańskich, zwłaszcza szkoły Ramona y Cajala, a także badania doświadczalne zjawisk degeneracji i regeneracji nerwów na zwierzętach oraz sławne doświadczenia Harrisona na larwach żabich. Harrison niszczył ośrodki centralnego układu nerwowego i stwierdzał, że wtedy nie wyrastały osiowe włókna nerwowe. Gdyby włókno nerwowe było produktem elementów rozmieszczonych po drodze przebiegu przyszłego nerwu, to wtedy zniszczenie neuroblastu z centralnego układu nerwowego nie powinno upośledzać tworzenia się osiowych włókien nerwowych.

Druga hipoteza, dziś mniej uznawana, tzw. łańcuchowa, reprezentowana przez Schwanną, A. Dohrną, Bethego, Apathy'ego i innych, widzi sposób tworzenia się nerwów w procesie, polegającym na łańcuchowym uszeregowaniu się wielu komórek nerwowych, które łączą się wypustkami w syncytia. Wśród plazmy tych komórek różnicuje się włókno, które przechodzi z komórki do komórki wzdłuż pomostów plazmatycznych, zdążając od środka centralnego ku obwodowi. Przy tym pojmowaniu włókno nerwowe jest produktem całego łańcucha neuroblastów. Apathy i Bette wykazywali, zarówno u zwierząt bezkręgowych jak u kręgowców, ciągłość włókienek, biegnących w różnych komórkach i pniach nerwowych niezależnie od terytoriów elementów komórkowych. Taką nieprzerwalność włókienek nerwowych w obrębie układu nerwowego da się, moim zdaniem, wyjaśnić także, gdy się przyjmuje hipotezę wyrastania neurytu. Jeżeli neuryt dochodzi z ośrodka nerwowego nawet do dalej leżącej komórki nerwowej, to znaczy, że w obrębie tej pierwotnej wypustki komórkowej, zarówno jak i plazmatycznego ciała jej komórki macierzystej, różnicują się włókienka, które mogą wykazywać taką nieprzerwaną ciągłość. Jeżeli neuryt dochodzi do jeszcze dalszej komórki, to i w niej różnicują się włókienka, mogące się łączyć w sposób ciągły z włókienkami powstającymi w neurycie.

Prócz cewki nerwowej, z której się potem rozwija rdzeń i mózg, siedliskiem powstawania komórek nerwowych mogą być także zwoje nerwowe (*ganglia*). Tworzą się one z listwy ektodermalnej, układa-



Ryc. 373. Neuroblast z rdzenia 3-dniowego zarodka kaczki. Wiodoczne włókienka. Według H. Helda z Wassermanną.

jącej się w czasie zamykania się cewki nerwowej między nią a naskórką, a potem ulegającej rozczłonkowaniu metamerycznemu. I tu mamy do czynienia z okresem zespołu syncytialnego, z którego się wyodrębniają i różnicują komórki nerwowe. Nie będziemy tu opisywać szczegółowo różnicowania tych komórek, wystarczy wspomnieć, że zasady jego są podobne do poznanych w opisie różnicowania neuroblastów: polega więc ono i tu na zagęszczaniu się plazmy dookoła jądra, tworzeniu wypustek plazmatycznych i różnicowaniu się włókienek nerwowych w komórkach i ich wypustkach.

Z kolei musimy jeszcze omówić przemianę włókna osiowego we włókno nerwowe. Jak wiemy z histologii, włókno nerwowe jest złożone z włókna osiowego i otoczki myelinowej oraz otoczki błoniastej Schwanna (*neurilemma*). Osłonka myelinowa nie wykazuje utkania komórkowego, nie zawiera jąder i jest tylko wydzieliną komórek czy ich wypustek. Natomiast neurilemma ma charakter komórkowy, na co wskazuje obecność jąder.

Pierwszeństwo powstawania jednej lub drugiej z tych osłonek zależy od typu komórki nerwowej. Włókna biegnące w centralnym układzie nerwowym mają tylko myelinową osłonkę. Nerwy obwodowe tworzą wprzód osłonkę Schwanna, a potem dopiero myelinę.

Powstawanie osłonki Schwanna wiąże się z komórkami pochodzenia ektodermalnego, przede wszystkim ze zwojów nerwowych, skąd wywędrowują komórki, układają się wzdłuż neurytów, otaczają swym ciałem ich wiązki, a potem wnikają między nie oddzielając jedne od drugich. Po usunięciu u zarodków listwy ektodermalnej, będącej materiałem na zwoje, widział Harrison tworzenie się nagich włókien osiowych, co jest niewątpliwym dowodem tego, że został usunięty także materiał do wytworzenia osłonki Schwanna.

Osłonka myelinowa powstawać może jako produkt wydzielniczy komórek Schwanna, oczywiście tam gdzie osłonka Schwanna tworzy się przed osłonką myelinową, ale niemniej można przypuszczać udział włókna osiowego w procesie wydzielania myeliny. Wszakże neuryt jest wypustką plazmatyczną komórki nerwowej, a jej warstwa obwodowa może wydzielać substancje, z których ta osłonka się składa. Zwłaszcza tam, gdzie nie ma właściwej osłonki Schwanna, jest to jedyna możliwość.

ORGANOGENEZA

I. ROZWÓJ UKŁADU SZKIELETOWEGO

1. UWAGI OGÓLNE

Układ szkieletowy stanowi jakby rusztowanie ustroju, a zbudowany jest z tkanki o najbardziej sztywnej konsystencji. Jak z anatomii wiadomo, układ szkieletowy można podzielić na część osiową i obwodową. Oś szkieletu stanowi kręgosłup i czaszka, na obwodową część składają się odnoża i łuki kostne łączące je z kręgosłupem. Te łuki, mianowicie łuk barkowy i biodrowy, zespalają odnoża ze szkieletem osiowym tylko pośrednio przez więzadła i mięśnie.

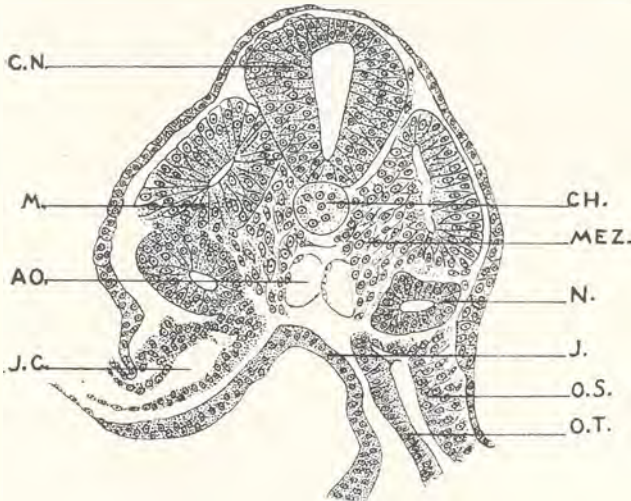
Materiałem do wytworzenia układu szkieletowego jest tkanka mezenchymatyczna. Jej genezę i rozmieszczenie poznaliśmy w embriologii ogólnej (por. str. 200) i wiemy, że pochodzeniem swym wiąże się ona najściślej ze środkowym listkiem zarodkowym, czyli z mezoderma. Rozpocniemy od omawiania powstania szkieletu osiowego, a więc najpierw kręgosłupa, gdzie stosunki są prostsze i poznanie ich ułatwi opis bardziej złożonego narządu, jakim jest czaszka.

Przypomnijmy sobie z embriologii ogólnej przekrój, przeprowadzony przez zarodek żarłacza (Ryc. 183) lub kurczęcia (Ryc. 204), w którym rozwinęła się już struna grzbietowa, cewka nerwowa, jelito i miomery. W otoczeniu centralnych narządów, struny grzbietowej i układu nerwowego, wędrują z zespołu mezodermalnego listka zarodkowego zgrupowanego w miomerach elementy komórkowe, które zatracają charakter utkania ściśle nabłonkowego, a przyjmują typ komórek mezenchymatycznych (Ryc. 374). Dzieje się to oddzielnie w poszczególnych somitach ciała. Wynikiem takiego przesunięcia komórek jest powstawanie w otoczeniu prymitywnych narządów osiowych, a więc struny grzbietowej i cewki nerwowej, szeregu tworów mezenchymatycznych, które będziemy nazywać sklerotomami (Ryc. 375). Te leżące za sobą człony o utkaniu mezenchymatycznym ułożone są metamerycznie, a osią, wzdłuż której się one grupują, jest struna grzbietowa. Tkanka mezenchymatyczna nagromadzona dookoła struny grzbietowej rozpościera się w kierunku grzbietowym otaczając swą warstwą także i zawiązek systemu

nerwowego, a nadto rozszerza się na boki zarodka wciskając się pomiędzy segmenty mięsne.

Ilość sklerotomów wzrasta w miarę postępu rozwoju od strony głowowej w kierunku ogonowym.

Łańcuch sklerotomów łącznie ze struną grzbietową stanowi zawiązek osiowego układu szkieletowego. Ta część tkanki mezenchymatycznej, która leży w okolicy głowowej zarodka i otacza pęcherzyki mózgowe, stanowi materiał na utworzenie opon mózgowych oraz



Ryc. 374. Tworzenie się mezenchymy. Przekrój poprzeczny przez zarodek jaszczurki. AO. — aorta, CH. — struna grzbietowa (chorda), C. N. — cewka nerwowa, J. — ściana jelita, J. C. — jama ciała, M. — miotom pierwotny, MEZ. — mezenchyma, N. — zawiązek systemu moczowego; O. S. — somatopleura, O. T. — splanchnopleura.

Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

stanie się zawiązkiem czaszki i łuków skrzelowych; ta zaś, która leży pozagłowo i otacza cewkę nerwową, jest materiałem twórczym dla opon rdzenia, dla kręgosłupa i żeber.

Prócz mezenchymy, gromadzącej się w okolicy osiowej ciała, widać w zarodku w okresie zarysowywania się na zewnątrz pączków odnóży jej nowe nagromadzenie się. Wyrasta ona z ściennej warstwy mezodermy brzusznej (*peritoneum parietale*) lub mezodermy zgrupowanej w miomerach, a jej komórki wciskają się w wypuklenia ektodermalne, które stanowią zawiązki odnóży. Ta mezenchyma jest materiałem do utworzenia szkieletu obwodowego, a więc przede wszystkim szkieletu odnóży.

Materiał, którego pochodzenie tu scharakteryzowaliśmy, ulega w miarę rozwoju przeobrażeniom. Bieg tych przemian opisaliśmy w rozdziale o tworzeniu chrząstki i kostnieniu.

2. ROZWÓJ UKŁADU SZKIELETOWEGO OSIOWEGO

Rozwój układu szkieletowego osiowego obejmuje dwa działy: rozwój kręgosłupa i czaszki.

a) Rozwój kręgosłupa.

W rozwoju kręgosłupa, tak jak w rozwoju większej części składników szkieletu, wyróżnić się dadzą trzy histogenetycznie różne okresy: okres utkania błoniastego, chrzęstnego i kostnego.

Pierwsze stadia rozwoju kręgosłupa z okresu utkania błoniastego wiążą się z powstawaniem sklerotomów wzdłuż struny grzbietowej. Jak mówiliśmy poprzednio, sklerotomy powstają z somitów ciała przez wywędrowywanie komórek mezenchymatycznych (por. Ryc. 374), które, gromadząc się dokoła prymitywnych narządów osiowych, struny i cewki nerwowej, otaczają je łańcuchem członów leżących jeden za drugim.

Struna grzbietowa ma kształt pręta, biegnącego w osi ciała i złożonego z komórek dużych o jasnej najpierw, a potem o ziarnistej plazmie. W czwartym tygodniu embrionalnego życia człowieka struna otacza się błoną bezpostaciową, która oddziela ją od otaczającej tkanki mezenchymatycznej.

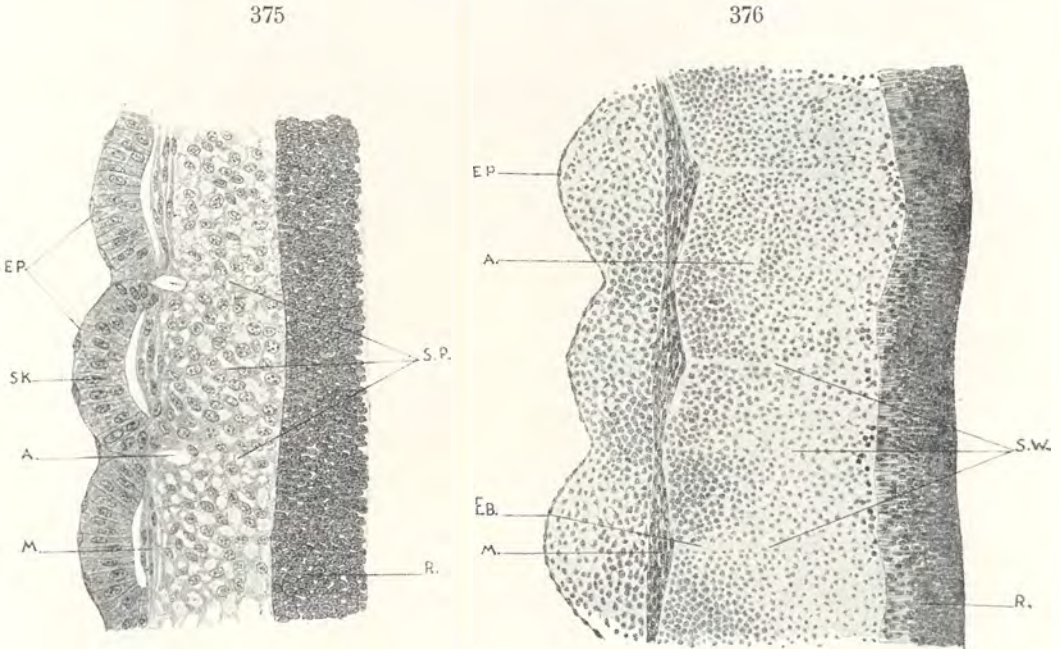
Sklerotomy, złożone z metamerycznie zagęszczonej mezenchymy, stanowią materiał właściwy do utworzenia kręgosłupa. U wyższych kręgowców (owodniowce) ilość tego materiału mezenchymatycznego przeważa niezmiernie nad ilością materiału zawartego w samej strunie grzbietowej.

Ażeby można było dokładniej zdać sobie sprawę z organizacji tworzącego się kręgosłupa, przyjrzyjmy się przekrojom czołowym, przeprowadzonym przez kilka po sobie następujących członów zarodka w okolicy struny grzbietowej (Ryc. 375), a następnie zbadajmy przekroje poprzeczne. Przekroje czołowe wykazują metameryczny układ sklerotomów, gdzie mezenchyma jest mocniej zagęszczona, a między tymi odcinkami jest jakby szczelina z tkanki uboższej w komórki otaczająca naczynie krwionośne. W tym okresie segmentacja mezenchymy odpowiada ugrupowaniu miomerów. Szczeliny międzymiomerowe leżą na tej samej płaszczyźnie poprzecznej, co i przedziały między sklerotomami. To ugrupowanie sklerotomów nazywamy segmentacją pierwotną sklerotomów.

Ponieważ sklerotomy zamienić się mają w kręgi, a z miomerów rozwiną się mięśnie, które będą kręgi wprawiać w ruch, przeto utrzymanie takiego ugrupowania i wzajemnego stosunku między kręgami i mięśniami uniemożliwiłoby ich funkcję; mięśnie bowiem wtedy tylko mogą wprawiać w ruch składniki szkieletu, gdy są przyłączone do dwóch kości ruchomo ze sobą połączonych. Jeżeli segmentacja układu osiowego

kostnego i mięsnego byłaby zupełnie zgodna, to mięsień, mający oba swe przyczepy na jednej kości, kurcząc się dążyłby do zginania jej, ale nie wywoływałby ruchów jednej kości w stosunku do drugiej. Toteż w dalszym rozwoju embrionalnym funkcja mięśni staje się celową dzięki przemianie segmentacji pierwotnej sklerotomów w segmentację wtórną.

Przebudowa ta zaczyna się od zmian wśród sklerotomów pierwotnych. Początkowa budowa sklerotomów była jednolita i każdy z nich sta-

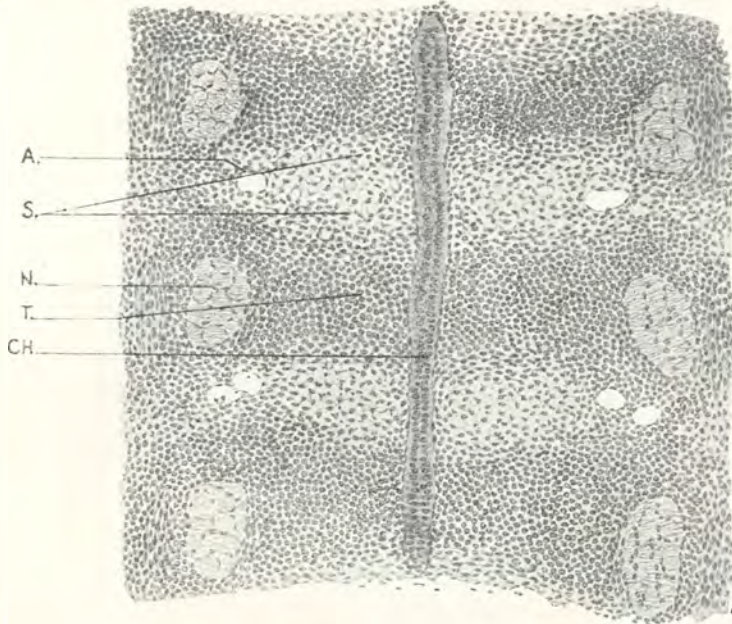


Ryc. 375. Pierwotne sklerotomy. Z przekroju czołowego przez zarodek myszy, rycina półschematyczna. A — tętnica międzyczłonowa (*arteria intersegmentalis*), EP. — naskórek (*epidermis*), M — miomer, R. — rdzeń, SK. — skórna płyta, S. P. — sklerotom pierwotny. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

Ryc. 376. Zawiazki przyszłych kręgów, sklerotomy, w ugrupowaniu wtórnym. Z przekroju przez zarodek myszy, w stadium nieco późniejszym, niż na ryc. 375, półschematycznie. A. — tętnica międzyczłonowa, w miejscu granic pierwotnej segmentacji. EB. — Ebnerowska szczelina, EP — naskórek (*epidermis*), M. — miomer, R. — ściana rdzenia, S. W. — sklerotom wtórny. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

nowił dla siebie całość zwartą. Po pewnym czasie da się wyróżnić jasno w każdym sklerotomie na przekroju frontálním dwa odcinki: dogłowy i doogonowy, które rozdziela pojawiająca się w połowie każdego sklerotomu szczelina, wykryta przez Ebnera, tzw. szczelina Ebnerowska (Ryc. 376 EB.). Dokładny rozdział sklerotomów na odcinki powstaje wskutek coraz mocniejszego pogłębiania się szczeliny. W dalszym rozwoju widać, że pierwotna przegroda, oddzielająca dwa następujące po sobie sklerotomy, coraz mocniej się zaciera, tak że np. odcinek doogo-

nowy sklerotomu I-go (z bardziej zagęszczoną tkanką mezenchymatyczną) i odcinek dogłowywy sklerotomu II-go (z tkanką mezenchymatyczną bardziej luźną) są coraz słabiej rozgraniczone. Gdy tkanka obu sklerotomów się rozmnaża i zaciera zupełnie ich pierwotną granicę, wchodzi te odcinki w bezpośrednie zetknięcie, zespalają się w jedną całość i tak z dwóch sąsiadujących ze sobą odcinków somitów powstaje jeden człon.



Ryc. 377. Sklerotomy wtórne, otaczające strunę grzbietową. Z przekroju czołowego przez 15-dniowy zarodek królika. A. — tętnica międzyczłonowa, CH. — struna grzbietowa, N. — nerw rdzeniowy, S. — sklerotom wtórny, T. — tarcza międzykręgowa; na zewnątrz od przekroju nerwu rdzeniowego widać włókna mięsne, biegnące na wysokości tarczy międzykręgowej, a więc między sklerotomami wtórnymi. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

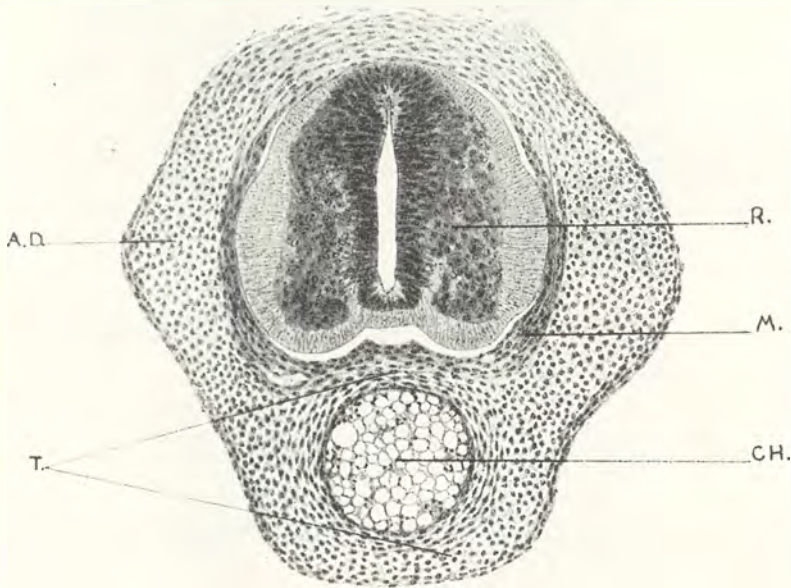
Przepełowienie pierwotnych sklerotomów przez szczelinę Ebnerowską oraz wytworzenie z połówek sąsiadujących ze sobą sklerotomów pierwotnych — nowych zespołów stanowi tzw. wtórną segmentację sklerotomową. Różnica między segmentacją pierwotną a wtórną jest zasadnicza i da się ująć w następujące punkty:

Przy segmentacji pierwotnej (Ryc. 375) była zupełna zgodność w ugrupowaniu sklerotomów i miomerów: miały one na jednej płaszczyźnie początek i na jednej płaszczyźnie się kończyły. Wobec tego przegrody dzielące miomery leżały w tej samej płaszczyźnie, co i przestrzenie pierwotne międzykręgowe.

Przy segmentacji wtórnej (Ryc. 376) ugrupowanie szeregowo sklerotomów dookoła struny grzbietowej (Ryc. 377, 380) jest naprzemianległe

z ugrupowaniem miomerów. Każdemu miomerowi odpowiada tylna połowa jednego pierwotnego sklerotomu i przednia następnego. Wobec tego punkty przyczepu miomerów nie są rozpięte wyłącznie na jednym sklerotomie, ale na dwóch odcinkach za sobą leżących sklerotomów.

W czasie tych przemian, toczących się wśród tkanki mezenchymatycznej, struna grzbietowa przebiega przez środek szeregu sklerotomów jako pręt jednolicie gruby, który biegnie od części głowowej, a gubi się w ognie zarodka.



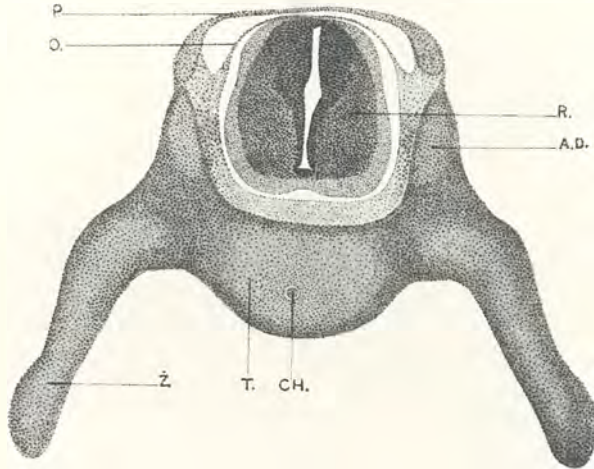
Ryc. 378. Krąg błoniasty 6-dniowego zarodka kurczęcia, w przekroju poprzecznym. A. D. — zawiązek łuku grzbietowego (*arcus dorsalis*), CH. — struna grzbietowa (*chorda*), M. — mezoderma, która utworzy oponę rdzeniową, R. — rdzeń, T. — zawiązek trzonu kręgowego. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

Tyle widzieć można na przekrojach frontalnych w stadium błoniastym; zbadajmy teraz przekrój poprzeczny zarodka w okresie tworzenia kręgosłupa.

Przekrój poprzeczny zarodka (Ryc. 378) wykazuje, że sklerotomy opasują strunę grzbietową jakby grubym pierścieniem. Budowa każdego pierścienia jest początkowo jednolita, to znaczy, że komórki mezenchymatyczne są jednakowo gęsto ułożone na całym przekroju sklerotomu. Już w końcu 4-go tygodnia życia zarodkowego następuje pewne zróżnicowanie środkowej części sklerotomu. W bezpośrednim otoczeniu struny grzbietowej zagęszcza się tkanka, tworząc jakby jądro kręgu, tzw. pierwotny trzon kręgowy, złożony z grupy elementów okołostrunowych (*cellulae perichordales*). Ten trzon pierwotny różni się już swym wyglądem od mniej zagęszczonej warstwy ze-

wewnętrznej sklerotomu, która tworzy pierścień sklerotomowy zewnętrzny. Pierwotny trzon kręgowy jest zawiązkiem trzonu kręgowego definitywnego, zewnętrzny pierścień natomiast stanowi materiał twórczy do wytworzenia łuków i wyrostków kręgowych. Obydwa te zawiązki kręgowy mają wspólne sklerotomowe pochodzenie, ale od chwili zróżnicowania rozwój idzie w nich prawie niezależnie.

Pierwotny trzon kręgowy wyróżnia się przez coraz większą konsolidację tkanki, która zatracza stopniowo charakter mezenchymy.



Ryc. 379. Krąg zarodka ludzkiego z połowy drugiego miesiąca (długość zarodka 13 mm) w przekroju poprzecznym. Widać początek chrzęstnienia w trzonie, w łukach grzbietowych i w zawiązkach żeber. A. D. — łuk grzbietowy (*arcus dorsalis*), CH. — struna grzbietowa, O. — opona rdzeniowa, P. — powłoka ciała, R. — rdzeń, T. — zawiązek trzonu kręgowego, Ż. — zawiązek żebra. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

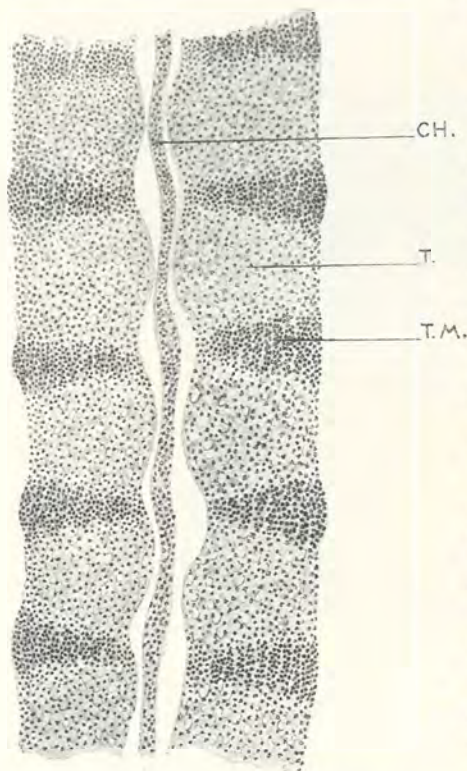
Warstwa pierścienia zewnętrznego rozszerza się coraz mocniej w miarę rozwoju. Rozrost ku stronie grzbietowej powoduje objęcie cewki nerwowej, którą opasują tzw. łuki grzbietowe (*arcus dorsales*, ryc. 378). Warstwa rosnąca ku stronie brzusznej zamyka swą tkanką pnie głównych naczyń, a następnie rozrasta się w łuki brzuszne (*arcus ventrales*), które są zawiązkami żeber.

Tak więc w błoniastym stadium rozwoju stosu kręgowego widzimy zawiązki wszystkich składników kręgu, które oczywiście w okresie chrzęstnym i kostnym dalej się będą kształtować.

Opis tworzenia się kręgów należy uzupełnić wzmianką o powstawaniu więzadeł stosu kręgowego. Badania w tym kierunku wykazują, że materiał do wytwarzania więzadeł mieści się w dogłowej części każdego pierwotnego sklerotomu oraz że elementy te tworzą połączenia, zwłaszcza między łukami grzbietowymi i wyrostkami kręgow.

Obecnie przejdziemy do omówienia chrzęstnego stadium kręgosłupa.

W czasie od piątego do siódmego tygodnia w życiu embrjonalnym człowieka odbywa się chrzęstnienie kręgów. Już w piątym tygodniu, mniej więcej w środku trzonu kręgowego pojawia się po każdej stronie kręgu jądro chrzęstne, a następnie podobne jądra tworzą się w każdym

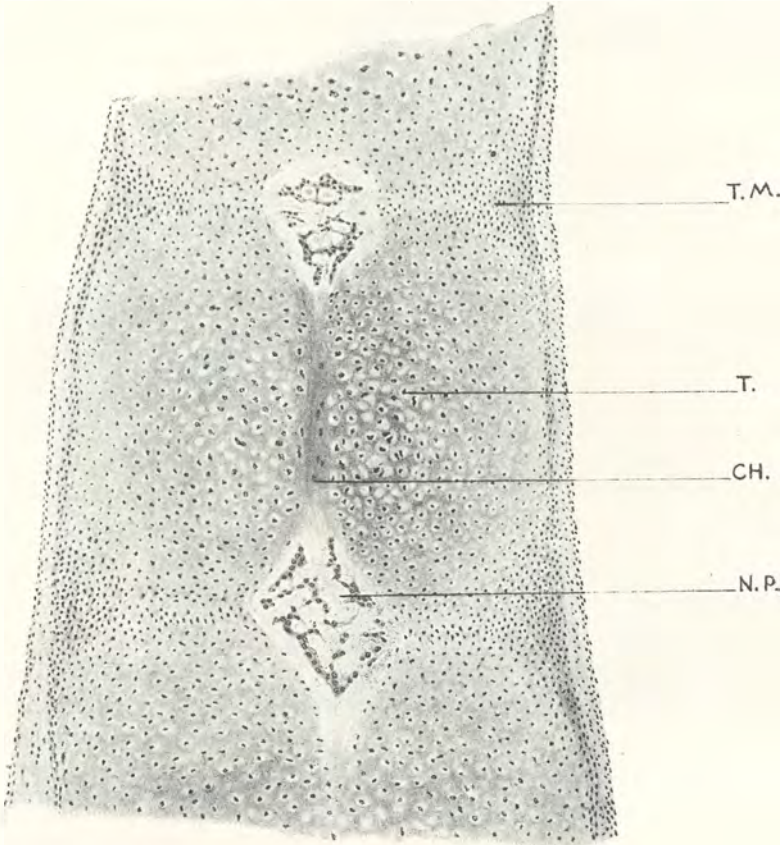


Ryc. 380. Przekrój strzałkowy przez zawiązki kręgów i strunę grzbietową zarodka ludzkiego z połowy drugiego miesiąca (długości 14 mm). CH. — struna grzbietowa, T. — trzon kręgu, T. M. — tarcza międzykręgowa. Według preparatu zakładu biol.-embr. U. J.

z dwóch łuków grzbietowych i łuków brzusznych (zawiązków żeber — ryc. 379). W ten sposób w obrębie każdego kręgu powstają trzy pary jąder chrzęstnych. Wzrost ich trwa niemal do końca siódmego tygodnia. Początkowo obydwaj jądra w trzonie zachowują swą indywidualność, gdyż każde otoczone jest warstwą osłony błoniastej. Jądra rosną częścią przez nakładanie (*appositio*) nowych warstw od zewnątrz, częścią zaś wzrost odbywa się wśród jądra chrzęstnego (interstycjalnie). Zwiększanie objętości i wskutek tego zbliżanie się wzajemne jąder chrzęstnych w trzonach kręgowych wywołuje zespolenie obustronnie ułożonych jąder, tak że zamiast pary jąder chrzęstnych mamy jedno, zajmujące cały prawie trzon kręgu, który w końcu siódmego tygodnia staje się tworem chrzęstnym. Z tkanki mezenchymatycznej trzonu pozostaje tylko warstwa zewnętrzna, stanowiąca obecnie ochręstną, a nadto te części, które są materiałem do budowy więzadeł.

Musimy jeszcze omówić losy struny grzbietowej w kręgosłupie chrzęstnym oraz tkanki mezenchymatycznej, pozostałej między trzonami poszczególnych zawiązków kręgowych. Słyszeliśmy, że struna grzbietowa w okresie błoniastym kręgosłupa przebiega wzdłuż całego stosu kręgowego jako pręt jednolicie gruby (Ryc. 377, 380). Strunę otacza pochewka, która równocześnie odgradza ją od tkanki zawiązków trzonów kręgowych. Kiedy trzony kręgowe chrzęstnieją, chrząstka ugniata strunę grzbietową, która też w obrębie trzonów staje się coraz cieńszą (Ryc. 380). Natomiast w przestrzeniach międzykręgowych struna grzbietowa powięk-

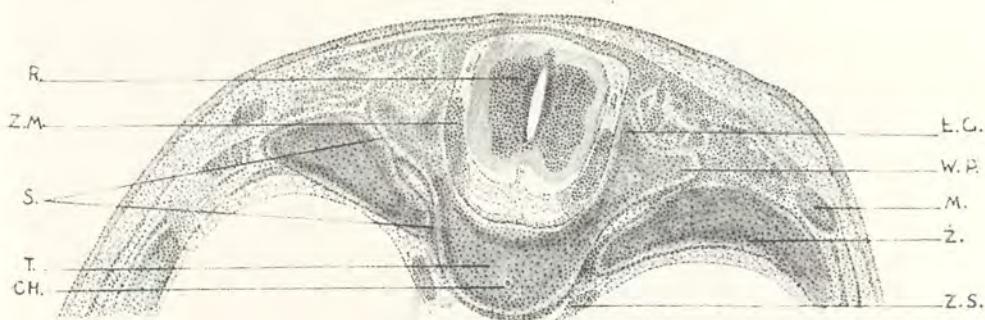
sza się tworząc mocne zgrubienia. W tym okresie czasu, gdy w trzonach kręgowych struna stała się cienką, a w przestrzeniach międzykręgowych mocno grubiej, daje ona obraz podobny do różańca, którego paciorki leżą między trzonami kręgow. W zgrubiałych częściach struny dokonywa się mocny wzrost komórek, ich wakuolizacja, potem zatarcie granic komórkowych, tak że tarczki leżące między trzonami kręgowymi mają



Ryc. 381. Przekrój strzałkowy przez kręgi zarodka ludzkiego z połowy trzeciego miesiąca (dług. 43 mm). CH. — pozostałość struny grzbietowej w trzonie kręgu chrzęstnego, N. P. — jądro chrząstki międzykręgowej (*nucleus pulposus*), T. — trzon kręgu, T. M. — tarcza międzykręgową. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

strukturę syncytialną. Te części tarczy międzykręgowych, które powstały ze zmodyfikowanych części struny grzbietowej, nazywamy jądrami chrząstki międzykręgowej (*nuclei pulposi*, Ryc. 381). Poza tym tarcze międzykręgowie zbudowane są z tkanki łącznej, która wytworzyła się z mezenchymy, leżącej między trzonami kręgowymi. Podczas gdy struna grzbietowa w przestrzeniach międzykręgowych rozrasta się i pęcznieje, ulega ona w obrębie samych kręgow zupełnemu zanikowi.

Podczas gdy te zmiany toczą się w obrębie trzonów kręgowych, jądra chrzęstne w obu błoniastych łukach grzbietowych rozrastają się przy udziale drobnych płytek chrzęstnych coraz mocniej (Ryc. 379) w dwóch kierunkach: ku trzonowi kręgowemu i ku przeciwnemu łukowi tego samego kręgu. Wskutek tego cewka nerwowa zostaje otoczona półpięścieniem chrzęstnym (Ryc. 382) powstałym przez złączenie płytek chrzęstnych, rozrastających się w błoniastym łuku grzbietowym, a które zrastają się równocześnie z trzonem kręgowym. W ten sposób powstał kanał kręgowy do pomieszczenia rdzenia; dnem jego jest szereg trzonów kręgowych, a ścianą łuki grzbietowe.



Ryc. 382. Chrzęstny krąg zarodka ludzkiego z samego początku 3-go miesiąca (dług. około 27 mm). CH. — struna grzbietowa, E. G. — łuk grzbietowy, M. — mięśnie, R. — rdzeń, S. — powierzchnia stawowa, T. — trzon kręgu, W. P. — wyrostek poprzeczny, Ż. M. — zwój międzykręgowy, Z. S. — zwój sympatyczny, Ż. — żebro.

Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

Podczas dalszego rozwoju powstają: 1) wyrostki ościste (*processus spinosi*), które są tylko przedłużeniem łuków grzbietowych w płaszczyźnie symetrii, 2) wyrostki poprzeczne (*processus transversi*), rosnące ku bokom w kierunku zawiązków żeber (Ryc. 382), z którymi nawet przez pewien czas znajdują się razem we wspólnej masie mezenchymatycznej, 3) wreszcie wyrostki stawowe (*pr. articulares*).

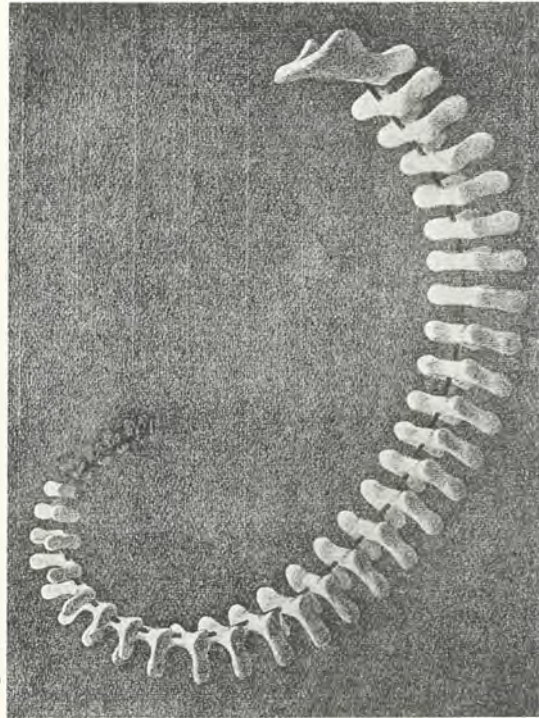
Oddzielne jądro chrzęstne mają, jak wyżej wspomniałem, łuki brzuszne. Jądra tych łuków powstają w pewnej odległości od trzonu kręgowego, a rozrastając się ku obwodowi tworzą zawiązek chrzęstny żeber (Ryc. 379 Ż). O ile łuki grzbietowe w okresie chrzęstnienia zespalają się z trzonami kręgowymi, to łuki brzuszne zachowują swą odrębność, tak że stykają się tylko z trzonami kręgowymi i z wyrostkami poprzecznymi, utrzymując się jako oddzielone od kręgow składniki szkieletu.

Przy całym procesie chrzęstnienia kręgosłupa wyraźnie zaznacza się dwuboczna symetria układu szkieletowego osiowego.

W biegu dalszego rozwoju kręgosłupa widać zmiany w organizacji tkanki chrzęstnej, a zwłaszcza w środkowej części masy chrzęstnej. Mo-

żna tam przede wszystkim stwierdzić znaczne zgęstnienie chrząstki, zwiększenie jej komórek, a wreszcie wrastanie naczyń krwionośnych w obręb tej zgęszczonej masy chrzęstnej; są to przejścia prowadzące do kostnienia.

Przypatrując się kręgosłupowi chrzęstnemu jako całości (Ryc. 383) można stwierdzić, że aż do stadium chrzęstnego wszystkie zawiązki kręgów są mniej więcej tej samej wysokości. Tymczasem wiemy, że w ukształtowanym ustroju, np. między wysokością kręgów szyjnych i lędźwiowych, albo lędźwiowych i ogonowych jest bardzo wybitna różnica. Te różnice objaśnia się różną intensywnością wzrostu zawiązków kręgowych. Różnice we wzroście zaznaczają się też nieraz między grzbietową a brzuszną powierzchnią trzonów kręgowych, co może zmienić ogólną linię kręgosłupa jako całości. — Młode zarodki są mocno zgięte ku stronie brzusznej. Z czasem zarodek wyprostowuje się, gdyż przednia część trzonów kręgowych rośnie prędzej.



Ryc. 383. Szkielet osiowy chrzęstny zarodka ludzkiego z końca 1-go miesiąca (dług. 7 mm); pierwszy twór u góry, to zawiązek podstawy czaszki. Zawiązki kręgów nie wykazują jeszcze różnicowania na okolice. Według Bardeena.

Nierównomierność wzrostu brzusznej i grzbietowej powierzchni kręgów lędźwiowych i krzyżowych prowadzi do utworzenia z okolicy pierwszego kręgu krzyżowego części wystającej, zwanej w z g ó r k i e m k o ś c i k r z y ż o w e j (*promontorium*).

Poznaliśmy zatem budowę kręgosłupa w okresie chrzęstnym — pozostaje nam teraz przejść do opisu ostatniego okresu rozwojowego, czyli kostnienia.

Okres kostnienia kręgosłupa zaczyna się w ósmym tygodniu życia śródmacicznego, a sięga daleko poza okres embrionalny. W okresie kostnienia dadzą się wyróżnić dwie fazy: pierwotna faza osifikacji zaczyna się w drugim miesiącu życia embrionalnego, wtórna przebiega nieraz późno po urodzeniu.

Charakterystyczną cechą powstawania jąder kostnych jest to, że symetria dwuboczna nie jest tu tak wyraźnie zaznaczona jak w okresie chrzęstnienia. I tak przy kostnieniu trzonu kręgowego nie tworzy się para jąder kostnych, ale jedno, — natomiast przy kostnieniu łuków grzbietowych widać po jednym jądrze kostnienia z każdej strony.

Tak jak pojawianie się jąder kostnych nie odbywa się równocześnie we wszystkich kręgach, ale zależnie od okolicy kręgosłupa obejmuje u człowieka okres od końca 2—5-go miesiąca życia embrionalnego, podobnie i tempo rozrostu tych jąder, kierunek rozrostu, a co za tym idzie, wypieranie chrząstki zależy bardzo od jakości kręgów. Jedno jednak można stale stwierdzić, że rozrastanie się kości w życiu embrionalnym nie dochodzi do powierzchni kręgów. Tak więc na powierzchniach każdego z kręgów utrzymuje się płytka chrzęstna na pograniczu z tarczą międzykręgową. Na koszt tej rozrastającej się płytki chrzęstnej możliwy jest dalszy wzrost w długość kręgu. Między 17 a 18 rokiem w płytce tej pojawia się wtórne ognisko kostnienia. Dopiero po 20 roku życia rozszerzają się te ogniska i obejmują zwoła, tzw. wtórnym kostnieniem, całą chrząstkę. Takie wtórne ogniska kostnienia powstają także w wyrostkach kręgów i łukach grzbietowych. Tak np. w obrębie kości krzyżowej skostnienie łuków grzbietowych, a więc zamknięcie kostne rdzenia przeciąga się od 7—15 roku życia.

Ostateczne skostnienie całego kręgosłupa, tzn. najdalszy rozrost jąder kostnych i zlanie się ich wszystkich w poszczególnych kręgach dosięgać może 25 roku życia człowieka. To byłby więc najdalszy kres trwania wzrostu organizmu ludzkiego.

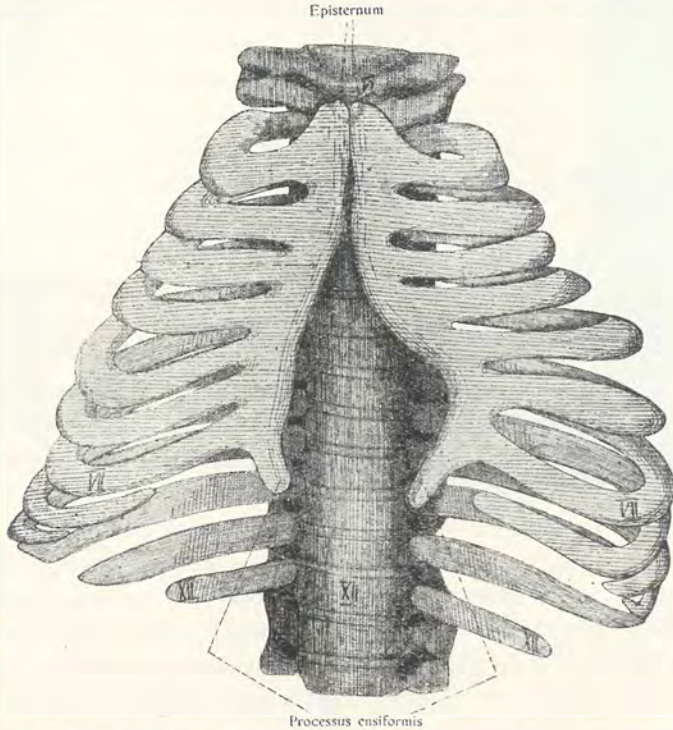
Poznawszy ogólne zasady tworzenia się kręgów, rozpatrzmy zmiany ujawniające się w różnych okolicach kręgosłupa.

Różnicowanie kręgów w różnych odcinkach kręgosłupa.

Podział kręgosłupa na kręgi szyjne, piersiowe, lędźwiowe, krzyżowe i ogonowe znany nam jest z anatomii opisowej. Różnice między tymi kategoriami dadzą się zauważyć już w życiu zarodkowym (Ryc. 383).

K r ę g i s z y j n e u człowieka i u wyższych kręgowców różnią się wybitnie od innych kategorii kręgów w nieco późniejszym okresie rozwojowym. Charakterystyczną cechą w rozwoju kręgów szyjnych jest słaby rozwój łuków brzusznych. Ich jądra chrzęstne — jeżeli w ogóle się tworzą, gdyż istnieje przypuszczenie, że chrzęstnienie przechodzi wprost z jądra trzonu — rozwijają się bardzo słabo, na krótkiej przestrzeni (7-my krąg szyjny, żebro), tak że dochodzą zaledwie do długości wyrostków poprzecznych, z którymi się zrastają. Pomiędzy poprzecznymi wyrostkami od strony brzusznej, a szczątkowymi łukami brzuszными pozostaje otwór przygotowany dla tętnicy kręgowej: o t w ó r w y r o s t k ó w p o p r z e c z n y c h (*foramen transversarium*).

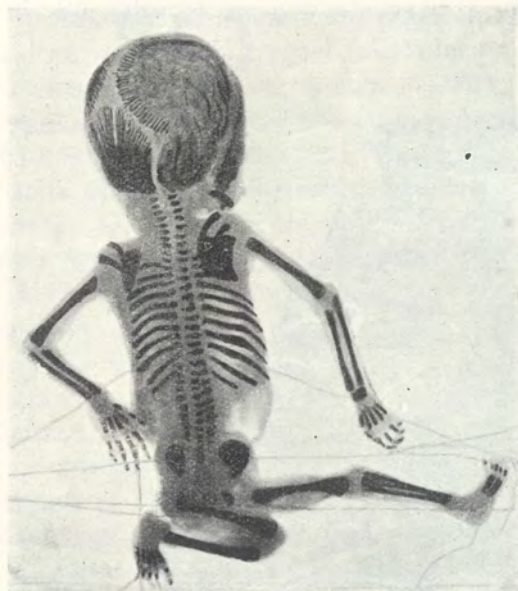
Dwa pierwsze kręgi szyjne, tj. krąg szczytowy czyli dźwignacz (*atlas*) i obrotowy (*epistropheus*) rozwijają się w ten sposób, że trzon kręgowy atlasu tylko prowizorycznie utrzymuje łączność ze swymi łukami; już w okresie chrzęstnienia oddziela się od nich. Wtedy też następuje zanik tarczy międzykręgowej, oddzielającej krąg szczytowy od obrotowego, a trzony kręgowe obu kręgów zrastają się ze sobą, tak że



Ryc. 384. Rekonstrukcja klatki piersiowej w stadium chrzęstnym z zarodka ludzkiego 23 mm długości. Widać parzysty wyrostek mieczykowaty. Według Ch. Müller z *Bromana*.

trzon pierwszego kręgu jest przedłużeniem trzonu kręgu obrotowego. Przedłużenie to stanowi tzw. zębiec (*dens epistrophei*), który sterczy ku stronie głównej z trzonu kręgu obrotowego. Równocześnie wskutek schrzęstnienia, a potem skostnienia łuków grzbietowych atlasu wytwarza się z nich łuk tylny (*arcus posterior*), podczas gdy leżące po stronie brzusznej powierzchowne pasmo mezenchymatycznej tkanki, które chrzęstnieje oddzielnie, tworzy tzw. beleczkę podstrunową (*trabecula hypochordalis*) i przemienia się z czasem w łuk otaczający od przodu zębiec (*arcus anterior*). Boczne partie kręgu szczytowego (*massae laterales*), tzn. te, w których przechodzi łuk przedni w tylny, grubieją mocno i stają się dla potylicznej kości czaszki oparciem o kręgosłup.

Kręgi piersiowe stanowią podstawę dla budowy klatki piersiowej i dlatego łącznie z tą częścią kręgosłupa omówić musimy także rozwój żeber i mostka. Z całego kręgosłupa kręgi piersiowe są zbudowane najbardziej schematycznie. Z tego, co mówiliśmy ogólnie o rozwoju kręgów (por. str. 44), da się wszystko zastosować do kręgów piersiowych.



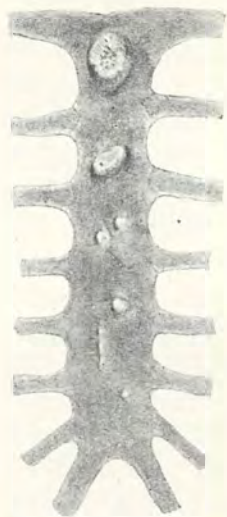
Ryc. 385. Zarodek ludzki z końca 5-go miesiąca, prześwietlony, sfotografowany od strony grzbietowej. Widoczna kostna część szkieletu. Ze zbiorów zakładu biolog-embriol. U. J.

rozszerzają się po każdej stronie łopatkowato i łączą się tworząc prawą i lewą listwę brzezną, tzw. listwę mostkową. Z listwami łączy się jeszcze po stronie głowowej chrząstka, składnik łuku barkowego, która jest zawiązkiem o b o j c z y k a (*clavicula*). Siedem górnych par żeber rośnie mocniej niż pozostałe pięć i listwy, kończące obustronnie dwa szeregi siedmiu górnych żeber, łączą się ze sobą tworząc podłużną płytę, leżącą w osiowej linii klatki piersiowej i stanowiącą zawiązek chrzęstny m o s t k a. Wyróstek mieczykowaty powstaje jako twór parzysty jeszcze przed zrośnięciem się brzeżnych listw żeber (Ryc. 384). Po zrośnięciu staje się on nieparzystym.

Okres chrzęstny organizacji żeber trwa krótko. Już w końcu drugiego miesiąca życia embrionalnego rozpoczyna się kostnienie żeber. Pierwotne jądro kostnienia leży po stronie grzbietowej, kostnienie posuwa się ku obwodowi (Ryc. 385), ale nie dochodzi do mostka, tak że odcinek obwodowy przymostkowy siedmiu pierwszych par żeber pozostaje chrzęstnym. Tak samo części obwodowe pięciu dolnych par żeber kończą

Na uwagę zasługuje bardzo wydatny rozwój żeber. Ich pierwotny rozwój stoi w ścisłym związku z przegrodami międzymięśniowymi części piersiowej zarodka. Te przegrody (*septa intermuscularia*) są przedłużeniem łuków brzusznych będących mezenchymatycznymi zawiązkami żeber. Chrząstnienie definitywne ma za punkt wyjścia własne jądro chrzęstne żeber, niezależne od chrząstnienia kręgów właściwych. Te chrząstki (Ryc. 382 Ż) rosą coraz mocniej po obwodzie piersiowego odcinka ciała, zbliżając się ku przedniej (brzuszej) linii środkowej. Zanim pasma przeciwnieległe spotkają się ze sobą, końce tych chrząstek

się chrząstkami, które początkowo połączone były z końcowymi listwami żeber, lecz potem dwa najniższe żebra oddzielają się od reszty i przechodzą w tzw. żebra luźne. **K o s t n i e n i e m o s t k a** rozpoczyna się w szóstym miesiącu życia embrionalnego: ogniska kostne (Ryc. 386) pojawiają się najpierw w rękoności, a potem w coraz niżej ułożonych odcinkach mostka.



Ryc. 386. Mostek zarodka ludzkiego. Widoczne punkty osyfikacyjne. Ze zbiorów zakł. anat. opis. U. J.

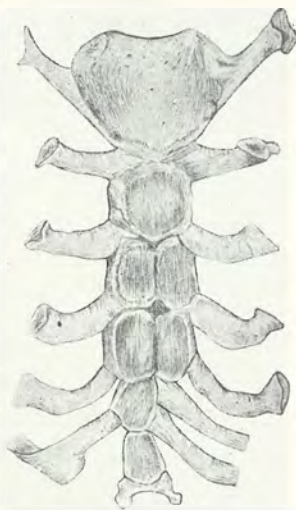
W ostatnim dolnym odcinku powstaje ognisko kostne dopiero po urodzeniu. Ogniska są albo parzyste, albo nieparzyste. Z czasem zlewają się one ze sobą (Ryc. 387), tworząc jednolitą płytę, jednak zwykle dopiero w 6 roku życia pozazarodkowego.

Z gruntownych badań Markowskiego nad filio-ontogenezą mostka wynika, że przyczepy chrząstek żeber właściwych są z reguły przynajmniej w kilku parach żeber rozmieszczone asymetrycznie. Najczęściej lewe żebra przyczepiają się niżej niż prawe. Asymetria przyczepów żebrowych tworzy się już w życiu płodowym, w okresie zrastania się obu listewek mostkowych.

W ciągu wzrostu stopień asymetrii często się zmniejsza, ale rzadko kiedy zanika ona całkowicie.

Kręgi lędźwiowe rozwijają się podobnie jak piersiowe, jednak już w stadium chrzęstnym widać, że wyrostki poprzeczne zrastają się z zawiązkami wyrostków żebrowych i przez to mocno grubieją. Kostnienie odbywa się tu jak w kręgach piersiowych, tylko najczęściej oddzielne ogniska kostnienia nie tworzą się w łukach brzusznych, a resztki łuków tych kostnieją przez wrastanie tkanki kostnej z wyrostków poprzecznych.

Kręgi krzyżowe kostnieją w sposób nie różniący się wiele od kostnienia innych kręgów: kostnienie rozpoczyna się także od ognisk tak samo umiejscowionych, jednakże zespolenie tkanki kostnej trzonów i łuków nerwowych odbywa się dopiero przy kostnieniu wtórnym, mianowicie między 2-gim a 5-tym rokiem życia pozamacicznego. Ogniska kostne w łukach żebrowych trzech pierwszych kręgów krzyżowych tworzą się między 5 a 7 miesiącem życia embrionalnego, zaś w łukach żebrowych dwóch ostatnich kręgów krzyżowych dopiero w 1-ym



Ryc. 387. Mostek zarodka ludzkiego. Ze zbiorów zakł. anat. opis U. J.

roku życia pozapłodowego. W okresie pokwitania dokonywa się najpierw wzrost pomiędzy składnikami masy kostnej, a pozostałością po łukach żebranych każdej strony: oddzielnie zrastają się łuki po prawej stronie, oddzielnie po lewej. Dopiero wtedy kostnieją tarcze międzykręgowe krzyżowe. Proces ten odbywa się tak powoli, że zaledwie po 20-tym roku życia stapia się z kręgów krzyżowych jednolita kość krzyżowa.



Ryc. 388. Kręgi krzyżowe zarodka ludzkiego. Ze zbiorów zakładu anat. opis. U. J.

Kręgi ogonowe powstają w zarodku ludzkim początkowo w liczbie przewyższającej normalną ich ilość u człowieka dorosłego. Wiadomo, że zarodek ludzki z I-go i II-go miesiąca życia embrionalnego ma ogon sterczący jako przedłużenie kręgosłupa. Zarodek taki ma 7—8 zawiązków kręgów ogonowych. Jeszcze poza te zawiązki wysuwa się struna grzbietowa. Potem następuje redukcja tej części kręgosłupa, najpierw zanika końcowa część struny, a następnie 3—4 sklerotomów. Zawiązek chrząstki ogranicza się do utworzenia trzonów, a nadto w 2 pierwszych kręgach ogonowych powstają nikle zawiązki łuków nerwowych, które jednak nie dochodzą do definitywnego ukształtowania.

Ogniska kostne powstają oddzielnie dla każdego kręgu, choć bardzo późno: najwcześniej w pierwszym roku po urodzeniu dla 1-go kręgu, dla 2-go kręgu między 5 a 10 rokiem, jeszcze później dla dwóch dalszych. Tylko pierwszy krąg ogonowy zachowuje samodzielność, trzy dalsze wykazują skostnienie tarczy międzykręgowych, wskutek czego wykształca się jednolita kość ogonowa.

b) Rozwój czaszki.

Czaszka jest najbardziej ku przodowi wysuniętą częścią szkieletu osiowego. Jest ona narządem o organizacji bardziej skomplikowanej aniżeli reszta szkieletu osiowego, ponieważ w jej obrębie znalazły pomieszczenie narządy układu nerwowego, zmysły oraz przednie odcinki przewodu pokarmowego i oddechowego. Cewka nerwowa, biegnąca wzdłuż całego kręgosłupa w obrębie przedniego swego odcinka rozszerza się (Ryc. 389) i zwłaszcza u wyższych kręgowców rozwija się w olbrzymie półkule mózgowe. Przewód pokarmowy w obrębie czaszki rozszerza się w jamę ustną, która stanowi jego połączenie ze światem zewnętrznym. W odcinku głowowym mieszczą się otwory prowadzące do narządu oddechowego w obrębie nosa. Częścią szkieletu czaszki są też tzw. łuki

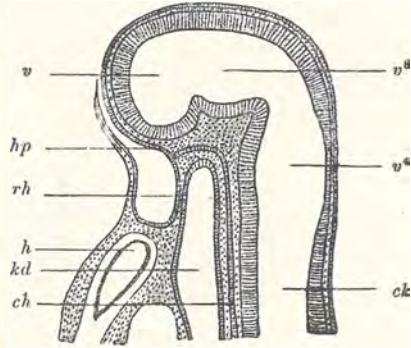
skrzelowe, które ograniczają szczelinowate otwory, tzw. szczeliny skrzelowe, stojące u niższych kręgowców w usługach układu oddechowego. Wreszcie w obrębie czaszki znajdują pomieszczenie narządy zmysłowe, które w składnikach czaszki muszą znaleźć odpowiednią oprawę: osłonę szkieletową dla miękkich, delikatnych części tych narządów wprost niezbędną.

Utrzymanie metamerii w obrębie kręgosłupa zapewnia ruchliwość tułowia; taka sama organizacja w obrębie czaszki byłaby raczej szkodliwa. Wynikiem warunków organizacyjnych jest odmienne ukształtowanie tego przedniego odcinka szkieletu osiowego aniżeli pozostałych jego składników. Niemniej jednakże w rozwoju czaszki dadzą się wykazać procesy, których bieg jest bardzo podobny do tego, jaki poznaliśmy w obrębie kręgosłupa. I tak wiemy, że tkanka mezenchymatyczna, gromadząca się dokoła struny grzbietowej przy organizacji embrionalnej kręgosłupa, ulega chrzęstnieniu; to samo można stwierdzić w okolicach struny w obrębie podstawy cza-

szki. Ale układ metameryczny, tak wspaniale wyrażony w organizacji kręgosłupa, tu w obrębie czaszki zaciera się w głównej części, a w rozwoju embrionalnym da się go wykazać tylko w obrębie tylnego odcinka.

Przejdźmy teraz do szczegółowego opisu rozwoju zawiązków szkieletu w przednim odcinku ciała. Wiemy, że częścią osiową kręgosłupa jest struna grzbietowa, a dokoła niej tworzą się człony z tkanki łącznej, stanowiącej materiał sklerotomowy jako zawiązki kręgów. Rozważmy z kolei jaki udział bierze struna grzbietowa w organizacji czaszki: struna grzbietowa nie zaczyna się na tym samym poziomie co kręgosłup, ale dochodzi dalej do przodu, aż do zetknięcia z odcinkiem przewodu pokarmowego. U zarodków, których mózg wykazuje zgięcie ku przodowi, zagina się też i struna grzbietowa haczykowato, najczęściej jednak ten przedni haczyk struny ulega potem zwyrodnieniu.

Obok przedniego odcinka struny grzbietowej i przed nim powstają dwie pary płytek chrzęstnych wśród tkanki mezenchymatycznej (Ryc. 390, 391), a mianowicie dwie chrząstki przystrunowe (*parachordalia*) i dwie przedstrunowe (*praechordalia sive trabeculae cranii*). Z tych dwóch par chrząstek powstaje podstawowa część czaszki zarodka.



Ryc. 389. Przekrój strzałkowy przez głowę zarodka królika długości 6 mm (w schemacie). *ch* — chorda, *ck* — kanał centralny rdzenia, *h* — serce, *hp* — miejsce powstania przysadki mózgowej, *kd* — jelito głowowe, *rh* — błona Rathkego, *v* — komora kresomózgowia, *v³* — komora trzecia, *v⁴* — komora czwarta. Według *Mihalcovicsa z Hertwiga*.

Chrząstki przystrunowe są płytkami prostokątnymi, dość długimi; ich brzeg wewnętrzny biegnie równolegle do struny grzbietowej, a brzeg zewnętrzny sąsiaduje z leżącymi na zewnątrz zawiązkami narządu słuchowego.

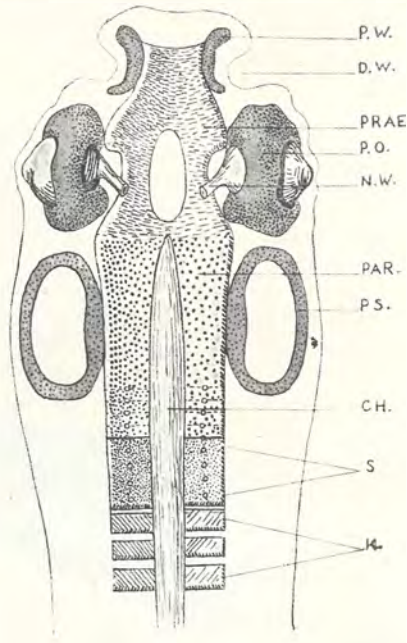
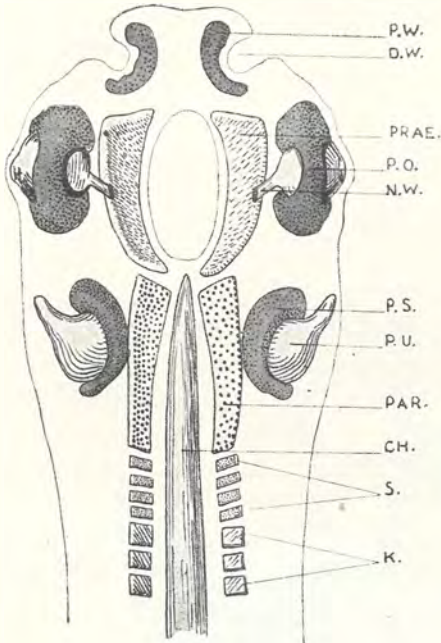
Chrząstki przedstrunowe są płytkami wygiętymi, zwłaszcza na brzegu wewnętrznym (Ryc. 390), który obejmuje wypuklenie mózgowe, zdążające ku przewodowi pokarmowemu, tzw. przysadkę mózgową (*hypophysis*). Obie pary chrząstek powiększają się aż do zrośnięcia ze sobą (Ryc. 391) i rosną dalej mocno ku przodowi, ku tyłowi i na boki tworząc obecnie jakby czarę chrzęstną. Równocześnie w otoczeniu zawiązków trzech narządów zmysłowych: słuchowego, wzrokowego i węchowego dokonywują się przemiany tkanki mezenchymatycznej w tkankę chrzęstną, tak że te zawiązki pęcherzykowane otaczają się jakby puszkami chrzęstnymi (Ryc. 391). Najmocniej rozwija się chrząstka w otoczeniu narządu słuchowego tworząc silną grubą warstwę chrzęstną, tzw. kapsułkę labiryntu. Kapsułka oczna rozwija się słabiej, zostawiając odkrytą przednią część tworzącego się oka, natomiast narząd węchowy otaczają płytki chrzęstne układając się w postaci dwóch rynienek otwartych ku dołowi (Ryc. 390 P. W. i 392).

Cały ten materiał chrzęstny, powstający wśród pokładów mezenchymatycznych, leżących wzdłuż przedniego odcinka struny grzbietowej i w otoczeniu zawiązków narządów zmysłowych, rozrasta się coraz mocniej, stapia się ze sobą i tworzy w ten sposób jednolity zupełnie związek szkieletowego dna czaszki, na którym opiera się układ nerwowy, a więc rdzeń przedłużony i inne części mózgu oraz narządy zmysłowe. Z uwag ogólnych o organizacji czaszki wiemy, że czaszka kryje nie tylko układ nerwowy i zmysłowy, ale że jej część brzuszna stanowi obramowanie dla przedniej części przewodu pokarmowego. Analogicznie do luków brzusznych w obrębie kręgosłupa można wykazać w zawiązkach czaszki luki trzewiowe jakkolwiek w szczątkowych rozmiarach. Tworzą one tu obramowanie, choć bardzo niezupełne, przewodu pokarmowego w jego odcinku głowowym. Ilość tych luków jest u niższych kręgowców większa, u wyższych tworzą się właściwie trzy luki trzewiowe chrzęstne o znaczniejszej długości, a nadto dwa zupełnie szczątkowe.

Opisany dotąd rozwój czaszki daje jako rezultat twór chrzęstny, który stanowi związek podstawy czaszki. Mamy w nim materiał na otoczenie szkieletowe części głowowej centralnego układu nerwowego i narządów zmysłowych, nadto obramowanie szkieletowe odcinka głowowego przewodu pokarmowego. Ten twór chrzęstny, stanowiący podstawę mózgu i otoczenie przewodu pokarmowego, nosi nazwę pierwotnej czaszki chrzęstnej (*cranium primordiale* — ryc. 392, 393).

Nie cały szkielet głowowy przechodzi przez okres chrzęstny, nie cały materiał do utworzenia czaszki mieści się w pierwotnej czaszce chrzęstnej. Dach czaszki, dalej znaczna część szkieletu twarzy, która sta-

nowi przednią część głowy, nie przechodzi okresu chrzęstnego. W tych częściach rozwój składników kostnych zaczyna się nie w chrząstce, ale ogniska kostnienia powstają w masie błoniastej, stanowiącej otoczenie mezenchymatyczne układu nerwowego, zmysłowego albo przewodu pokarmowego. Powstaje na tej drodze układ kości tzw. o k ł a d z i n o w y c h, czyli p o k r y w o w y c h (*ossa investientia*), których ogniska



Ryc. 390. Tworzenie się czaszki.

Ryc. 391. Tworzenie się czaszki, dalsze stadium.

CH. — struna grzbietowa (chorda), D. W. — dołek węchowy, K. — zawiązki kręgów szyjnych, N. W. — nerw oczny, P. O. — puszka oczdolowa, P. S. — puszka słuchowa, P. U. — pęcherzyk uszny, P. W. — puszka węchowa, PAR. — parachordale, PRAE. — praechordale, S. — sklerotomy wchodzące w skład czaszki. Schemat według Corninga.

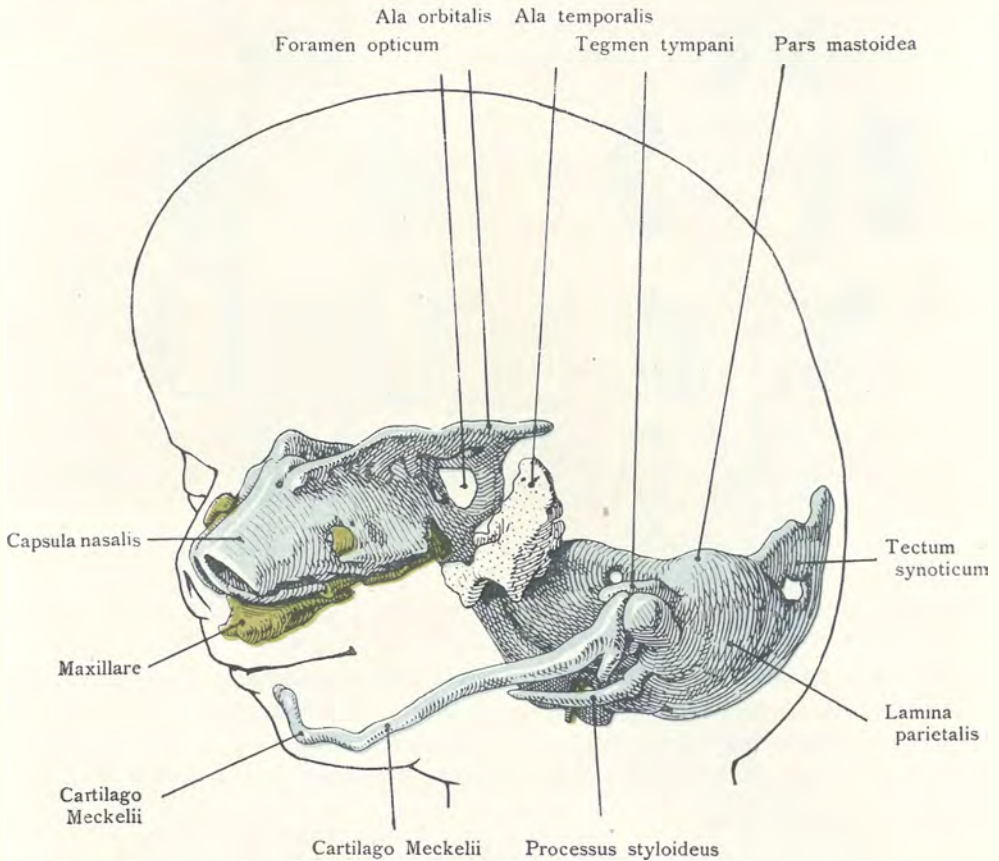
tworzą się w tkance łącznej nie chrzęstniejącej. Przeciwstawiamy je kościom zastępczym (*ossa substituentia*) powstającym w miejscu dawnej chrząstki.

Tak więc cały szkielet głowy da się podzielić na dwie wielkie grupy: 1) kości czaszki pierwotnej, chrzęstnej, 2) układ kości pokrywowych. Przejdziemy do ich opisu.

Pierwotna czaszka chrzęstna (*cranium primordiale*).

Z poprzedniego rozdziału wiemy, że czaszka pierwotna rozwinęła się: 1) z dwóch par chrząstek ułożonych po bokach struny grzbietowej

i przed struną grzbietową (chrząstki przystrunowe i przedstrunowe), 2) z puszek chrzęstnych otaczających zawiązki układu zmysłowego (słuchu, wzroku i węchu), 3) z łuków trzewiowych otaczających choć niecałkowicie przewód pokarmowy. Według powyższej genezy i zadań, jakie spełnia czaszka, otaczając układy nerwowo-zmysłowy i pokarmowy, wyróżnić w niej możemy dwie części:



Ryc. 392. *Cranium primordiale* zarodka ludzkiego z końca 3-go miesiąca (dług. 8 cm), widziane z boku. Według modelu Hertwiga z Kollmanna.

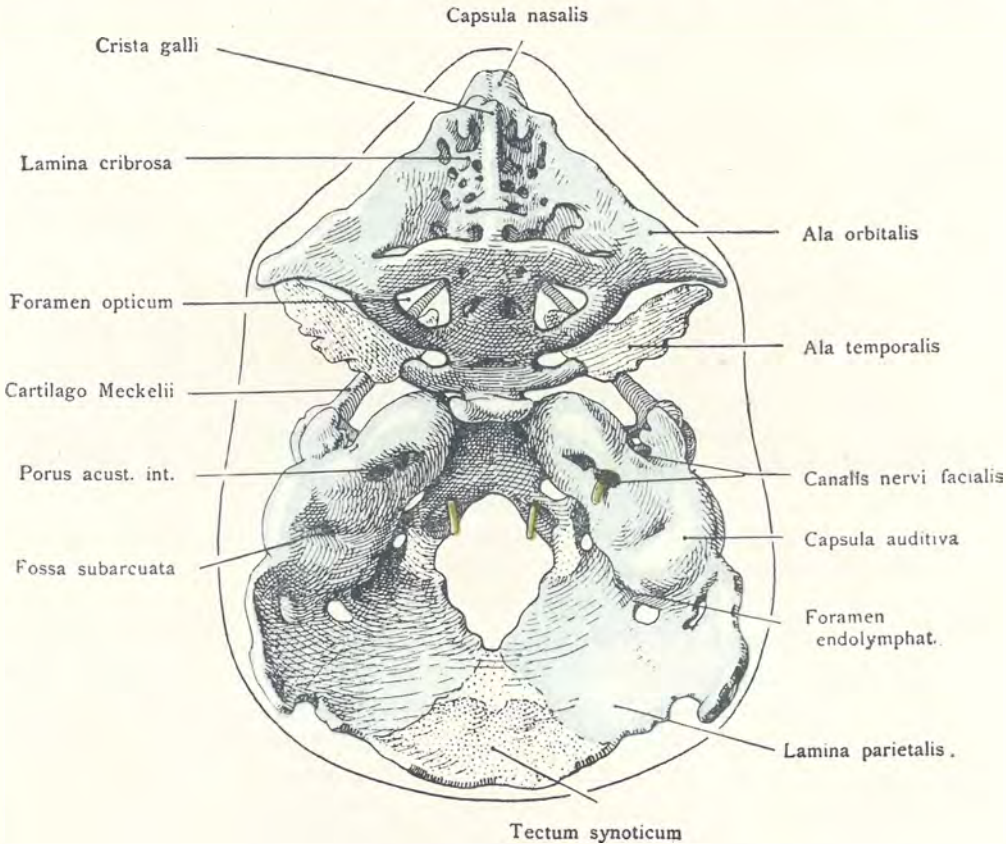
1) czaszkę układu nerwowego (*neurocranium*), która stanowi dno czaszki, na której opiera się mózg i gdzie choć częściowo znajduje się otoczenie zawiązków układu zmysłowego,

2) czaszkę trzewi głowowych (*splanchnocranium*), otaczającą częściowo przedni odcinek przewodu pokarmowego.

ad 1) **Czaszka pierwotna układu nerwowego** (*neurocranium*).

Ta część pierwotnej czaszki chrzęstnej leży w bezpośrednim przedłużeniu kręgosłupa; struna grzbietowa wchodzi w obręb podstawy cza-

szki (Ryc. 391). W czaszce stanowiącej otoczenie mózgu dadzą się wyróżnić następujące części, czyli okolice (*regiones* — ryc. 392, 393): 1) Część potyliczna (*pars sive regio occipitalis*), 2) Część uszna (*pars sive regio otica*), która jest parzysta. Obydwie te części powstają w otoczeniu struny grzbietowej i do przodu nie sięgają dalej niż ona. Materiałem, z którego te części powstają, są chrząstki przystru-



Ryc. 393. *Cranium primordiale* zarodka ludzkiego z końca 3-go miesiąca (dług. 8 cm), widziane z góry. Według modelu Hertwiga z Kollmanna.

nowe i kapsułki uszne. Dalej z materiału chrząstek przedstrunowych, czyli beleczek Rathkego, kapsulek chrzęstnych oka i rynienek nosowych tworzy się: 3) Część oczno-skroniowa (*pars sive regio orbito-temporalis*), i 4) Część sitowa (*pars sive regio ethmoidalis*).

W okolicy potylicznej (Ryc. 392 i 393, części tylne tych rycin), która dostarcza materiału do utworzenia najważniejszych części kości potylicznej, da się wyróżnić odcinek środkowy, czyli osiowy, i dwa odcinki boczne. Odcinek osiowy stanowi płytkowate dno kanału, w którym układa się tylny zawiązek mózgu, wzgl. rdzenia przedłużonego. Płyta

przechodzi jednociągłe w osiową część okolicy oczno-skroniowej. Brzeg doogonowy płyty stanowi przednie ograniczenie wielkiego otworu potylicznego o kształcie romboidalnym. Płyta osiowa przechodzi w odcinki boczne. Pomiedzy nią a odcinkami bocznymi widać dwa bardzo ważne otwory, które stanowią przejście dla nerwów podjęzykowych: są to otwory nerwu podjęzykowego (*foramen hypoglossi*). Tuż przed nimi, na granicy między płytą podstawową, częścią uszną i bocznymi częściami okolicy potylicznej każdej strony, leżą otwory żył szyjnej (*foramen jugulare*), przez które para tych żył opuszcza czaszkę łącznie z nerwem językowo-gardłowym i błędnym.

Części boczne okolicy potylicznej chrzęstnieją później. Bierze z nich początek tylna płyta chrzęstna, która ogranicza od strony grzbietowej wielki otwór potyliczny, zespała się z okolicą uszną czaszki i uzupełnia od strony grzbietowej czarę czaszkową, stanowiącą podstawę szkieletową mózgu. To uzupełnienie czary czaszkowej od tyłu stanowi w głównej części łuska potyliczna.

Okolica uszna (Ryc. 393, części boczne w kształcie puszek), która zawiera materiał do wytworzenia głównej części piramidy kości skroniowej, rozwija się z chrząstki tworzącej się dokoła zawiązka narządu słuchowego, graniczy od tyłu z okolicą potyliczną, od przodu z częścią oczno-skroniową. Odcinek tylny stanowi zawiązek wyrostka sutkowego kości skroniowej, część przednia odpowiada przyszłej kości skalistej. Chrzęstnienie części usznej odbywa się wcześniej niż reszty tej okolicy i tu prócz puszek zewnętrznej chrzęstnieje też wewnątrz całe otoczenie łuków półkolistych (*canales semicirculares*) i przedsionka (*vestibulum*) narządu słuchowego. Później dopiero chrzęstnieje otoczenie ślimaka.

Na wewnętrznej powierzchni części usznej czaszki pierwotnej widać dość duży otwór. Tym otworem (*porus acusticus internus* — ryc. 393) wchodzi do środka puszek nerw słuchowy (*n. acusticus*), któremu towarzyszy nerw twarzowy (*n. facialis*), wydobywający się poza kością skalistą na zewnątrz.

W związku z tylnym odcinkiem części usznej tworzy się okrywa ciemieniowa, która rozszerza ku górze ścianę czary czaszkowej.

Okolica oczno-skroniowa, zawierająca materiał do wytworzenia kości klinowej i częściowo skroniowej, ma bardzo wyraźną płytę osiową, która jest przedłużeniem płyty osiowej części potylicznej i stanowi z nią razem jednolitą całość. Organizuje się ona ze zrostu beleczek przedstrunowych, a od przodu sięga do części siłowej. Prócz płyty osiowej należą do części oczno-skroniowej dwie pary skrzydeł bocznych.

W części osiowej da się już w bardzo wczesnych okresach życia zarodkowego (3-ci miesiąc) wyróżnić zawiązek siodła tureckiego (*sella turcica*) odgraniczony stromą mocną listwą chrzęstną od tyłu. W dnie tej płytki, stanowiącej siedzenie tureckiego siodła, widać przez dłuższy

czas otwór do przepuszczenia przysadki mózgowej. Jest to tzw. okienko przysadkowe (*fenestra hypophyseos*). Ku przodowi przechodzi płyta osiowa między dwoma dużymi otworami (*for. opticum* — ryc. 393), przeznaczonymi do przejścia nerwów ocznych. Na prawą i lewą stronę od siodła tureckiego wysuwa się para wyrostków tzw. skrzydlatych (*processus alares*). Wyrostki te stykają się z wierzchołkiem puszek usznej i otaczają od zewnątrz tętnicę szyjną dopomagając do stworzenia ścian kanału tętnicy szyjnej (*canalis caroticus*).

Z obwodowym odcinkiem wyrostków skrzydlatych wchodzi w łączność para skrzydeł skroniowych (*alae temporales*). Są to dwie niewielkie płytki chrzęstne, które schrzęstniały później niż reszta czaszki pierwotnej. Między skrzydełkami skroniowymi a przednią częścią puszek usznej przechodzi trzecia gałąź nerwu trójdzielnego. Niebawem chrząstki puszek usznej i skrzydła skroniowego zrastają się dookoła tej gałęzi nerwowej, pozostawiając dla niej otwór owalny (*for. ovale*), który zarysowuje się już w okresie chrzęstnym czaszki. Zespalać się dalej tworzą wspomniane wyrostki chrzęstne otwór kołcowy (*foramen spinosum*).

Przedni odcinek płyty osiowej części oczno-skroniowej rozrasta się mocno do boków tworząc skrzydła oczne (*alae orbitales*). U podstawy tych skrzydeł, zaraz przy części osiowej widać po każdej stronie duże otwory (*foramina optica*), które są przeznaczone do przepuszczenia nerwów ocznych (*nervi optici*). Między obu parami skrzydeł, tj. między skrzydłami skroniowymi i ocznymi, istnieje szeroka szczelina oczodołowa (*fissura orbitalis superior*), którą potem zamkną skrzydła, zrastające się przednimi odcinkami. Przez tę szczelinę przechodzą: 1-sza gałąź nerwu trójdzielnego, nerw okoruchowy, nerw odprowadzający i błoczkowaty. Skrzydła oczne dopomagają też do utworzenia otworu okrągłego (*for. rotundum*) dla 2-giej gałęzi nerwu trójdzielnego.

Okolica sitowa czaszki pierwotnej, będąca źródłem materiału na główną część kości sitowej, rozwija się z chrząstki, stanowiącej puszkę nosową i położonej przed chrząstkami przedstrunowymi Rathkego. Tylny odcinek części sitowej jest podstawą szkieletową tej partii mózgu, która zaopatruje narząd węchowy. Jest on ułożony poziomo, przedni natomiast jest mocno wyciągnięty skośnie ku dołowi stanowiąc dach i ścianki nosa. Na puszkę nosową składają się trzy chrząstki: środkowa biegnąca pionowo, tworząca przegrodę nosa (*cart. septi nasi*) i łączące się z nią dwie boczne chrząstki nosowe (*cart. nasales laterales*).

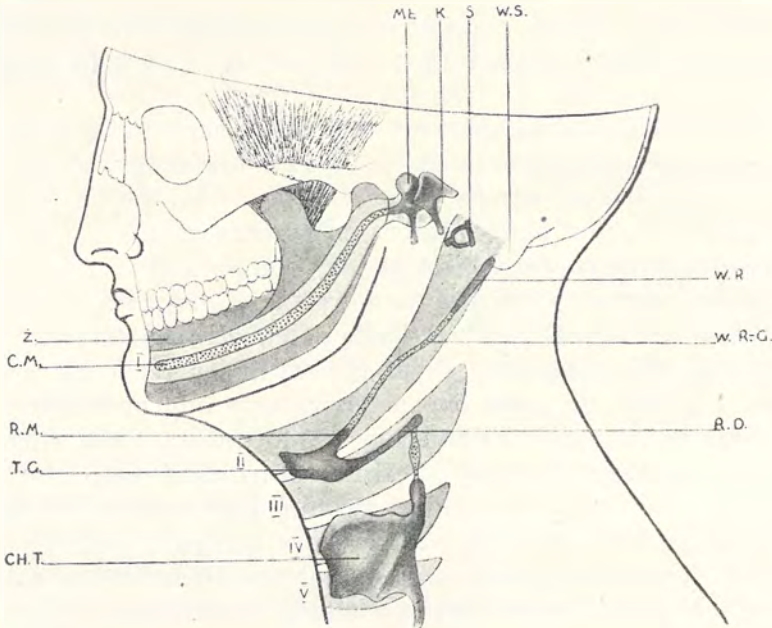
Górna ściana tylnego odcinka puszek nosowej ma dwa podłużne okienkowate otwory. Są to tzw. okienka węchowe (*fenestrae olfactoriae*). Te okienka zmieniają się później w sitka, gdyż chrząstka przerasta ich otwory cienkimi mostkami, rozdzielając je na większą ilość małych otworków, przez które przechodzą gałązki nerwów węchowych.

Wtedy to zamiast okienek węchowych powstaje blaszka sitkowa (lamina cribrosa — ryc. 393) rozdzielona grzebieniowatym przedłużeniem przegrody nosowej (zawiązek grzebienia koguciego — *crista galli*). Tylko część oprawy nosa wytwarza się z opisanych rynienek. Reszta po ich częściowej resorpcji powstaje przez bezpośrednie kostnienie tkanki łącznej otaczającej rynienkę.

Dno jamy nosowej tylko w niewielkiej części ulega schrzętnieniu, tworząc blaszki poprzeczne.

ad 2) **Rozwój pierwotnej czaszki chrzęstnej trzewiowej (splanchnocranium — ryc. 394).**

Szkielet czaszkowy charakteryzują także łuki trzewiowe, które w pewnym zakresie są wyrazem układu metamerycznego. U ryb ilość tych łuków jest większa niż u ssaków, gdzie jest ich 5. Z nich 3 trze-

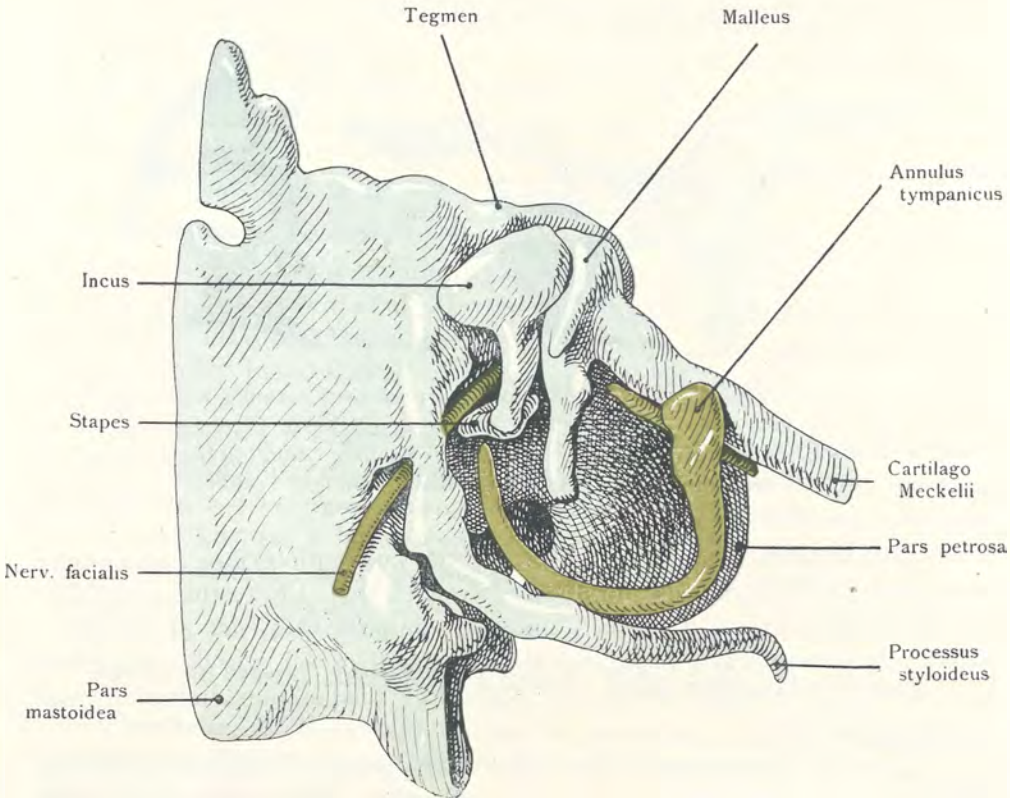


Ryc. 394. Losy łuków skrzelowych. C. M. — chrząstka Meckela, CH. T. — chrząstka tarczycowa, K. — kowadelko, M.L. — młoteczek, R. D. — róg duży kości gnykowej, R. M. — róg mały kości gnykowej, S. — strzemiączko, T. G. — trzon kości gnykowej, W. R. — wyrastek rylcowy, W. R.-G. — więzadło rylcowo-gnykowe, W. S. — wyrastek sutkowy, Ż. — żuchwa, I—V — łuki skrzelowe. Schemat w oparciu o Wiedersheima i Bochenka.

wiowe wchodzi w skład czaszki, mianowicie łuk szczękowy, gnykowy i pierwszy skrzelowy (Ryc. 394 i 396).

Zawiązki ich zbudowane są z tkanki łącznej, w której jednak równocześnie z chrzętnieniem reszty czaszki powstają ogniska chrzęstne.

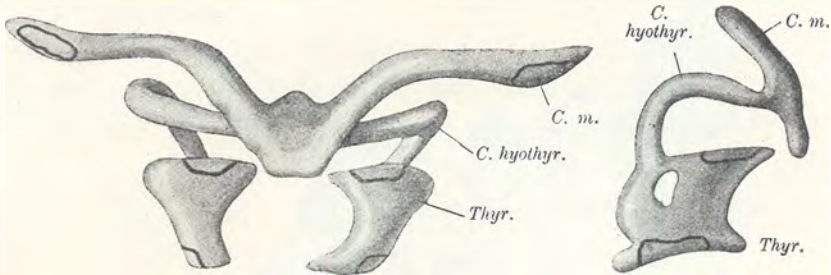
Pierwszy łuk trzewiowy czaszki, który pochodzi z tkanki łącznej, rozdziela wrastający weń nerw trójdzielny na blaszkę zewnętrzną i wewnętrzną. Zarodek zużytkowuje do rozwoju czaszki trzewiowej głównie materiał zewnętrznej warstwy pierwszego łuku. Odcinek łuku trzewiowego, graniczący z częścią uszną, względnie skroniową czaszki, zużyty jest w dalszym rozwoju do utworzenia *k o w a d e ł k a*.



Ryc. 395. Okolica labiryntu zarodka ludzkiego z końca 3-go miesiąca. Według modelu Hertwiga z Kollmanna.

Dalsza część **pierwszego łuku**, leżąca od strony wewnętrznej, wytwarza tzw. *chrząstkę Meckela* (*cartilago Meckeli* — ryc. 394 C.M.), biegnącą na długiej przestrzeni ku przodowi i stanowiącą właściwe obramowanie przewodu pokarmowego. Tylna część chrząstki *Meckela* daje materiał do utworzenia *moloteczka*, ale największa jej część stanowi podstawę, na której rozwija się *szczeka dolna* (por. ryc. 402). Nie trzeba tego rozumieć w ten sposób, że chrząstka ulega skostnieniu. Przeciwnie, *szczeka dolna* tworzy się przez proces kostnienia w obrębie tkanki łącznej, która otacza chrząstkę *Meckela*. Później poznamy bliżej zjawisko powstawania tej kości.

Łuk trzewiowy drugi, czyli gnykowy (Ryc. 394—396), składa się pierwotnie z tkanki mezenchymatycznej. Wzdłuż tego pasma biegnie w środku nerw twarzowy (*nervus facialis*). Tkanka zawarta w łuku stanowi materiał do utworzenia jednej z kostek słuchowych, mianowicie strzemiączka (*stapes* — ryc. 394). Z tegoż materiału powstaną: wyrostek rylcowy (*proc. styloideus*), więzadło rylcowo-gnykowe (*lig. stylohyoideum*) i małe rożki kości gnykowej (*cornua minora ossis hyoidei* — ryc. 396).



Ryc. 396. Zawiązek kości gnykowej i chrząstki tarczycowej zarodka ludzkiego z początku 2-go miesiąca, widoczny od strony brzusznej i z boku. *C. m.* — róg mniejszy (*cornu minus*) kości gnykowej, *C. hyothy.* — *cartilago hyothyreoidea*, *Thyr.* — *cartilago thyreoidea*. Według Kalliusa z Keibla i Malla.

Rozwój strzemiączka odbywa się na koszt materiału, zebranego u podstawy łuku drugiego po stronie wewnętrznej. Chrząstnienie tkanki łącznej dokonywa się dookoła tętnicy strzemiączkowej (*art. stapediales*). Zawiązek strzemiączka przesuwają się ku usznej części czaszki, a w trzecim miesiącu rozwoju zarodkowego zmienia postać pierścienia w twór strzemiączkowy.

Pierścień bębenkowy (Ryc. 395, 402) powstaje również z odcinka podstawowego drugiego łuku, ale z jego warstwy zewnętrznej. Kostnienie odbywa się w tkance łącznej łuku, przy czym zawiązek uzyskuje połączenie z puszką uszną, a częściowo z dalszą częścią chrząstną łuku. Chrząstka ta, zajmująca ogromną część drugiego łuku, nosi nazwę chrząstki Reicherta. Wyróżnić się w niej dadzą 3 odcinki: najbliższej zawiązka strzemiączka i pierścienia bębenkowego położony odcinek dostarcza materiału do utworzenia wyrostka rylcowego (*processus styloideus* — ryc. 395), który kostnieje potem na dłuższej lub krótszej przestrzeni. Środkowy odcinek chrząstki Reicherta ulega przemianie wstecznej w tkankę łączną i tworzy więzadło rylcowo-gnykowe (*lig. stylohyoideum* — ryc. 394), a dopiero odcinek położony najbardziej ku stronie brzusznej dostarcza materiału chrząstnego do utworzenia górnych, czyli małych rogów kości gnykowej (*cornua minora ossis hyoidei*).

Co do zawiązka trzonu kości gnykowej (*corpus ossis hyoidei*), to wyniki specjalnych badań w tym kierunku wskazują, że powstaje on niezależnie od łuków trzewiowych tworząc się z zagęszczonego pasma tkanki mezenchymatycznej leżącego w płaszczyźnie brzusznej. Zawiązek ten chrzęstnieje oddzielnie i wchodzi w łączność z zawiązkami małych i dużych rogów kości gnykowej.

Łuk trzewiowy trzeci, (Ryc. 394), czyli pierwszy łuk skrzelowy dochodzi do rozwoju jedynie w odcinku leżącym bardziej po stronie brzusznej ciała. W zagęszczonym pasmie tej mezenchymy powstaje chrząstka, będąca zawiązkiem wielkich, czyli dolnych rogów kości gnykowej. Podobnie jak rogi mniejsze utworzone z drugiego łuku, tak samo i większe wchodzi w połączenie z samodzielnie różnicującym się trzonem kości gnykowej.

Łuki trzewiowe czwarty i piąty, albo inaczej drugi i trzeci łuk skrzelowy (*arcus branchialis secundus et tertius*), są właściwie tworami szczątkowymi, które powstają jako krótkie odcinki w płaszczyźnie brzusznej przy linii środkowej. Zespalaając się chrzęstnieją i dają podstawę do rozwoju chrząstki tarczycowej, wchodzącej w skład krtani.

W rozdziale o czaszce była dotąd mowa o powstawaniu i organizacji zawiązka chrzęstnego czaszki. Wiemy o tym, że to jest stadium przejściowe, a z biegiem rozwoju czaszka chrzęstna pierwotna zamienia się w twór kostny. Z kolei wypada nam poznać ten proces kostnienia czaszki pierwotnej i uzupełnienia szkieletu kostnego układem kości pokrywowych.

Kostnienie czaszki pierwotnej chrzęstnej. Układ kości pokrywowych.

Tworzenie kości czaszki w obrębie wytworzonych już składników chrzęstnych odbywa się w dwojaki sposób: warstwy blaszek kostnych mogą osadzać się pod ochrzęstną, a w miarę jak warstwa kości staje się coraz grubsza, niszczy się równocześnie chrząstka. W tym przypadku kostnienie odbywa się od zewnątrz i tworząca się kość zastępuje coraz nowe pokłady chrząstki. Ten typ kostnienia nazywamy ochrzęstnym (*ossificatio perichondralis*) i przeciwstawiamy mu typ drugi, polegający na tworzeniu jąder kostnych wśród chrząstki (*ossificatio enchondralis*). W tym typie pojawiają się jądra kostne w środku chrząstki, rozszerzają coraz bardziej swe rozmiary, obejmując od wewnątrz coraz więcej przestrzeni zajętej przedtem przez chrząstkę. Bliższe szczegóły zjawiska osyfikacji śródchrzęstnej i ochrzęstnej znane nam już są z rozdziału o histogenezie.

Ale chrzęstna część czaszki musi być uzupełniona, ażeby całkowicie otoczyć mózg i zorganizować szkielet twarzowy, który prawie zupełnie nie ma zrębu chrzęstnego. Uzupełnienie dokonywa się przez kost-

nienie wśród tkanki łącznej i to zarówno w utkaniu komórkowym jak i włóknistym. Czasem tylko np. przy tworzeniu szczęki dolnej odbywa się kostnienie wzdłuż linii wytyczonej przez chrząstkę *M e c k e l a*, z niewielkim jej udziałem (por. str. 61).

Kostnienie wśród tkanki łącznej wychodzi albo z jednego ogniska, albo z kilku, które niejednokrotnie zlewają się ze sobą. Tworzenie kości odbywa się najczęściej w postaci beleczek wychodzących promienisto z jądra kostnienia (Ryc. 398).

Pod względem filogenetycznym kości tworzące się w tkance łącznej mogą być pojmowane jako postapiane z sobą płytki zębów skórnych. Wiadomo, że np. u ryb albo u niektórych płazów, w skórze i błonie śluzowej powstawać mogą zęby o podstawkach płytkowatych, które zrastają się ze sobą i tworzą większe płyty wapienne. Z biegiem rozwoju szczepowej płyty podstawowe wyodrębniać się mogły od zębów, tworząc płyty kostne podskórne. Zwłaszcza kości powstające w błonie śluzowej, np. podniebieniowe, lemiesz itd., mają charakter tego właśnie typu.

Po tych ogólnych uwagach o tworzeniu kości możemy przejść rozwój poszczególnych składników szkieletu kostnego. Od razu przy tym będziemy widzieli, że niejednokrotnie w obrębie jednolitego składnika, np. jednej kości, mamy w ciągu życia embrionalnego zespolenie kilku odmiennie powstających części.

Kostnienie składników czaszki.

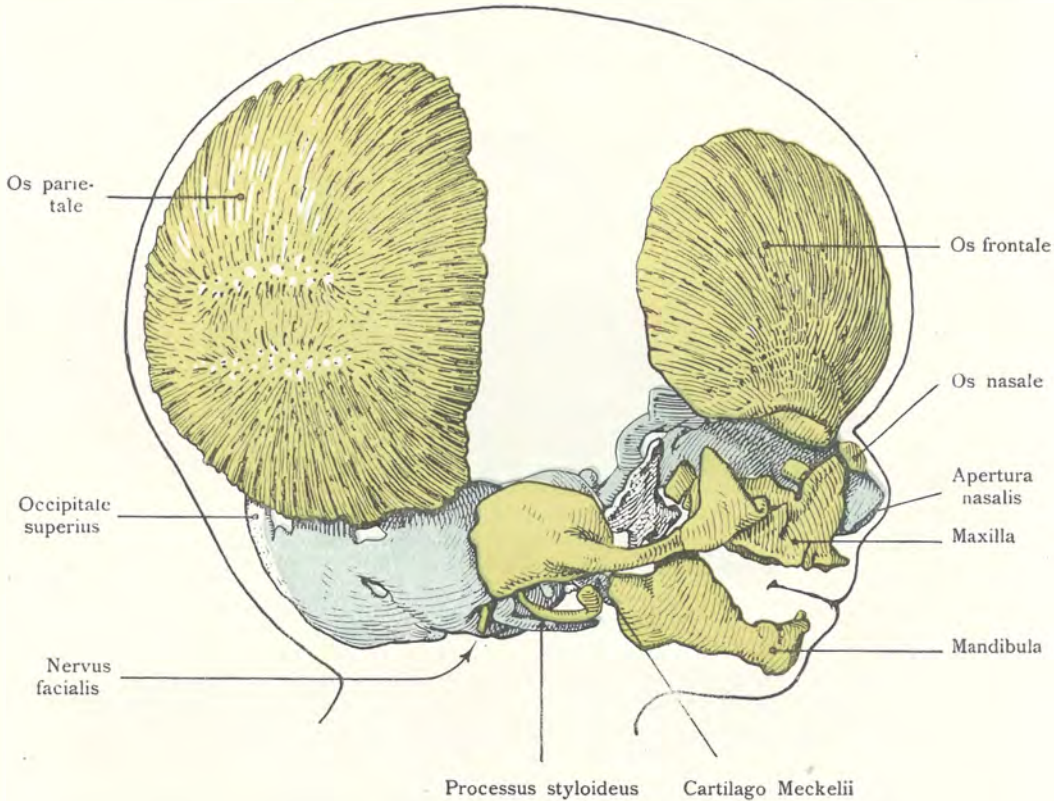
a) Kostnienie czaszki w otoczeniu układu nerwowego.

Kość potyliczna (*os occipitis*) powstaje w najglówniejszej swej części w związku z okolicą potyliczną chrzęstnej czaszki pierwotnej (*regio occipitalis*). W obrębie tej chrząstki tworzą się dwa ogniska kostne w jej podstawowej części, które rozrastają się mocno i prowadzą do zastąpienia chrząstki pokładami kości. Oddzielne jądra kostne powstają dla każdej bocznej partii i dolnej części łuski potylicznej. Rozrastają się one silnie, zespalają ze sobą organizując coraz szerzej całość kości potylicznej, z wyjątkiem tylko najwyższej części łuski przed liniami karkowymi. Część najwyższa powstaje niezależnie od szkieletu chrzęstnego przez skostnienie w obrębie tkanki łącznej. Zespolenie tych składników łuski kości potylicznej dokonywa się u dziecka w 3—6 roku życia.

Kość klinowa (*os sphenoidale*) powstaje z okolicy oczno-skroniowej (*regio orbito-temporalis*) pierwotnej czaszki chrzęstnej, z wyjątkiem wewnętrznej blaszki wyrostka skrzydlatego, który się tworzy z tkanki łącznej przez jej bezpośrednie kostnienie. Kostnienie to zaczyna się w trzecim miesiącu życia embrionalnego w ten sposób, że tylna część obejmująca siodło tureckie i wielkie skrzydła kostnieje z 10 ognisk, zaś część przednia (przed siodłem łącznie z małymi skrzydłami) powstaje

z dwóch par ognisk. Zespolenie następuje przed urodzeniem, — jedynie między przednią a tylną częścią utrzymuje się listwa chrzęstna, a w jej obrębie może postępować rozrost kości.

Kość skroniowa (*os temporale*) zużytkowuje jako materiał twórczy puszkę słuchową czaszki chrzęstnej pierwotnej i z niej powstaje część skalista i sutkowa. Składniki chrzęstne tej części ulegają skostnie-



Ryc. 397. Czaszka zarodka ludzkiego z końca 3-go miesiąca (dług. 8 cm), widziana z boku. Oprócz czaszki chrzęstnej wyrysowane są kości pokrywowe. Według modelu Hertwiga z Kollmanna.

niu ogniskami. Liczba tych ognisk jest znaczna, rozrastanie się energiczne doprowadza do zlania się ich w jednolitą całość.

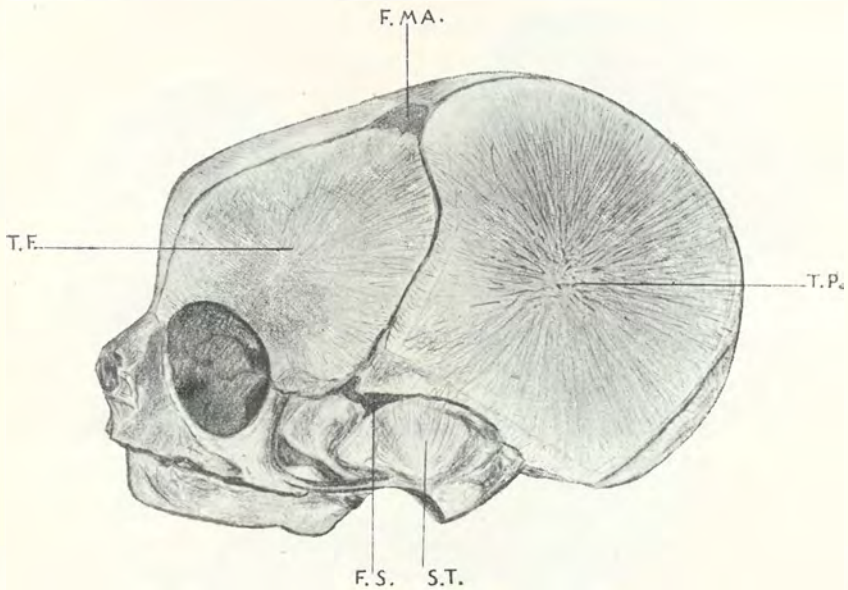
Łuska kości skroniowej jest kością pokrywową, która tworzy się wśród tkanki łącznej ponad puszką uszną. Kostnienie odbywa się z jednego ogniska kostnego.

Część bębnekowa powstaje również z kostnienia tkanki łącznej.

Kość sitowa (*Ethmoidale, os ethmoidale*) tworzy się z okolicy sitowej w czaszce pierwotnej. Trzy główne ogniska kostne są tak rozmieszczone, że jedno z nich, środkowe, przeprowadza skostnienie

przegrody nosowej, dwa boczne skostnienie muszli nosowych, złożonych z chrząstki sitowej czaszki pierwotnej. Komórki sitowe powstają dopiero po urodzeniu przez wymodelowanie wewnątrz kości.

Cały ten dotychczasowy opis odnosi się do organizacji podstawy czaszki, która z nielicznymi wyjątkami powstaje z czaszki pierwotnej chrzęstnej. Dach czaszki, jak zaraz zobaczymy, stanowi układ kości tworzących się w obrębie tkanki łącznej.



Ryc. 398. Czaszka noworodka widziana z boku. *F. MA.* — *fonticulus maior*, *F. S.* — *fonticulus sphenoidalis*, *S. T.* — *squama temporalis*, *T. F.* — *tuber frontale*, *T. P.* — *tuber parietale*. Ze zbiorów zakładu anat. opis. U. J.

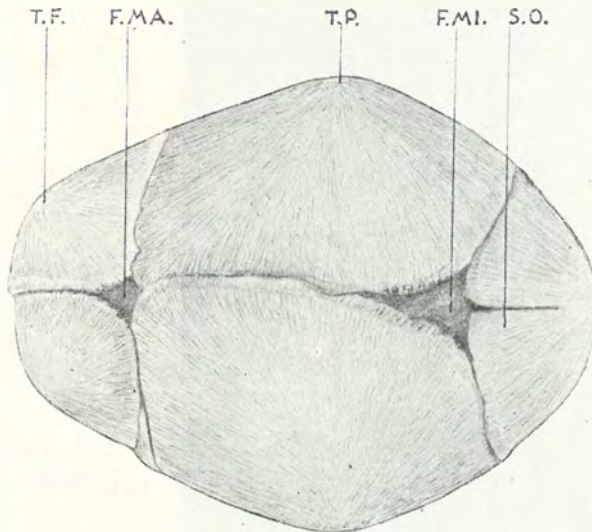
Kości ciemieniowe (*Parietale, ossa parietalia*) rozwijają się w tkance łącznej embrionalnego, blastematycznego dachu czaszki z dwu ognisk kostnych, powstających w 2 miesiącu życia zarodkowego. Z tych ognisk, leżących w miejscu przyszłych guzów ciemieniowych, tworzą się promienisto ułożone belecзки kostne (Ryc. 398), które powstając w większej ilości rozchodzą się coraz dalej.

Kość czołowa (*Frontale, os frontale*) jest parzysta u zarodka (Ryc. 397). Dwa ogniska kostne powstają w okolicy przyszłych guzów czołowych już w drugim miesiącu rozwoju zarodka. Stamtąd promieniuje obustronnie osyfifikacja, i w ten sposób mniej więcej do ósmego roku życia utrzymuje się parzystość tych kości. Jamy czołowe tworzą się wtórnie jako wpuklenie błony śluzowej środkowego przewodu nosowego w zawiązek kości.

Rozrost kości stanowiących dach czaszki nie jest tak zupełny, ażeby

poszczególne składniki zrosły się jeszcze przed urodzeniem w jednolitą sztywną czaszkę. Przeciwnie, u noworodka widać nie tylko niepozrastane kości pokrywowe, ale nadto utrzymują się wyraźnie pozostałości czaszki błoniastej w postaci tzw. *ciemiączek (fonticuli)*.

Ciemiączko wielkie (fonticulus maior sive frontalis — ryc. 398) jest kształtu deltoidalnego, ograniczone od przodu dłuższymi ramionami — są to brzegi kości czołowych, od tyłu przez kości ciemieniowe. Jest to ciemiączko największych rozmiarów, a kostnieje ono dopiero w trzecim roku życia pozamacicznego.



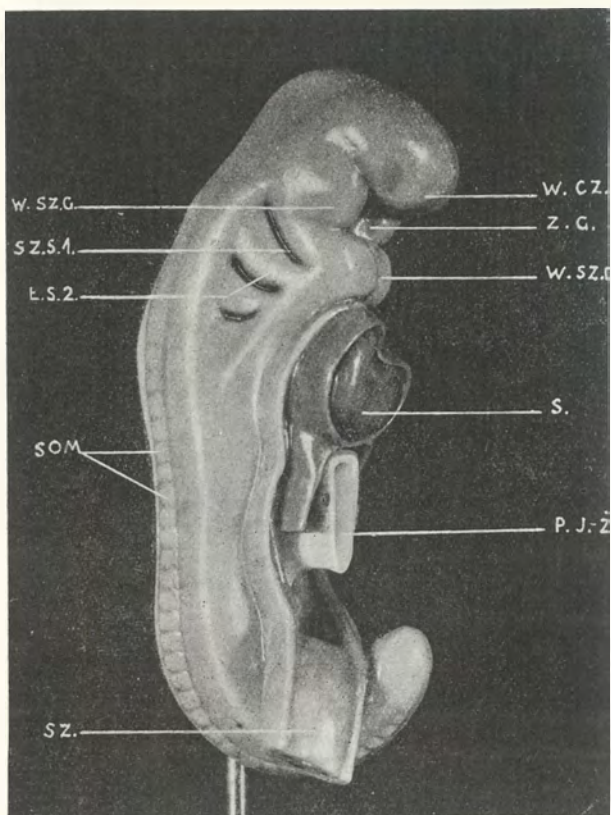
Ryc. 399. Ta sama czaszka, co na rycinie poprzedniej. *F. MA.* — *fonticulus maior*, *F. MI.* — *fonticulus minor*, *S. O.* — *squama occipitalis*, *T. F.* — *tuber frontale*, *T. P.* — *tuber parietale*.

Ciemiączko małe (fonticulus minor sive occipitalis — ryc. 399) mieści się między obu kośćmi ciemieniowymi i łuską kości potylicznej. Najczęściej ma początkowo postać trójkąta, potem szczeliny podłużnej. Zarasta znacznie wcześniej niż wielkie, bo już między 3 a 6 miesiącem po urodzeniu.

Na szczycie wielkiego skrzydła kości klinowej i pograniczu jego z kością czołową, ciemieniową i łuską kości skroniowej widać *ciemiączko klinowe (fonticulus sphenoidalis)* kształtu romboidalnego. Wreszcie w tyle poza łuską kości skroniowej leży *ciemiączko sutkowe (fonticulus mastoideus)*. Obydwa ostatnio wymienione ciemiączka są zaledwie widoczne w czaszce noworodka.

Prócz tych kostniejących później dużych rozstępów międzykostnych mamy też mniejsze szczeliny czy to między poszczególnymi kośćmi, czy między beleczkami w obrębie tworzących się płyt kostnych. Wiemy

już, że płyty kostne tworzą się ze zgrupowanych promienisto beleczek, które początkowo są rzadkie, poprzedzielane dość szerokimi szczelinami, potem jednak przybywa ich coraz więcej, układają się coraz gęściej i zapełniają luki lub szerokie szwy międzykostne. Czasami wśród tych szczelin lub szwów tworzą się



Ryc. 400. Zarodek ludzki z końca 3-go tygodnia. Ł. S. 2. — drugi łuk skrzelowy, P. J.-Ż. — przewód jelitowo-żółtkowy, S. — serce, SOM — somity, SZ. — szypuła brzuszna, SZ. S. 1. — pierwsza szczelina skrzelowa, W. CZ. — wyrostek czolowy, W. SZ. D. — wyrostek szczęki dolnej, W. SZ. G. — wyrostek szczęki górnej, Z. G. — zatoka gębowa. Fotografia według modelu Hisa.

lin lub szwów tworzą się beleczkowate małe twory kostne, utrzymujące nadal swą samodzielność. Są one jakby włączone w szew i noszą nazwę wstawek szwowych (*ossicula intercalaria* sive *Wormiana*), mają wygląd płytek lub listewek wyodrębnionych wśród płyt kostnych. Uzupelnienia kostne, którymi zarastają ciemiączka, nazywamy kostkami śródcieniączkowymi (*ossicula fonticulorum*).

b) Kostnienie części twarzowej czaszki.

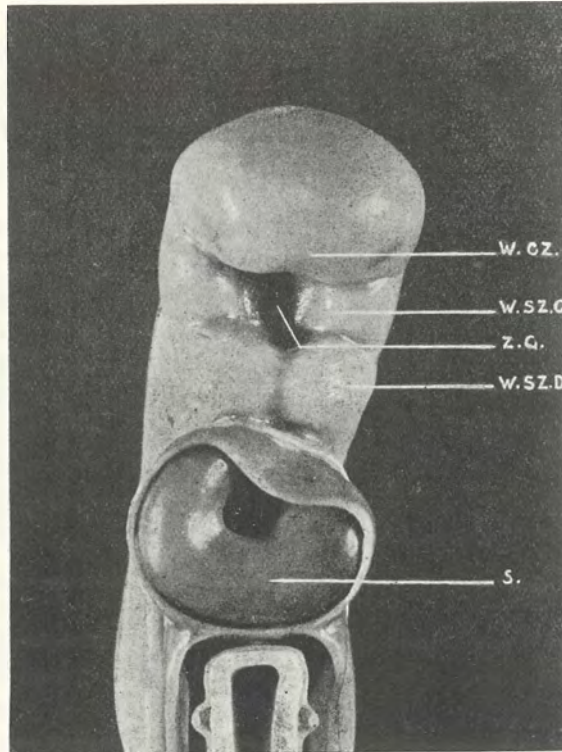
Część twarzowa czaszki czerpie niewiele materiału (bo tylko w okolicy nosa) z pierwotnej czaszki chrzęstnej układu nerwowego, a główna część kości powstaje przez kostnienie wśród tkanki łącznej. Także udział szkieletu chrzęstnego czaszki pierwotnej trzewiowej jest bardzo

ograniczony: chrząstka Meckela stanowi raczej wytyczną organizacji szczęki dolnej, ale sama bezpośrednio nie bierze wybitniejszego udziału twórczego. Ażeby zrozumieć dokładniej topografię rozkładu kości twarzowych i źródło skąd bierze się materiał do utworzenia tej części szkieletu, przypatrzmy się jak wygląda głowowy odcinek zarodka ludzkiego z końca trzeciego tygodnia embrionalnego. Obraz tej części zarodka daje nam ryc. 400. Największą część głowy zarodka zajmuje zawiązek mó-

zgu, rozszerzający się ku przodowi, zwłaszcza w obrębie tzw. wyrostka czołowego, który wypukla się mocno ku przodowi na obie strony. Dolny brzeg tego wyrostka stanowi zarazem granicę górną wejścia do przewodu pokarmowego, tj. embrionalnej jamy ustnej. Poniżej wyrostka czołowego leżą dwa wyrostki szczęki górnej, które otaczają jamę ustną, wreszcie jeszcze niżej dwa łuki, tzw. łuki szczęki dolnej, w których mieszczą się później chrząstki Meckela (Ryc. 400, 402).

Patrząc z boku na zarodka widzimy pod opisaną częścią łuki trzewiowe porozgradzane tzw. szczelinami skrzelowymi, o których obszerniej będzie później mowa.

Kości szczęki górnej (*maxillae superiores* — ryc. 400, W. SZ. G.) powstają w obrębie tkanki mezenchymatycznej wyrostka szczęki górnej. Początek tworzenia się kości zaznacza się po każdej stronie 5-ciu ogniskami kostnymi, które pojawiają się już w końcu drugiego miesiąca życia embrionalnego. Równocześnie w tkance mezenchymatycznej wyrostka czołowego powstaje szóste ognisko. Jądra wyrostka szczęki górnej zlewają się przy produkcji kości, tak że tworzą jednolitą kość, natomiast ognisko szóste powstałe w wyrostku czołowym tworzy zawiązek przyszłego wyrostka zębodołowego (*processus alveolaris*), na którym potem powstają siekacze. Ta część — na razie wyodrębniona od reszty szczęki górnej, zwana kością międzyszczekową (*os praemaxillare sive incisivum*) — zrasta się z przeciwległą, ale u noworodka pozostaje jeszcze oddzielona od kości szczękowych przez szew sieczny (*sutura incisiva*). Czasami to wyodrębnienie utrzymuje się jeszcze jako nieprawidłowość u człowieka dorosłego. Wymienione wyrostki otaczają zagłębienie gębowe (Ryc. 401 Z.G.).



Ryc. 401. Model głowy zarodka ludzkiego z końca 3-go miesiąca rozwoju, widziany z przodu. S. — serce, W. CZ. — wyrostek czołowy, W. SZ. D. — wyrostek szczęki dolnej, W. SZ. G. — wyrostek szczęki górnej, Z. G. — zatoka gębowa. Fotografia modelu Hisa.

Jama Highmora (*antrum Highmori sive sinus maxillaris*) rozwija się silniej dopiero w życiu pozazarodkowym. W 3-cim miesiącu życia płodowego zaznacza się po wewnętrznej stronie trzonu kości szczęki górnej rynienka, która zagłębia się w miąższ kości i rozrasta, tak że zajmuje swą pojemnością główną jej część.

Wyrostek podniebieniowy kości szczęki górnej (*processus palatinus maxillae superioris*) ogranicza jamę Highmora od dołu i zrasta się do przodu z kością międzyszczękową; między tymi kośćmi da się zauważyć szew sieczny. W przypadkach rozwoju nieprawidłowego, gdy się tworzy tzw. szczelina podniebieniowa, zrost tych kości w ogóle nie następuje.

Z przedłużenia wyrostków podniebieniowych ku stronie grzbietowej powstaje materiał na kość podniebieniową (*os palatinum*), która tworzy się po każdej stronie z ogniska widocznego w końcu drugiego miesiąca życia zarodkowego.

Kość licowa (*os zygomaticum*) tworzy się w końcu pierwszej połowy ciąży z kilku ognisk zespalających się w jedną całość.

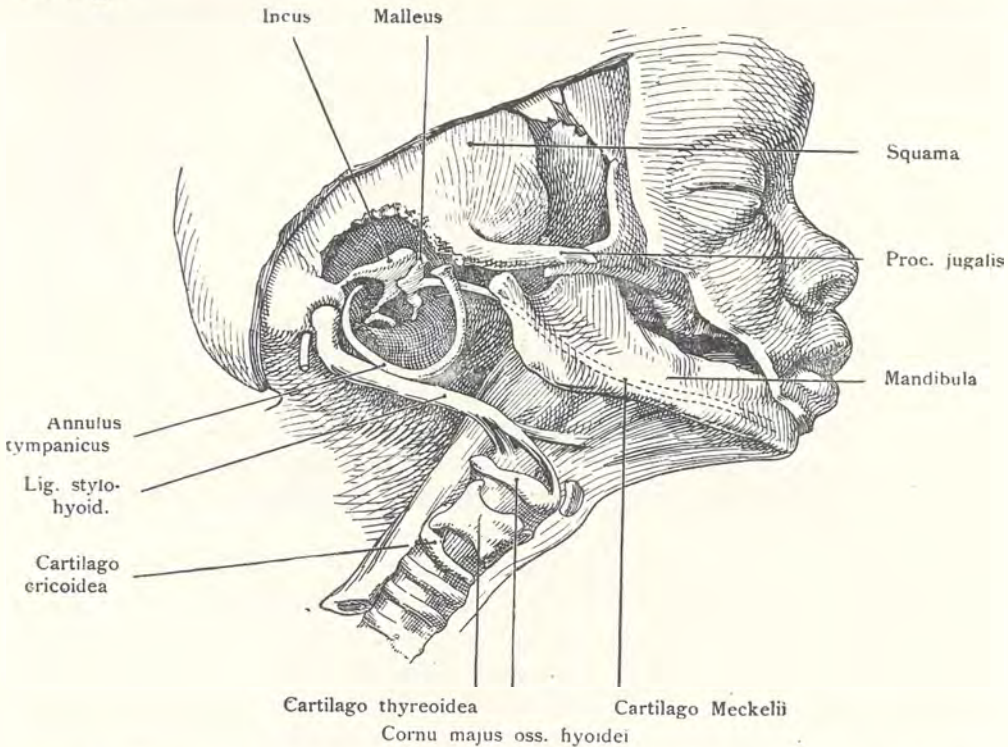
Kość nosowa (*os nasale*) ma związek z przednim odcinkiem okolicy sitowej w pierwotnej czaszce chrzęstnej. Ta kość należy do typu kości okładzinowych, podczas gdy przednie chrząstki nosa są wprost pozostałością czaszki chrzęstnej. Według innych poglądów (Mall) jest to rodzaj kości skórnej.

Kość łzowa (*os lacrimale*) tworzy się w tkance łącznej, ale na powierzchni chrząstki pierwotnej w sąsiedztwie kości nosowych. Kostnienie ma miejsce z jednego ogniska kostnego.

Lemiesz (*vomer*) jest kością tworzącą się wzdłuż przegrody chrzęstnej, znanej nam z opisu okolicy sitowej czaszki pierwotnej. Powstaje z dwóch przeciwległych jąder kostnych, które są podstawą twórczą dwóch blaszek kostnych, leżących na obu powierzchniach przegrody chrzęstnej. Blaszki pokrywając dwustronnie płytkę chrzęstną, która potem zanika, zrastają się później w jedną płytkę kostną.

Kość szczęki dolnej (*mandibula*) powstaje wzdłuż opisanej powyżej chrząstki Meckela, wśród tkanki łącznej zawiązka żuchwy, czyli pierwszego łuku trzewiowego. Chrząstka Meckela jest ściśle biorąc materiałem twórczym szczęki dolnej tylko w znikomym zakresie, ale jakby wytyczną kierunku tworzenia się kości. Listwa kostna, która się rozwija z jednego ogniska kostnego, układa się po zewnętrznej stronie chrząstki i jest od strony głowowej szeroka, a węższa w odcinku obwodowym. W końcu drugiego miesiąca życia zarodkowego listwa kostna przyjmuje już znamiennej postać żuchwy, a więc widać w niej zaznaczony trzon i wyrostek stawowy. Listwy obu stron łączą się ze sobą w przedniej części. Oddzielnie rozwijają się części chrzęstne przynależne do żuchwy: w okolicy jej kąta, na wierzchołku wyrostka skroniowego oraz na dolnym brzegu przyszłej bródki. Te chrząstki nie mają nic wspól-

nego z chrząstką Meckela, a kostnienie ich odbywa się przez oddzielne ogniska. Kostnienie właściwej chrząstki Meckela ma miejsce oddzielnie i tylko częściowo, a wtedy i ten materiał kostny dołącza się do tworzącej się żuchwy. Złączenie obu połów żuchwy w spojeniu żuchwowym dokonywa się w końcu pierwszego lub w drugim roku życia pozazarodkowego.



Ryc. 402. Kości powstałe z łuków skrzelowych w swym naturalnym ułożeniu w czasce. Według Kollmanna.

Kostki słuchowe (Ryc. 394, 395, 402) powstają, jak wiemy z opisu, z zawiązków chrzęstnych jako odcinki przyczaszkowe głównie pierwszego łuku trzewiowego. Zawiązki chrzęstne zaczynają kostnieć w piątym miesiącu, a w okresie urodzenia noworodka kostki są w całości skostniałe i mają długość ustaloną już na całe życie.

Młoteczek (*malleus* — ryc. 394, 395, 402) kostnieje z ogniska, które pojawia się najpierw w jego szyjce. Rozprzestrzenianie się kostnienia postępuje stosunkowo wolno, bo np. rękojeść ulega skostnieniu dopiero przed urodzeniem. Główna część młoteczka powstaje jako kość zastępcza z odcinka pierwotnej czaszki chrzęstnej. Jedynie tylko wyrostek przedni (*processus anterior sive Folii*) jest zbudowany z kości, która tworzy się w tkance łącznej i uzupełnia resztę organizacji młoteczka.

K o w a d e ł k o (*incus* — ryc. 394, 395, 402) kostnieje z ogniska zjawiającego się w górnej części łuku 1-go i potem rozrasta się przez kostnienie śródchrzęstne. Postać i rozmiary ostateczne osiąga z końcem życia płodowego.

S t r z e m i ą c z k o (*stapes* — ryc. 394, 395, 402) kostnieje z jądra leżącego w obrębie jego podstawy. Skostnienie następuje w 7-mym miesiącu. Przez resorpcję części materiału mocno rozszerzona podstawa strzemiączka zyskuje przed urodzeniem ostateczną postać.

Teorie powstania czaszki.

Poznaliśmy w dotychczasowych opisach rozwój kręgosłupa i czaszki niemal do stadium definitywnego. Rozważając organizację morfologiczną i bieg zjawisk rozwojowych dwóch głównych składników szkieletu osiowego, tj. kręgosłupa i czaszki, zadać sobie musimy pytanie, jaki jest wzajemny stosunek tych dwóch głównych części oraz stosunek genetyczny w znaczeniu rozwoju osobnikowego i szczepowego. Tym właśnie zagadnieniem zajmuje się teoria powstania czaszki.

Już w końcu XVIII w. poeta niemiecki G o e t h e, który, jak wiadomo, z wielkim zainteresowaniem zajmował się naukami przyrodniczymi, a w początku XIX w. niezależnie od Goethego O k e n zwrócił uwagę na pewne analogie w budowie czaszki, zwłaszcza tylnej jej części, z budową kręgosłupa. Teoria G o e t h e g o i O k e n a może być nazwana teorią kręgowego pochodzenia czaszki. Według tych zapatrywań analiza morfologiczna czaszki pozwala wyróżnić, przede wszystkim w tylnej, przylegającej do kręgosłupa części czaszki, budowę metameryczną, podobnie jak to widać w kręgosłupie. Autorowie ci upatrują także w budowie poszczególnych członów czaszki analogię z budową kręgow. Tak jak w kręgosłupie krąg jest elementem morfologicznym, podobnie można by, według Goethego i Okena, wykazać w organizacji czaszki zwierząt kręgowych takie człony choć zmodyfikowane. W kręgu, jak wiemy, wyróżnić można trzon, łuki grzbietowe z wyrostkiem ościstym, łuki brzuszne i kilka typów wyrostków. W części potylicznej czaszki widzimy w tej kości także trzon, przez który jak przez trzon kręgow biegnie u bardzo młodego zarodka struna grzbietowa. Rdzeń przedłużony otoczony jest przez pierścień kostny, przechodzący w łuskę kości potylicznej. Według wymienionych autorów cały ten pierścień odpowiada łukom grzbietowym, a w łusce kości potylicznej dopatrują się oni podobieństwa do wyrostka ościstego.

Jako drugi i trzeci zmodyfikowany krąg czaszkowy uznawano kość klinową. Jej siodło tureckie odpowiadałoby trzonowi; skrzydła tej kości, które zdążają do objęcia części mózgu, znać by można za niedorozwinięte łuki grzbietowe. Tak samo przednia część wraz z małymi skrzydłami stanowiłaby trzeci krąg czaszkowy. G o e t h e dopatrywał się 6-ciu

takich kręgów, O k e n tylko 4-ch; kiedy zaś później przyrodnicy zajęli się bliżej tym zagadnieniem, to analizy ich dawały różne wyniki odnośnie do liczby kręgów, z których jest złożona czaszka. Sam ten fakt wskazywałby na niedostateczne kryteria analizy i wielką dowolność w rozpoznaniu składników.

Ważnym krokiem naprzód na tym polu były wyniki pracy R a t h k e g o, który w swej analizie organizacji czaszki dochodzi do wniosku, że w budowie czaszki dadzą się wyróżnić dwa odcinki. Odcinek tylny ma według R a t h k e g o budowę kręgową: składa się mianowicie według niego z 4 kręgów, które organizują czaszkę, otaczającą mózg i do której należałoby zaliczyć niektóre kości twarzy, osłaniające początek przewodu pokarmowego. Inne kości twarzy natomiast są to składniki nowopowstałe, których związku z genezą kręgową czaszki nie można wykryć.

Teoria kręgowego pochodzenia czaszki, która początkowo znalazła licznych zwolenników, straciła z postępem badań przyrodniczych podstawy, na których można by ją było oprzeć. Niemniej jednak to postawienie zagadnienia stosunku czaszki do reszty szkieletu osiowego było pobudką do dalszej analizy tego problemu. Epokowe znaczenie ma w tym kierunku praca angielskiego autora H u x l e y'a. Opierając się na wynikach badań embriologicznych dochodzi Huxley do wniosku, że tylko wczesne okresy rozwoju kręgosłupa i czaszki wykazują analogiczne obrazy, gdy zarówno kręgosłup jak i podstawowa część czaszki przechodzą stadium chrzęstne. Jednakże droga, którą idzie dalej rozwój kręgosłupa i droga rozwoju pierwotnej czaszki chrzęstnej są zupełnie różne. W obrębie kręgosłupa w dalszym rozwoju utrwała się budowa członowa, a w obrębie czaszki zaciera się ona niemal zupełnie i tylko w niektórych miejscach wydobywają ją częściowo na widownię procesy osyfikacyjne. Jeżeli się więc widzi w czaszce ugrupowanie metameryczne, to należało by je uważać za coś wtórnego. W studiach swych Huxley podnosi fakt, dziś przez embriologów ogólnie uznany, że w historii rozwoju czaszki dadzą się wyróżnić dwie części genetycznie różne. Jedna to część, która przechodziła przez okres chrzęstny, czyli pierwotna czaszka chrzęstna, druga to system kości okładzinowych, to grupa kości, która nawet pod względem biegu kostnienia nigdy nie przypominała obrazów tworzenia się kręgów, a tym mniej pod względem układu metamerycznego.

Na podstawie takiej analizy dochodzi H u x l e y przede wszystkim do zaprzeczenia kręgowej genezy czaszki, a następnie do postawienia hipotezy, w myśl której czaszka da się podzielić na dwa odcinki: tylny i przedni. Odcinek tylny ma organizację, w której istniał okres ucłonowania, odcinek przedni nigdy takiego ucłonowania nie wykazywał. Charakteru tego ucłonowania, według H u x l e y'a, nie można sprowadzać do budowy kręgów zmodyfikowanych. Natomiast podobnie jak kręgosłup tak i tylny odcinek czaszki rozwinęły się z członów (somi-

tów), które w biegu rozwoju weszły na inną drogę różnicowania. W obrębie przyszłej czaszki zaciera się budowa segmentalna, a w tylnej części, tam gdzie ma powstać kręgosłup, utrwała się ona jeszcze mocniej. Wspominaliśmy już o strunie grzbietowej. Sięga ona tylko do pewnej granicy w tylnym odcinku czaszki. W przedniej części czaszki nie ma już struny grzbietowej.

Gruntowne pogłębienie teorii zapoczątkowanej przez Huxley'a zawdzięczamy Gegenbaurowi, który w swych studiach nad rozwojem czaszki ryb spodoustych zdobył nowy materiał faktyczny, dający się zużytkować dla spraw metamerii czaszki. Zasługą Gegenbaura jest wprowadzenie do dyskusji zagadnienia metamerii głowowej w innych narządach niż składniki kostne, przede wszystkim zaś metamerii układu nerwowego. Metamerię tę studiował Gegenbaur w obrębie nerwów mózgowych, a zagadnienie ucłonowania czaszki zmieniło się niejako w sprawę budowy metamerycznej głowy.

Gegenbaur stwierdza najpierw przynależność do segmentów, wchodzących w skład czaszki w odcinku głowowym, tych części, które dają podstawę rozwoju szczęki dolnej, kości gnykowej i dalszych łuków skrzelowych. Te partie odpowiadają według Gegenbaura łukom trzewiowym, które w obrębie kręgosłupa różnicują się w żebra.

Badając dalej przebieg i sposób odejścia od centralnego układu nerwowego nerwów mózgowych, stwierdza Gegenbaur, że zachowują się one podobnie w tylnej części głowy jak w obrębie tułowia, tzn. że charakter metameryczny tych nerwów da się wyraźnie wykazać. Nie tak jest w przedniej części, gdzie np. nerw węchowy i oczny inaczej odchodzą, inaczej się rozgałęziają.

Wreszcie Gegenbaur wskazuje, że przednia część czaszki organizuje się w inny sposób pod względem histogenetycznym aniżeli tylna. W tylnej tworzenie czaszki odbywa się przez zastępowanie chrząstki kością, w przedniej natomiast widać tworzenie się kości okładzinowych wśród tkanki łącznej skóry lub podniebienia.

Na zasadzie tych argumentów Gegenbaur dochodzi do przekonania, że w czaszce dadzą się wyróżnić dwa odcinki genetycznie różne. Odcinek tylny, czyli strunowy, sięga do odejścia nerwu błędnego, do miejsca gdzie kończy się struna grzbietowa; odcinek przedstrunowy sięga od miejsca odejścia nerwu błędnego ku przodowi.

Tyłna część czaszki u ryb spodoustych powstała według Gegenbaura przez specjalne wyróżnicowanie i przystosowanie 9 somitów. Na liczbę tę wskazuje nie tylko organizacja szkieletu tylnej części głowy, ale i ilość nerwów mózgowych tam odchodzących, a nadto ilość łuków trzewiowych porozgradzanych szczelinami, wyposażonych w naczynia ułożone segmentalnie.

Przednia część czaszki jest tworem, którego organizacja jest wyrazem przystosowania do po-

mieszczenia narządów zmysłowych oraz odpowiedniego obramowania przedniego odcinka przewodu pokarmowego, względnie także oddechowego.

Badania, prowadzone później (van Wijhe, Balfour, M. Marshall, Dohrn, Fürbringer, Froriep, Stöhr, Gaupp, Boeke itd.) szły w kierunku wskazanym przez Gegenbaura. W zagadnienie genezy czaszki, a właściwie genezy głowy włączano coraz nowe narządy różnicowane z coraz większej ilości materiału zarodkowego. Wzięto więc pod uwagę nie tylko różnicowanie części szkieletowych i nerwów mózgowych, ale także inne składniki metamerycznego utkania zarodkowego, w szczególności odcinki mezodermy i jej pochodnych, a przede wszystkim miomery głowowe i mezodermę brzuszną oraz objęte nią odcinki jamy ciała przynależne do tych somitów. Mięśnie spotykane w obrębie głowy starano się związać genetycznie z miomerami głowy; mięśnie oczne, jak stwierdzono, pochodzą z 3 miomerów położonych do przodu od pęcherzyka słuchowego.

Badania te jednak nie zaznaczyły się dużym postępem w kierunku najważniejszych zagadnień głowy. Dziś stoimy na stanowisku może bardziej sprecyzowanym (Froriep) niż za czasów Gegenbaura, ale niezbyt od tamtych zapatrywań różnym.

Część przednia sięgająca do nerwu błędnego stanowi filogenetycznie praczaszkę (*palaeocranium*), która zawdzięcza swe powstanie głównie kościom okładzinowym i jest zorganizowana w przystosowaniu do pomieszczenia układu zmysłowego.

Część tylna czaszki jest narządem filogenetycznie młodszym; jest to część czaszki nowozorganizowana (*neocranium*) i powstała ze zróżnicowanych odpowiednio somitów. Ilość ich waha się zależnie od badanego gatunku: u jednych złożyło się na nią 4 (Ryc. 390, 391 S.), u innych gatunków więcej, aż do 9 somitów. Czasem wygląda tak jakby somity, które wchodzi gdzieś indziej w skład kręgosłupa, były zasymilowane przez samą czaszkę. Niektórzy autorowie (A. Dohrn) przyjmują możliwość pozornej redukcji ilości somitów przez stapianie się kilku w jeden człon.

3. ROZWÓJ SZKIELETU OBWODOWEGO

Odnóża występują u zwierząt kręgowych w dwóch postaciach: jako odnóża nieparzyste (*pinnae*) i parzyste (*pterygia*). Omówimy oddzielnie rozwój tych dwóch kategorii.

1. Odnóża nieparzyste (*pinnae*) spotykamy jedynie u ryb i larw płazów. Są to listwowe wyrostki ciała ułożone w linii jego osi, i to w ten sposób, że biegną albo jednociągłe w płaszczyźnie symetrii (np. u lancetnika) i wtedy wzdłuż grzbietu, ogona, brzucha, stanowiąc

jak gdyby obwodowe zaostwienie całego ciała albo też tworzą pasma przerywane.

Powstawanie pletwy sygnalizują zmiany w nabłonku, który staje się w danym miejscu walcowatym, wysokim, ewentualnie wielowarstwowym. Komórki nabłonka rozmnażają się tworząc fałd, między blaszki którego wciska się tkanka mezenchymatyczna, stanowiąca podkład dla nabłonka i zarazem materiał do utworzenia części szkieletowych. Najczęściej tam nawet, gdzie pletwy mają być niejednociągłe, powstaje początkowo listwa jednolita, z której później dopiero degenerują poszczególne odcinki rozdzielając jednolity zawiązek na oddzielne pasma.

Tkanka mezenchymatyczna, przeznaczona w pletwie do wytworzenia jej szkieletu, zagęszcza swe komórki, i to w ten sposób że się szeregują tworząc zawiązki promieni, biegnących równoległe do siebie w obrębie pletwy. Pasma zgęszczonej mezenchymy stanowią tkankę tzw. przedchrzęstną, która później ulega chrzęstnieniu, a ewentualnie u wielu gatunków chrząstka kostnieje. Promienie leżące u podstawy pletwy grzbietowej, tzw. promienie wewnętrzne, podpierające pletwę, dzielą się najczęściej potem poprzecznie na trzy odcinki, leżące w jednej linii. Prócz szkieletu wewnętrznego pletw powstawać mogą w wolnej pletwie zewnętrzne promienie szkieletowe, które są produktem rogowym lub kostnym komórek mezodermalnych.

2. Odnóży parzyste (*pterygia*) tworzą się we wszystkich grupach zwierząt kręgowych począwszy od ryb, gdzie powstają one jako pletwy parzyste (piersiowe i brzuszne).

Zawiązkiem pierwszym odnóży parzystych są u płazów dwie pary wyrostków, zaznaczających się w okolicy przedniego i tylnego odcinka tułowia, natomiast u owodniowców, począwszy od gadów, powstawanie odnóży wiąże się z parzystą, wznoszącą się po stronach ciała listwą, tzw. listwą Wolffa (Ryc. 339 L. W.). Zaczyna się ona w okolicy serca mocnym łopatkowatym zgrubieniem bocznej ściany ciała (Ryc. 339 O. G.), biegnie wzdłuż prawie aż do końca brzucha i tam tworzy znowu zgrubienie łopatkowate (Ryc. 339 O. D.). Znajdująca się między tymi dwoma łopatkowatymi potem pączkowatymi wypukleniami listwa zaciera się, natomiast na początku i na końcu listwy zaznaczające się pączki stanowią zawiązki przedniej i tylnej pary odnóży. Przednia para zawiązków pozostaje w związku z miotomami szyjnymi, natomiast tylna para odpowiada okolicy somitów lędźwiowych.

Dwie pary tych zawiązków pączkowatych, widoczne u człowieka już w 4-tym tygodniu życia zarodkowego, rosną wzdłuż i wtedy na każdym odnóży dadzą się wyróżnić dwa odcinki: szypuła odchodząca od tułowia i jej zakończenie łopatkowate, przyplaszczone, które jest zawiązkiem przyszłej ręki, względnie stopy. Niebawem daje się stwierdzić zgięcie szypuły. To zgięcie odpowiada przyszłej okolicy łokciowej, lub

kolanowej na dolnym odnózu. Tak więc obecnie dadzą się wyróżnić trzy odcinki na każdym odnózu: ramię (udo), przedramię (przedudzie), ręka (stopa). Widoczne na zewnątrz zawiązki odnóży górnych i dolnych zyskują połączenie ze szkieletem osiowym przy pomocy tzw. luków, mianowicie łuku barkowego i łuku biodrowego. Części składowe tych dwóch luków są na zewnątrz ciała niewidoczne, lecz leżą wśród tułowia w obrębie różnicujących się pokładów mięsnych.

Obwodowa część odnóży górnych i dolnych ma, jak była o tym mowa, kształt łopatki, która odpowiada przyszej ręce, wzgl. stopie. W obrębie zawiązka ręki, wzgl. stopy, zarysowują się w końcu 4-go tygodnia promienie, biegnące wzdłuż tej płytki (Ryc. 340, 403), które są pierwszym pojawieniem się szkieletu palców. Promienie te wyrastają jak małe pączki nieco poza brzeg zawiązka łopatkowatego dłoni, wzgl. stopy, ale równocześnie dają się zauważyć między zawiązkami promienistymi palców, przeświecającymi przez tkankę płytki końcowej, jakby wgniecenia podłużne, rozdzielające wzdłuż te promienie (Ryc. 404, 405). Są one widoczne dwustronnie i stają się coraz głębsze, tak że z biegiem czasu palce są rozdzielone tylko błoną, która utrzymuje się u niektórych gatunków jako błona pływna, a u innych zanika lub pozostaje chyba jako anomalia.

W trzecim miesiącu tworzą się na skórze od strony wewnętrznej także zgrubienia poduszeczkowate podstawowych falang palców na brzegach przyszego śródrezcza, lecz z biegiem rozwoju wyrównują się one, a natomiast pojawiają się linie będące podstawą rysunku dłoni.

W ciągu rozwoju dokonują się w obrębie odnóży zmiany, polegające na przemieszczeniach i pewnego rodzaju obrotach. Co do przemieszczeń: odnóży górne leżą pierwotnie wyżej, tzn. bliżej głowy, aniżeli to ma miejsce później. Łopátka u zarodka 5-tygodniowego, jak wykazał Lewis, sięga czwartego kręgu szyjnego (Ryc. 408); tymczasem z końcem szóstego tygodnia jej górny odcinek znajduje się na wysokości pierwszego żebra, a kąt dolny, który przed dwoma tygodniami leżał przy 1-szym żebrze, schodzi na wysokość 5-tego żebra. Podobny kierunek przemieszczenia przyjmuje łuk biodrowy: związany z okolicą lędźwiowo-krzyżową przesuwa się on w kierunku ogona (Ryc. 410, 411, 412).

Ruchy obrotowe zawiązków odnóży obejmują albo całość zawiązka odnóży w stosunku do osi ciała, albo też obejmują poszczególne stawy rozwijającego się odnóży, albo partie leżące między poszczególnymi stawami. Początkowo związek odnóży ma kształt krótkiej łopatki (Ryc. 338, 339), która długą swoją osią ustawiona jest wzdłuż osi

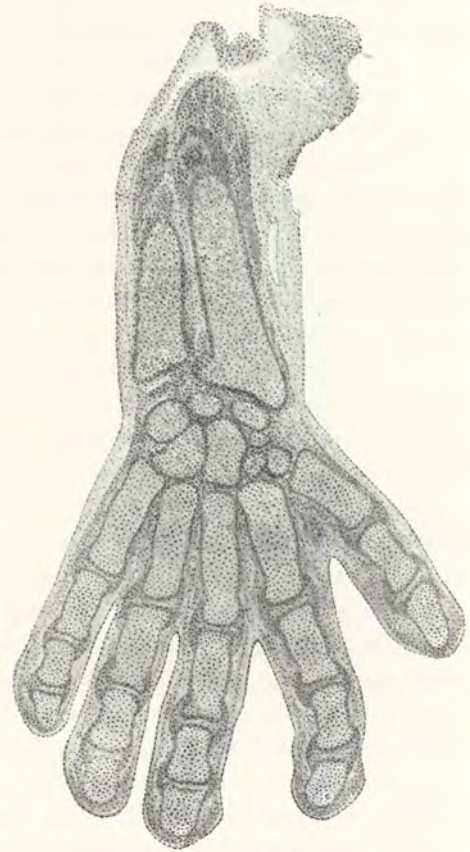


Ryc. 403. Ręka zarodka ludzkiego z połowy 2-go miesiąca (zarodek dl. 13 mm) Początek tworzenia się palców. Według preparatu zakł. biol.-embriol. U. J.

ciała. Powierzchnia jedna zwrócona jest ku grzbietowi zarodka i ta jest nieco wypukła; druga, dłoniowa, po stronie brzusznej, jest płaska. W dalszym rozwoju następuje zmiana: powierzchnia dotąd grzbietowa jest teraz zwrócona ku stronie głowowej, powierzchnia płaska, leżąca dawniej po stronie brzusznej, obraca się ku ogonowi. Wreszcie następuje zgięcie

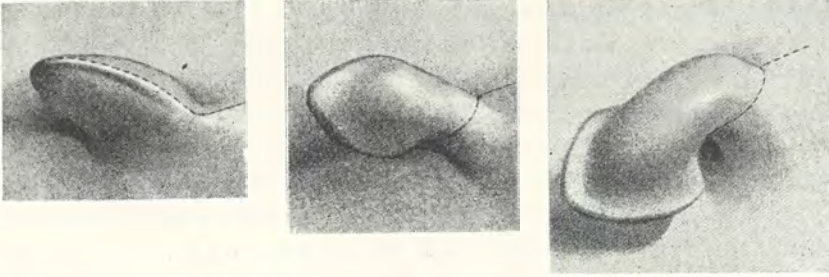


Ryc. 404. Zrekonstruowany z szeregu skrawków przekrój ręki zarodka ludzkiego z połowy 2-go miesiąca (długości 14 mm). Falangi końcowe jeszcze nie zawiązane, poszczególne palce jeszcze mało rozdzielone. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.



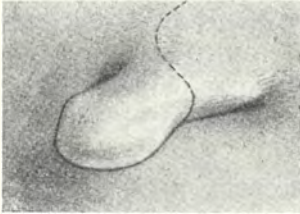
Ryc. 405. Zrekonstruowany z szeregu skrawków przekrój przez rękę zarodka ludzkiego z początku 3. miesiąca (długości 27 mm). Wszystkie falangi już chrzęstne, palce już rozdzielone. Według preparatu zakładu biol.-embr. U. J.

odnóża, tzw. zgięcie łokciowe. Wynikiem jego jest zbliżenie powierzchni dłoniowej do ściany ciała, względnie ściany brzusznej. Ryc. 406, 407 *a*, *b* podają nam przebieg tych przemian ułożenia odnóża w stosunku do osi ciała. U człowieka ma miejsce jeszcze jakby obrót zawiązka główki kości promieniowej stawu łokciowego dokoła kości szprychowej (Ryc. 407 *b*).



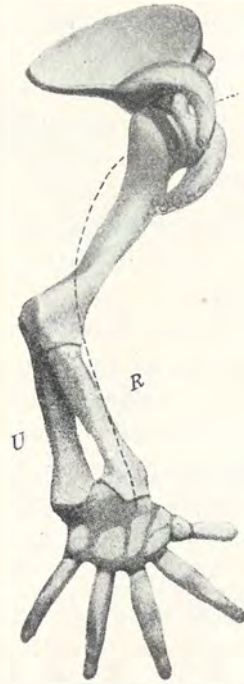
Ryc. 406. Prawe przednie odnóże jaszczurki w trzech różnych stadiach wykazujących obroty odnóża embrionalnego. Według Brausa.

Znacznie mniejsze przesunięcia dokoła własnej osi wykonuje odnóże dolne, którego zawiązek łopatkowaty ustawia się niebawem w ten sposób, że powierzchnia stopowa zwrócona jest ku ścianie ciała, odnóże zaś osią swą układa się równolegle niemal do części ogonowej kręgosłupa (por. ryc. 340).



Ryc. 407 a.

Ryc. 407 a, b. Prawe przednie odnóże zarodka ludzkiego w dwóch różnych stadiach wykazujących obroty odnóża embrionalnego. Linia kreskowana oznacza ślad przebytych obrotów. R — radius, U — ulna.
Według Brausa.



Ryc. 407 b.

Odnóża są tworami, które należą nie do jednego metameru ciała, ale do kilku poza sobą leżących. Dowodzi tego stosunek do miomerów, z których kilka współdziała w utworzeniu muskulatury odnóża. Tak samo unerwienie odnóża pochodzi z pni nerwowych należących do kilku somitów.

Szkielet odnóży pod względem histogenetycznym przechodzi te same zmiany, jakie poznaliśmy np. w kręgach, a więc stadium blastematyczne, czyli mezenchymatyczne, stadium chrzęstne i kostne. Pierwszy zawiązek materiału twórczego w środku pączka odnóżowego stanowi tkanka mezenchymatyczna, która wrasta w fałd ektodermalny będący pierwszym zawiązkiem listwy Wolffa. Materiał mezenchymatyczny przeznaczony do utworzenia szkieletu zagęszcza się mocno w pierwszy zawiązek części szkieletowych. Ten materiał mezenchymatyczny pozostaje najprawdopodobniej w związku genetycznym z ścienną blaszką otrzewnową mezodermy. Komórki odpowiednich miomerów biorą także najprawdopodobniej udział w dostarczaniu materiału do organizacji odnóży. Wiele też faktów wskazuje na przynależność odnóży do strony brzusznej ciała. W utkaniu mezenchymatycznym nie można wyraźnie odróżnić poszczególnych części szkieletowych odnóży, a materiał twórczy całego szkieletu począwszy od łuku barkowego, wzgl. biodrowego, stanowi jakby jeden jednolity odlew. Tu i ówdzie widać tylko pewne przerwy ciągłości lub wcięcia, które miejscami można wprowadzać w związek z granicami przyszłych odcinków szkieletu.

Dopiero okres chrzęstnienia jest początkiem podziału szkieletu na odcinki charakterystyczne dla szkieletu odnóży. Później pojawiające się ogniska kostne odpowiadają składnikom wyodrębnionym już w szkielecie chrzęstnym odnóży. Zawiązki chrzęstne różnych kości, które się tworzą w odnóżach, cechuje w przybliżeniu równa wielkość. To znaczy, że np. chrząstki pierwotne, służące do utworzenia kości ramieniowej i falang palców, nie różnią się od siebie rozmiarami albo przynajmniej niewiele.

Kolejności powstawania chrząstek do utworzenia składników szkieletu odnóży nie będę tu szczegółowo omawiał. Zasadniczo tworzenie chrząstek odbywa się od strony tułowia ku obwodowi. Potem jednak rozrost chrząstek idzie nierównomiernie, tak że w rezultacie już w okresie chrzęstnym znajdują swój wyraz proporcje składników szkieletowych.

Kostnienie szkieletu odnóży odbywa się jako tworzenie kości zastępczych. Kostnienie przebiega typem ochrzęstnym i śródchrzęstnym, a co do kolejności kostnienia poszczególnych kości, to jest ona mniej więcej ta sama co i kolejność chrzęstnienia.

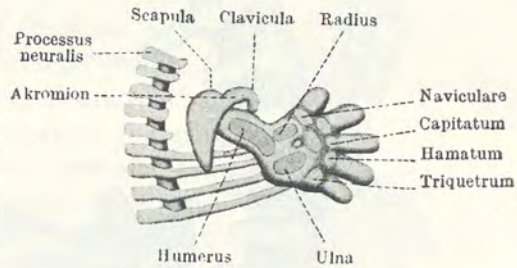
Rozwój składników szkieletu odnóży.

Wiemy, że zawiązki przedchrzęstne szkieletu odnóży, a zatem złożone z tkanki mezenchymatycznej, powstają w drugim miesiącu życia zarodkowego, i to jednolicie dla całego odnóży: zarówno dla szkieletu łuku jak i dla wolnej kończyny.

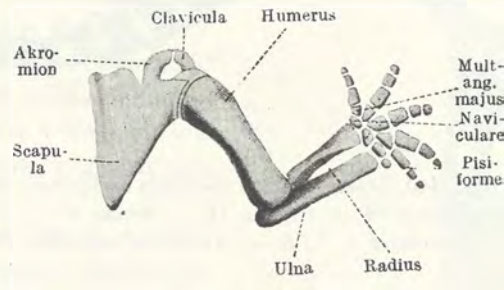
Chrzęstnienie wyodrębnia już poszczególne składniki. W łuku barkowym powstaje jako jeden odlew zawiązek łopatki chrzęstnej

i kości kruczej (*coracoscapula* — ryc. 408, 409), natomiast obojczyk tworzy się oddzielnie i niektórzy anatomowie (Gegenbaur, Cornin g) uważają, że tylko część obojczyka przechodzi stadium chrzęstne, w drugiej zaś jego części kość powstaje wprost z tkanki łącznej. Zdaje się, że stadium chrzęstne jest niezmiernie krótkotrwałe i nieraz robi wrażenie nie doprowadzonego do końca, tzn., że masa ta kostnieje, zanim mezenchyma zdąży utworzyć chrząstkę. Łopatka kostnieje z trzech ognisk, które pojawiają się mniej więcej w środku łopatki chrzęstnej. Kość rozprzestrzenia się stąd ku obwodowi łopatki jednak stosunkowo powoli, gdyż jeszcze w chwili urodzenia noworodka brzeg łopatki i połączenie z kością kruczą są utkania chrzęstnego. Ognisko powstające w kości kruczej doprowadza do skostnienia jej dopiero po urodzeniu.

Rozwój miednicy rozpoczyna się jak i rozwój łuku barkowego od mocnego zagęszczenia tkanki mezenchymatycznej, która stanowi zupełnie jednolitą całość z zawiązkiem szkieletu wolnego odnóża. Ale przynajmniej topograficznie w obrębie tego przedchrzęstnego zawiązka łuku miednicznego da się wyróżnić dwie części: grzbietową, która zawiera zawiązek przyszłej kości biodrowej oraz brzuszna, zawierającą zawiązek kości łonowej i kulszowej. Chrzęstnienie tego zawiązka sprowadza również wyodrębnienie trzech przyszłych składników szkieletowych, co ujawnia się dopiero po rozpoczęciu kostnienia, wychodzącego z trzech odrębnych ognisk kostnych. Równocześnie następuje obsunięcie łuku miednicznego z okolicy dolnej lędźwiowej mniej więcej w okolicę połowy kości krzyżowej (Ryc. 410—412). Kostnienie, które rozpoczyna się w miednicy w trzecim miesiącu życia zarodkowego dla kości biodrowej, w czwartym dla kości kulszowej, a w piątym dla łonowej, przeciąga się daleko poza życie śródmaciczne. W okresie urodzenia np. brzeg kości biodrowej (*crista ossis ilei*) jest jeszcze chrzęstny, a p a n e w k a b i o-

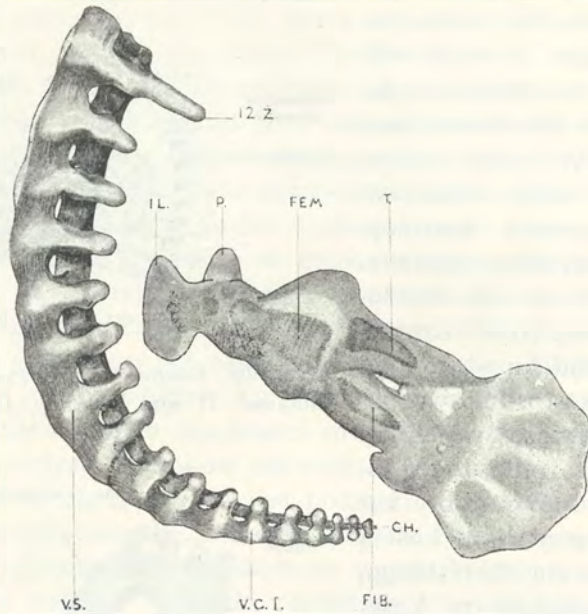


Ryc. 408. Górne odnóże zarodka ludzkiego, długości 11 mm. Według Lewisa z Fischla.

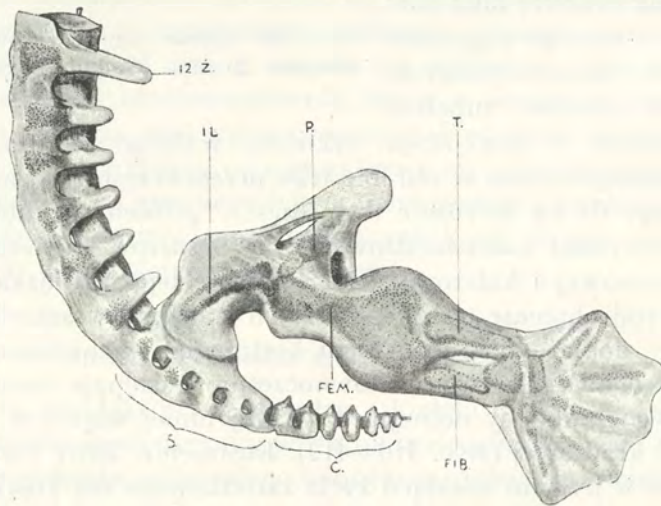


Ryc. 409. Górne odnóże zarodka ludzkiego, długości 20 mm. Według Lewisa z Fischla.

dr o w a (*acetabulum*) staje się jednolicie kostną dopiero w 3-cim roku życia pozapłodowego, ale aż do pokwitania, a nieraz do 16-go roku życia, trzy kości miednicy utrzymują swą odrębność. Dopiero po 20-tym



Ryc. 410. Dolne odnoże zarodka ludzkiego długości 11 mm. CH. — Chorda, FEM. — Femur, FIB. — Fibula, IL. — Ilium, P. — Os pubis, T. — Tibia, V. C. I. — Vertebra caudalis I, V. S. — Vertebra sacralis, 12. Ż. — 12. żebro. Według Bardeena.



Ryc. 411. Dolne odnoże zarodka ludzkiego, długości 14 mm. C. — Vertebrae caudales, FEM. — Femur, FIB. — Fibula, IL. — Ilium, P. — Os pubis, S. — Os sacrum, T. — Tibia, 12. Ż. — 12. żebro. Według Bardeena.

roku życia następuje zrośnięcie miednicy, w ten sposób że stanowi ona jednolity zespół kostny.

Przechodzimy teraz do opisu organizacji wolnego odnoża.

Tworzenie się szkieletu wolnych odnoży rozpoczyna się od stadium zagęszczenia tkanki łącznej w obrębie zawiązków odnoży górnych i dolnych. W stadium przedchrzęstnym odnoża górnego i dolnego widać, że ta zagęszczająca się coraz mocniej tkanka łączna tworzy pasmo jednociągłe, zawierające materiał na szkielet odnoża, stanowiący obecnie tzw. skleroblast. Już w tym okresie zarysowuje się kształt przyszłych kości odnoża¹⁾. Ten skleroblast ulega schrzętnieniu, a więc kształt przyszłych kości jest niejako odtworzony w chrząstce. Chrzętnienie postępuje od okolic bliższych tułowia ku obwodowi, prócz nadgarstka (*carpus*) i nastopka (*tarsus*), które kostnieją najpóźniej (Ryc. 413, 414).

Kostnienie szkieletu chrzęstnego odbywa się według zasady znanej z rozdziału o histogenezie tkanki kostnej, tj. że kości krótkie i nasady kości długich kostnieją śródchrzęstnie, a trzony kości długich ochrzęstnie.

Okres trwania chrzętnienia jest stosunkowo długi, gdy liczy się od początku tworzenia chrząstki aż do ostatecznego jej zastąpienia przez kość. Nie będę go podawał szczegółowo dla każdej kości, lecz zaznaczę tylko dla przykładu, że początek kostnienia kości ramieniowej ma miejsce w 7—8 tygodniu, a więc w 2-gim miesiącu życia płodowego. Nasady kostnieją w 3—5 roku życia pozamacicznego, a kostnienie całej kości i zrosty nasad z trzonami kończą się między 20—22 rokiem życia.

Te same zasady obowiązują dla odnoży dolnych: i tak początek kostnienia w trzonie kości udowej ma miejsce w 7 tygodniu życia zarodkowego, w główce kości udowej w 3—4-tym roku, a kostnienie jest ukończone między 18—24 rokiem.



Ryc. 412. Dolne odnoże zarodka ludzkiego 33 mm długiego. Według Bardeena.

¹⁾ Dla składników odnoży zarodków wprowadzono (Braus) specjalne nazwy: a) *Stylopodium* — ramię wzgl. udo, b) *Zeugopodium* — przedramię wzgl. przedudzie, c) *Autopodium* — ręka wzgl. stopa, u której można wyróżnić: α) *Basidipodium* — przedręcze (-stopie), β) *Metapodium* — śródrezcze (-stopie), γ) *Acropodium* — palce z ich ucłonkowaniem.

Rozwój połączeń międzykostnych. Stawy.

W życiu zarodkowym powstają między sąsiednimi i stykającymi się ze sobą odcinkami kości tarcze międzykostne. Są one utkania mezenchymatycznego i ewentualnie wykazują konsystencję zgęszczoną, tak jak widzieliśmy w materiale przedchrzęstnym. Istotnie bowiem przechodzą one bezpośrednio w chrząstki odcinków, leżących za sobą lub w ich błony ochrzęstne. Od dalszego losu tej tarczy zależny jest rodzaj zespolenia kości.



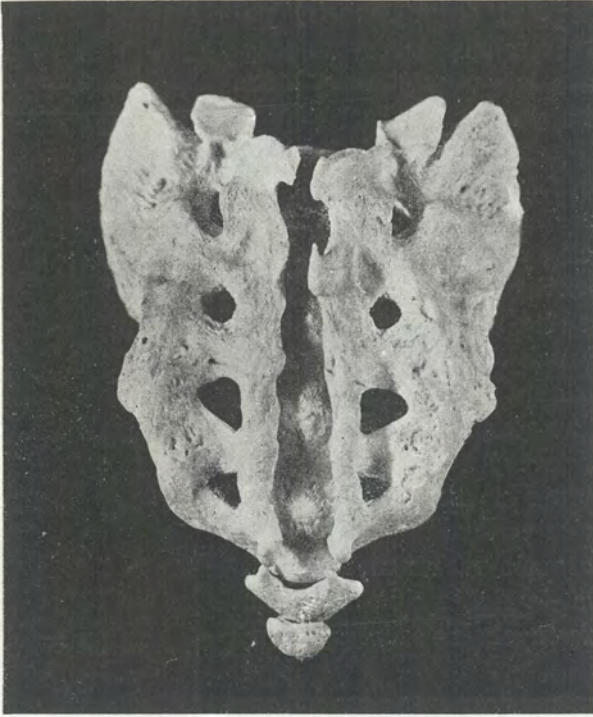
Ryc. 413. Prześwietlone odnóże górne pięciomiesięcznego zarodka ludzkiego. Ze zbiorów zakładu biolog-embriol. U. J.



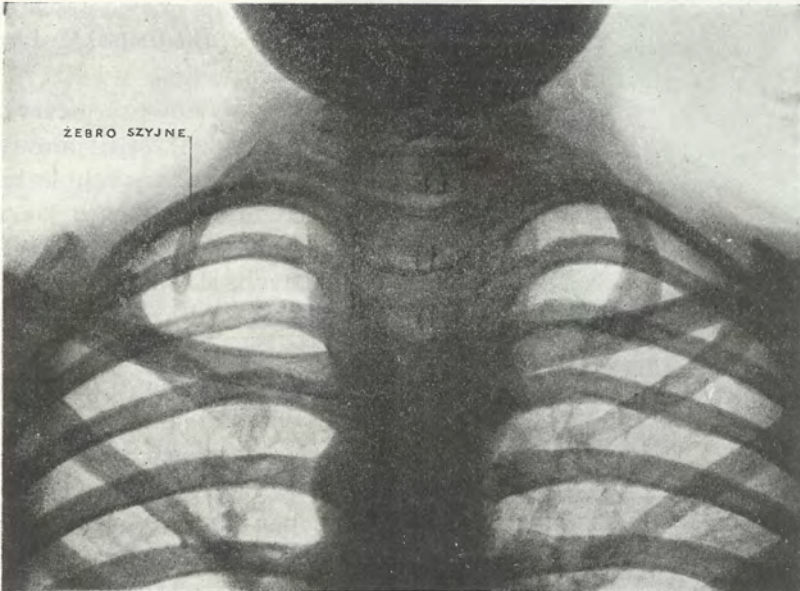
Ryc. 414. Prześwietlone odnóże dolne pięciomiesięcznego zarodka ludzkiego. Chrzątka jest prześwietlona, tylko tkanka kostna jest ciemno zarysowana. Ze zbiorów zakł. biolog.-embriol. U. J.

Najmniejsze stosunkowo modyfikacje potrzebne są, gdy chodzi o zorganizowanie takich połączeń międzykostnych, jakie spotykamy między kręgami. Tam elastyczne tarcze międzykręgowe (*disci intervertebrales*)¹⁾ różnicują się z tarczy międzykostnych, w utworzeniu których brała udział (por. str. 45) zmodyfikowana struna grzbietowa, a nadto w tej organizacji dopomagała mezenchyma. Bądź co bądź to urządzenie, które widzimy w połączeniu międzykręgowym najmniej odstąpiło od stosunków zarodkowych.

¹⁾ Dawniejsza nazwa: *ligamenta intervertebralia*.



Ryc. 415. Szczelina kręgowa kości krzyżowej. Według preparatu zakładu anat. opis. U. J.



Ryc. 416. Żebra szyjne. Rentgenogram.

Więzozrost (*syndesmosis*) powstaje przez przemianę tarczy międzykostnej w tkankę łączną włóknistą, która spaja dwie stykające się kości.

Chrzęstozrost (*synchondrosis*) tworzy się przez zmianę tarczy międzykostnej w chrząstkę, a oba te typy stanowią kategorię ciągłych połączeń kości.

Tej kategorii przeciwstawiamy stawy czyli ruchome połączenia kości (*diarthrosis*). Zasadniczym procesem przy powstaniu stawów jest tworzenie się jamy stawowej wśród tarczy międzykostnej. W tarczy takiej widać najpierw rozluźnienie się tkanki mezenchymatycznej, tak że wytwarza się poprzeczna szczelina w masie mezenchymy przedzielającej dwa do siebie zbliżone końce odcinków chrzęstnych. Ta szczelina dzieli

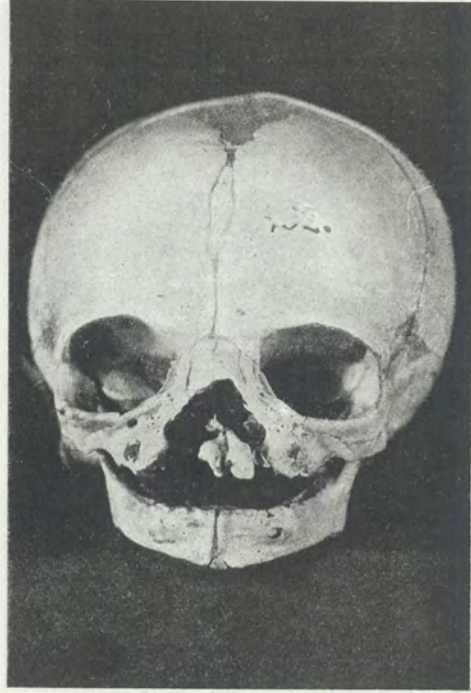


Ryc. 418. *Cheiloschisis unilateralis*. Z muzeum zakładu anatomii patolog. U. J.



Ryc. 417. *Fissura sterni* zarodka ludzkiego. Ze zbiorów zakładu anat. opis. U. J.

więc masę mezenchymy międzychrzęstnej na dwa pokłady, z których każdy pokrywa jedną powierzchnię naprzeciwległych chrzęstnych składników szkieletowych. Pozostała tu tkanka mezenchymatyczna stanowi materiał do utworzenia pochewki stawowej i błon wyścielających staw, to znaczy ochrzęstnej stawowej i torebek maziowych. Oprócz tego organizują się z tkanki blastematycznej tarczy międzykręgowej dodatkowe pomoc-



Ryc. 419. *Cheiloschisis bilateralis*. Według okazu zakładu anatomii patolog. U. J.

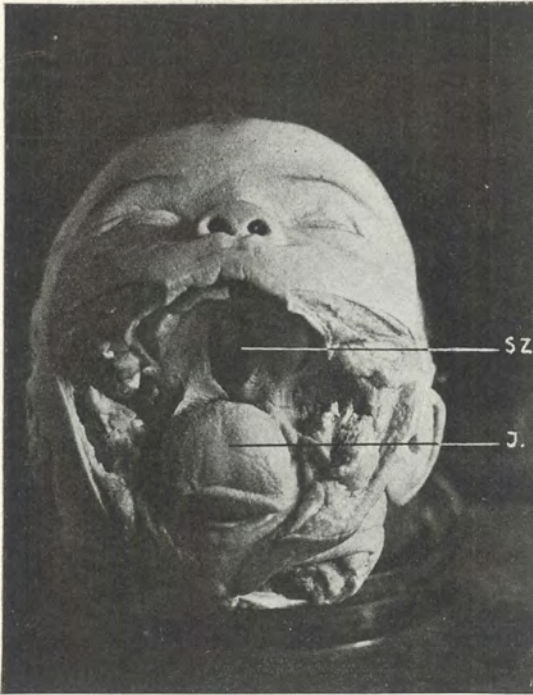
Ryc. 420. *Cheiloschisis bilateralis*; czaszka z muzeum zakładu anat. opis. U. J.

nicze narządy stawowe, a więc więzadła śródstawowe (np. więzadło obłe w stawie biodrowym, więzadło krzyżowe w stawie kolanowym itp.).

Jeżeli powierzchnie chrząstek, które wchodzi w skład stawu, nie są do siebie odpowiednio dostosowane — jak np. w stawie kolanowym człowieka — wtedy z tarczy międzykostnej, mianowicie z jej warstwy środkowej, tworzy się płytka lub płytki śródstawowe chrząstne, rozdzielające taki staw niejako na dwa piętra. Oprócz tego rozdzielona jest jama stawowa, tak że jedna jej część zamyka się między chrząstką śródstawową a jednym odcinkiem szkieletowym, druga między tą samą chrząstką a drugim składnikiem szkieletowym stawu. Za przykład może służyć staw kolanowy.



Ryc. 421. Szczelina twarzowa zagojona już w życiu płodowym. Według Kraskego z Schwalbego.



Ryc. 422. *Palatoschisis*. J. — język, SZ. — szczelina w podniebieniu. Z muz. zakł. anat. pat. U. J.



Ryc. 423. *Cyclopia*. Z muzeum zakładu anat. patol. U. J.

Powstawanie stawów, w czasie gdy funkcja mięśni i wzajemne ocieranie się o siebie składników szkieletowych nie rozpoczęły się jeszcze, wskazuje wyraźnie na to, że organizacja stawów nie jest następstwem czynności, które dany ustrój wykonywa, ale jest zjawiskiem procesu morfotycznego, odziedziczonego przez dany organizm.

ZBOCZENIA ROZWOJOWE CZĘŚCI SZKIELETOWYCH KRĘGOSŁUPA, GŁOWY I ODNÓŻY

Zboczenia rozwojowe w obrębie kręgosłupa. Jako zboczenie rozwojowe spotyka się zmienioną liczbę kręgów. Stosunkowo często występuje 6 zamiast 7 kręgów szyjnych, albo też zwiększenie liczby o 1—2 kręgów w obrębie części piersiowej, krzyżowej lub ogonowej.

Niezamknięcie łuków grzbietowych, czyli tzw. szczelina kręgowa, występuje najczęściej jako następstwo niedomknięcia rynienki rdzeniowej centralnego układu nerwowego (Ryc. 415); zboczenia te omawiać będziemy w rozdziale o rozwoju tegoż układu.

Nieprawidłowe zwiększenie liczby żeber widzimy w przypadkach rozwoju nadliczbowych żeber zwłaszcza w części szyjnej lub lędźwiowej kręgosłupa (Ryc. 416).



Ryc. 424. Cyklop posiadający ryjek (*proboscis*). Z muzeum zakładu anat. patol. U. J.



Ryc. 425. *Amelia*. Według preparatu zakładu anat. patol. U. J.

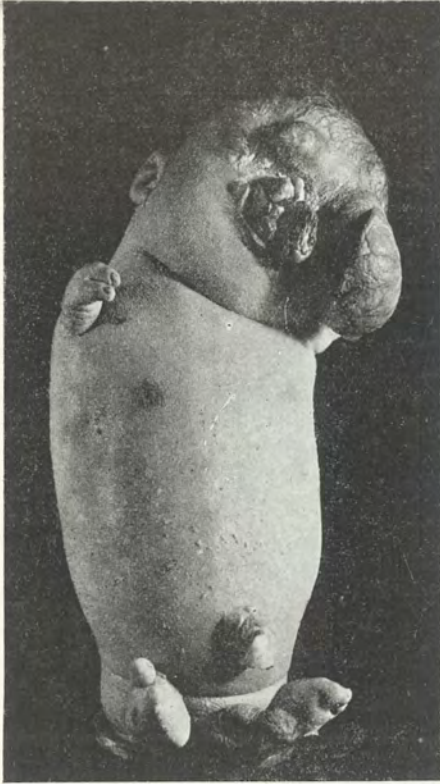
Szczeliny mostka (*fissurae sterni*) wynikają z niezrastania się listw tworzących mostek i występują albo jako małe otwory, czy to na rękojeści lub trzonie mostka, czy też jako rozszczepienia jego dolnego odcinka (Ryc. 417).

Zboczenia rozwojowe w organizacji czaszki ujawniają się jako pierwotne odchylenia od normy rozwojowej albo jako zjawiska wtórne, i to przede wszystkim wskutek nieprawidłowego rozwoju układu nerwowego. W tym rozdziale omówimy tylko pierwszą kategorię zbroczeń, a zmiany wynikające z nieprawidłowości rozwoju centralnego układu nerwowego będą uwzględnione w rozdziale o rozwoju tegoż układu¹⁾.

Do kategorii zmian pierwotnych w czaszce niewątpliwie należy zaliczyć zboczenia w ukształtowaniu twarzowej części czaszki.

Główną zasadą ich powstawania są nieprawidłowe zrosty tych wyrostków, z których się rozwija twarz, tzn. wyrostka czołowego i dwóch wyrostków szczęki górnej. Na przestrzeniach rozmaicie długich wyrostki te mogą albo zrosnąć się niedokładnie, albo pozostać zupełnie niezrosnięte. Zwykły zrost ma swą dolną granicę na wardze górnej, mniej więcej na 1/3 długości

¹⁾ Trzeba tu jednak zaznaczyć, że istnieją nieraz poważne trudności w rozstrzygnięciu, które zmiany należy uważać za pierwotne.



Ryc. 426. *Phocomelia*: twarz zniekształcona z powodu wypukleń opon mózgowych (*encephalocele orbitalis*). Według okazu zakładu anat. patol. U. J.



Ryc. 427. Plód syreni. Według okazu zakładu biolog-embriol. U. J.

wargi obustronnie od rynienki wargowej (*philtrum*). W tej końcowej części może zrost tych wyrostków, zwłaszcza powierzchowny, nie dojść do skutku. Mamy wtedy tzw. wargę zajączą (*cheiloschisis* — ryc. 418) — rozszczepienie wargi, które może być albo jedno- albo dwustronne. W tym ostatnim przypadku poniżej przegrody nosowej utrzymuje się płat środkowy wargi górnej z jej rynienką, odgraniczony wyraźną szczeliną po obu bokach od reszty wargi (Ryc. 419 i 420). Wargę zajączą jest jedną z najczęstszych nieprawidłowości organizacji twarzy, a że stanowić może przeszkodę przy ssaniu u noworodka, przeto ma w medycynie poważne znaczenie.

Brak zrostu wyrostka czołowego i wyrostków szczęki górnej może być widoczny na dłuższej przestrzeni tworząc tzw. szczelinę policzka (*fissura faciei sive prosoposchisis* — ryc. 421); jeżeli rozszczepienie jest widoczne oprócz na policzku także na wardze, to mamy skombinowaną nieprawidłowość wargi zajączej i szczeliny wargowej (*cheiloprosoposchisis*). Ten brak zrostu może ograniczać się nie tylko do powierzchownych warstw wargi i policzka, ale obejmować też i kości policzkowe, wskutek czego powstaje rozstęp między kością nosową a wyrostkiem czołowym kości szczęki górnej (*gnathoschisis*). Zdarza się wreszcie, że brak zrostu sięga tak daleko w głąb obu wspomnianych wyrostków, że dosięga dna jamy

nosowej, czyli że rozstęp kostny obejmuje także kości podniebieniowe jako szczelina podniebieniowa (*palatoschisis* — ryc. 422).

Kombinacja tych szczelin jest również możliwa i wtedy powstaje tzw. wilcza paszczyka (*cheilo-gnatho-palatoschisis* sive *riktus lupinus*).

Nieprawidłowe umiejscowienie wyrostka czołowego, mianowicie przesunięcie go w górę, może być następstwem zbliżenia się do siebie zawiązków ocznych. Zawiązki te zamiast przesunąć się ku bokom, mogą być przemieszczone ku linii środkowej, tak że dochodzi do zupełnego ich zrostu. Tworzy się wtedy *cyklopia* (*monophthalmia* sive *cyclopia* — ryc. 423). Otwór oczny przybiera kształt rombowy (Ryc. 423), a wyrostek czołowy rozrasta się nad nim, dając czasem obraz mocno sterczącej brodawki podobnej nieraz do prącia (Ryc. 424).

Pomiędzy wyrostkami szczęki górnej i dolnej może się też wytworzyć stosunek anormalny, gdy zrost w obrębie części miękkich nie jest dość daleko posunięty. Wtedy to powstaje zbyt szeroki otwór ustny (*macrostomia*).

Nieprawidłowości w ukształtowaniu odnóży mogą mieć źródło w genach zarodka, tzn. że geny w elementach rozrodczych dają podstawę do tych zjawisk teratologicznych. W niektórych przypadkach, zwłaszcza w wielopalcowości, można istotnie stwierdzić odziedziczoną predyspozycję, tak że nieraz kilka po sobie następujących pokoleń wykazuje tę samą nieprawidłowość.



Ryc. 428. Fotografia rodziny z wrodzonym niedorozwojem odnóży. Dzieci i ojciec, przedstawieni na rycinie, upośledzeni tym kalectwem, matka normalna. Według *Streetera*.

Niejednokrotnie znów wskutek niedostatecznej wolnej przestrzeni dla zarodka w życiu śródmacicznym, np. wskutek niewystarczającej ilości wód płodowych, wytworzyć się może odmienny niż zwykle rozwój odnóży albo nieprawidłowe ukształtowanie ich. Odcięcie kończyn w czasie życia zarodkowego stwierdzone było tam, gdzie w przestrzeni przeznaczony dla rozwoju



Ryc. 429 a.



Ryc. 429 b.

Ryc. 429 a. Twór syreni mający wspólną kość udową, a w podudziu szkielet częściowo rozwinięty, jak widać z ryc. 429 b (szkielet odnóży widziany od przodu). 1 — talerze kości biodrowej, 2 — przestrzeń przed kością krzyżową, 3 — kość łonowa, 4 — połączenie *tubera ossis ischii*, 5 — *trochanter maior* kości udowej. Według Vrolika z *Schwalbego*.

płodu tworzyły się nitki, czyli powrózki amnionowe. Takie nitki mogą zawęzić odnóże i spowodować samoistną amputację. Także wskutek podwiązania sznurem pępkowym może dojść do obumarcia i odpadnięcia odnóży.

Wrodzoną nieprawidłowość może stanowić zupełny lub częściowy brak odnóży. Zupełny brak może objąć nawet wszystkie cztery odnóży, tak że organizm składa się z samego tułowia i głowy, a odnóży albo wcale nie ma, albo przez całe życie pozostają jako drobne wyrostki brodawkowate. Ta nieprawidłowość nosi nazwę *beznóży* (*amelia totalis* — ryc. 425).

W razie gdy brak jest szczypty odnóży a tylko wytworzyła się ręka albo stopa, kończyna ludzka podobna jest do odnóży foki i dlatego taka nieprawidłowość nosi nazwę *fokomelii* (*phocomelia* — ryc. 426). Może

ona być widoczna na wszystkich odnóżach (*phocomelia totalis*) albo tylko na niektórych (*phocomelia partialis*).

Odnóże może być nieforemne wskutek niedorozwoju swoich składników albo wskutek zupełnego ich braku. Niedorozwój prowadzi najczęściej do skróceń odnóży (*micromelia*), brak składników odnosi się np. do kości szprychowej, piszczelowej itp.; czasem zaś zamiast całej ręki lub nogi wytwarza się tylko jeden palec. Zmiany te mogą być dziedziczne, jeżeli mają podstawę geniczną.

Na ryc. 428 przedstawiona jest rodzina brazylijska. Matka ma odnóża prawidłowe, zaś ojciec ma ręce i nogi niedorozwinięte i to samo widać u dzieci.

Wskutek zrostu, częściowo zaś niedorozwoju kości w odnóżach powstają tzw. tworzy s y r e n o i d a l n e. Mogą się

one wytworzyć przez zrost tylko miękkich części, ale zwykle i przez pewien niedorozwój odnóży przy utrzymaniu jednak odrębności kości udowych i przedudzia (Ryc. 427). Może też w obrębie kości udowych i przedudzia być częściowy zrost kości lub wreszcie zespolenie w części miednicowej i udowej, natomiast nieutworzenie w jednym odnóżu począwszy od stawu kolanowego znacznej części szkieletu, zaś w drugim odnóżu szkielet szczątkowy (Ryc. 429 a, 429 b).



Ryc. 431. Rentgenogram anomalji przedstawionej na poprzedniej rycinie.



Ryc. 430. Wzrost olbrzymi drugiego palca u nogi dwuletniego dziecka. Z szpitala powsz. w Wadowicach.

Jako nieprawidłowości uważać należy wytwarzanie dodatkowych wyrostków (*exostosis*), wrodzonej kruchości kości, jak też nieprawidłowo wielkiego rozrostu czy to odnóży całych, czy ich składników (Ryc. 430 i 431) itd., czego tu nie możemy omawiać.

Musimy wreszcie poświęcić parę słów nieprawidłowej organizacji ręki, a w szczególności palców. W obrębie ręki najczęstszą nieprawidłowością są nadliczbowe palce; mamy wtedy do czynienia z wielopalcowością (*polydactyly*). Geneza tej nieprawidłowości opiera się na właściwościach danych genów, albo też spowodowana jest działaniem mechanicznym wcinających się np. nitki amnionowych w rozwijające się łopatkowego kształtu zawiązki odnóży embrionalnego. Uza-

sadnieniem pierwszej tezy jest znane powszechnie pojawianie się wielopalcowości w obrębie pewnych rodzin ludzkich. U zwierząt bywa ono w pewnych liniach regułą: zwiększenie liczby palców (u drobiu, u świnek morskich) tworzy jakby początek ras. Druga teza opiera się na wynikach doświadczeń *Torniera*, który uzyskiwał polydaktylię przez wcięcia na odnóżach płazów.

Wielopalcowość człowieka może obejmować albo poszczególne członki palców, np. członek paznokciowy albo całe palce. Często — zwłaszcza sześciopalcowość (*hexadactylia*) pojawia się przez zdwojenie kciuka lub piątego palca; niejednokrotnie jest to związane już w śródreżcu z pewnymi odgałęzieniami.

Małopalcowość (*oligodactylia*) może się pojawiać w różnym zakresie. Redukcja może doprowadzać rękę do wyposażenia tylko w trzy, dwa, a czasem tylko w jeden palec.

Zrost międzypalcowy może być uskuteczniiony przez samą skórę (*syndactylia cutanea*) i wtedy przypomina on pletwy, jak np. u płazów; gdzie indziej może mieć charakter ścięgnisty (*syndactylia fibrosa*) albo nawet kostny (*syndactylia ossea*).

Czasem falangi palców są krótkie (*brachyphalangia*) albo znów mocno wydłużone, niezmiernie cienkie, nadające palcom nazwę pająkowatych (*arachnodactylia*).

Bliższe dane znaleźć można w książkach, zajmujących się specjalnie nieprawidłowościami rozwojowymi (np. *Schwalbe-Gruber*, *Die Morphologie der Missbildungen des Menschen und der Tiere*).

II. ROZWÓJ UKŁADU MIĘSNEGO

1. UWAGI OGÓLNE, WYNIKI BADAŃ MECHANIKI ROZWOJU

Jak z rozdziału o histogenezie mięśni wynika, cały niemal¹⁾ układ mięsny powstaje z komórek zgrupowanych w środkowym listku zarodkowym, czyli mezodermie. Wiemy dalej, że różnicowanie się komórek mezodermalnych mięsniotwórczych (mioblastów) odbywa się nie na tym terenie, gdzie powstają pierwsze zawiązki materiału, przeznaczonego na organizację mięśni, ale w miejscu jego przyszłej czynności. Wobec faktu, że pobudkę do czynności daje układ nerwowy, nasuwa się pytanie, czy podniety dochodzące tą drogą wpływają też na różnicowanie układu mięsnego. O ile by to okazało się niesłuszne, można by przyjąć charakter samodzielny, autonomiczny tego zjawiska. W takim razie przyczyna różnicowania nie leżałaby poza zawiązkiem mięśniowym, ale tkwiłaby w samej grupie mioblastów. Różnicowanie więc byłoby niezależne od innych narządów ustroju. Pewne dane do rozstrzygnięcia tego zagadnienia starano się uzyskać z obserwacji biegu rozwoju układu mięsnego i przynależnych do niego gałązek nerwowych.

W prawidłowych warunkach można stwierdzić bardzo wczesne wrastanie tych gałązek nerwowych w tkankę mięsniotwórczą. W razie przesuwania się grup komórek mioblastycznych można dalej obserwować wzrost nerwów. Wiadomo, że dla embriologa przebieg nerwów jest śladem drogi przebytej przez tkankę mięsniotwórczą, która zdążyła do miejsca zorganizowania mięśnia, gdzie zarazem będzie siedlisko jego funkcji. Ta łączność rozwoju i wzrostu tkanki mioblastycznej i włókien nerwowych zdawałaby się wskazywać na oddziaływanie nerwów na rozwój mięśni.

Jednakże badania doświadczalne wykazały, że pomimo sztucznego usunięcia gałązek nerwowych, — a nawet odcinka centralnego układu nerwowego, od którego te gałązki odchodziły — może się dokonać organizacja mięśnia.

Dalsze badania w tym kierunku opierają się na obserwacjach i dokładniejszej analizie tworów potwornościowych, częściowo też na badaniach eksperymentalnych. Badania anatomiczne tworów potworności-

¹⁾ Wyjątkiem są tu mięśnie tęczówki i gruczołów potowych (por. str. 31).

wych wykazywały, że w przypadkach braków pewnych odcinków centralnego układu nerwowego występowały niedokształcenia lub zupełne braki tych mięśni, które miały otrzymywać zaopatrzenie nerwowe z danej okolicy układu nerwowego. Te fakty zdawały się uzasadniać przypuszczenie, że układ mięsny powstaje przy udziale podnięt nerwowych. Z dokładniejszej analizy tych braków w układzie nerwowym i mięsny wynikało dalej, że to nie gałązki ruchowe — jak można było oczekiwać — ale czuciowe doprowadzają podniety kształtujące.

Badania późniejsze, zarówno doświadczalne jak i wynikające z obserwacji stanów patologicznych, wymagały oddzielenia problemu powstawania mięśni od zagadnienia utrzymania ich w pełni rozwoju i funkcjonalnej sprawności.

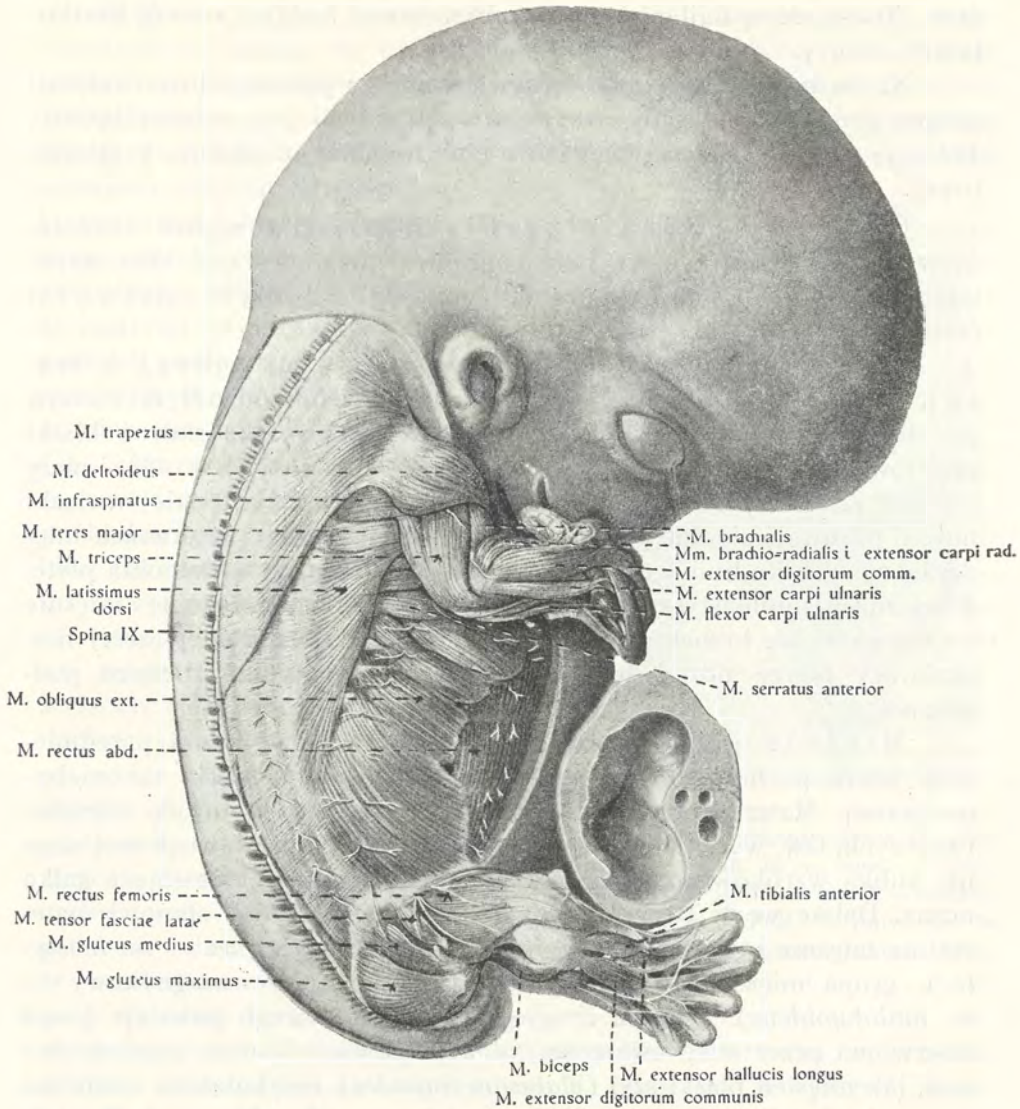
Z doświadczeń klasycznych, dokonanych na zarodkach płazów, którym, jak mówiłem powyżej, usuwano odcinki centralnego układu nerwowego, wynikało, że nawet mimo braku odpowiedniego zaopatrzenia nerwowego mięśnie mogą się rozwijać. Jeżeli tak jest, to widocznie spostrzeżenia z zakresu teratologii, o których mówiliśmy, trzeba inaczej objaśniać. Przede wszystkim możliwe jest, że jakiś czynnik wewnętrzny przeszkodził równocześnie rozwojowi układu mięsnego i nerwowego. Dalej nie można wykluczyć przypuszczenia, że brak danego mięśnia nie jest wynikiem zahamowania w zjawisku tworzenia, ale raczej jest następstwem niemożliwości utrzymania tego, co utworzone zostało. Istotnie spostrzeżenia z zakresu patologii wskazują wyraźnie na fakt, że przy schorzeniach odpowiednich dróg nerwowych dochodzi do upośledzenia, a potem do degeneracji odpowiednich mięśni. Widocznie więc do prawidłowego utrzymania układu mięsnego potrzebne są podniety doprowadzane przez układ nerwowy.

Reasumując teraz to, co możemy powiedzieć o stosunku układu nerwowego do rozwoju układu mięsnego:

Układ mięsny powstaje i organizuje się niezależnie od układu nerwowego. Do utrzymania stanu prawidłowego i sprawności układu mięsnego potrzebna jest jednak możliwość doprowadzenia odpowiednich podnięt na drodze nerwowej.

2. MATERIAŁ TWÓRCZY I ORGANIZACJA UKŁADU MIĘSNEGO

Przechodzę teraz do omówienia tworzenia i organizacji układu mięsnego u zarodka. Jak mówiliśmy, materiału mioblastycznego dostarczają miomery i mezenchyma. Tak więc materiał ten jest pochodzenia mezodermalnego. Przygotowany do różnicowania grupuje się w różnych okolicach ustroju tworząc grupy tkanki mięsno-twórczej (*blastema muscularis*). Takie gniazda tych elementów twórczych nie zawsze układają się w miejscach, gdzie mają powstać mięśnie. Przeciwnie: niejednokrotnie w takich zawiązkach występują dość daleko idące przegru-



Ryc. 432. Muskulatura tułowia zarodka ludzkiego, długości 20 mm. Według *Bardeena* i *Lewisa* z *Bromana*.

powania zespołów mioblastycznych albo przewędrowywania masowe do innych okolic ustroju. Przykładem klasycznym takiej wędrówki jest powstawanie mięśnia przeponowego. Widać wtedy, jak grupa komórek mięśniotwórczych przesuwa się z okolicy szyjnej na pogranicze między jamą opłucnową a jamą otrzewnową (*septum pleuroperitoneale*).

Proces różnicowania mioblastów w węzle tkanki mięśniotwórczej, który poznaliśmy w dziale histogenezy (por. str. 28 i nast.), zaczyna się zwykle od strony podstawy danego narządu, a postępuje ku obwo-

dowi. Kolejność tę najlepiej można obserwować badając rozwój muskulatury odnóży.

Nie będę tu szczegółowo opisywał rozwoju poszczególnych mięśni; pragnę podać tylko zasady i zarys rozwoju całych grup mięsnych. Ryc. 432 daje ogólną orientację ułożenia embrionalnej muskulatury szkieletowej.

Głębokie mięśnie grzbietu powstają wprost z miotomów, które albo utrzymują swój charakter metameryczny, albo zespala się przy równoczesnym zaniku przegród miotomowych (*miosepta*).

Powierzchnowe mięśnie grzbietu, piersi i muskulatura brzuszna powstają z wydłużeń i odrosli miotomów piersiowych, które rozrastają się tworząc pod powłoką skórną klatki piersiowej płytę mięsniotwórczą, z której powstaje duży (Ryc. 433) i mały mięsień piersiowy (*m. pectoralis maior* i *minor*). Następnie zawiązki mięśni posuwają się dalej ku stronie brzusznej, biegnąc w terenach międzyżebrowych ku linii środkowej ciała i tu zlewają się w jednolitą płytę. Z tej masy mioblastycznej wyróżnicowują się poszczególne mięśnie uwarstwione na brzuchu. W wytwarzaniu materiału do tej części muskulatury bierze udział też tkanka mezenchymatyczna rozsiana podskórnice.

Mięśnie głowy powstają z kilku węzłów tkanki przedmięsnej, która pochodzi z łuków skrzelowych oraz z tkanki mezenchymatycznej. Materiał ten organizuje się w zespoły komórek mięsniotwórczych, tzw. węzły. Jeden z nich to węzeł leżący po wewnętrznej stronie kubka wzrokowego: z niego rozwiną się mięśnie poruszające gałką oczną. Dalsze węzły tworzą grupy mięśni: jedna z nich stanowi materiał na mięśnie zaopatrzone przez nerw trójdzielny (żwacz — *m. masseter*), grupa mięśni dna jamy ustnej (mięsień żuchwowo-gnykowy — *m. mylohyoideus*). Z węzła drugiego łuku skrzelowego powstaje grupa unerwiona przez nerw twarzowy, a więc powierzchowna muskulatura szyi, jak mięsień płaski szyi (*platysma myoides*), muskulatura mimiczna twarzy i tylny brzusiec mięśnia dwubrzuścowego (*m. biventer*). Z węzła trzeciego łuku rozwijają się mięśnie, zaopatrzone przez nerw językowo-podniebieniowy (*n. glossopharyngeus*), a więc mięśnie podniebienia i gardła. Wreszcie węzeł czwartego łuku skrzelowego dostarcza materiału na mięśnie krtani.

Właściwie do mięśni okolicy szyjnej musimy pod względem genetycznym zaliczyć też i mięsień przeponowy. Materiał nań pochodzi z 3—5 miotomu i jest częścią węzła okolicy poniżejgnykowej. Mioblasty wsuwają się potem, jak wspomniałem, w obręb klatki piersiowej po przegrodzie opłucnowo-otrzewnowej. Tej grupie mioblastów towarzyszy nerw przeponowy (*n. phrenicus*), który u zarodka można łatwo wykazać w wyżej wspomnianej przegrodzie i przeponie.

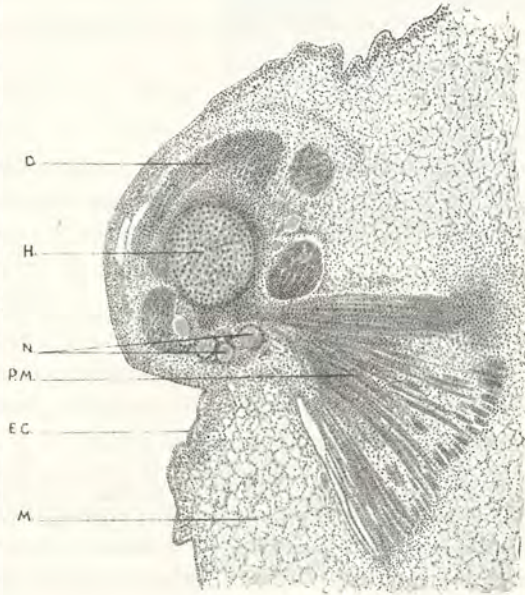
Materiał twórczy mięśni odnóży. Sprawa genezy materiału przeznaczonego na wytworzenie muskulatury odnóży jest od dłuższego czasu przedmiotem dyskusji w literaturze. Opierając się na spostrzeżeniach ściśle morfologicznych, można stwierdzić, że pęczki, stanowiące zawiązek odnóży, zawierają mnóstwo tkanki mezenchymatycznej, która z biegiem rozwoju ulega różnicowaniu w mioblasty. Uwzględniając przebieg nerwów, które zaopatrują odnóży, uważano, że materiał na mięśnie odnóży górnych pochodzi z 5—8 miotomu szyjnego, a dolnych z miotomu 2—5 lędźwiowego i 1—3 krzyżowego. Czy jednak to wędrowanie komórek pochodzących z miotomów idzie pasmami, czy ma charakter rozproszonego przesuwania poszczególnych elementów, czy wreszcie należy miotomy wyłączyć jako źródło komórek mezenchymatycznych, które mają dać mioblasty do utworzenia mięśni odnóży — po

glądy w tym kierunku są dość rozbieżne. Badania doświadczalne nad przeszczepianiem pęczków odnóży wykazywały, że muskulatura w przeszczepach na obcy teren rozwijać się może, nawet gdy łączność z miotomami jest przerwana, co przemawiałoby za rozwojem autonomicznym. Na podstawie powyższych wyników dadzą się ustalić następujące punkty odnośnie do genezy mięśni odnóży:

a) Nie ma wątpliwości, że materiałem twórczym dla muskulatury odnóży jest mezenchyma mieszcząca się w pęczkach, stanowiących zawiązek odnóży.

b) Pochodzenie tej tkanki z miotomów szyjnych, wzgl. lędźwiowo-krzyżowych, nie jest pewne.

c) Rozwój dalszy zawiązków mięsnych ma charakter procesu autonomicznego. Nawet po wyłączeniu ze związku korelacyjnego, np. po przeszczepieniu pęczka w inną okolicę ciała, rozwój mięśni postępuje prawidłowo. Różnicowanie mioblastów we włókna mięsne zaczyna się w za-



Ryc. 433. Fragment przekroju przez zarodek ludzki długości 14 mm. *D.* — *musc. deltoideus*, *EC.* — ektoderma, *H.* — humerus, *M.* — mezenchyma, *N.* — nerwy, *P.M.* — *musc. pectoralis maior*. Według preparatu zakładu biol. embriol. U. J.

rodkach ludzkich w 4 tygodniu, a w końcu drugiego miesiąca włókienka (fibrille) są gotowe.

Mięśnie odnóży górnych człowieka rozwijają się z kilku oddzielnych węzłów tkanki mięśniotwórczej, która powstaje przeważnie z mezenchymy okolicy przyszłego różnicowania tych mięśni. Nadto w organizacji tych węzłów biorą prawdopodobnie udział pączki mioblastyczne 5—8 miomeru szyjnego jako też i pączki mioblastyczne pierwszych somatów piersiowych.

Jeden z tych węzłów dostarcza materiału twórczego mięśniom nadłopatkowym: mięsień naramienny (*m. deltoideus*), mięsień oble (*m. teres, maior* i *minor*), mięsień nad- i podgrzebieniowy (*m. supra- i infraspina-tus*). Z komórek węzła drugiego rozwija się mięsień podłopatkowy (*m. subscapularis*), mięsień trójgłowy (*m. triceps*); z węzła trzeciego powstają zginacze ramienia (*m. biceps* i *brachialis internus*).

W obrębie ramienia powstają oddzielne zawiązki tkanki mięśniotwórczej, zawierające materiał na grupę zginaczy i mięśni prostujących rękę. W tej masie następuje podział na część tworzącą muskulaturę przy kości szprychowej i promieniowej, a następnie wyodrębnia się w nich warstwa powierzchowna i głęboka.

Mięśnie odnóży dolnych. Na zawiązku szkieletu miednicy układa się węzeł tej grupy mioblastów, które dają początek muskulaturze miednicy. Węzeł ten dzieli się na część górną i dolną i tworzy mięśnie pośladkowe (*m. glutei*) oraz część miednicznych. Obok kości udowej pojawia się oddzielny węzeł dla mięśni wyprostnych (*extensores*), oddzielny dla zginaczy (*flexores*) przedudzia, oddzielny dla doprowadzaczy (*adductores*). Podudzie ma dla swych mięśni dwa oddzielne węzły dla wyprostnych i pronacyjnych, a oddzielny węzeł dla zginaczy stopy.

Niektóre zawiązki mięśni, np. międzykostne na stopie, ulegają przemieszczeniu w czasie różnicowania.

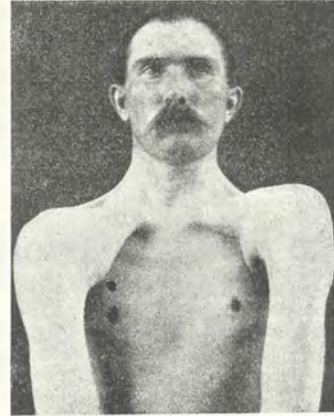
Z powyższych opisów wynika, że w największej liczbie przypadków oddzielne węzły zawierają zwykle materiał na grupę tych mięśni, które są zaopatrywane przez gałązki jednego pnia nerwowego.

ZBOCZENIA ROZWOJOWE W UKŁADZIE MIĘSNYM

Nieprawidłowości w obrębie układu mięsnego są przeważnie brakami pewnych mięśni albo ich części. O ile chodzi o zбочzenie rozwojowe, należy jednak przy tym ustalić, czy ten brak mięśnia lub jego części nie jest wynikiem procesu chorobowego, — w tym bowiem przypadku nie wchodzi to już w ramy zбочzeń rozwojowych.

Braki wrodzone mięśni są po większej części jednostronne. Mogą one mieć charakter zmian pierwotnych układu mięsnego, albo mogą być zjawiskiem wtórnym, tzn. mogą wynikać ze zmian wrodzonych w układzie nerwowym, np. niewytworzenia się danego ośrodku ruchowego.

Braków poszczególnych mięśni omawiać oddzielnie nie będziemy. Wspomnę tu o jednym częstym zбочeniu rozwojowym, tj. braku wielkiego mięśnia piersiowego, mogącym być jednostronnym, rzadko zaś obustronnym (Ryc. 434). Co do genezy tego zбочenia przyjmują tu zjawisko zahamowania rozwojowego, polegające albo na niewytworzeniu się odpowiedniej grupy mioblastów, albo może na degeneracji już przygotowanego materiału twórczego. Szereg spostrzeżeń przemawia za tym, że mamy w takim razie do czynienia z zaburzeniami rozwojowymi całej przedniej piersiowej ściany, wzgl. jej połowy. Przemieszczenie i niedorozwój sutka piersiowego, inny typ uwłosienia tej strony skóry na piersi, czasem zmiany odnoszące się do żeber itd. świadczą, że te procesy zahamowania rozwoju nie są ograniczone wyłącznie do organizacji mięśnia.



Ryc. 434. Obustronny brak mięśnia piersiowego. Według Wendela z Schwalbego.

Mięśnie powłok brzucha mogą się

czasem nie rozwinąć, a brak mięśni tej części ciała odnosi się pospolicie prawie do wszystkich mięśni brzusznych, i to zasadniczo po obu stronach ciała (Ryc. 435). W niektórych przypadkach część mięśni jest niedorozwinięta, ale ich zaczątki istnieją.

Ta nieprawidłowość rozwojowa objawia się cienkością ściany brzusznej, tak że nieraz z zewnątrz widać pętle jelitowe. Częstokroć występują zmiany w budowie pępka, w którym zarysowuje się jakby podłużna szczelina.

Powłoki brzuszne w dolnej części brzucha są mocno wysklepione ku przodowi, a kształt brzucha zmienia się w zależności od pozycji ciała. Opadaniu mocnemu ku dołowi sprzyja przede wszystkim brak mięśnia prostego.

Odrębne stanowisko zajmuje zбочenie rozwojowe, które cechuje się wrodzonym nieprawidłowym ustawieniem głowy, mianowicie w pozycji ukośnej (*torticollis, caput obstipum* — ryc. 436). Głowa jest pochylona w jedną stronę, a zarazem nieco wykręcona ku przeciwnej stronie. Odrębne stanowisko tej nieprawidłowości motywujemy tym, że podstawą jej nie jest w tym wypadku brak któregoś mięśnia, lecz że opisana pozycja głowy jest wynikiem zmienionego działania mięśnia sułkowo-mostkowo-obojęzykowego (*m. sternocleido-mastoideus*). Jest on mianowicie po jednej stronie nieco skrócony i do pewnego stopnia ustalony. Dokonywa się to przez częściowe zwyrodnienie tego mięśnia po jednej stronie ciała, przy czym część jego zastępuje ścięgno.

Przyczyny tej nieprawidłowości nie są dokład-



Ryc. 435. Brak mięśni prasy brzusznej. Według Stummego z Schwalbego.

nie znane. Próbowano objaśniać to urazem w życiu płodowym lub procesami zapalnymi, co jednak nie zdaje się być dostatecznie uzasadnionym.

Duże uznanie ma hipoteza, że to zboczenie rozwojowe jest następstwem nieprawidłowego ułożenia w macicy płodu ze skrzywioną szyją, zostającą poniżej ucha pod naciskiem barku zarodka. W związku z tym mogą też



Ryc. 436. *Caput obstipum* u zarodka z ciąży pozamacicznej. Według Völkeera z Schwalbego.

występować zaburzenia w krążeniu tej okolicy ciała zarodka. Do tego dalyby się odnieść także wspomniane zmiany histologiczne w mięśniu, przede wszystkim objawy zwyrodnienia i rozwoju tkanki łącznej ścięgnistej zamiast części mięśnia.

Znamienne jest, że ta nieprawidłowość występuje obok innych, które na pewno odnieść można do rozwoju w warunkach mniejszej swobody zarodka wskutek niedostatecznej ilości wód płodowych, jak np. nieprawidłowości ułożenia stopy.

Jednak całej tej teorii powstawania tej nieprawidłowości nie można jeszcze uważać za definitywnie uzasadnioną.

III. ROZWÓJ UKŁADU POKARMOWEGO

1. ZNACZENIE FIZJOLOGICZNE, DWIE FAZY TWORZENIA UKŁADU POKARMOWEGO

Zadanie fizjologiczne układu pokarmowego wyższych kręgowców polega na przerabianiu substancji pokarmowych wprowadzanych do ustroju, co stanowi wstęp do przemiany materii, będącej podstawą zaopatrywania organizmu w niezbędną do życia energię. Pierwszym zadaniem przewodu pokarmowego jest wyodrębnienie z pokarmów tzw. substancji odżywczych, oddzielenie ich od tych, które nie nadają się do przyswojenia i mają być wydalone przez ustrój. W przewodzie pokarmowym odbywa się również przeprowadzanie substancji odżywczych w ciała rozpuszczalne. Soki produkowane przez narządy układu pokarmowego nie tylko przemieniają nierozpuszczalne składniki pokarmów w ciała rozpuszczalne, ale też są w stanie rozłożyć je na składniki prostsze. W tej postaci mogą one być wchłonięte za pośrednictwem ściany przewodu pokarmowego do tkanek ustroju. Synteza, która następuje w tkankach, ma już charakter «przyswojenia» tych substancji, gdyż tworzą się tu związki, mające już specyficzne właściwości chemiczne danego narządu w danym gatunku.

Rozwój układu pokarmowego zdąża do przysposobienia go do pełnienia w przyszłym ustroju naszkicowanych tu zadań. Czynności te mają odmienny charakter w dwóch fazach życia. W życiu zarodkowym przewód pokarmowy nie wykonywa czynności trawiennych, jest więc dla ustroju embrionalnego ogólnie biorąc prawie fizjologicznie nieczynnym. Substancje pokarmowe w tym okresie przysposabia do wessania przewód pokarmowy matki, który wprowadza je do swojej krwi, skąd następnie dyfundują do krwi zarodka. Tak więc substancje odżywcze omijają drogę układu pokarmowego zarodka. Wobec tego mówimy, że zarodek jest odżywiany pozajelitowo (parenteralnie).

Inaczej ma się rzecz z **n o w o r o d k i e m**. Zaraz po urodzeniu przewód pokarmowy ustroju, oddzielonego już od matki, musi sam objąć funkcje trawienne. Zasięg tych czynności jest początkowo ograniczony. Wiadomo, że przewód pokarmowy noworodka ma dobór substancji pokarmowych bardzo szczupły. W tym okresie ustrój nie znosi rozmaitych materiałów odżywczych, choć później będzie się nimi swobodnie posłu-

giwał. Przyczyną tej nietolerancji jest brak możliwości produkowania przez przewód pokarmowy noworodka pewnych soków trawiennych, które może już z łatwością wytwarzać w późniejszym życiu.

Dopiero więc w tej drugiej, pozaembrionalnej fazie wykształcają się ostatecznie narządy albo ich składniki potrzebne, czy to do zwiększenia ilości soków trawiennych, czy też do wydzielania substancyj enzymatycznych jakościowo różnych niż u noworodka.

Cały ten proces uzupełnień, czy doskonaień narządów przewodu pokarmowego ma miejsce już w czasie jego czynności fizjologicznej.

I tu nasuwa się pytanie, czy cała sprawa różnicowania się przewodu pokarmowego ma charakter jego własnej autonomicznej zdolności twórczej, czy jest wyrazem oddziaływania czynników zewnętrznych na przewód pokarmowy, czy wreszcie podnieta i kierownictwo tym rozwojem wypływają z pewnych wewnętrznych właściwości, przede wszystkim z wzajemnego oddziaływania na siebie, czyli wewnętrznej korelacji rozwijających się narządów.

Nie ma wątpliwości, że w życiu embrionalnym zarówno akt tworzenia jak różnicowania się ma charakter czysto autonomiczny. Natomiast w okresie, gdy ustrój jest już noworodkiem, sprawy te wyglądają inaczej.

W różnicowaniu pozaembrionalnym czynniki autonomiczne, tkwiące we właściwościach twórczych tkanek przewodu pokarmowego, nie przestają działać, ale nie da się zaprzeczyć wpływu czynników zewnętrznych, a więc np. różnych substancyj chemicznych wprowadzanych do przewodu pokarmowego oraz wpływu różnicowania się rozwojowego narządów gruczołowych, np. wątroby, trzustki itp.

2. PIERWSZE OKRESY ORGANIZACJI CEWKI PRZEWODU POKARMOWEGO, JEJ PODZIAŁ

Z embriologii ogólnej znamy powstawanie wewnętrznego listka zarodkowego (entodermy) i jego pierwotny układ. Wiemy, że u wyższych kręgowców entoderma stanowi wewnętrzną warstwę ścianki pęcherzyka żółtkowego. Jednolita warstwa entodermy podnosi się potem wzdłuż linii narządów osiowych, wytwarzając rynienkę otwartą od strony pęcherzyka żółtkowego, która odszczepia się zwolna od niego. Odwężenie to postępuje od strony głowowej i ogonowej, przy czym na terenie odsznurowania rynienka przechodzi w cewkę. Równocześnie oczywiście szerokie poprzednio wrota komunikacji między cewką a światłem pęcherzyka żółtkowego zaciskają się coraz bardziej, tak że pozostaje stąd tylko coraz węższy przewód, który nazywamy przewodem jelitowym (*ductus intestino-vitellinus*).

W późniejszych okresach, zwłaszcza gdy zwiększy się ilość wód płodowych, pęcherzyk żółtkowy odsuwa się od zarodka, a wtedy wy-

dłuża się odpowiednio przewód jelitowo-żółtkowy. Równolegle z rozrostem ciała embriona rozrasta się jelito. Można przy tym stwierdzić, że odcinek głowowy rośnie mocniej, tak że niebawem staje się dłuższy aniżeli ogonowy.

Po stronie głowowej i ogonowej cewka jelitowa kończy się ślepo. Jest rzeczą charakterystyczną, że oba ślepe zakończenia nie mają w swej ścianie mezodermy. Ten fakt ma doniosłe znaczenie przy tworzeniu otworu ustnego i odbytu. Sposób, w jaki obydwie te otwory powstają, opiszemy poniżej; na razie wystarczy zaznaczyć, że otwór ustny powstaje nieporównanie wcześniej, bo już w 3-cim tygodniu życia śródmacicznego (u zarodka ludzkiego długości 2.5 mm), podczas gdy otwór odbytowy organizuje się dopiero w 3-cim miesiącu istnienia zarodka.

Już we wczesnych okresach życia zarodkowego, bo w końcu pierwszego miesiąca zaznacza się wyraźnie podział cewki przewodu pokarmowego na kilka odcinków:

A) Jelito głowowe, na które składa się: a) odcinek jelita ustnego i b) jelita skrzelowego.

B) Jelito tułowiowe złożone z: a) odcinka górnego (z którego powstaje przełyk i żołądek), b) odcinka środkowego, który da początek jelitu cienkiemu, i od którego odchodzi przewód jelitowo-żółtkowy, c) odcinka końcowego. Ten ostatni zawiera materiał na jelito grube łącznie z odbytowym aż do otworu odbytowego.

C) Jelito ogonowe jest częścią, która ma charakter ściśle embrionalny. Jest to odcinek łączący jelito właściwe z dawnym kanałem jelitowo-nerwowym (*canalis neurentericus*). Jelito ogonowe ulega potem zanikowi.

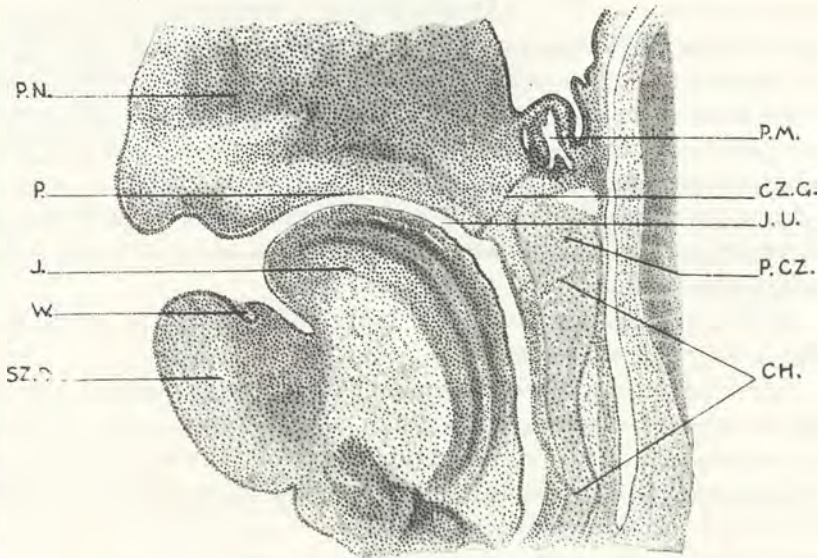
Przejdziemy teraz do szczegółowego opisu poszczególnych składników jelita embrionalnego.

A) Jelito głowowe.

a) Jama ustna jelita głowowego.

Pierwsza część przewodu pokarmowego jest pomieszczona w obrębie części głowowej zarodka i biegnie równolegle do struny grzbietowej. Bezpośrednio w tyle poza haczykowatym zagięciem struny grzbietowej kończy się ślepa cewka jelitowa. Wytwarzanie się otworu ustnego u zarodka człowieka zaczyna się w 3-cim tygodniu życia zarodkowego po stronie brzusznej głowowego odcinka zarodka, naprzeciw haczykowatego zgięcia struny grzbietowej (Ryc. 389 ch). Ektoderma, pokrywająca tę okolice, zapada się tu nieco w głąb tworząc rodzaj wpuklenia poniżej rozszerzenia mózgowego, które tu jest wygięte ku przodowi (por. ryc. 400, 401). Wpuklenie to obrastają wyrostki twarzowe, a więc od góry wyrostek czołowo-nosowy, mieszczący wewnątrz część mózgu oraz dwa wyrostki szczęki górnej, a od dołu wyrostki szczęki dolnej. Przez wysu-

nięcie się ku przodowi tych wyrostków w otoczeniu wspomnianego powyżej, początkowo płytkiego zagłębienia, zapada się ono biernie jeszcze bardziej w głąb. Wytwarza się przez to zatoka pokryta wewnątrz ektodermą. Ani na powierzchni entodermy cewki pokarmowej, ani na wewnętrznej stronie ektodermy wyścielającej dno tej zatoki nie ma war-

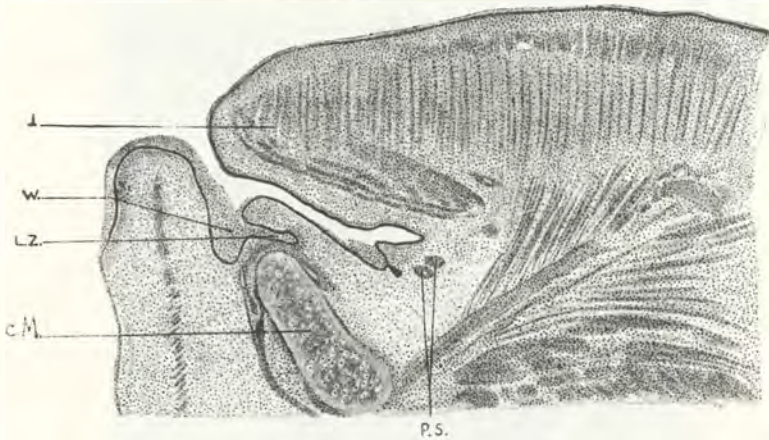


Ryc. 437. Przekrój strzałkowy przez część głowy zarodka ludzkiego długości 14 mm (z połowy drugiego miesiąca), CH. — struna grzbietowa (chorda), CZ. G. — *ductus cranio-pharyngeus*, P. CZ. — chrzęstna podstawa czaszki, J. — język, J. U. — jama ustna, P. — podniebienie, P. N. — przegroda nosowa, P. M. — przysadka mózgowa, SZ. D. — szczęka dolna, W. — zawiązek wargi. Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

stwy mezodermalnej. W ten sposób listki zarodkowe, wewnętrzny i zewnętrzny, stykają się bezpośrednio ze sobą, zrastają się w jednolitą błonę, która nosi nazwę błony Rathkego (Ryc. 389 rh). W błonie tej tworzą się już w końcu trzeciego tygodnia życia śródmacicznego otwórki, które się powiększają i zlewają w jeden szerszy otwór. W ten sposób wytwarza się połączenie między przewodem pokarmowym a zewnętrznym otoczeniem zarodka. Zarodek, jak wiadomo, otacza jama amnionu ze swymi wodami. Tym tłumaczy się późniejsza obecność w przewodzie pokarmowym różnych tworów (np. złączonych włosów zarodka) pochłanianych z wodami amnionu.

Równocześnie z otworem ustnym powstała jama ustna, stanowiąca najpierwszy odcinek przewodu pokarmowego. Jama zawdzięcza swą genezę z jednej strony zatoce ustnej wysłanej ektodermą, leżącej między wyrostkami twarzowymi, z drugiej strony początkowemu odcinkowi cewki pokarmowej wysłanej entodermą. Granicą między dwoma skład-

nikami jest błona Rathkego. Słyszeliśmy, że błona ta pęka przy powstawaniu otworu ustnego i dlatego nie może ona stanowić wskaźnika, dokąd właściwie sięga ektoderma w jamie ustnej. Wyznaczenie tej granicy jest tym trudniejsze, że, jak badania rozwoju jamy ustnej wykazują, nabłonek, który wyścielał jamę ustną, wrasta w głąb wypierając entoderme. Embriologowie przyjmują, że sięga on do początku jamy gardłowo-nosowej na górnej ścianie jamy ustnej, a więc do tylnej granicy choan; na dolnej ścianie pokrywa trzon i wierzchołek języka oraz błonę śluzową dziąseł szczęki dolnej.



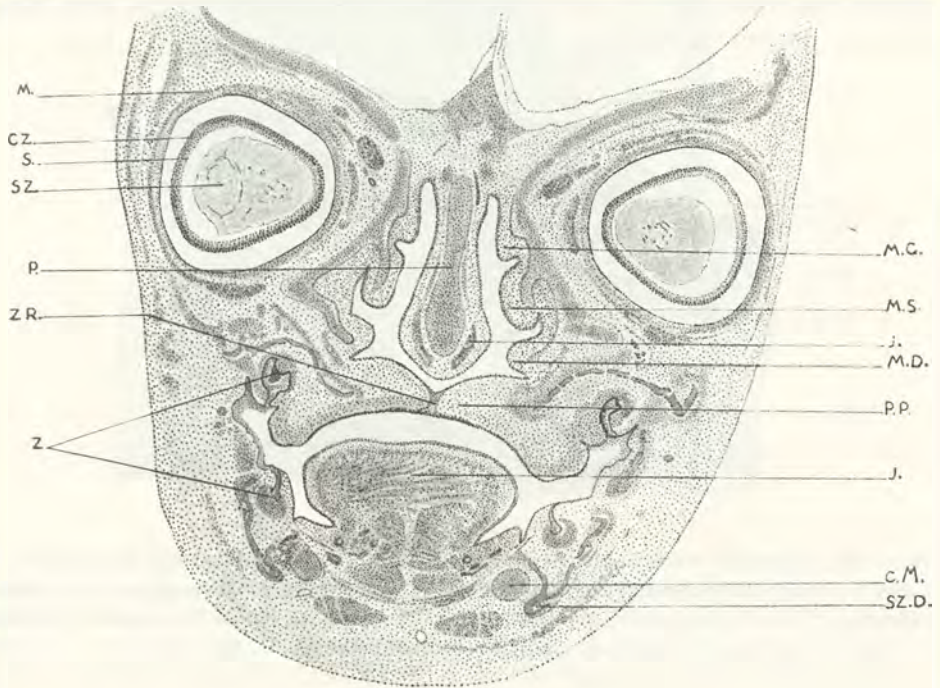
Ryc. 438. Przekrój strzałkowy przez szczękę dolną i część języka zarodka ludzkiego z połowy 3-go miesiąca. *c. M.* — chrząstka Meckela, *J.* — język, *L. Z.* — listwa zębowa, *P. S.* — przewody gruczołu ślinowego, *W.* — listwa wargowa. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

Wobec tego twory jamy ustnej, które zawdzięczają swoją genezę nabłonkowi jamy ustnej są pochodzenia ektodermalnego.

Powstawanie warg ma miejsce w lukach otaczających jamę ustną, a więc w wyrostkach szczęki górnej i dolnej. Na pograniczu powierzchni wewnętrznej i zewnętrznej wspomnianych luków rozmnaża się nabłonek ektodermalny wytwarzając półkolistą listwę, zapadającą się w tkankę mezenchymatyczną, leżącą pod nabłonkiem (Ryc. 437 *W.*). W środkowej warstwie tej listwy rozpada się nabłonek i w ten sposób powstaje szczelina, która rozdziela luk szczęki na płat zewnętrzny, tworzący wargę (Ryc. 438 *W.*) i część wewnętrzną, stanowiącą właściwą szczękę górną i dolną, względnie ich wyrostek zębodołowy. Szczelina, o której mówiliśmy, tworzy teraz wysłany błoną śluzową przedsiónek jamy ustnej. Błona śluzowa złożona jest z tkanki nabłonkowej (pochodzenia ektodermalnego) oraz tkanki łącznej utworzonej z mezenchymy.

Rozwój zębów. Wiadomo z anatomii opisowej, że noworodek rodzi się bez widocznych w jamie ustnej zębów i dopiero w drugiej połowie

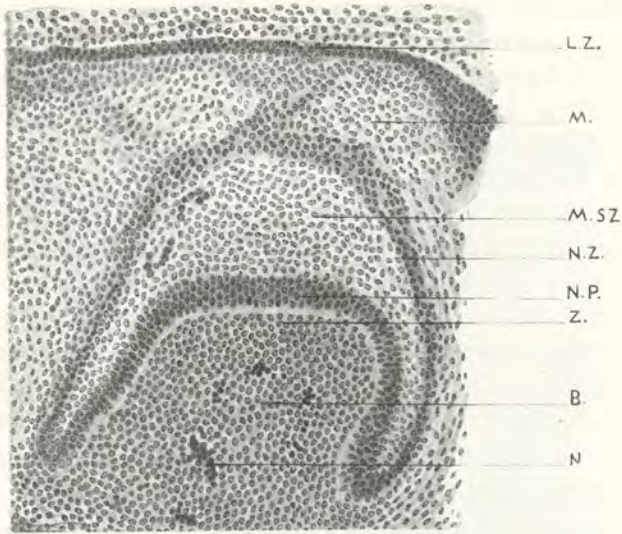
pierwszego roku życia rozpoczyna się wyrastanie tzw. zębów mlecznych na zewnątrz dziąseł. Uzębienie mleczne, składające się z 20 zębów, trwa mniej więcej przez 7—11 lat, po czym następuje uzębienie trwałe. Jakkolwiek u noworodka nie widać zębów w jamie ustnej, tym niemniej rozwijają się one już w życiu embrionalnym, ale początkowo pozostają ukryte wewnątrz kości szczękowych.



Ryc. 439. Przekrój czołowy przez głowę zarodka ludzkiego z połowy trzeciego miesiąca. *c. M.* — chrząstka Meckela, *CZ.* — warstwa czarnego barwnika, *J.* — język, *j.* — chrząstka Jacobsona, *M.* — mezoderma zewnętrzna oka, *M. D.* — muszla nosowa dolna, *M. G.* — muszla nosowa górna, *M. S.* — muszla nosowa środkowa, *P.* — przegroda nosowa, *P. P.* — płyta podniebienna, *S.* — siatkówka, *SZ.* — ciałko szkliste, *SZ. D.* — kostnienie w obrębie szczęki dolnej, *Z.* — zawiązki zębów, *ZR.* — miejsce zrostu płyt podniebieniowych. Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

Pierwszym zawiązkiem zębów mlecznych jest tzw. listwa zębowa, która jest wpukleniem ektodermalnego pokrycia błony śluzowej widocznej na powierzchni zawiązka szczęki górnej i dolnej. Występuje ona jako odgałęzienie znanej nam już listwy, która daje początek wyodrębnieniu warg. Odgałęzienie idzie ku stronie wewnętrznej, a więc zdąża ukośnie ku jamie ustnej (Ryc. 438 L. Z.). Listwa ma oczywiście kształt łukowaty, podkowiasty, tak samo jak i szczęki. Listwa zębowa biegnie równolegle do listwy przedsionka ustnego, a ułożona jest obok niej i nieco

w tyle poza nią. Od tej listwy pochodzenia ektodermalnego, która wrosła w tkankę mezodermalną leżącą pod nią, wypuklają się twory kolbkowate, wrastające jeszcze bardziej w głąb mezodermy (Ryc. 439). Tych wypukleń jest po 5 w każdej połowie szczęki górnej i dolnej, czyli razem 20 w jamie ustnej. Każdy taki twór złączony jest pasmem szyjkowatym z listwą zębową, a wrastając w głąb mezodermy zamienia się w 3-cim miesiącu w twór kształtu dzwonkowatego. Są to tzw. narządy szklivne o charakterze nablonkowym. Podstawę tego narządu dzwonkowatego (Ryc. 440)



Ryc. 440. Przekrój przez zawiązek zęba królika. B. — brodawka zębowa, L. Z. — listwa zębowa, M. — menenchyma, M. SZ. — mięsz narządu szklivnego, N. — naczynie, N. P. — nabłonek podstawowy narządu szklivnego, N. Z. — nabłonek zewnętrzny narządu szklivnego, Z. — warstwa komórek zębinotwórczych. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

stanowi warstwa nablonka walcowatego wysokiego, który obejmuje wrastającą w ten organ brodawkę złożoną z tkanki mezodermalnej. Od wewnątrz ten twór dzwonkowaty otoczony jest przez nabłonek złożony z komórek niższych aniżeli komórki nablonka podstawowego. Wnętrze tego narządu wypełnia mięsz, składający się z drobnych komórek tworzących siatkę wewnątrz narządu szklivnego.

Miejscem organizacji właściwego zęba jest pogranicze między podstawowym nabłonkiem walcowatym narządu tworzącego szkliwo a brodawką mezodermalną przyszłego zęba. Wierzchnie komórki tej brodawki mezodermalnej szeregują się i przybierają postać walcowatą. Jakkolwiek komórki te są niższe niż opisane graniczące z nimi elementy narządu szklivnego, tym niemniej wyglądają na komórki nablonkowe, które przecież powstają w organizmie zarodkowym z embrionalnej

tkanki łącznej. Warstwa podstawowa komórek tworzących dzwonkowatego stanowi błonę lub tzw. czapeczkę szkliwną (*membrana adamantina*), a komórki wchodzące w jej skład noszą nazwę elementów szkliwotwórczych (*ameloblasty*). Natomiast wierzchnie komórki brodawki zębowej, będące pochodzenia mezodermalnego, mają za zadanie produkcję zębiny: są to tzw. odontoblasty, których zespół ławicowy nosi nazwę warstwy zębinotwórczej (*membrana eboris*). Obydwie te warstwy, a mianowicie warstwa odontoblastów, tj. powierzchowna warstwa brodawki zębowej i ameloblasty, czyli warstwa nabłonka wyścielającego od wewnątrz dzwonowaty narząd szkliwny, są właściwymi organizatorami zęba.

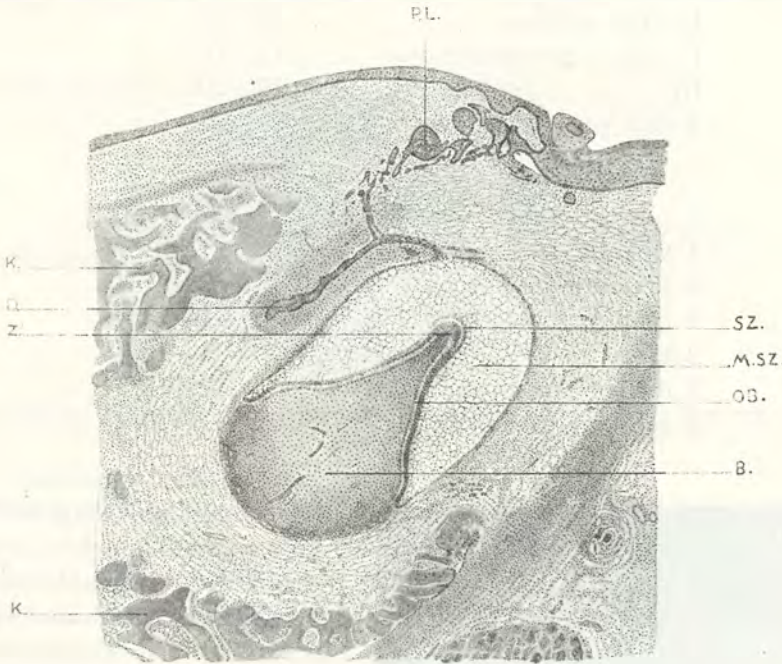
W końcu piątego miesiąca życia śródmacicznego odontoblasty rozpoczynają akcję tworzenia zębiny (*dentyna* — ryc. 441), z której składa się, jak wiadomo, korona i korzeń zęba. Odontoblasty wydzielają na zewnątrz w kierunku ameloblastów substancję — niejako międzykomórkową istotę tkanki łącznej, w której niebawem widać strukturę włóknistą. Substancja ta układa się warstwami na powierzchni odontoblastów, a grubość warstwy zwiększa się przez nakładanie coraz to nowych warstewek zębiny utworzonej świeżo przez odontoblasty. Cała ta masa ulega potem zwapnieniu. Wytworzona przez odontoblasty zębina stale wysuwa się na zewnątrz, wskutek czego budowa i zdolności produkcyjne odontoblastów nie ulegają zmianie. W miarę tworzenia się zębiny brodawka zębowa zostaje zacisnięta. Pozostałość brodawki odpowiada jamie zęba, która później zaciska się jeszcze więcej.

Gdy już produkcja zębiny, która trwać może niemal przez całe życie, posunęła się dość mocno naprzód, zaczyna się wytwarzanie szkliwa. Samo zjawisko tworzenia szkliwa dokonywa się wewnątrz komórek szkliwotwórczych, które, jak wiemy, mają postać wysokich elementów walcowatych oddzielonych od siebie cieniutkimi warstewkami substancji kitowej. Szkliwo układa się najpierw cienkim pokładem między ameloblastami a warstwą wytworzonej zębiny. Potem same komórki szkliwotwórcze wypełniają się dokładnie szkliwem i w ten sposób na powierzchni zębiny powstaje jednolita warstwa szkliwa, w nią włączone są też szkliwem wypełnione komórki szkliwotwórcze, które oczywiście tracą wobec tego zdolność produkcji szkliwa. Tak więc tworzenie się szkliwa zaczyna się później niż tworzenie zębiny, a trwa nierównie krócej, bo tylko do czasu włączenia warstwy szkliwotwórczej do pokładu szkliwa na zębinie korony.

Kostniwo, czyli cement, którego warstewka pokrywa szyjkę zęba i korzeń, tworzone jest w życiu pozazarodkowym przez komórki mezodermalne, otaczające zawiązek zęba.

Pozostaje nam teraz omówienie losów narządów embrjonalnych, które tworzyły ząb. Organ szkliwny był produktem listewki zębowej i z nią związany pasemkiem nabłonka ektodermalnego, zanikającego potem.

Czytaliśmy, że nabłonek wewnętrzny narządu szkliwnego zmieniony w ameloblasty produkował szkliwo; nabłonek zewnętrzny leżący na powierzchni narządu szkliwnego zanika. Tak samo miazga tegoż narządu wypełniona tkanką siateczkową rozpływa się w biegu dalszego rozwoju szkliwa. Przypuszczać można, że miazga ta zawiera materiał potrzebny nabłonkowi wewnętrznemu do tworzenia substancji szkliwnej. Nabłonek wewnętrzny, obejmujący zawiązek korzenia zębowego, organizuje się teraz w pochewkę korzeniową.



Ryc. 441. Zawiązek zęba sześciomiesięcznego zarodka ludzkiego. *B.* — brodawka zębowa, *D.* — zawiązek zęba definitywnego, *K.* — tkanka kostna, *M. SZ.* — mięszsz narządu szkliwnego, *OB.* — odontoblasty, *P. L.* — pozostałość listwy zębowej, *SZ.* — komórki szkliwotwórcze, *Z.* — zębina. Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

Co do listewki zębowej, to obserwacja już wczesnych okresów rozwoju stwierdza wtórne odgałęzienie z ektodermalnej tkanki nabłonkowej, założone w celu wytworzenia drugiej serii narządów szkliwnych (Ryc. 441 *D.*). Pod nim tworzą się tak samo brodawki zębowe z tkanki mezenchymatycznej. Zawiązki te układają się szeregiem równoległym do zawiązków zębów mlecznych po stronie języka. Ich rola polega na przygotowaniu zawiązków zębów trwałych, które wydobędą się na zewnątrz szczęk po wypadnięciu zębów mlecznych.

Tworzenie się zęba trwałego z zawiązka zęba przebiega zasadniczo w ten sam sposób, jak to poznaliśmy omawiając rozwój zębów mlecz-

nych. Zawiązki zębów trwałych powstają nierównie później niż mlecznych; zaś niektórych zębów już w życiu pozamacicznym, w pierwszych latach dzieciństwa. Rozwój zębów trwałych rozciąga się na szereg lat, w których kształtują się one najpierw w szczękach, a potem wydobywają się na zewnątrz. Poniżej podana tabelka zawiera daty wydobywania się zębów mlecznych i trwałych w każdej szczęcie:

Zęby mleczne:

Środkowe siekacze	6—8	miesiąc
Boczne siekacze	8—12	»
Przednie przedtrzonowe	12—16	»
Kły	17—20	»
Tylne przedtrzonowe	20—24	»

Zęby trwałe:

2 pierwsze trzonowe	6—7	rok
4 siekacze	7—9	»
2 przednie przedtrzonowe	9—11	»
2 tylne przedtrzonowe	11—13	»
2 kły	11—13	»
2 drugie trzonowe	12—14	»
2 zęby mądrości	17—40	»

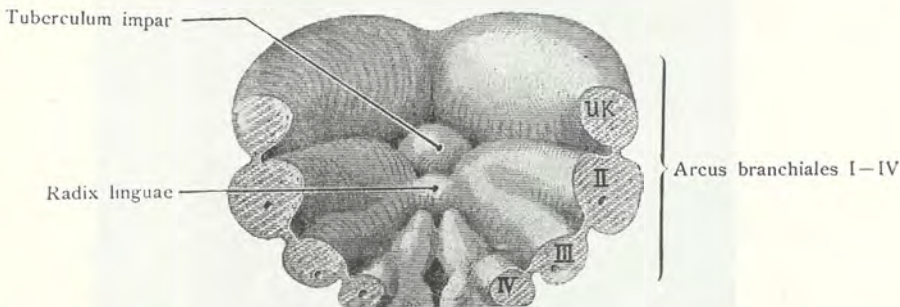


Ryc. 442. Czaszka 6-letniego dziecka; na zewnątrz szczęk widać zęby mleczne, w szczękach oddłutowane zęby trwałe. Ze zbiorów zakł. anat. opis. U. J.

Sprawa wypadania zębów mlecznych pozostaje w związku z rozrostem zębów trwałych w obrębie wzrastającej szczęki. W czasce dziecka można w pewnym okresie znaleźć równocześnie dwie generacje zębów, tj. mleczne już wyrosnięte, a trwałe ukryte jeszcze w szczęcie (Ryc. 442). Przez wzrost zębów trwałych w obrębie szczęki zmieniają się stosunki odżywiania dla zęba mlecznego, którego korzeń ulega uciskowi, a rozwijające się mocniej w otoczeniu naczynia krwionośne pośredniczą przy wessaniu (resorpcji) korzenia zęba mlecznego. Udział w tym procesie biorą komórki, zwane osteoklastami, z którymi spotkaliśmy się przy procesach fizjolo-

gicznego niszczenia kości. Łącznie z fagocytami przyczyniają się one do rozluźnienia tkanki otoczenia, co ułatwia wypadanie zęba .

Zmiana zębów u człowieka zasadniczo raz tylko się odbywa. U zwierząt kręgowych niższych bywa wielokrotna zmiana zębów w szczękach i na podniebieniu. U delfinów zmiany żadnej nie ma, tzn. że jest tylko jedna generacja zębów. Embriologowie wiążą zmianę uzębienia z tym, że miejsce przeznaczone pierwotnie na pomieszczenie poszczególnych zębów okazuje się w późniejszym rozwoju nie wystarczające. Przy rozroście szczęk dokonywa się zmiana zębów, tj. bogatsze wyposażenie w nie szczęk.

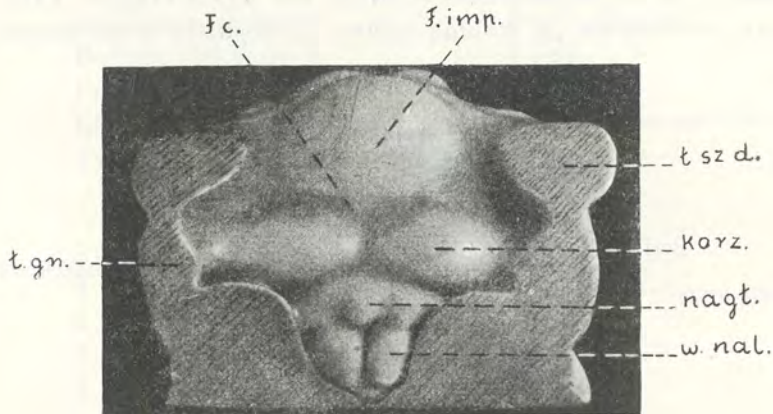


Ryc. 443. Model dna jamy ustnej zarodka ludzkiego. UK — łuk żuchwowy. Według Kollmanna.

Rozwój języka. Powstawanie języka wiąże się z akcją twórczą tkanki pokrywającej pierwszą parę łuków trzewiowych (*arc. mandibularis*). Tam gdzie te łuki zespalają się ze sobą, widać w bardzo wczesnych okresach rozwojowych (według F i s c h l a w zarodku ludzkim 2 mm) drobne wzniesienie guzkowate w kierunku światła jamy ustnej, które nosi nazwę *wzgórk a j ęzykowego środkowego*, lub *nieparzystego* (*tuberculum linguae mediale, impar*). Nieco później do przodu przed tym wzniesieniem powstają dwa tzw. *wzgórki językowe boczne*, które wyglądają jak fałdy na łuku żuchwy po stronie zwróconej do jamy ustnej. Te dwa *boczne wzgórki językowe* wraz z *wzgórkiem nieparzystym* stanowią początkowy materiał do organizacji języka. Zrost ich w jamie ustnej postępuje w kierunku otworu ustnego; wyrostek nieparzysty (środkowy) wsuwa się między dwa boczne, które obejmując go zrastają się z nim w 2-gim miesiącu. W tyle tuż poza *wzgórkiem nieparzystym* powstaje uchylek biegnący w głąb. Jest to tak zwany *później otwór ślepy* (*foramen caecum*). W obrębie tego otworu entoderma zapadająca się w głąb wytworzy zawiązek tarczycy, o czym później mówić będziemy.

Zawiązek języka, który opisałem powyżej, rozwija się mocniej ku stronie przedniej, a więc ku otworowi ustnemu. Jednak od strony nasady zawiązka dołącza się do języka wał zbudowany z tkanki, która zespala

ze sobą luki (Ryc. 443) gnykowy i następne, — jest to tzw. łącznica (*copula*). Wytwarza ona rodzaj płyty zbudowanej z tkanki mezenchymatycznej wyliczonych powyżej luków, pokrytej przez nabłonek entodermalny, zespala się potem z przednią częścią powstałą z trzech przednich zawiązków, tworząc w linii zespolenia literę V otwartą ku przodowi i dołączając niejako do przedniego odcinek tylny, czyli tzw. k o r z e ń (*radix linguae*) stanowiący podstawę języka (Ryc. 444 i 445).



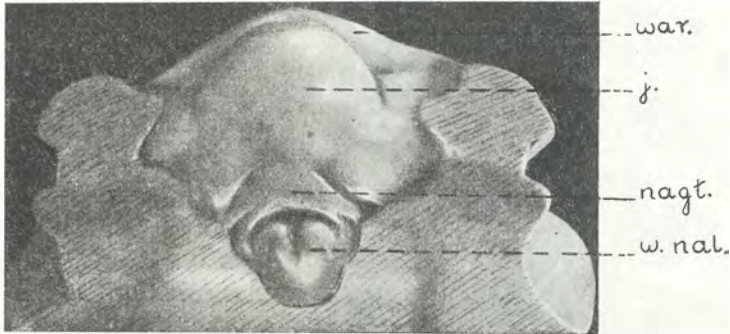
Ryc. 444. Model dna jamy ustnej zarodka ludzkiego 10,3 mm długiego. *F. c.* — *foramen caecum*, *korz.* — zawiązek korzenia języka, *t. gn.* — łuk gnykowy, *t. sz. d.* — łuk szczęki dolnej, *nagł.* — nagłośnia, *F. imp.* — *tuberculum impar* zrosnięty z przednimi bocznymi zawiązkami języka, *w. nal.* — wał nalewkowy. Według modelu Zieglera z Bromana.

Reasumując to, co napisałem o genezie zawiązka języka, stwierdzamy: część przednia, a więc wierzchołek i główna część trzonu języka powstały z wyrostków bocznych, wytworzonych przez pierwszy łuk trzewiowy. Od strony otworu ślepego ku przodowi między ramionami litery V jest pole rombowe, które się rozwinęło z środkowego nieparzystego wyrostka, zawdzięczającego swe pochodzenie także 1-emu łukowi żuchwowemu. Tylny odcinek poza ramionami litery V wytworzony jest z łącznicy, tj. z tkanki trzech dalszych luków skrzelowych. Powierzchnia języka, począwszy od przodu mniej więcej aż do linii zrostu trzech opisanych wyrostków, pokryta jest przez ektoderme; tylna zaś część, a więc cały korzeń języka — przez nabłonek entodermalny.

Poznawszy genezę i organizację zawiązka języka, zapoznamy się teraz z procesami różnicowania poszczególnych składników.

Nabłonek ekto- i entodermalny języka oprócz spełniania funkcji nabłonka błony śluzowej (gruczoly śluzowe) wchodzi w usługi narządu recepcyjnego zmysłu smakowego. Początkowo nabłonek języka jest walcowaty jednowarstwowy (Ryc. 346), ale potem komórki mnożą się i nabłonek staje się wielowarstwowy. Niektóre komórki począwszy od trze-

cięgo miesiąca biorą udział w tworzeniu brodawek smakowych. Brodawki grzybowate i nitkowate tworzą się jako wzniesienia tkanki łącznej, za którą postępuje też tkanka nabłonkowa. Brodawki okolne powstają w ten sposób, że nabłonek powierzchni języka w tylnej jego części wytwarza dwie listwy układające się po obu ramionach litery V począwszy od ślepego otworu. Na listwach wznoszą się wysepki brodawkowate. Dookoła każdej takiej wysepki, jak wykazał G r a b e r g, zapada się nabłonek w głąb tkanki mezenchymatycznej two-



Ryc. 445. Model dna jamy ustnej zarodka ludzkiego długości 15 mm, *j.* — język, *nagł.* — nagłośnia, *w. nal.* — wał nalewkowy, *war.* — warga dolna. Według modelu Zieglera z Bromana.

rząc kolistą listwę. Potem ulega ona częściowemu rozpadowi, tak że każda taka brodawka zostaje otoczona kolistym rowkiem. Na brzegach brodawki wewnątrz rowku organizuje się nabłonek wielowarstwowy sześcienny w narządy zwane kubkami smakowymi. Na dnie rowka nabłonek wpukła się jeszcze mocniej i tworzy gruczoły surowicze.

Kubki smakowe występują w ścianach brodawek, ale pojawiają się u noworodka także w błonie śluzowej trzonu i na powierzchni korzenia językowego. Bliższe szczegóły rozwoju kubków smakowych omówimy w rozdziale o zmysłach opisując rozwój narządu smakowego.

Co do gruczołów języka, to prócz wspomnianych już surowiczych wytwarzają się przez wpuklenie nabłonka także gruczoły śluzowe.

Sprawa umięśnienia języka jest trudna dziś do rozstrzygnięcia. Możliwym byłoby przypuszczenie, że grupy komórek mezenchymatycznych, które znajdują się w zawiązku języka, różnicują się w mioblasty i tworzą mięśnie tego narządu. Ale nie jest też wykluczone, że mioblasty wędrują z miotomów położonych znacznie niżej, na co wskazuje też unerwienie tych mięśni przez nerw podjęzykowy.

Stosunki unerwienia języka są, jak wiadomo, dość skomplikowane. Nerwem ruchowym języka jest n e r w p o d j ę z y k o w y (*n. hypoglossus*). Wszedł on albo razem z mioblastami miomerów niżej ugrupowa-

nych, albo wędrował tam wtórnie, gdy muskulatura już się utworzyła. Stronę czuciową funkcji języka pełnią gałązki nerwu trójdzielnego (*n. trigeminus*). Zjawisko to tłumaczymy sobie łatwo tym, że to jest nerw 1-go trzewiowego (żuchwowego) łuku, który dostarcza materiału na trzy przednie zawiązki języka. Czynności nerwu zmysłowego

pełni nerw językowo-gardłowy (*n. glosso-pharyngeus*), a że przebiega on u zarodka w trzecim łuku skrzelowym, przeto zrozumiałym jest, że go spotykamy w pobliżu materiału tworzącego korzeń języka (łącznica — *copula*).



Ryc. 446. Gruczoł ślinowy podszczękowy zarodka ludzkiego długości 65 mm. Pomiedzy przegrodami tkanki mezenchymatycznej widać przewody kończące się zgrubieniami kolbkowatymi, częściowo jeszcze bez światła. Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

Rozwój gruczołów ślinowych. W szóstym tygodniu życia śródmacicznego zapada się nabłonek wyściełający szczelinę między policzkiem i wyrostkiem zębodołowym żuchwy, tworząc listwę litą wrastającą w mezoderme podszczękową. Ta listwa ektodermalna daje później pączki gruczołowe (Ryc. 446) i oddziela się coraz wyraźniej od nabłonka, z którego powstała, pozostawiając tylko pasemko łączące z nabłonkiem. Przez rozstęp komórek w tym pasmie tworzy się światło i w ten spo-

sób powstaje przewód gruczołu podszczękowego (*glandula submaxillaris*).

Zupełnie podobnie tworzy się w ósmym tygodniu życia płodowego zawiązek gruczołu podjęzykowego (*glandula sublingualis*) z nabłonka tejże szczeliny policzkowo-zębodołowej, tylko że listwa twórcza przesuwana się ku środkowi dna jamy ustnej.

Nieco inaczej powstaje w początku drugiego miesiąca życia płodowego gruczoł przyuszny (*glandula parotis*). Stanowi on początkowo rynienkę nabłonkową, która zaczyna się od kąta ust i zdąża ku szczelinie między wyrostkiem zębodołowym a policzkiem. Rynienka ta zamyka się w rurkę, która rośnie pod nabłonkiem wyżej wymienionej szczeliny ku

tyłowi, wchodzi potem w głąb tkanki mezenchymatycznej, posuwając się coraz dalej poza mięśnięm żwaczem w okolice ucha. Tutaj ze ślepego końca tej rurki wyrastają najpierw lite pączki, które potem zyskują światło i otoczkę mezenchymatyczną. Rurka, o której mowa, stanowi zawiązek przewodu gruczołu przyusznego (*ductus parotideus*); gruczoł sam dopiero po urodzeniu ulega ostatecznemu zróżnicowaniu histologicznemu, sposobiąc się do produkcji śliny. W życiu zarodkowym dokonywa się jeszcze otoczenie zawiązków oddzielnych należących do danego gruczołu pochewką z tkanki łącznej.

Tę samą funkcję pełnią też drobne gruczoły z szeregiem oddzielnych ujść (*glandulae alveolo-buccales*), które powstały jako oddzielne małe wpuklenia nabłonka w szczelinie między wyrostkiem zębodołowym a policzkiem.

Narządy limfatyczne jamy ustnej tworzą wieniec gruczołów limfatycznych na pograniczu między jamą ustną a przełykiem. Ten pierścień (*annulus lymphaticus*) składa się z migdałka językowego (*tonsilla lingualis*) na podstawie języka, migdałka podniebieniowego (*tonsilla palatina*) między łukiem podniebieniowo-językowym a podniebieniowo-gardłowym, wreszcie z migdałka gardłowego (*tonsilla pharyngea*), umieszczonego na przejściu ściany górnej w ścianę tylną gardła.

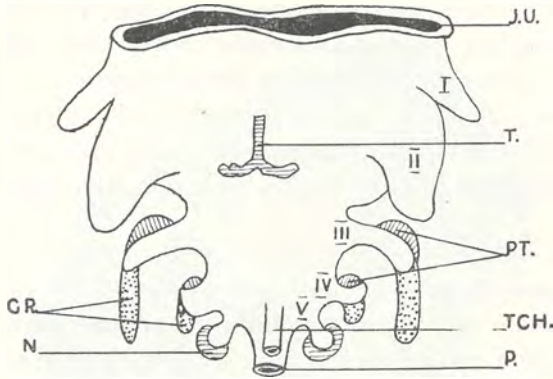
Zasadą tworzenia się migdałków jest rozsianie leukocytów w tkance mezenchymatycznej, a nawet nabłonkowej. Niewątpliwie główna ich ilość wwędrowała z zewnątrz do tkanki łącznej błony śluzowej wprost z krwi naczyń krwionośnych. Metaplazja komórek mezenchymatycznych w białe ciała krwi też nie jest wykluczona, to znaczy, że część leukocytów powstawać by miała na miejscu. Niejednokrotnie zwłaszcza przy tworzeniu się migdałka gardłowego pojawianie się leukocytów poprzedza sfałdowanie błony śluzowej danego miejsca.

Migdałki rozwijają się zasadniczo w późniejszych okresach życia zarodkowego począwszy od połowy 3-go miesiąca. Ich ostateczne ukształtowanie i przepojenie leukocytami dokonywa się u noworodka po urodzeniu aż do 4-go roku życia. Z drugiej strony obserwowano redukcję i zanik migdałka gardlanego częścią już w drugim roku życia pozamacicznego, częścią w czasie okresu pokwitania.

b) Jelito skrzelowe i narządy związane z nim genetycznie.

Część jelita głowowego poniżej łuku żuchwowego rozpoczyna ten odcinek jelita, który zwiemy jelitem skrzelowym. W zarodku, od którego zacząć musimy opis rozwoju tego odcinka jelita, nie da się on jeszcze wyróżnić jako odrębna część ciała, ale położenie jelita skrzelowego odpowiadałoby przyszłej szyi. Jelito skrzelowe już w 4-tym tygodniu ży-

cia zarodkowego wytwarza tzw. łuki i szczeliny skrzelowe. Powstawanie ich odbywa się przez wypuklanie entodermy jelita ku stronie zewnętrznej, podczas gdy naprzeciwległa ektoderma powierzchniowa wpukła się w kierunku entodermy. Tak więc wytwarza się w jelicie skrzelowym po obu stronach ciała szereg leżących pod sobą uchyłków, czyli



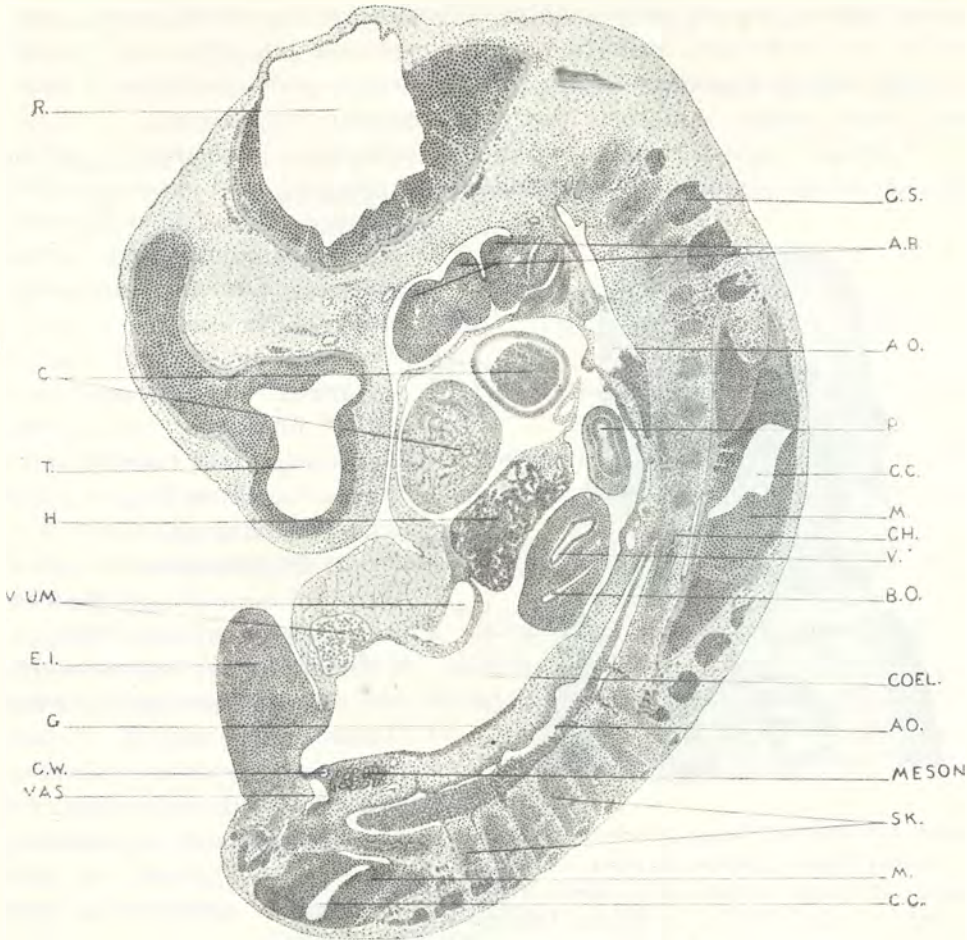
Ryc. 447. Torebki skrzelowe zarodka człowieka i ich pochodne (w schemacie). GR. — zawiązek grasicy, J. U. — światło jamy ustnej, N — nabłonek ostatniej kieszonki skrzelowej, P. — przelyk, PT. zawiązek gruczołów przytarczycznych, T. — zawiązek tarczycy, TCH. — tchawica, I—V — I.—V. kieszonka skrzelowa. Według Bromana.

kieszeni skrzelowych wewnętrznych (Ryc. 447), którym odpowiada ta sama liczba kieszonek skrzelowych zewnętrznych. Te ku sobie w głąb drążące szczelinowate uchyłki zbliżają się do siebie; ekto- i entoderme dzieli jakiś czas tkanka mezenchymatyczna, która jednak wycofuje się, a wtedy ento- i ektoderma układają się na sobie tworząc błonę zasłonową (*membrana obturatoria*). Błonka może zaniknąć i szczelina skrzelowa staje się drożną. Natomiast mezenchyma gromadzi się między poszczególnymi szczelinami wytwarzając tzw. łuki skrzelowe (Ryc. 338, 339, 400, 443,

448), wysłane entoderma od wewnątrz, od strony światła jelita, a od zewnątrz pokryte ektoderma.

Liczba szczelin skrzelowych u zwierząt kręgowych zależy od badanego gatunku (u lancetnika jest bardzo duża i dochodzi do 100, u ryb od 12—5, u płazów i gadów — 5, a u ptaków, ssaków i człowieka 4 szczeliny).

Pierwsze dwie górne szczeliny skrzelowe człowieka, szczelina I-sza zuchwowa i II-ga gnykowa, różnią się od III i IV skrzelowej szczeliny, gdyż mają one kieszonki wewnętrzne znacznie głębsze i obszerniejsze aniżeli dwie dolne. Rozszerzenie kieszonek idzie nie tylko w kierunku poprzecznym, ale także ku stronie grzbietowej i brzusznej. Wynikiem rozszerzenia światła kieszonek dwóch górnych szczelin jest znaczne rozszerzenie światła całej górnej części jelita skrzelowego w stosunku do dolnej. Ma się wrażenie, że światło jelita skrzelowego ma kształt lejka zwężającego się ku dołowi w kierunku przelyku. Nadto zwrócić trzeba uwagę na pewne spłaszczenie światła jelita skrzelowego w kierunku przednio-tylnym. Głębokość uchyłków szczelin wewnętrznych zależy oczywiście od grubości łuków skrzelowych, które te kieszonki ogra-

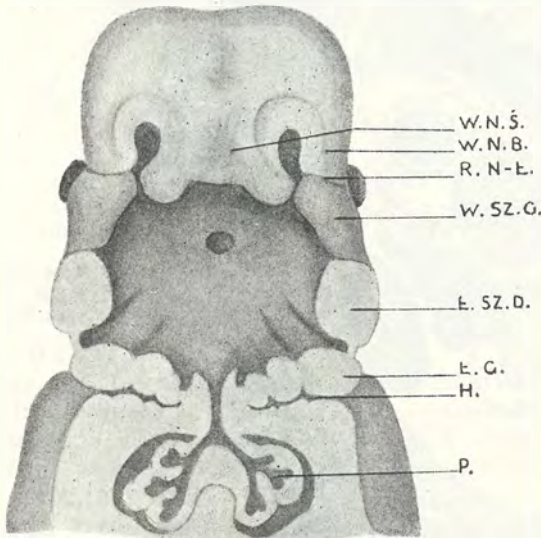


Ryc. 448. Przekrój strzałkowy przez zarodek ludzki długości 7,5 mm (jednomiesięczny). A. B. — arcus branchiales (łuki skrzelowe), A. O. — aorta, B. O. — bursa omentalis, C. — cor (serce), C. C. — canalis centralis, C. W. — canalis Wolffi (kanał Wolffa), CH. — chorda, COEL. — coeloma (jama ciała), E. I. — extremitas inferior (odnóże dolne), G. — plica genitalis (listwa płciowa), G. S. — ganglion spinale (zwój międzykręgowy), H. — hepar (wątroba), jeszcze ułożona w septum transversum, M. — medulla (rdzeń), MESON — mesonephros (pranercze), P. — pulmo (płuco), R. — rhombencephalon, SK. — sklerotomy, T. — telencephalon, V. — ventriculus (żołądek), V. UM. — vena umbilicalis (żyła pępkowa), VAS — naczynie krwionośne. Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

niczają. Ponieważ ilość mezodermy nagromadzonej w I i II łuku skrzelowym (Ryc. 449) jest znacznie większa niż w łukach dalszych, przeto te ostatnie zapadają się niejako biernie w głąb. Mamy teraz wrażenie, że poniżej drugiego łuku skrzelowego wytworzyła się zatoka, którą opisał His, i która w embriologii nosi nazwę zatoki Hisa, albo z a t o k i s z y j n e j (*sinus cervicalis*). Z powierzchni II-go łuku skrzelowego zrasta fałd,

który jako wieczko (*operculum*) zakrywa światło zatoki szyjnej, zra-
stając się z tułowiem. Robi to wszystko wrażenie jak gdyby zapadła się
w głąb ciała pewna część ściany zarodka, leżąca pod jego głową, a świa-
tło zatoki zostało zamknięte powyżej opisanym wieczkiem.

Dalszy wzrost zarodka w długość powoduje przesunięcie pewne
brzegu zatoki szyjnej, która układa się na przyszłej szyi ukośnie, mniej
więcej wzdłuż mięśnia most-
kowo - obojczykowo - sutko-
wego (*sternocleidomasto-*
ideus). Na miejscu wieczka
wytworzonego nad zatoką
rozrasta się zawiązek mię-
śnia płaskiego szyi (*platy-*
sma myoiaes), mięśnia skór-
nego unerwionego przez
nerw twarzowy.



Ryc. 449. Rekonstrukcja pól schematyczna głowy i górnej części tułowia zarodka ludzkiego długości 11,5 mm. Szczeka górna ujęta w perspektywie, szczeka dolna w przecięciu. Ostatnie łuki skrzelowe nie są z zewnątrz widoczne, gdyż przesunęły się w głąb zatoki Hisa. H. — zatoka Hisa (*sinus cervicalis*), Ł. G. — łuk gnykowy, Ł. SZ. D. — łuk szczęki dolnej, P. — płuco, R. N-L. — rynienka nosowo-lzowa, W. N. B. — wyrastek nosowy boczny, W. N. Ś. — wyrastek nosowy środkowy, W. SZ. G. — wyrastek szczęki górnej. Według Hisa z Hertwiga.

Wytworzenie zatoki
szyjnej zmieniło gruntownie
stosunki wzajemne topogra-
ficzne łuków skrzelowych,
a zarazem położenie otwo-
rów zewnętrznych i we-
wnętrznych szczelin skrzelo-
wych. Ta rzecz ważną jest
też ze względu na objaśnie-
nie pojawiających się jako
anomalie otworów na szyi
człowieka wzdłuż mięśnia
mostkowo - obojczykowo - sut-
kowego, które nazwano
przetokami skrzelowymi.
Uważano, że to są pozosta-
łości po otworach wiodących
do kieszonek skrzelowych
zewnętrznych, drażących

niejednokrotnie daleko w głąb tkanek szyi. Podobne uchylki obserwo-
wano także od strony przetyku.

K o s t a n e c k i pierwszy zwrócił uwagę na nieuwzględnianie przy
tym objaśnieniu zatoki szyjnej, co znalazło potwierdzenie w pracy H a m-
m a r a. Kostanecki słusznie zwrócił uwagę na fakt, że wskaźnikiem, po
którym najłatwiej się orientować co do przynależności uchylków i ka-
nałów, biegnących w tej okolicy, jest przebieg nerwów mózgowych i tę-
tnic. Jeżeli uwzględni się przynależność poszczególnych nerwów i naczyń
do danych łuków skrzelowych, wtedy stwierdzenie, czy dany uchylek

przebiega nad, czy pod danym nerwem lub tętnicą, pozwala rozstrzygnąć, z którą szczeliną mamy do czynienia.

Przynależność nerwów i tętnic do poszczególnych łuków skrzelowych przedstawia się jak następuje:

Przynależność do:	Nerw	Tętnica
łuku I-go	N. trójdzielny (<i>N. trigeminus</i>)	—
« II-go	N. twarzowy (<i>N. facialis</i>)	—
« III-go	N. językowo-gardłowy (<i>N. glossophar.</i>)	Tętnica szyjna wewn. (<i>art. car. int.</i>)
« IV-go	N. błędny (<i>N. vagus</i>)	Tętn. główna (aorta wzgl. <i>art. subclavia</i>).

Wobec zaniku tętnic dwóch pierwszych łuków i pewnych przesunięć łuku IV-go najmocniejsze oparcie znajdujemy w przebiegu nerwów i wewnętrznej tętnicy głównej.

Jakie są losy poszczególnych szczelin skrzelowych w świetle tych badań?

Pierwsza szczelina skrzelowa ma przebieg najbardziej konserwatywny, bo ściany jej ustalone są mocno przez włączenie jej górnego ograniczenia, tj. łuku skrzelowego jako żuchwy w szkielet głowy. Wewnętrzna kieszonka tej szczeliny zaczyna się otworem, który pozostaje jako wejście do trąbki słuchowej Eustachiego (*ostium tubae Eustachii*). Część zaczynająca się tym otworem przekształca się w kanał, zwany w embriologii przewodem przełykowo-skrzelowym (*ductus pharyngo-branchialis*), który potem organizuje się w trąbkę słuchową Eustachiusza (*tuba Eustachii*). Dalsza część, rozszerzająca się ku stronie grzbietowej, przekształca się w jamę bębenkową (*cavum tympani*). Przy rozwoju ucha będziemy słyszeli, że zewnętrzna kieszonka pierwszej szczeliny wytwarza przewód słuchowy zewnętrzny (*meatus auditivus externus*).



Ryc. 450. Przetoka I. szczeliny skrzelowej. Według Virchowa z Kosta-neckiego.

Na wytworzenie tych urządzeń, zostających w usługach narządu słuchowego, zużywa się tylko ta część pierwszej szczeliny, która stanowiła główną część uchylka, zdążającego ku stronie grzbietowej. Reszta tej szczeliny przy normalnym rozwoju zarasta. Rysunek 450 przedstawia anomalię polegającą na utrzymaniu się jednociągłego kanału, biegnącego

obok kanałów słuchowych i łączącego światło przelyku ze światem zewnętrznym. Według *Kostaneckiego* mamy tu do czynienia z typową przetoką pierwszej szczeliny skrzelowej, za czym przemawia przebieg tego kanału między nerwami trójdzielnym a twarzowym.



Ryc. 451. Przetoka drugiej szczeliny skrzelowej.
Według *Watsona* z *Kostaneckiego*.

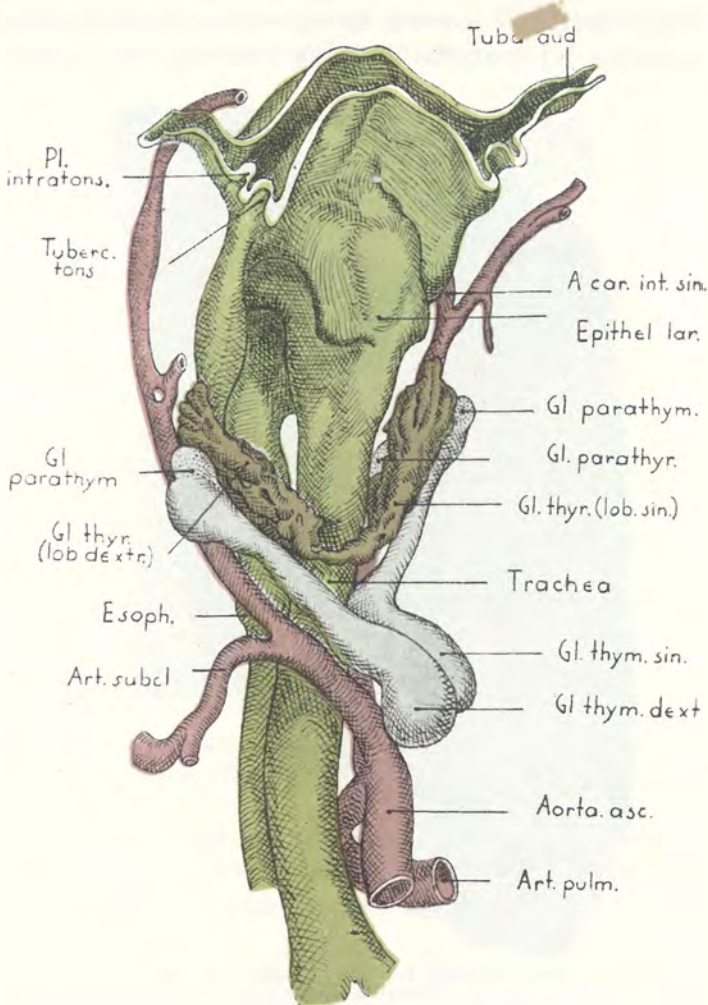
Druga szczelina skrzelowa utrzymuje się jako płytka zatoka głównie w swym wypukleniu grzbietowym. Wsuwa się ona między dwa fałdy błony śluzowej, stanowiące łuk podniebieniowo-językowy i podniebieniowo-gardłowy. Jest to zatoka, w której się rozwija później migdałek podniebieniowy. Jeżeli stąd wgłębia się jakby przedłużenie w miąższ szyi przechodząc między nerwem twarzowym a językowo-przelykowym, to powstaje wtedy woreczek (Ryc. 451) kończący się ślepo i nie mający ujścia na zewnątrz. Taki przypadek, zanalizowany bliżej przez *Kostaneckiego*, odpowiada II-giej przetoce, która jednak zasa-

dniczo jest wewnętrzną przetoką niekompletną (bo bez otworu zewnętrznego).

Dolne szczeliny skrzelowe nie mają żadnej możliwości otwarcia się na zewnątrz. Zasadniczo nie uzyskują one drożności, a gdyby się to stało, mogłyby się otworzyć jedynie do światła zatoki szyjnej. Wspomniałem już powyżej, że zatokę szyjną, otwartą początkowo na bocznej stronie podgłowej zarodka, zamyka w biegu rozwoju wieczko zrastające z drugiego łuku skrzelowego. W tym momencie światło zatoki odcina się od zewnątrz i zatoka zamienia się w pęcherzyk szyjny (*vesicula cervicalis*). Otóż ten pęcherzyk szyjny przy przedłużeniu przewodów skrzelowych (*ductus branchiales*), będących przedłużeniami kieszonek skrzelowych, może wchodzić w łączność ze szczelinami skrzelowymi.

Co do otworów, które, jak mówiliśmy powyżej, mogą się pojawiać na przednim brzegu mięśnia mostkowo-obojęczykowo-sutkowego, to powstawanie ich tłumaczyć możemy jedynie przez niedomknięcie zatoki szyjnej. Oczywiście, o ile by z pęcherzykiem zatoki szyjnej złączyły się

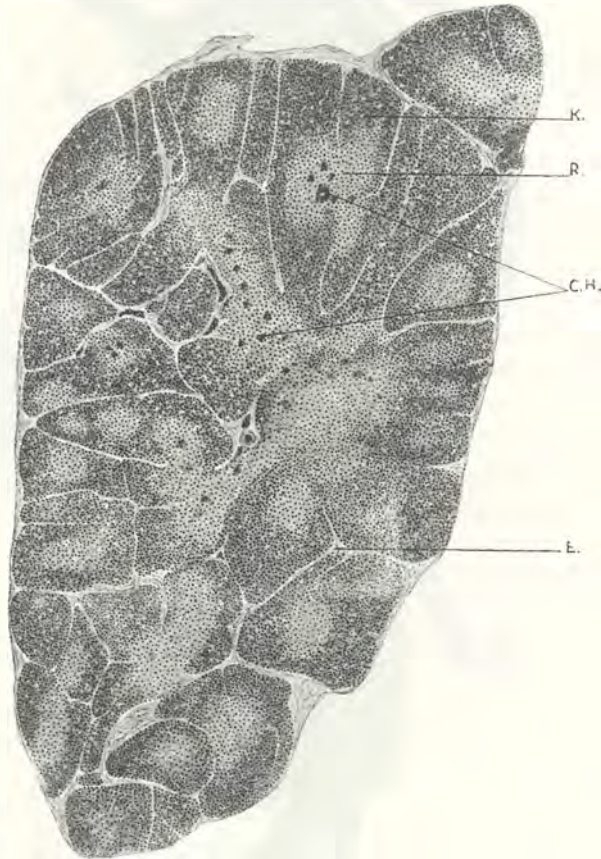
wprzód przewody idące od wewnętrznych szczelin skrzelowych, to mogłaby być pośrednio utrzymana cała komunikacja. Ma to jednak raczej teoretyczne znaczenie.



Ryc. 452. Rekonstrukcja tarczycy, grasicy, gruczołów przytarczycznych i narządów sąsiednich zarodka ludzkiego długości 23 mm. Według Wellera jr.

Losy trzeciej i czwartej szczeliny, powstawanie grasicy. Nabłonek entodermalny, którym wysłana jest trzecia szczelina skrzelowa, zużywa zarodek do wytworzenia gruczołów o wydzielaniu wewnętrznym. Część nabłonka od brzusznej strony szczeliny tworzy gruczoł, który nazywamy grasicą (*thymus* — ryc. 452). Po obu stronach ciała zarodka sznury nabłonkowe — już od czwartego tygodnia życia embrionalnego zdążające w głąb tkanki mezenchymatycznej — zrastają w kierunku klatki piersiowej, zachowując przez dłuższy

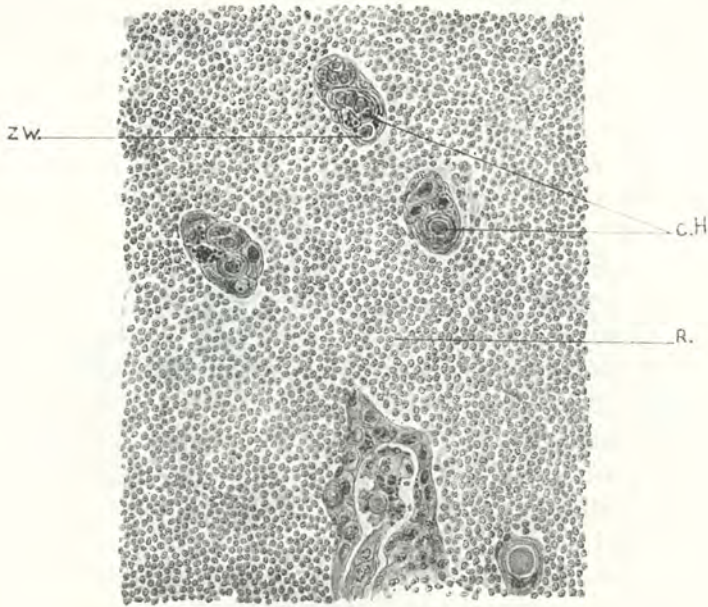
czas światło, stanowiące przedłużenie światła kieszonki wewnętrznej III-ciej szczeliny skrzelowej. Wytwarza się wtedy kanał grasiczno-przełykowy (*ductus thymico-pharyngeus*). Wcześniej lub później ulega on zwykle zanikowi, a wtenczas zatracą się łączność grasicy z macierzystą podstawą jej rozwoju. Jeśli się ona choć częściowo utrzyma,



Ryc. 453. Przekrój przez grasicę zarodka ludzkiego. *C.H.* — ciała Hassala, *K.* — warstwa korowa, *E.* — tkanka łączna między zrazikami, *R.* — warstwa rdzeniowa. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

to z odcinków tego przewodu powstają dodatkowe grasicy. Przy prawidłowym rozwoju pasma nabłonka trzeciej szczeliny skrzelowej zrastają w dół tworząc lity narząd, w którym zanikło światło widoczne w przewodzie. Ten twór podłużny jest zakończony pałkowato ku stronie doogonowej. Dzieli się on na płyty utrzymując przy tym parzystość narządu, zarówno w jego odcinku dogłowym, czyli tzw. rogu grasicy, jak doogonowym, tzw. trzonie lub też piersiowej części grasicy (Ryc. 452). Gruczoł ten przeszedłszy część szyjną umieszcza się z przodu przed narządami klatki piersiowej.

W organizacji grasicy bierze też udział nabłonek czwartej szczeliny skrzelowej (jej brzuszny odcinek) zrastając jak poprzednio opisany w tkankę mezenchymatyczną. Najczęściej związek ten zanika. Jeśli się utrzymuje, stanowi dwa górne płaty grasicy, dwa dolne zaś, jak mówiliśmy, powstały z nabłonka trzeciej szczeliny.



Ryc. 454. Fragment poprzedniej ryciny w większym powiększeniu. *c. H.* — ciała Hassala, *R.* — warstwa rdzeniowa, *Z.W.* — komórki ulegające zwyrodnieniu.

Rozrost grasicy nie kończy się w życiu embrjonalnym, tak samo jak rozrost wszystkich prawie innych narządów. Wzrasta ona u dziecka mniej więcej do okresu pokwitania i dopiero potem ulega powolnemu zanikowi, tzw. inwolucji.

Jak z opisu rozwoju widać, grasica genetycznie jest narządem o charakterze nabłonkowym. Potem obrasta ją tkanka łączna przeprowadzając podział na zraziki. Nabłonek sznurów organizuje się w rozsiane grudki. W obrębie zrazików otoczonych tkanką łączną zmienia się struktura na siateczkowatą (Ryc. 453), a następnie widać wyróżnienie warstwy zewnętrznej korowej, która ma bardziej zbitą budowę, oraz rdzennej, gdzie budowa siateczkowata się nadal utrzymuje. W tym czasie we wspomnianej siatce pojawia się coraz większa liczba limfocytów. Głównym ich zbiorowiskiem jest warstwa korowa grasicy; jest to niewątpliwie materiał napływowo. Przedostał się on tu z naczyń włosowatych bogato rozgałęzionych w otaczającej tkance łącznej. W miarę postępu rozwoju grasicy liczba leukocytów mocno wzrasta; nie ma wątpliwości, że one wędrują do niej. Niemniej jednak spostrzeżenia wielu autorów

wskazują na to, że w tym narządzie, który coraz bardziej przyjmuje charakter tworów adenoidalnego, przynajmniej część leukocytów zawdzięcza swe powstanie metaplazji komórek nabłonkowych.

W utkaniu siateczkowym warstwy rdzennej wysuwają się na pierwszy plan komórki gwiaździste o długich wypustkach. Powstały one przez rozluźnienie związku komórek nabłonkowych i wytworzenie przez nie licznych wypustek. Dalej widoczne są gniazda złożone z grup komórek nabłonkowych walcowatych i rozsiane między elementami gwiaździstymi. Są to tak charakterystyczne dla grasicy ciała Hassala (Ryc. 454). Wreszcie widać w okach tej siatki zawieszone podłużne prążkowane elementy, jakby włókienka mięsne, tzw. mioidy. Genezę ich wiążą z komórkami mezodermalnymi, które tu wędrowały z zewnątrz i uległy wyróżnicowaniu.

Ciała nabłonkowe, czyli gruczoły przytarczycowe powstają przede wszystkim z nabłonka czwartej kieszonki skrzelowej (z jej odcinka grzbietowego — ryc. 452). Zawiazki nabłonkowe tych narządów, które mają zdolności wydzielania wewnętrznego, tworzą się równocześnie z zawiązkami grasicy. Razem z tamtymi pasmami zrastają one w kierunku klatki piersiowej zstępując do poziomu tarczycy. Zawiazki tych gruczołów przytarczycznych układają się na powierzchni bocznej, ewentualnie między tarczycą a tchawicą; czasem jednak zrastają one znacznie dalej dosięgając nawet 10-go pierścienia tchawicznego.

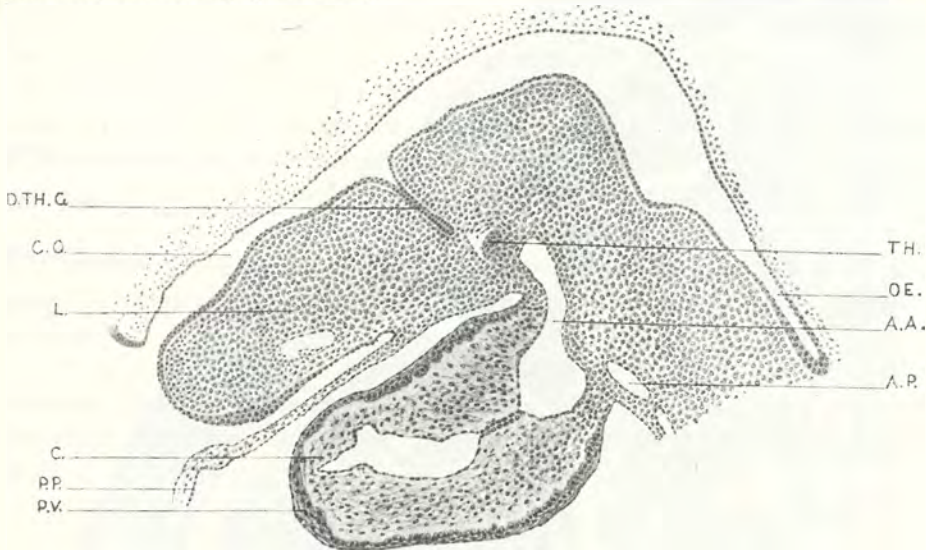
Budowa tych tworów zachowuje charakter nabłonkowy. Tkanka łączna przerasta je pasmami poprzecznymi i podłużnymi wiodąc z sobą naczynia krwionośne. Nabłonek układa się w szereg beleczek rozdzielonych przez tkankę łączną. Nie tworzy on tu nigdy pęcherzyków wypełnionych koloidem jak to ma miejsce w tarczycy.

Rozwój tarczycy.

Rozwój tarczycy zaczyna się u zarodka bardzo wcześnie, bo już w trzecim tygodniu życia płodowego. Materiał do wytworzenia tego zawiązka daje entoderma umiejscowiona na tzw. polu międzyskrzelowym (*area interbranchialis*), tj. polu między brzuszными końcami łuków skrzelowych. Zawiązek tarczycy powstaje z entodermy tego pola, leżącej poza znanym już wzgórkiem nieparzystym, stanowiącym jeden z zawiązków języka. Teren ten, odpowiadający okolicy ślepego otworu u podstawy języka, noszący nazwę *wypuklenia tarczyczego* (*tuberculum glandulae thyreoideae*) zapada się wyraźnie w głąb mezodermy (Ryc. 455) i niebawem przyjmuje postać tworów dwupłatowego. Początkowo utrzymuje on połączenie z otworem ślepym języka przez przewód, zwany *tarczyczo-językowym* (*ductus thyreoglossus*), który później zanika, a otwór przez to staje się istotnie ślepym. Zawiązek ten, zsuwając się coraz mocniej w głąb mezodermy, zatracą następnie połączenie z miejscem swego powstania u podstawy języka. Wzdłuż drogi, przeby-

tej przez przewód językowo-tarczycy, pozostają grupy tkanki, które ewentualnie zorganizują się w tarczycę dodatkową.

Masa tkanki nabłonkowej — stanowiąca główny materiał do stworzenia tarczycy — zsuwając się w tkankę mezenchymatyczną szyi, dobiega głównego pnia tętniczego, o który się niejako opiera. Gdy ten razem z zawiązkiem serca posuwa się w kierunku ogonowym, postępuje z nim także tarczycyca. Ostatecznie ten entodermalny wał tkanki otacza tchawicę od strony przedniej.



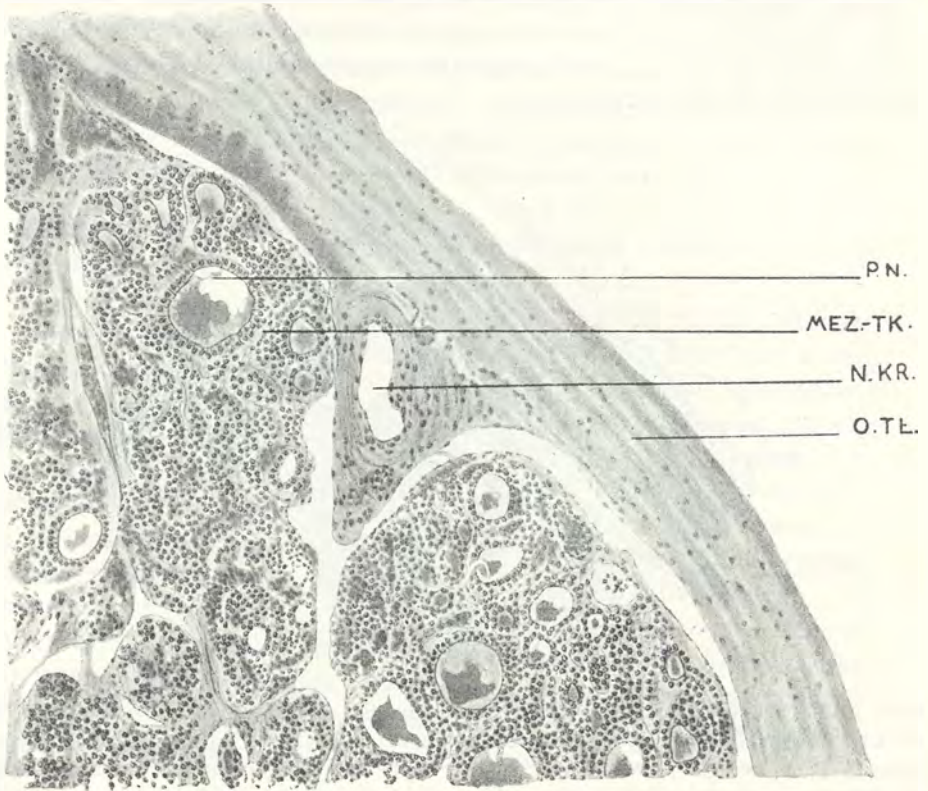
Ryc. 455. Przekrój strzałkowy przez język zarodka ludzkiego długości 7,5 mm. Widoczny zawiązek tarczycy i przewód tarczyczo-językowy. A. A. — *aorta ascendens*, A. P. — *arteria pulmonalis*, C. — *cor* (serce), C. O. — *cavum oris* (jama ustna), D. T. H. G. — *ductus thyreo-glossus* (przewód tarczyczo-językowy), L. — *lingua* (język), OE. — *oesophagus* (przełyk), P. P. — *pericardium parietale*, P. V. — *pericardium viscerale*, TH. — *thyreoidea* (tarczycyca). Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

Sąsiedztwo tarczycy zajmują po bokach opisane już gruczoły przytarczyczne (*glandulae parathyreoideae*), które zawdzięczają swe pochodzenie nabłonkowi IV szczeliny skrzelowej. Nad nią układają się dodatkowe górne gruczoły tarczyczne (*glandulae thyreoideae accessoriae superiores*), wreszcie czasem niektóre zawiązki schodzą jeszcze niżej tworząc dolne dodatkowe gruczoły tarczyczne (*glandulae thyreoideae accessoriae inferiores*)¹⁾.

Różnicowanie zawiązka gruczołu tarczycznego dokonywa się w sposób następujący: Entodermalna masa, stanowiąca materiał zawiązka, wy-

¹⁾ Wzmiankowane czasem w literaturze tworzenie dwóch bocznych zawiązków z V szczeliny skrzelowej, które miałyby wspomagać tworzenie się tarczycy, nie zdaje się odpowiadać rzeczywistości.

twarza liczne pęczki nabłonkowe (Ryc. 456). Sznury razem z pęczkami otacza tkanka łączna mocno unaczyniona. Wewnątrz początkowo litych sznurów pojawia się światło przez rozsuniecie komórek. Tkanka łączna rozdziela podłużnie biegnące sznury na łańcuch węzłów, a raczej pęche-



Ryc. 456. Przekrój przez część tarczycy zarodka ludzkiego. *MEZ-TK.* — tkanka mezenchymatyczna rozdzielająca pęcherzyki, *N. KR.* — naczynie krwionośne, *O. TŁ.* — otoczka z tkanki łącznej, *P. N.* — pęcherzyk nabłonkowy. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

ryków paciorkowato za sobą ułożonych. W tych pęcherzykach produkowany jest koloid, który potem wypełnia ich światło.

Rozwój przysadki mózgowej (zawiązka pochodzącego z przewodu pokarmowego).

Wiadomo z anatomii opisowej, że w obrębie siodła tureckiego kości klinowej leży twór wielkości dużego ziarna grochu złączony szypułką lejkowatą z mózgiem i zwany przysadką mózgową. Na wytworzenie jego składają się dwa zawiązki: jeden z nich jest pochodzenia mózgowego i omówimy go w rozdziale, w którym opiszemy rozwój mózgu. Drugi powstał w związku z przewodem pokarmowym. Ten ostatni zawiązek łą-

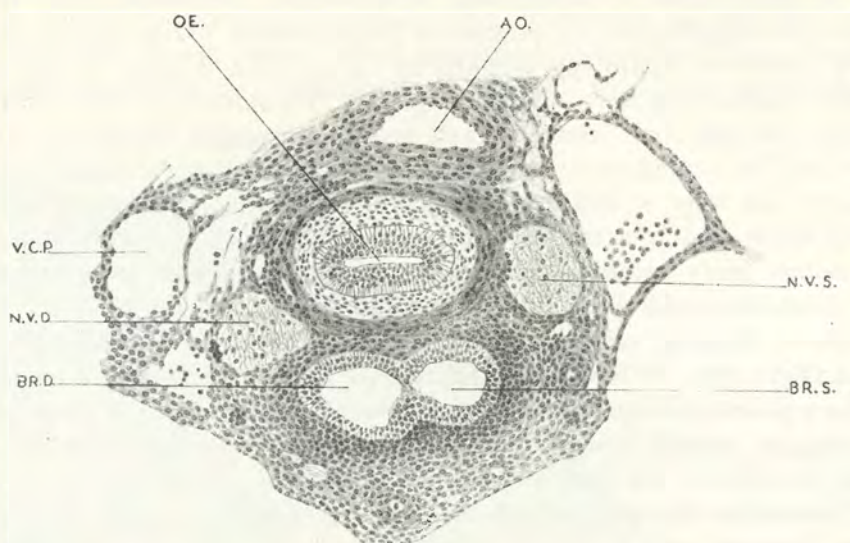
czy się genetycznie z ektodermą, wyścielającą pierwotną jamę ustną i w części stanowiącej jej powalę, a bezpośrednio przed nasadą górną błony gardłowej Rathkego wpukla się (u zarodka 3 mm) w kierunku mózgu (mianowicie tzw. międzymózgowia). Wpuklenie to rośnie szybko w głąb, tworząc tzw. kieszeń, czyli zatokę przysadki mózgowej, która przechodzi w szypułkę rozszerzającą się w kolbkę, będącą zakończeniem szypuły. Tak więc w zawiązku przysadki mózgowej dadzą się teraz wyróżnić dwie części: szypułka zawierająca wewnątrz przewód idący od pierwotnej jamy ustnej i kolbkowaty woreczek na końcu tej szypułki. Ten woreczek styka się z zawiązkiem mózgowym przysadki (Ryc. 437). Z końcem drugiego miesiąca życia zarodkowego zanika doszczętnie szypułka (Ryc. 486). W ten sposób zatracą się ostatecznie związek morfologiczny z przewodem pokarmowym, względnie z odcinkiem górnym jamy nosowej, na ścianie której znajduje się obecnie wejście do szypuły. Odcinek początkowy lub końcowy szypułki może się czasem utrzymać tylko jako anomalia. Pierwszy z nich wychodziłby z miejsca, gdzie leży tylny górny brzeg przegrody nosowej, drugi z kości klinowej (dno siódła tu-reckiego).

Woreczek przysadki mózgowej utrzymuje się dalej i ulega różnicowaniu. Przebieg procesu różnicowania opiszemy po dokładniejszym poznaniu zawiązka, który jest pochodzenia mózgowego, a więc w rozdziale o embriologii mózgu.

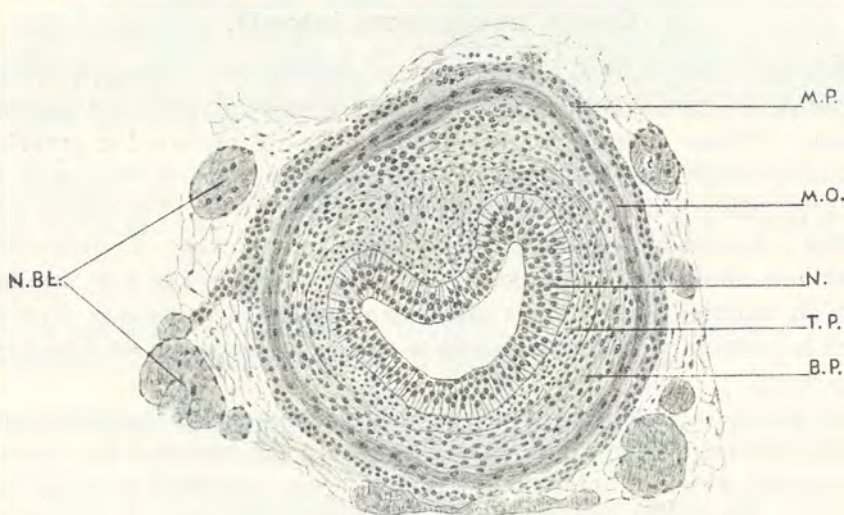
B) Cewka pokarmowa tułowia.

Przelyk. Z pierwszego odcinka cewki pokarmowej tułowia wytwarza się przelyk. U zarodka ludzkiego długości 5 mm przelyk ma zaledwie 0.45 mm. Potem jednak wzrost jego postępuje szybko i u embriona 10-milimetrowego ma już długość 2 mm. Szybko wzrasta zwłaszcza odcinek przytykający do żołądka. Ułożenie części wpustowej przelyku u noworodka odpowiada wysokości 10-go kręgu piersiowego. U noworodka przelyk ma około 10 cm długości. W niemowlęctwie już i w młodości rośnie on wolniej aniżeli ciało człowieka, potem się znacznie wydłuża, a przez to pozycja wpustu, zwłaszcza w starości, obniża się do 1-go kręgu lędźwiowego.

Organizacja przelyku opiera się na elementach pochodzenia entoi mezodermalnego. Pierwotny przelyk zawiera też materiał do utworzenia przyszłej krtani i tchawicy, wskutek czego przednia ścianka pierwotnego przelyku jest znacznie grubsza od tylnej i bocznych. Po odsznurowaniu tego zawiązka dróg oddechowych ujednostajnia się budowa wszystkich ścian przelyku. W przelyku pierwotnym, zanim dokona się odsznurowanie od niego dróg oddechowych, wysłanie jego wewnętrzne stanowi nabłonek walcowaty jednowarstwowy. Po odsznurowaniu tych narządów mnożą się komórki nabłonkowe i mamy z czasem nabłonek



Ryc. 457. Przekrój poprzeczny przez przelyk i rozwidlenie tchawicy zarodka ludzkiego okolo 13 mm dlugiego. AO. — aorta, BR. D. — bronchus dexter (oskrzele prawe, BR. S. — bronchus sinister (oskrzele lewe), N. V. D. — nervus vagus dexter (prawy nerw błędny), N. V. S. — nervus vagus sinister (lewy nerw błędny), OE. — oesophagus (przelyk), V. C. P. — vena cardinalis posterior (żyła zasadnicza tylna).
Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.



Ryc. 458. Przekrój poprzeczny przez przelyk zarodka ludzkiego dlugosci okolo 27 mm. B. P. — błona podśluzowa, M. O. — warstwa mięśni okrężnych, M. P. — zawiązek warstwy mięśni podłużnych, N. — nabłonek, N. BL. — nerw błędny, jego splot dokola przelyku, T. P. — zawiązek tunicae propriae. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

wielowarstwowy złożony z 3 (Ryc. 457, 458), potem z 4 i więcej warstw. Widać to np. wyraźnie w 3-cim miesiącu życia embrionalnego. Często nabłonek wypełnia prawie całe światło przelyku zamieniając go niemal w lity twór. Wśród komórek nabłonka entodermalnego wyróżnić można kilka kategorii. Jedną to zwykle komórki sześciennie lub walcowate, drugą kategorię, zwłaszcza u podstawy nabłonka widoczną, stanowią elementy sluzowe, na trzecią wreszcie składają się elementy walcowate migawkowe. Ich istnienie można stwierdzić już w końcu 2-go miesiąca życia embrionalnego. Komórki te są tak wysokie, że nieraz zajmują długość trzech warstw komórkowych; ich witki sterczą wtedy do światła przelyku. Potem gdy liczba warstw komórkowych się zwiększa, gdy światło przelyku wypełnia dokładnie zbiorowisko nabłonka, liczba komórek migawkowych, zwłaszcza pojedynczo rozsianych, maleje, ale aż do okresu poporodowego wyspy ich utrzymują się w ścianie przelyku.

Charakterystyczne jest przejście ze stadium wypełnienia światła nabłonkiem do organizacji ukształtowanego przelyku. Wytwarzanie światła na nowo dokonywa się przez pojawienie w tej jednostajnej masie komórkowej jakby wodniczków. Powstawanie ich przez rozpad komórek nabłonkowych jest podawane przez niektórych autorów; ponadto możliwym jest związek ich z wydzielaniem się cieczy do przestrzeni, które powstają przez rozstęp elementów komórkowych. Wodniczki pojawiają się w tkance otaczającej przyszłe główne światło przelyku i zlewając się z nim powiększają potem pojemność światła.

Kształt światła mocno się zmienia. Przekształcanie budowy wewnętrznej przez tworzenie bocznych wodniczek i ewentualne zlewanie z głównym światłem widać doskonale na modelu, który według swych preparatów zrekonstruował J o h n s o n (Ryc. 459). Dalszy jego kształt zmienia się też wskutek podłużnego fałdowania ścian przelyku. Przez pewien czas, gdy w obrębie przelyku układają się 4 podłużne fałdy, światło jego ma kształt litery H.

Tworzenie gruczołów przelyku zaczyna się w 3-cim miesiącu życia płodowego. Są to początkowo grupy komórek, wyglądających jaśniej i rozsianych w błonie sluzowej; potem komórki te tworzą mieszki zagłębiające się w warstwę mezenchymatyczną.

Warstwa mezodermalna cewki przelykowej różnicuje się w tkankę mięsną i łączną. Proces ten poprzedza ułożenie się komórek mezodermalnych w warstwy współśrodkowe. Wewnętrzny pokład tworzy tkankę



Ryc. 459. Model nabłonka przelyku w przekroju podłużnym; z zarodka ludzkiego dług. 22,8 mm. Według modelu F. P. Johnsona z Keibla i Malla.

łącną podśluzową oraz okrężną warstwę mięśni. Zewnętrzna warstwa tworzy muskulaturę podłużną, która różnicuje się dopiero u zarodka mającego 17—18 mm długości.

Rozwój żołądka. Cewka przewodu pokarmowego wykazuje już przy końcu 3-go tygodnia życia zarodka lekkie zgrubienie poniżej przelyku, które w samym początku jest właściwie raczej wynikiem zgrubienia mezodermy niż rozszerzenia światła cewki. Prawie równocześnie zaznacza się na tym odcinku pewne wygięcie, które jest najprawdopodobniej reakcją na ucisk obu nierówno rozwiniętych płatów wątrobianych. Ułożenie zawiązka żołądka odpowiada osi ciała embriona (Ryc. 463). Wgięcie wspomniane zwrócone jest ku brzusznej ścianie zarodka. Cewka przewodu pokarmowego ujęta jest w zdwojenie (duplikaturę) listka mezodermalnego, który stanowi tzw. k r e z k ę g r z b i e t o w ą (*mesenterium*, wzgl. odnośnie do żołądka *mesogastrium dorsale* — ryc. 460, 461 MES.). Wiadomo, że błaszki tego zdwojenia otrzewnej obejmują ścianę żołądka jako otrzewna trzewiowa (*peritoneum viscerale*), a następnie tworzą brzuszną część krezki (*mesenterium*, wzgl. dla żołądka *mesogastrium anterius vel ventrale*). Otóż w dalszym ciągu rozwoju, na początku drugiego miesiąca embrionalnego w zarodkach długości 9.5—11.5 mm dokonywują się zwroty żołądka (por. ryc. 463, 465, 466).

Pierwszy zwrot odbywa się dookoła osi podłużnej. Żołądek okręca się od lewej strony ku prawej o 90°. W ten sposób brzeg, na którym się potem utworzy mała krzywizna i który dotąd zwrócony był ku stronie brzusznej, zwraca się na stronę prawą, podczas gdy brzeg dotąd zwrócony ku stronie grzbietowej, tj. ten, który będzie stanowił krzywiznę wielką, zwraca się ku stronie lewej.

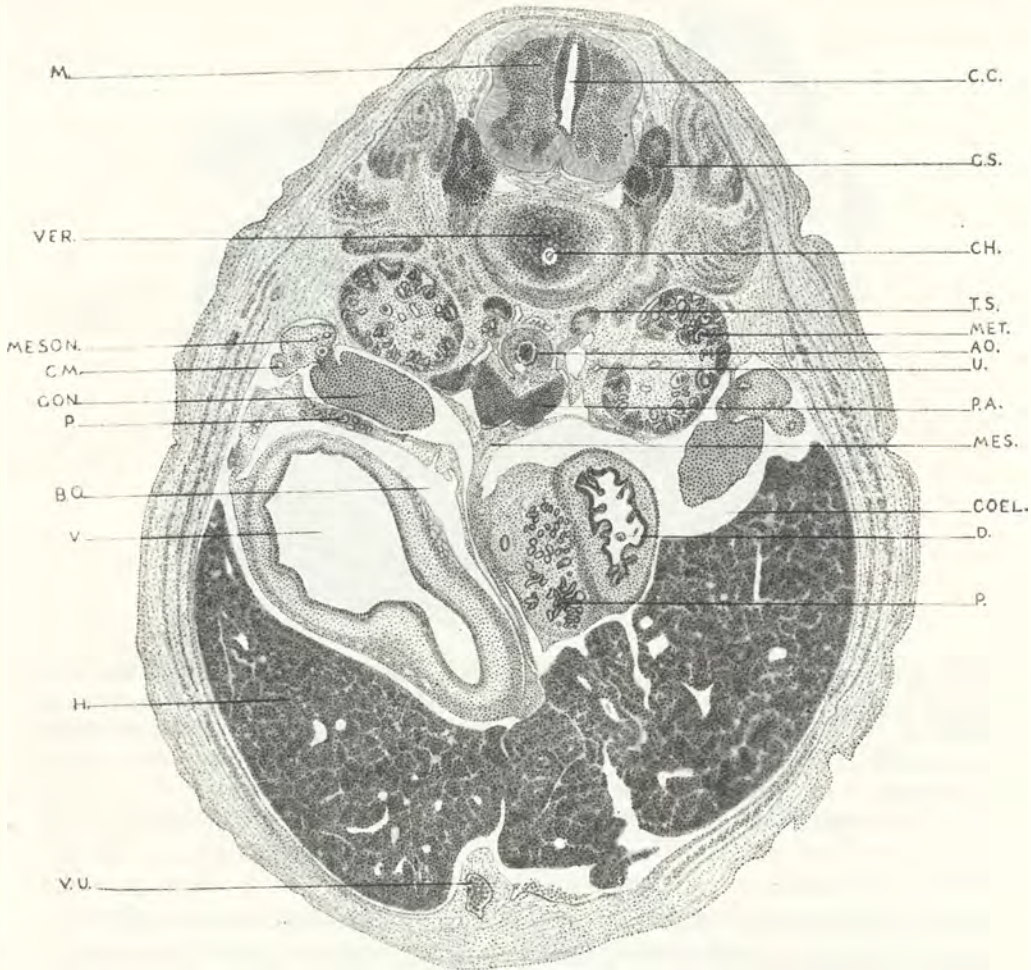
Drugi zwrot żołądka dookoła osi poprzecznej zmienia jego pozycję w jamie brzusznej o tyle, że dotąd oś długa biegła zgodnie z osią ciała zarodka. Obecnie oś ta układa się prostopadle do osi ciała i odtąd pierwotna lewa boczna ściana żołądka staje się ścianą przednią, a prawa tylną zwróconą do kręgosłupa. Wreszcie krzywizna duża zbliża się nieco ku ścianie brzusznej zarodka, co stanowi trzeci punkt zwrotów żołądka.

Wszystkie te zwroty doprowadziły żołądek do ostatecznego jego położenia.

Co do kształtu, jaki przybiera żołądek, to zmiany, które dokonywają się w końcu pierwszego miesiąca i początku drugiego są następstwem nierównomiernego wzrostu. Wobec tego, że część ściany żołądka leżąca przed dokonaniem zwrotów po stronie grzbietowej, rośnie prędzej, niż ta, która leży od strony brzusznej, wytwarza się różnica w krzywiznach: pierwsza tworzy tzw. k r z y w i z n ę d u ż ą (*curvatura maior*), druga m a ł ą (*curvatura minor*). Część żołądka, zwrócona wówczas ku stronie grzbietowej, rozrasta się mocno tworząc jakby wypukle-

nie dna żołądka (*fundus ventriculi*), skierowane po dokonanych ruchach ku lewej stronie.

Grubość ściany żołądka począwszy od drugiego miesiąca życia zarodkowego powiększa się w warstwie entodermalnej i to najpierw w części odzwiernikowej. Później dopiero wzmagą się rozrost mezodermi i organizowanie z niej warstwy mięsnej.



Ryc. 460. Przekrój poprzeczny przez tułów zarodka ludzkiego długości około 27 mm. AO. — aorta, B. O. — bursa omentalis, C. C. — canalis centralis, C. M. — canalis Mülleri, CH. — chorda, COEL. — coeloma (jama ciała), D. — duodenum (dwunastnica), G. S. — ganglion spinale (zwój międzykręgowy), GON — gonada, H. — hepar (wątroba), M. — medulla (rdzeń), MES. — mesenterium (krezka), MESON. — mesonephros (pranercze), MET. — metanephros (nerka ostateczna), P. — pancreas (trzustka), P. A. — paraganglion aorticum, T. S. — truncus sympathicus, U. — ureter (moczowód), V. — ventriculus (żołądek), V. U. — vena umbilicalis (żyła pępkowa)

VER. — vertebra (krąg). Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

Objętość światła żołądka dochodzi w biegu życia zarodkowego w 10-tym miesiącu księżycowym do 30 cm^3 ¹⁾.

Przystępuję teraz do opisu różnicowania ściany żołądka, która, jak wiemy, wysłana jest nabłonkiem entodermalnym, podczas gdy warstwę zewnętrzną stanowi mezoderma. Nabłonek ściany żołądka ma we wcze-



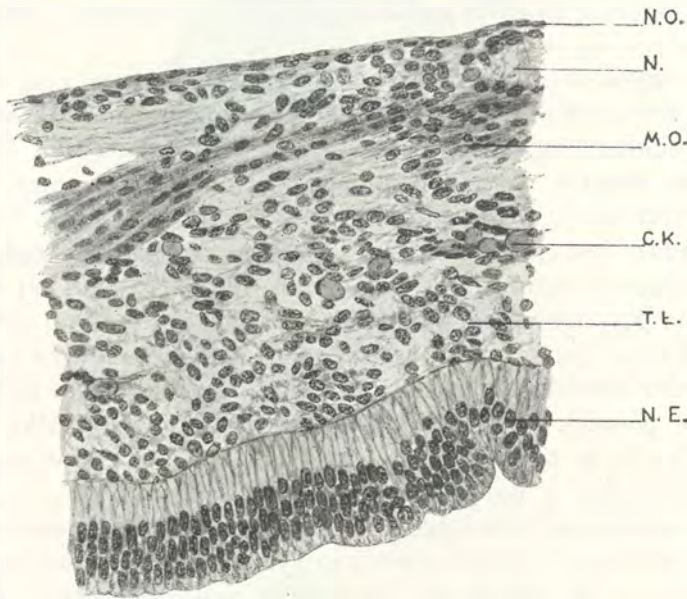
Ryc. 461. Przekrój poprzeczny przez żołądek, trzustkę i dwunastnicę zarodka ludzkiego dług. ok. 27 mm; fragment poprzedniej ryciny. A. M. S. — *arteria mesenterica superior*, B. O. — *bursa omentalis*, COEL. — *coeloma* (jama ciała), D. — *duodenum* (dwunastnica), D. CHOL. — *ductus choledochus* (przewód żółciowy), H. — *hepar* (wątroba), MES. — *mesenterium* (krezka), P. — *pancreas* (trzustka), P. P. — *peritoneum parietale* (otrzewna ścienna), V. — *ventriculus* (żołądek).

snym już stadiach zwróconą do światła żołądka nieco falistą powierzchnię (Ryc. 461), co widać u zarodka w początku 3-go miesiąca. Przez to wytwarzają się między tymi falistymi wzniesieniami rowki gruczołowe, które początkowo są szczelinowatymi lub nieco lejkwatymi zagłębieniami w powierzchni nabłonka. Z dna tych rowków tworzą się cewkowate wpuklenia i to są właściwe zawiązki gruczołów żołądka. Pierwsze takie gruczoły pojawiają się na błonie wyścielającej dno żołądka (*fundus ventriculi*), a potem rozsiane są po całej powierzchni. Między tymi rowkami, na dnie których powstają gruczoły, wytwarzają się z falistych

¹⁾ W tydzień po urodzeniu objętość wynosi 50 cm^3 , w 4 tygodnie 112 cm^3 , w 2 miesiące 158 cm^3 , w rok — 400 cm^3 , w 2 lata około 740 cm^3 ; w 10-tym roku życia 1300 cm^3 .

wzniesień wybujalności nabłonka, które oddzielają poszczególne rowki jakby listewkami czy szeregami wyniosłości podobnych do kosmków. Głębokość rowków nie powiększa się z biegiem rozwoju, natomiast rurkowate zagłębienia gruczołów zapadają się jeszcze bardziej, wciskając się jak palce w leżącą pod nimi tkankę mezenchymatyczną.

Plazma komórkowa dna gruczołów jest budowy ziarnistej o ciemnym tonie, podczas gdy komórki przewodników gruczołowych mają pla-



Ryc. 462. Przekrój przez ścianę żołądka zarodka ludzkiego długości 27 mm; fragment poprzedniej ryciny. C. K. — ciała krwi w naczyniach włosowatych, M. O. — warstwa mięśni okrężnych, N. — nerw (ze splotu nerwowego), N. E. — nabłonek entodermalny, N. O. — nabłonek otrzewnowy, T. Ł. — tkanka łączna.

zmę jasną. Udział komórek mezodermalnych w tworzeniu gruczołów — jak to przypuszczali niektórzy autorowie — zdaje się być więcej niż wątpliwy.

Część mezodermalna ściany żołądka (Ryc. 462) różnicuje się znacznie później niż entoderma. Pierwszym składnikiem, który jest wynikiem tego różnicowania, jest okrężna warstwa mięsna, która rozpoczyna organizację już w drugim miesiącu życia zarodkowego. Muskulatura podłużna zaczyna się tworzyć w 3-cim i 4-tym miesiącu, ale nawet u noworodka organizacja tej warstwy nie jest ostatecznie skończona.

Rozwój jelit. Część odzwiernikowa żołądka przechodzi bezpośrednio w jelito, które początkowo przebiega wzdłuż osi ciała zarodka niemal prosto, tak jak pierwotnie był ułożony żołądek. Gdy żołądek dokonał już opisanych zwrotów, zmienia się też ułożenie jelita, które w miarę

postępu rozwoju ulega w różnych swych odcinkach przemieszczeniom w poszczególne okolice jamy ciała. Mechaniczne przyczyny tych przemieszczeń dadzą się sprowadzić do następujących punktów: 1) mocny wzrost jelita, ale o różnej intensywności w różnych odcinkach, 2) umontowanie jelita na krezce, 3) stosunkowo za mała pojemność brzusznej jamy ciała na pomieszczenie zwojów jelita, zwłaszcza we wczesnych okresach rozwoju, 4) łączność jamy ciała z sąsiadującą i częściowo złączoną z nią jamką sznura pępkowego, 5) wytworzenie wątroby, która dużą swą objętością zajmuje znaczną przestrzeń w jamie brzusznej i tak redukuje w niej miejsce do umieszczenia jelit.

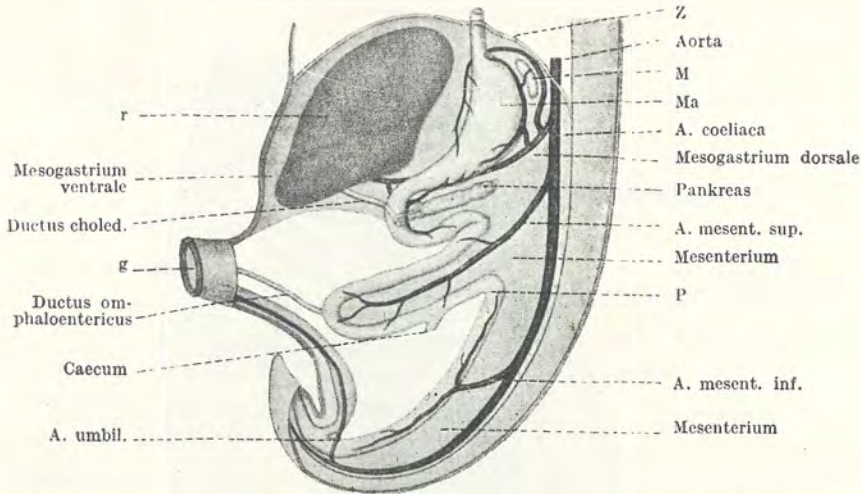
Pierwszym odcinkiem jelita, zawierającym dalszy ciąg światła żołądka jest *dwunastnica* (*duodenum*). Ułożona początkowo w przedłużeniu żołądka biegnie w płaszczyźnie symetrii zarodka. Po dokonanych przez żołądek zwrotach odcinek jelita zarodkowego, odpowiadający dwunastnicy, rośnie intensywnie i wytwarza pętlę. Wynika to stąd, że jelito jest przymocowane swą krezką do kręgosłupa, który rośnie w długość wolniej niż ten odcinek jelita. W pętli tej biegnie jej część górna ku stronie grzbietowej i na prawo; jest to tzw. część wstępująca (*pars superior duodeni*); drugie ramię zstępujące (*pars inferior duodeni*) biegnie w kierunku ogonowym ku stronie lewej. Zobaczymy później, że ta pętla obejmuje częściowo trzustkę. Dwunastnica przechodzi w zgięciu *dwunastniczo-jelitowym* (*flexura duodeno-jejunalis*) w dalszy odcinek jelita.

Rozrost dalszej części jelita doprowadza do wytworzenia tzw. pętli pierwotnej (pępkowej — ryc. 463). Składa się ona z dwóch ramion biegnących równolegle i ułożonych pod sobą, a więc w płaszczyźnie strzałkowej ustroju embrionalnego. Przebieg ramienia górnego jest skośnie zstępujący (*ramus descendens*) od strony głowowej i grzbietowej ku stronie ogonowej i brzusznej w kierunku pępka. W tym miejscu jelito zagina się kolankowato i biegnie jako ramię wstępujące ku stronie głowowej i grzbietowej. W miejscu zgięcia jelita otwiera się do niego na granicy między ramieniem zstępującym i wstępującym znany nam z embriologii ogólnej przewód jelitowo-żółtkowy (*ductus intestino-vitellinus* vel *omphalo-entericus*), który otacza tkanka łączna wiodąca naczynia krwionośne pęcherzyka żółtkowego (*arteria et venae omphalo-mesentericae*), pokryta nabłonkiem otrzewnej. Pętla wstępująca jelita dochodzi do okolicy kręgosłupa, tutaj zgina się znów kolankowato i przechodzi w ostatnią część jelita, która biegnie we wczesnych stadiach w płaszczyźnie symetrii zarodka. To drugie zgięcie kolankowate odpowiada przyszłemu lewemu zgięciu kiszki (*flexura coli sinistra* vel *lientalis*).

Już w okresie tworzenia się pętli pierwotnej u zarodków z końca pierwszego miesiąca zaznacza się różnica we wzroście w grubość, gdyż

pętla wstępująca w części końcowej staje się grubsza, tworząc równocześnie rodzaj ślepego uchyłka, stanowiącego zawiązek kiszki ślepej.

Zastanówmy się jeszcze nad tym pierwotnym ułożeniem jelita zarodkowego oraz nad późniejszymi przemieszczeniami poszczególnych odcinków. Ramię zstępujące pierwotnej pętli jelitowej zawiera materiał



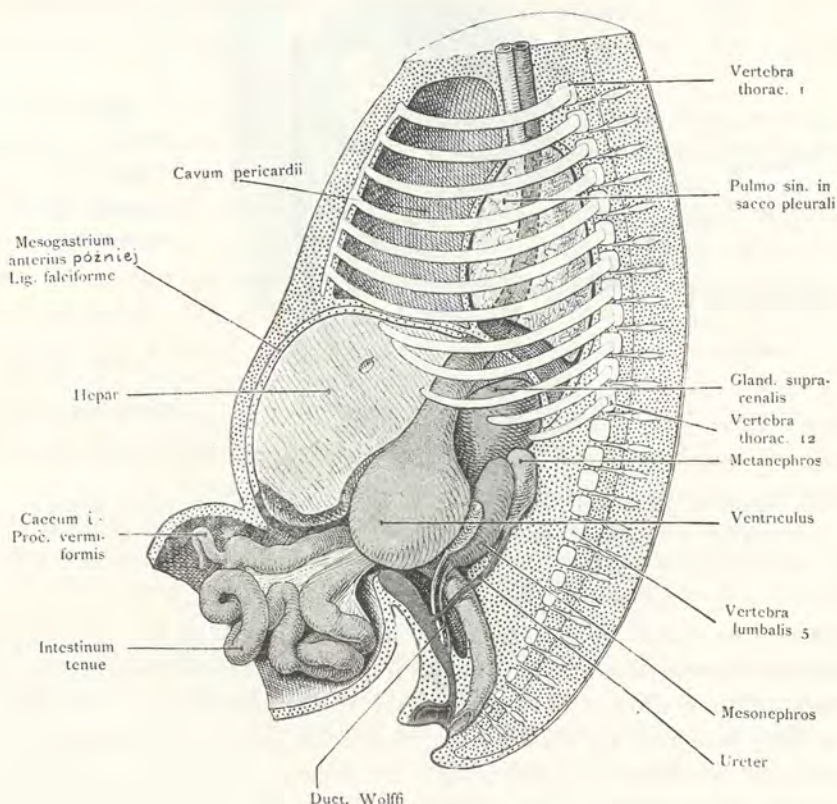
Ryc. 463. Schemat jelita zarodkowego z wczesnego stadium wraz z krezką i tętnicami jelitowymi. *g* — sznur pępkowy, *M* — śledziona, *Ma* — żołądek, *P* — pierwotne zgięcie jelita grubego, *r* — wątroba, *Z* — przepona. Według *Toldta z Fischla*.

na całe jelito czcze i na część jelita biodrowego. Ramię zaś wstępujące przechodzi potem w końcową część jelita biodrowego oraz początkowy odcinek jelita grubego. Mówiłem powyżej, że obydwa te ramiona pętli pierwotnej leżą najpierw nad sobą, a więc w jednej płaszczyźnie strzałkowej ciała zarodkowego. Już jednak na początku drugiego miesiąca wzajemne położenie tych ramion pętli pierwotnej zmienia się o tyle, że zamiast znajdować się jedno nad drugim układają się one obok siebie, czyli że nie leżą już w strzałkowej, ale w czołowej płaszczyźnie zarodka.

Dalsza zmiana stosunków w ułożeniu jelit wynika z wydatnego ich wzrostu w długość. Ponieważ pojemność jamy ciała jest w tym okresie niewielka, przeto rosnąca cewka jelitowa nie może się w niej pomieścić. Toteż już w początkach 3-go miesiąca część jelita cienkiego dostaje się przez pępek w obręb sznura pępkowego tworząc tam pętlę drugorzędne. Biegną one poprzecznie lub w zwojach, a gdy liczba pętli wzrasta, tworzy się w przestrzeni pozapepkowej poza jamą ciała zwoj pętli drugorzędnych. Zjawisko to występowania pętli jelitowych poza jamę ciała nazywamy przepukliną pępkową fizjologiczną (Ryc. 341, 342, 464). Równocześnie z powstawaniem przepukliny zwiększa się

liczba pętli drugorzędnych także w jamie ciała, tworząc tam drugi zwój pętli jelitowych.

Zawartość przepukliny fizjologicznej układa się potem w tzw. uchyłku pępkowym. Wiadomo nam z embriologii ogólnej, że otoczenie pępka jest terenem, gdzie brzuszna ściana zarodka odwija się, ażeby stworzyć owodnię (*amnion*). Między tymi brzegami pępka przecisnęła się

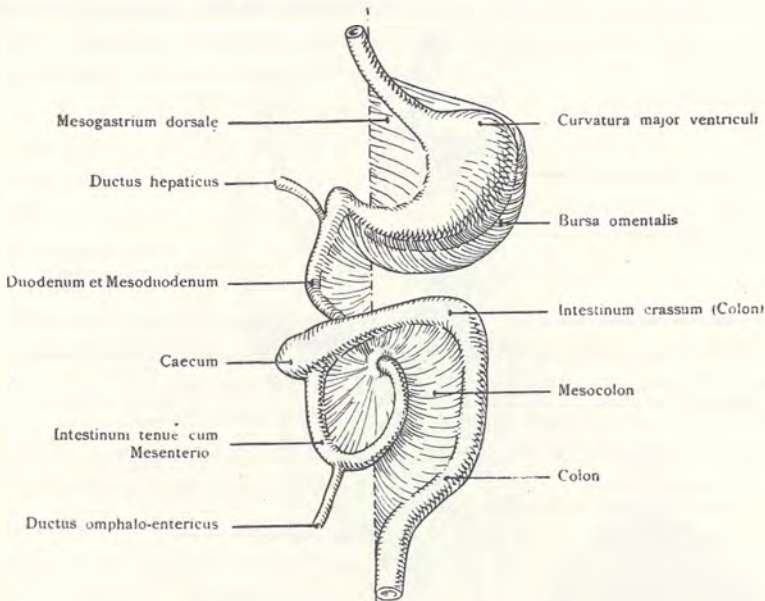


Ryc. 464. Rekonstrukcja przebiegu jelita zarodka 24 mm długości. Według *Kollmanna*.

w końcu 3-go miesiąca pewna liczba pętli jelitowych do opisanego uchyłku pępkowego, tworząc czasowo wspomnianą fizjologiczną przepuklinę pępkową. Ten pobyt części jelit poza zarodkową jamą brzuszną nie trwa zazwyczaj długo. Najczęściej już w początku 4-go miesiąca dokonywa się ich powrotne przesunięcie (repozycja) do jamy brzusznej. Wzrost wątroby, której dolny brzeg przesuwają te jelita wciągając je niejako do wewnątrz, oraz rozprzestrzenienie na boki jamy brzusznej, a może i inne momenty przyczynowe wchodzi w rachubę przy akcji tej repozycji przepukliny fizjologicznej.

W 3-cim miesiącu życia zarodkowego ma miejsce drugi ważny akt przemieszczenia jelit. Czytaliśmy, że ramię górne (zstępujące) pierwot-

nej pętli jelitowej, które przeznaczone jest do utworzenia jelita cienkiego, ułożyło się po stronie prawej, zaś ramię dolne (wstępujące), przeznaczone do utworzenia części jelita biodrowego, leży potem obok niego po stronie lewej. Otóż teraz dokonywa się obrót: dawne ramię górne układa się po lewej, a dawne dolne po prawej stronie. Wynikiem tego jest ułożenie

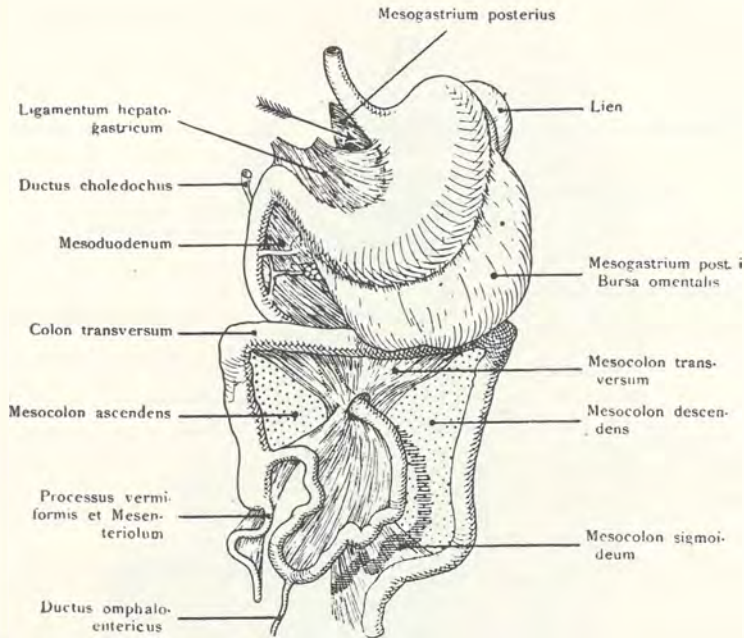


Ryc. 465. Przewód pokarmowy zarodka z końca drugiego miesiąca (w schemacie). Według Kollmanna.

jelita ślepego po stronie prawej, zaś strona lewa jamy brzusznej mięści głównie zwoje jelita cienkiego. Uzupełnieniem tych przemieszczeń jest przesunięcie na stronę lewą drugiego zgięcia pętli jelitowej, które leżało mniej więcej w środkowej części w sąsiedztwie kręgosłupa. Wspominałem poprzednio, że to zgięcie przeznaczone jest do utworzenia lewej krzywizny kiszki grubej, które, jak wiemy, w ukształtowanym ustroju leży w lewym podżebrzu (*flexura coli sinistra vel lienalis*).

Wyodrębnienie jelita cienkiego od grubego (Ryc. 465) jest, jak czytaliśmy, wynikiem mocniejszego wzrostu w grubość ostatniego odcinka pierwotnej pętli jelitowej oraz końcowego jelita poza ostatnim zgięciem. Otóż po repozycji przepukliny fizjologicznej i obrocie pętli jelitowych dostaje się początek jelita grubego, czyli kiszka ślepa, do prawego podżebrza. W obrębie jelita ślepego jego uchylek, będący zawiązkiem przyszłego wyrostka robaczkowego, nie bierze udziału w postępie wzrostu w grubość. Odcinek ten pozostaje nadal niezmienny. Już w trzecim miesiącu życia zaznacza się ta różnica, bo część wyrostkowa jest o połowę cieńsza od ślepej kiszki; w 8-mym miesiącu grubość wyrostka robaczkowego jest

równa 1/5 grubości кишки ślepej. Długość wyrostka robaczkowego jest w pierwszych miesiącach stosunkowo duża, tak że tworzy on rodzaj pętli. Później jednak prześciga go we wzroście jelito ślepe, a stosunek długości przesuwa się na niekorzyść wyrostka robaczkowego, mimo że wzrost jego trwa długo poza okresem życia zarodkowego.



Ryc. 466. Przewód pokarmowy zarodka ludzkiego, dalej posunięty w rozwoju, niż na rycinie poprzedniej, już po wytworzeniu się jelita grubego wstępującego. Według Kollmanna.

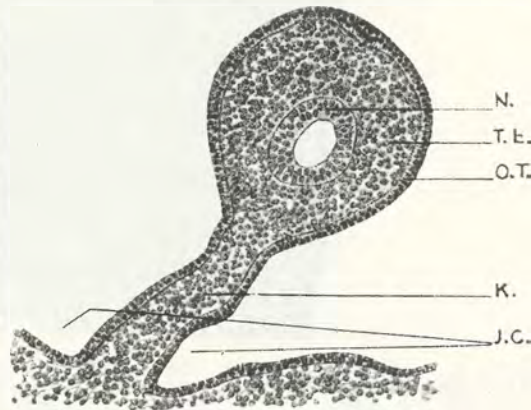
Jelito ślepe przechodzi u zarodka wprost w jelito grube poprzeczne, które po zwrocie jelit układa się w położeniu ostatecznym poniżej wątroby i żołądka (Ryc. 465). Jelito wstępujące jest wytworem późniejszym, gdyż powstaje w drugiej połowie 4-go miesiąca przez rozrost jelita grubego na pograniczu między jelitem ślepym a poprzecznicą. Ma się wrażenie jakby w jelicie ślepym znajdował się ciężar, który je ściąga w dół, i dostaje się ono na dolną stronę jamy brzusznej po jej prawej stronie (Ryc. 466).

Material na okrężnicę zstępującą i esowatą oraz na znaczną część кишки odchodowej mieści się w odcinku pętli pierwotnej od zgięcia lewego, czyli śledzionowego, do ogonowego końca jelita. Odcinek leżący najbliżej wspomnianego zgięcia daje okrężnicę zstępującą, a dalszy, umieszczony w okolicy lewego talerza biodrowego i ujęty w długą krezkę otrzewnową — okrężnicę esowatą. Obydwa te odcinki, jak wyżej wspominałem, zostały po zwrocie jelit przemieszczone do lewej połowy jamy

brzuszej. Jedynie tylko dolny odcinek jelita pierwotnego, który rozwinię się w górną część odbytnicy, utrzyma się w części osiowej ciała biegnąc równoległe do kręgosłupa. Cewka jelitowa rozszerza się przed swym zakończeniem tworząc szerszą jamkę, którą nazywamy kloaką. Od tego rozszerzenia biegnie ku ogonowi zarodka cienkie przedłużenie cewki, zwane jelitem ogonowym, które jednak zanika. Następnie przez dwa fałdy, wsuwające się z boków jak kulisy i tworzące przegrodę (*septum urorectale*), kloaka rozdziela się na część tylną, sąsiadującą z kręgosłupem, i przednią, skierowaną ku przedniej ścianie jamy brzusznej (Ryc. 540—543). Z tej części tylnej wytwarza się już ostatecznie jelito odbytowe; z przedniej po złączeniu jej z odcinkiem omocznii powstanie pęcherz moczowy.

Jelito odbytowe utworzone z tylnej części kloaki jest początkowo zamknięte ślepo. Tymczasem przygotowuje się tzw. błona odbytowa, która zamyka końcową część jelita, a składa się tylko z entodermy i ektodermy. Mezoderma nie bierze udziału w jej składzie. Błona ta przesuwa się z okolicy grzbietowej na tylną stronę zarodka, gdzie powstanie otwór odbytowy. Ku niej od zewnątrz zaczyna się wpuklać zagłębienie ektodermalne, dookoła którego tworzy się gruby pierścień mezenchymatyczny, a tym samym przyszyły otwór odbytowy przemieścił się biernie w głąb. Zwieracz zewnętrzny, który otacza otwór odbytowy, pozostaje w związku genetycznym z wyżej wspomnianym pierścieniem mezenchymatycznym. W 3-cim miesiącu życia zarodkowego pęka błona odbytowa, przez co jelito odbytowe otwiera się na zewnątrz.

Zbliżając się ku otworowi odbytowemu biegnie kiszka odbytowa prosto, wzdłuż osi ciała. Potem już w końcu życia zarodkowego odbytnica rośnie mocniej na długość, przez co przybiera nieco kręty przebieg. Bańka odbytnicy (*ampulla recti*) tworzy się dopiero po urodzeniu jako zbiornik kału.

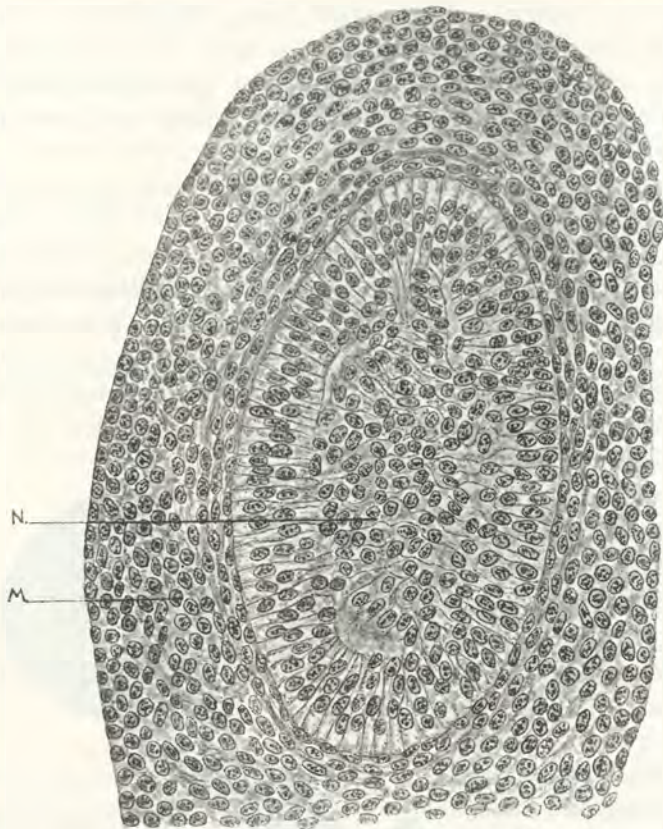


Ryc. 467. Przekrój przez jelito grube zarodka ludzkiego z pierwszego miesiąca (długości 6 mm). J. C. — jama ciała, K. — krezka, N. — nabłonek, O. T. — otrzewna trzewna, T. L. — tkanka łączna. Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

Histologiczne różnicowanie rozwojowe jelita. W stadium pierwotnym nieróżnicowanym jelito składa się, jak wiadomo, z wewnętrznej cewki ektodermalnej, którą otacza dookoła mezenchyma utworzona przez mezodermę trzewiowej błony otrzewnej (Ryc. 467). Fala różnicowania prze-

suwa się przez jelito od strony głowowej ku ogonowej, obejmuje więc najpierw dwunastnicę, potem jelito czcze oraz biodrowe i posuwa się ku okrężnicy.

Wstępem do rozpoczynającego się różnicowania w zawiązku jelitowym jest mocne rozmnażanie się komórek nabłonkowych entodermalnych, które, szczególnie w dwunastnicy, ale i w innych odcinkach je-

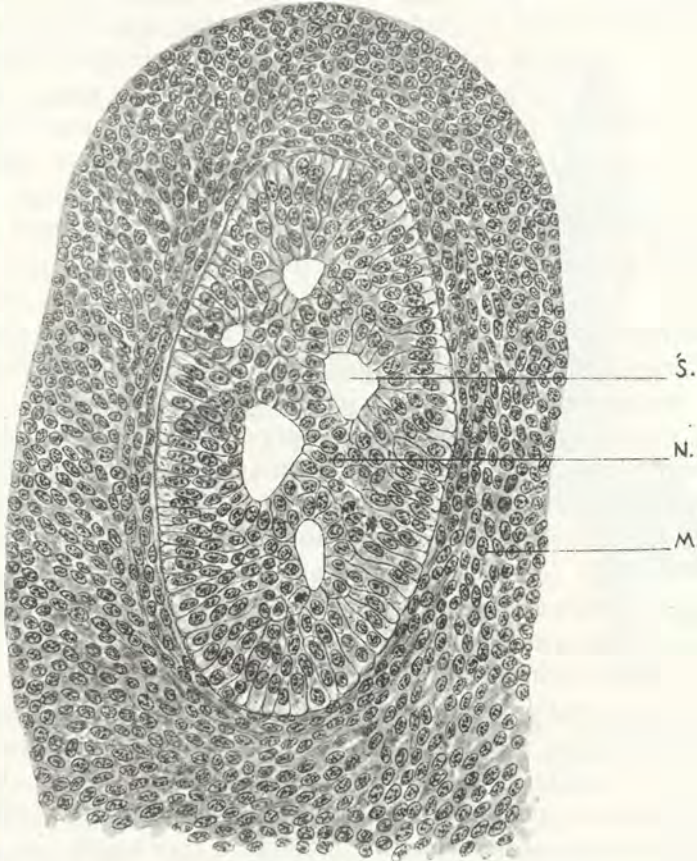


Ryc. 468. Przekrój przez dwunastnicę 6-tygodniowego zarodka ludzkiego. Widać zupełną okluzję. *N.* — nabłonek, który wrósł do światła dwunastnicy, *M.* — tkanka mezenchymatyczna. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

lita cienkiego, wypełniają nieraz prawie całe światło cewki przewodu pokarmowego (Ryc. 468 i 469), tworząc zwłaszcza w dwunastnicy okluzję fizjologiczną. Mechanizm ponownego tworzenia światła jest podobny do opisanego przy omawianiu przelyku (por. str. 131).

Z końcem drugiego miesiąca, gdy zanikną komórki zatykające początkowo światło jelita, wewnętrzna powierzchnia cewki jelitowej jest gładka. Potem najpierw w dwunastnicy zaczyna się tworzenie kosmków. Kosmki powstają jako palcowate wzniesienia entodermalne

z udziałem mezenchymy i naczyń krwionośnych, wrastając w obręb światła jelita (Ryc. 461 D.). Gdzie indziej tworzą one listwy podłużne, które się potem przewężają w szereg wyrostków kosmkowych. Od końca 2-go do 4-go miesiąca odbywa się tworzenie kosmków w jelicie cienkim, tak że później ściany wszystkich odcinków jelit są nimi pokryte. Tworzenie



Ryc. 469. Przekrój przez dwunastnicę 6-tygodniowego zarodka ludzkiego. Z tego samego preparatu, co rycina poprzednia, lecz kilka skrawków dalej; między komórkami zamykającymi światło dwunastnicy widać w kilku miejscach rozstęp. *N.* — nabłonek, *M.* — tkanka mezenchymatyczna, *ś.* — światło między komórkami nabłonka.

młodych kosmków odbywa się nieraz już między dawniej wytworzonymi; liczba ich u noworodka przekracza ma 300.000.

Powstawanie gruczołów w jelitach, zwanych gruczołami *Li e b e r k ü h n a*, pozostaje w związku z rozwojem kosmków. Trzeba zwrócić na to uwagę, że kosmki osadzone gęsto obok siebie tworzą między sobą szczeliny. Dookoła takich szczelinek i zagłębień kosmki te zrastają się częściami podstawowymi, tak że między ściankami tworzą się rurko-

wate wgłębienia w tkankę mezenchymatyczną. Są to gruczoły Lieberkühn o w s k i e. W podobny mniej więcej sposób powstają w dwunastnicy gruczoły Brunnera, tylko że one wgłębiają się znacznie mocniej. To wgłębianie dokonywa się, zanim jeszcze warstwa mezodermalna pod nabłonkiem da początek muskulaturze okrężnej. Toteż gruczoły Brunnera sięgają potem aż po okrężną warstwę mięsną dwunastnicy.

Nieco odmiennie wygląda ustosunkowanie gruczołów Lieberkühna do kosmków w jelicie grubym. O ile w jelicie cienkim ściankami gruczołów stają się tylko podstawy kosmków, które się z sobą zrastają, a ich wierzchołki sterczą jako kosmki ponad otworami gruczołów, to w jelicie grubym kosmki zrastają się na całej długości, tak że cała wysokość kosmków zużywa się na ścianki gruczołowe. Wynikiem tego jest, że nad otworami gruczołów kosmki nie sterczą, czyli że z końcem życia śródmacicznego (miesiąc 9-ty) kosmki jelita grubego zanikają.

Dalszą charakterystyczną cechą różnicowania ściany jelita jest tworzenie pojedynczych i zbiorowych grudek limfatycznych. Powstają one w 5-tym miesiącu życia embrionalnego przez nagromadzenie grup leukocytów w tkance łącznej ściany jelitowej.

Do zwiększenia powierzchni błony śluzowej służą fałdy okrężne (*valvulae conniventes*); są one wzniesieniami tkanki mezenchymatycznej i nabłonka entodermalnego, które powstają w ósmym miesiącu embrionalnym, a dopiero po urodzeniu dochodzą u dziecka do pełnego rozwoju.

Muskulatura jelit powstaje z tkanki mezodermalnej. W samym początku 2-go miesiąca (u zarodka ludzkiego 10 mm) widać już tworzenie się mięśni okrężnych. Znacznie później, bo w 4-tym miesiącu, pojawia się w jelicie cienkim muskulatura podłużna.

W jelicie grubym tworzy się ona także koło 4-go miesiąca i utrzymuje się rozłożona prawie równomiernie aż do urodzenia. U dziecka układa się w taśmy (*taeniae*), wskutek tego że ścianki, które rozrastają się mocno w grubość pomiędzy wiązkami mięśni gładkich, rozsuwają je daleko od siebie. Wiązki te ułożone w trzy taśmy rosną w długość wolniej niż reszta cewki jelita grubego. Wynikiem tego jest, że okrężnica ma ścianę powypuklaną i pozagłębianą. Wypuklenia okrężnicy na zewnątrz (*haustra*) nadają jej właściwy wygląd i dochodzą aż do jelita odchodowego.

Dwa wielkie gruczoły przewodu pokarmowego.

A. Rozwój wątroby.

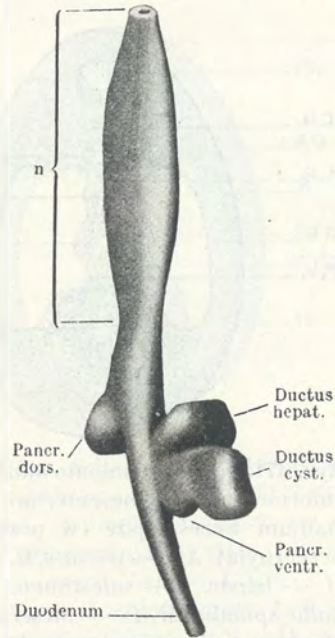
Materiał do utworzenia wątroby pochodzi z dwóch źródeł: z entodermi dwunastnicy oraz z tkanki mezenchymatycznej, nagromadzonej w obrębie tzw. przegrody poprzecznej (*septum transversum*), która leży na pograniczu między jamą osierdzia a jamą brzuszno-opłucnową. Tkanka weszła tam razem z naczyniami krwionośnymi okolicy pę-

kowej. U zarodków ludzkich z 1-go miesiąca (długości 2.5—3 mm) ze ściany dwunastnicy na brzegu dogłowym wyrasta po stronie brzusznej tzw. zatoka wątrobowa. Jest to szerokie wypuklenie entodermalne wrastające do wspomnianej przegrody poprzecznej. Ta zatoka, przybierająca kształt kolbkowaty (Ryc. 470 i 473), rozszczepia się niebawem na część leżącą od strony głowy, tzw. część wątrobową (*pars hepatica*) i drugą od strony ogonowej, tzw. część pęcherzykową (*pars cystica*), przeznaczoną do zorganizowania pęcherzyka żółciowego (Ryc. 473 B, C). Obie te części są przedłużeniem zatoki wątrobowej, która przewodem pierwotnym wiąże je z dwunastnicą. Jest to zawiązek przyszłego przewodu odprowadzającego żółć, a więc przewodu żółciowego (*ductus choledochus*).

Obie części biorą udział w organizacji wątroby. Część wątrobowa daje pączki proliferacyjne wrastające w tkankę łączną przegrody poprzecznej. Z jej tkanki mezenchymatycznej powstaje zrąb sieci, a grupy komórek entodermalnych, które wrosły z dwunastnicy, wypełniają pasmami oka tej sieci. W ten sposób tworzy się miąższ wątroby, który rozprzestrzenia się w obrębie przegrody poprzecznej pozostawiając nie zajęta tę jej część, która przytyka do jamy osierdziowej oraz do przedniej ściany brzucha.

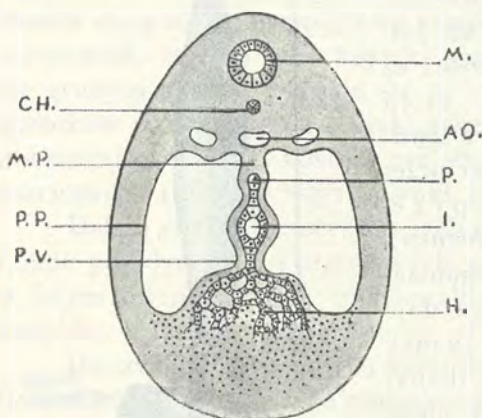
W obręb miąższu wątrobowego wrastają dwie żyły pępkowo-krezkowe (*venae omphalo-mesentericae*), które rozrastają się w tkance łącznej miąższu, a więc w beleczkach wspomnianej sieci. Przy układzie krążenia będzie mowa o tym, że żyła pępkowo-krezkowa daje początek żyłom wrotnej (*v. portae*). Sąsiedztwo tych naczyń z pasmami entodermalnego miąższu wątroby zapewnia jej komórkom intensywne odżywianie.

Przewód pęcherzykowy (*ductus cysticus*) jak też i pęcherzyk żółciowy (*cystis fellea*) powstają, jak wspomniałem, z części pęcherzykowej (*pars cystica*) zawiązka wątroby. Początkowo u zarodków z 1-go miesiąca życia zarodkowego (około 6—7 mm) zawiązek obu tworów występuje jako lity sznur. Jest on zakończony zgrubieniem pałkowatym, a złączony z zawiązkiem wspólnego przewodu żółciowego. W 8-mym tygodniu wytwarza się przez rozstępnienie komórek światło w przewodzie i pęcherzyku żółciowym.



Ryc. 470. Model entodermalnego zawiązka żołądka, trzustki i dwunastnicy zarodka ludzkiego 5,8 mm długiego, widziany z prawej strony, n — żołądek. Według *Pernkopfa* z *Bromana*.

Opisany tu zawiązek wątroby jest jakby wmurowany w przegrodę poprzeczną (Ryc. 471). Ale przegroda ta zawiera nie tylko materiał na zrąb, w którym się ma ten gruczoł rozwijać; w górnej warstwie przegrody mieści się nadto zawiązek do utworzenia przepony. Z anatomii opisowej wiemy, że te dwa narządy: wątroba i przepona leżą u człowieka ukształtowanego, czy jakiegokolwiek innego ssaka, wprawdzie w bezpośrednim sąsiedztwie, ale są zupełnie od siebie oddzielone i pokryte



Ryc. 471. Schemat umontowania wątroby embrionalnej w *mesenterium anterius*; stadium wcześniejsze (w przekroju poprzecznym). AO. — aorta, CH. — chorda, H. — hepar, I. — intestinum, M. — medulla spinalis, M. P. — mesenterium posterius, — P. pancreas, P. P. — peritoneum parietale, P. V. — peritoneum viscerale.

oddzielnymi blaszkami otrzewnej. Jakże więc dokonywa się wyodrębnienie wątroby od przepony? Proces ten możemy zrozumieć studiując przekrój embriona strzałkowy i poprzeczny.

Na ryc. 471 widać jeszcze wątrobę wrosniętą w przegrodę poprzeczną, tak że zawiązek bełczkowaty sieci tkanki wątrobowej zajmuje mięsz przegrody z wyjątkiem jej dogłowej warstwy oraz tej, która przytyka do ściany brzusznej. Potem od strony przedniej i dolnej, tam gdzie otrzewna z przedniej ściany brzucha przechodzi w dolną powierzchnię przegrody, dokonywa się wpuklenie fałdu otrzewnej między przednią ścianą brzuszną, a tę część przegrody poprzecznej, którą zajmuje mięsz wątroby (Ryc. 471a).

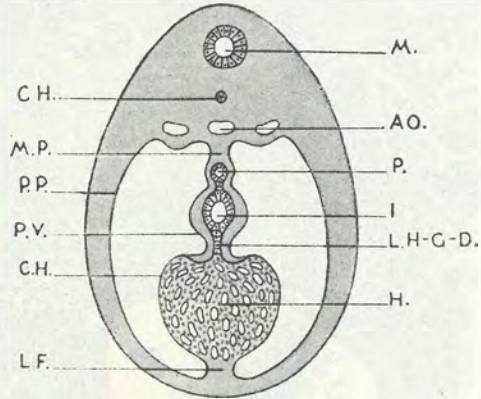
Wrastanie otrzewnej oddziela zawiązek wątroby od przedniej ściany brzucha. Wrost jednak fałdu otrzewnowego posuwa się dalej ku tylnej stronie zarodka. Wynikiem tego jest odszczepienie wątroby od powierzchniowej warstwy przegrody, do której nie wrósł zawiązek nabłonkowy wątroby. Ta powierzchniowa warstwa odcina się więc od wątroby i przekształca w przeponę (Ryc. 634, 635). Przy wrastaniu fałdu otrzewnowego zyskuje ona równocześnie pokrycie otrzewną, która na tylnym brzegu przepony przechodzi na wątrobę tworząc więzadło wątrobowo-przeponowe (*ligamentum hepatophrenicum*), stanowiące górną blaszkę wieńcowego więzadła wątroby (*ligamentum coronarium hepatis*). W ten sposób dokonywa się wyodrębnienie z poprzecznej przegrody przepony, oraz oddzielenie jej od wątroby, a zarazem pokrycie obu tych narządów przez otrzewną; równocześnie też pewnego rodzaju umontowanie wątroby w jamie brzusznej, którego wzmocnienie poznamy teraz rozpatrując te stosunki na przekroju poprzecznym.

Ryc. 471 przedstawia schemat takiego przekroju. Ściana brzuszna wysłana jest od wewnątrz przez otrzewną ścienną, która od strony kręgosłupa przechodzi w kreskę grzbietową, obejmującą dalej jelito jako otrzewna trzewiowa, przechodząca potem w kreskę przednią (*mesenterium anterius* sive *ventrale*). Jak wiemy, zawiązek entodermalny wątroby wrasta w tę kreskę przednią i posuwając się między obu jej blaszkami dorasta do przegrody poprzecznej, która jest wałem mezenchymatycznym, wsuwającym się od przodu między blaszki kreski.

Teraz z dwóch stron wpukła się otrzewna (Ryc. 471a), oddzielając od przedniej ściany brzusznej przegrodę razem z zawiązkiem wątroby. W ten sposób kreska przednia rozpada się na trzy odcinki: 1) pasmo łączące dwunastnicę i żółć z wątroby (*ligamentum hepato-gastro-duodenale*), 2) otrzewną pochodzenia kreskowego, otaczającą jako pochewka wątroby (*capsula hepatis*) i 3) pasmo łączące tę pochewkę wątrobową z otrzewną ścienną przedniej ściany brzusznej, tzw. więzadło sierpowe (*ligamentum falciforme* sive *suspensorium hepatis*). Tak więc wątroba jest umontowana od strony głowowej przez więzadło wieńcowe, od strony brzusznej przez więzadło sierpowate, a od strony przewodu pokarmowego przez więzadło wątrobowo-żółtkowo-dwunastnicowe.

Omówiwszy dotąd kształtowanie się wątroby możemy przejść do opisu jej różnicowania. Zawiązek wątroby, jak z powyższych opisów wynika, zawiera materiał nabłonkowy, który powstał z entodermi jelita i rozdzielił się na część wątrobową i pęcherzykową oraz materiał mezenchymatyczny, związany genetycznie z przegrodą poprzeczną.

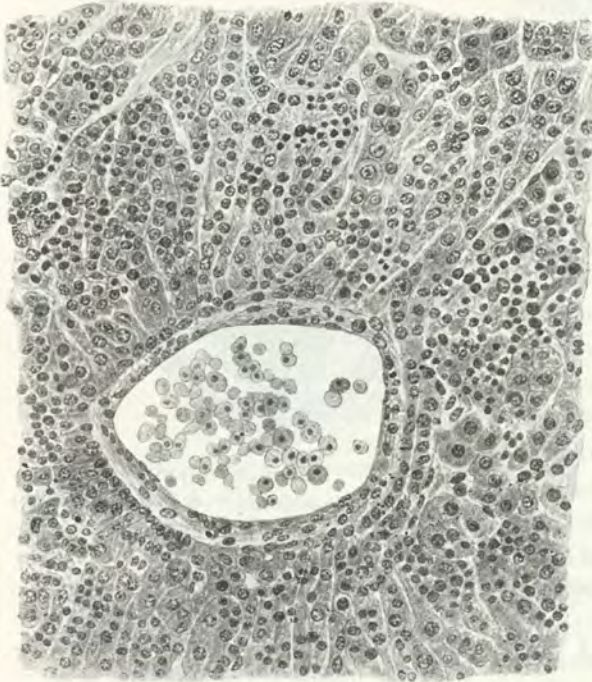
Materiał nabłonkowy ugrupowany jest w poprzerywanych pasmach, które złożone są z dużych komórek kształtu sześciennego z wielkimi, ostro obrysowanymi jądrami. Komórki te mnożą się intensywnie. Jeszcze mocniej rozmnażają się ich jądra, a że nie po każdym podziale jądra dokonywa się podział plazmy, przeto jest duża liczba komórek dwują-



Ryc. 471 a. Schemat umontowania wątroby embrionalnej w *mesenterium anterius*; stadium późniejsze (w przekroju poprzecznym). AO. — aorta, C. H. — capsula hepatis, CH. — chorda, H. — hepar, I — intestinum, L. F. — ligamentum falciforme, L. H-G-D. — ligamentum hepato-gastro-duodenale, M. — medulla spinalis, M. P. — mesenterium posterius, P. — pancreas, P. P. — peritoneum parietale, P. V. — peritoneum viscerale. Według Shumwaya, nieco zmieniony.

drowych. Pasma nabłonkowe dzielą się potem poprzecznie na mniejsze zraziki. Temu rozczłonkowaniu na zraziki towarzyszy wrastanie w wątrobę gałązek żyły wrotnej, która rozrasta się w tkance łącznej wątroby nadając jej budowę zrazikową.

Ten układ tzw. definitywnych zrazików powstaje dopiero bezpośrednio przed końcem życia śródmacicznego lub zaraz po urodzeniu. Do



Ryc. 472. Część przekroju wątroby dwumiesięcznego zarodka ludzkiego, w dużym powiększeniu. W środku naczynie krwionośne, od niego promienisto ułożone pasma komórek mięszu wątrobowego częściowo przechodzące w zraziki. Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

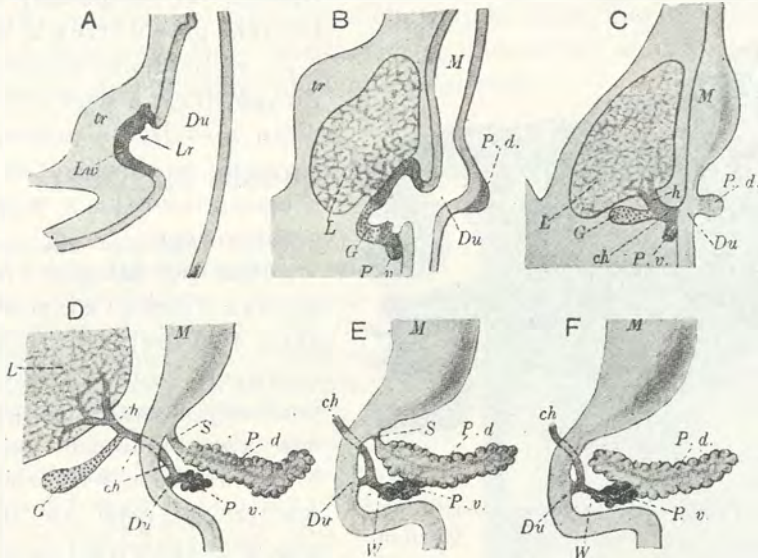
wchodzi z otoczenia jedno naczynko jako żyła centralna, a wtedy komórki mięszu wątrobowego układają się względem niego promienisto (Ryc. 472). Włosowate kanalikę żółciowe powstają u zarodków przez pozostawienie między ustawionymi w dwa szeregi komórkami wąskiego kanalika, który kończy się ślepo. Niejednokrotnie ściankę kanalika włosowatego tworzą dwie komórki. Kanaliki te łączą się z odgałęzieniami przewodów żółciowych.

Tkanka łączna wątroby bierze udział w tworzeniu torebki wątrobowej, wspomnianych przegród międzyzrazikowych, a wreszcie komórki tej tkanki spotykane w okach sieci mięszu wątrobowego wytwarzać mogą czer-

B. Rozwój trzustki.

W pierwszym miesiącu życia śródmacicznego wytwarza się — już u zarodka 3—4 mm długości — dający się spostrzec zawiązek trzustki

(Ryc. 470, 473) w postaci 3 wypukleń¹⁾, idących od dwunastnicy w kierunku grzbietowym i brzuszny. Najpierw powstaje wypuklenie grzbietowe na linii przyczepu krezki grzbietowej, na wysokości dwunastnicy między odźwiernikiem żołądka a wypukleniem zawiązka wątrobowego. Nieco później wytwarzają się entodermalne wypuklenia dwunastnicy po stronie brzusznej, bezpośrednio poniżej zawiązka przewodu wątrobowego.



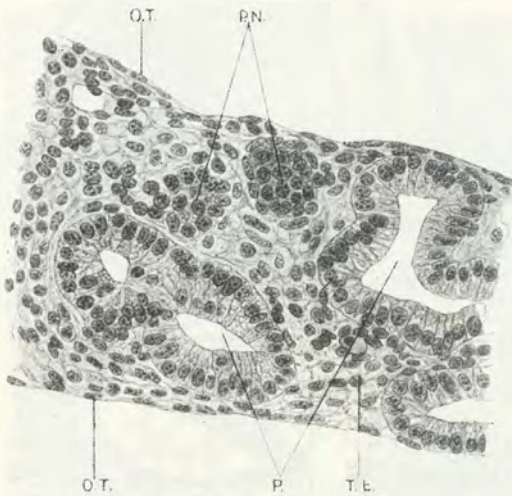
Ryc. 473. Rozwój wątroby i trzustki (w schemacie). *ch* — ductus choledochus (przewód żółciowy), *Du* — duodenum (dwunastnica), *G* — pęcherzyk żółciowy, *h* — ductus hepaticus, *L* — wątroba, *Lr* — zawiązek wątroby, *Lw* — wypuklenie wątroby, *M* — żołądek, *P. d.* — pancreas dorsale, *P. v.* — pancreas ventrale, *S* — ductus pancreaticus accessorius (Santorini), *tr* — septum transversum, *W* — ductus pancreaticus (Wirsungi). Według Weissenberga.

Wiadomo nam, że żołądek dokonywa trzech obrotów (por. str. 132), które powodują też pewne przemieszczenie dwunastnicy; w ten sposób brzuszny zawiązek trzustki przesuwa się razem z dwunastnicą na prawo i ku stronie grzbietowej, a więc w kierunku zawiązka grzbietowego trzustki. Temu zbliżeniu sprzyja fakt, że zawiązek grzbietowy trzustki jest już ustalony przez krezkę grzbietową, a dalej że ścianka dwunastnicy różnie nierówno w grubość po obu stronach tego odcinka jelita. Wolniejszy wzrost prawej ścianki dwunastnicy zbliża do siebie obydwa zawiązki trzustki, które się potem zrastają. Najczęściej zanika łączność trzustki z ścianką grzbietową dwunastnicy, a utrzymuje się wyłącznie brzuszne

¹⁾ U zarodka człowieka w okresach późniejszych spotykamy już tylko dwa zawiązki, jeden grzbietowy i jeden brzuszny (prawy).

wypuklenie jako przewód trzustkowy. Cały jednak tworzący się narząd układa się obecnie w krezce grzbietowej.

Niemniej jednakże determinacja twórcza obu zawiązków da się wykazać (Ryc. 473). Główna część trzustki, mianowicie górna część głowy trzustki, jej trzon i ogon wytwarza się z zawiązka grzbietowego; zawiązek brzuszny tworzy tylko dolną część głowy trzustki.



Ryc. 474 Przekrój przez ogon trzustki zarodka ludzkiego długości około 27 mm. Fragment ryc. 460. O. T. — otrzewna trzewna, P. — pęcherzyki trzustki, P. N. — pęcherzyki nacięte stycznie, T. L. — tkanka łączna.

Pęcherzyki trzustki tworzą się jako wypuklenia kanału trzustkowego, który we wszystkich swych odcinkach — prócz części przyjelitowej — wytwarza ze swych ścian drobne pączki złożone z węzłów komórek nabłonkowych. Wciskają się one w mezenchymatyczną tkankę krezki. Pączki te potem się wydłużają i po pewnym czasie da się wyróżnić między komórkami światło, które zmienia lite wypuklenia w kanalik. Każdy taki kanalik kończy się kolbkowatym zgrubieniem kształtu gruszkowatego. Światło jest początkowo nikłe, szczelinowate, zarówno w pęcherzyku jak w kanalikach. Przez rozmnażanie i wzrost komórek rozszerzają się te kanalik. Na powierzchni ich ścianek widać pączki drugorzędne, które ewentualnie wypuklają się mocniej, dając początek nowym przewodom i nowym pęcherzykom (Ryc. 474). Związek przewodów z głównym kanałem odprowadzającym utrzymuje się jako bezpośredni w pęcherzykach pierwszorzędnych, lub pośredni w 2-go-, 3-cio- itd. rzędnych.

Z podobnych zawiązków, ale nieco inaczej, różnicuje się u kład

Główny przewód trzustki (*ductus Wirsungianus*) w obrębie tzw. głowy trzustki powstaje z jej wypuklenia brzusznego od dwunastnicy, a więc w bezpośrednim sąsiedztwie przewodu żółciowego, w obrębie tzw. trzonu i ogona trzustki z wypuklenia grzbietowego.

Rozwój dalszy i różnicowanie trzustki polegają na akcji twórczej zawiązków trzustkowych, które utworzyły kanał podłużny. Ścianki tego przewodu zawierają materiał na gruczoł o właściwościach wydzielania zewnętrznego, czyli tzw. pęcherzyków trzustkowych (*alveoli*) z całym układem odprowadzających przewodników, oraz narządu o wydzielaniu wewnętrznym, tzw. wysp Langerhansa.

wysp Langerhansa. Jest to, jak wiadomo, gruczoł o wydzielaniu wewnętrznym, doniosłego znaczenia, regulujący przebieg przemiany materii, głównie węglowodanów. Powstaje on w 3-cim miesiącu życia zarodkowego jako grupa pączków litych, stanowiących wypuklenia przewodów i pęcherzyków wydzielniczych trzustkowych.

Pierwsze zawiązki wysp pojawiają się w obrębie ogona i trzonu trzustki. Wypuklenia nabłonka w postaci litych węzłów, pozbawionych światła międzykomórkowego, wchodzi do tkanki mezenchymatycznej, otaczającej pęcherzyki i zatracają niebawem łączność morfologiczną z ich ściankami. Pokrywająca je tkanka łączna stanowi ich otoczki, w których potem bogato się rozrastają naczynia włosowate.

ZBOCZENIA ROZWOJU PRZEWODU POKARMOWEGO

Zboczenia rozwojowe zębów. Zęby nadliczbowe występują dość często u człowieka, zwłaszcza wśród siekaczy i przednich zębów trzonowych szczęki górnej. Zęby te mają albo kształt sąsiednich zębów, albo też mogą wykazywać znamiona uwstecznienia. Takie szczątkowe zęby bywają zrosnięte z zębami sąsiednimi — są to tzw. zęby bliźniacze.

Inną nieprawidłowością rozwoju zębów jest zahamowanie ich wyrostania z kości szczękowych, tzw. retencja zębów. Nieprawidłowość ta pozostaje nieraz w związku z nieodpowiednim zmniejszeniem zawiązków albo brakiem niezbędnego w szczęce miejsca do wydobycia się rosnącego zęba z kości szczękowych. Brak miejsca wchodzi też w rachubę przy nieprawidłowym skręceniu zęba. To zjawisko skręcenia może też być następstwem jednostronnego ucisku na ząb przy gryzieniu.

Przemieszczenie zębów może objawiać się ustawieniem jednego lub więcej zębów poza zwykłym ich rzędem albo w całkiem odległych miejscach jamy ustnej, jak np. na podniebieniu, — jest to tzw. heterotopia zęba (Ryc. 475). Wreszcie zawiązki zębów mogą zrastać się ze sobą, i to na całej długości (Ryc. 476), korzeniem lub koroną (Ryc. 477). Jeśli w obrębie jednego woreczka powstaną dwa zawiązki zębowe, wtedy tworzą się tzw. zęby bliźniacze.



Ryc. 476. Zęby zrosnięte na całej długości
Z Schwalbego.



Ryc. 477. Zęby zrosnięte koroną.
Z Schwalbego.

Rozmiary zębów ulegają nieprawidłowym wahaniom od zębów karłowatych do olbrzymich.

Części składowe zęba mogą przybierać nieprawidłowe postaci. W dentyście ważne są nieprawidłowości w budowie korzeni, zwłaszcza korzeni powyginanych hakowato, i zrosty sąsiednich zębów korzeniami.



Ryc. 475. Heterotopia zębów.
Z Schwalbego.

Wreszcie wspomnieć należy o specjalnych nowotworach zbudowanych z tkanki zębowej, występujących w czasie rozwoju zębów. Nieraz w skład ich wchodzi trzy składniki zębów, a więc szkliwo, dentyna i cement.

Jako anomalia w rozwoju zębów występuje czasem przedłużona twórczość listwy zębowej, co pociąga za sobą wielokrotne zmiany ograniczone zwykle do poszczególnych części uzębienia. Tworzyć się wtenczas mogą dwa lub więcej szeregów trwałych zębów, układających się w kierunku języka. W innych przypadkach powstają pojedyncze dodatkowe zęby (*dentes accessorii*). Czasem nienormalność objawia się nieomogą twórczą listewek. Wynikiem tego będą braki w wytworzeniu nieraz kilku lub kilkunastu zębów.

Nieprawidłowości układu cewki pokarmowej. Oddawna znana jest nieprawidłowość układu przewodu pokarmowego, polegająca na jej ułożeniu przewrotnym, czemu może towarzyszyć przemieszczenie także innych trzewi jamy brzusznej na stronę przeciwną niż w układzie prawidłowym. W niektórych przypadkach do układu przewrotnego w jamie brzusznej dołącza się układ przewrotny wnętrzości klatki piersiowej. W tym razie serce umieszczone jest po prawej stronie, a trójpłatowe płuco po lewej.

Układ przewrotny trzewi (*situs inversus*) stosować się może do wszystkich trzewi jamy brzusznej i piersiowej, a wtedy mówimy o układzie przewrotnym całkowitym (*situs viscerum inversus totalis*), albo do wszystkich trzewi brzucha (*situs viscerum inversus abdominis totalis*), lub wreszcie do wszystkich trzewi klatki piersiowej (*situs viscerum inversus thoracis totalis*). Inny typ stanowią układy przewrotne częściowe (*situs viscerum inversus partialis*). W tym przypadku może być przemieszczony jeden narząd, np. wątroba lub część jelita, albo żołądek, śledziona itd.

Objaśnienie tego zjawiska jest dość trudne. Dawniejsi embriologowie (von Baer, Koller) sprowadzali pojawienie się nieprawidłowego ułożenia narządów w jamie brzusznej do pozycji, którą zajął narząd wyróżnicowany w początkowym okresie organizacji. Pozycja nienormalnie ułożonego narządu — mogła to być np. wątroba — staje się miarodajną dla innych później się różnicujących, a narządy te układać się mają w miejscach wytyczonych niejako przez ten narząd. Baer uważał, że ułożenie się zarodka w stosunku do pęcherzyka żółtkowego i omocznicy może być tu miarodajne. Hipoteza ta jest nie do utrzymania. Badania eksperymentalne D a r e s t e'a nad wpływem jednostronnego ogrzewania jajka kurzego na tworzenie się przewrotnego układu trzewi nie dały przekonujących wyników.

Pozytywne rezultaty uzyskał S p e m a n n w swych klasycznych doświadczeniach. S p e m a n n wyciąwszy kawałek płyty rdzeniowej zarodka traszki wraz z płytką mezo- i entodermalną, leżącą pod płytką rdzeniową, obracał ją o 180° i tak obróconą wszczepiał w dawne miejsce. Wynikiem tego było otrzymanie przewrotnego układu wnętrzości.

Stadium zarodkowe, w którym się dokonywa determinacja układu jelit w ustroju embryonalnym, jest bardzo wczesne. Wtedy to rozstrzyga się, czy powstanie zwykły prawidłowy układ trzewi (*situs viscerum solitus*), czy też układ trzewi przewrotny (*situs viscerum inversus*).

Dwojakie momenty przyczynowe przyjąć można dla układu przewrotnego, pojawiającego się jako zboczenie rozwojowe: 1) przyczyny wewnętrzne układu zawiązków w bardzo wczesnym okresie życia, ewentualnie nawet w jajku zapłodnionym, 2) czynniki urazowe w najwcześniejszych okresach rozwoju. Przez to trzeba rozumieć ewentualne mechaniczne uszkodzenia zarodka w ściśle oznaczonym okresie rozwoju.

Przepuklina pępkowa wrodzona. Z opisu rozwoju układu pokarmowego wiemy, że w 3-cim miesiącu rozwoju płodowego część pętli jelitowych wysuwa się przez otwór pępkowy poza jamę brzuszną i pozostaje tam do początku 4-go miesiąca. Przy prawidłowym rozwoju dokonywa się potem automatyczne odprowadzenie tej przepukliny, a jelita wracają (por. str. 138) do jamy brzusznej. W niektórych przypadkach objawem nieprawidłowości rozwoju jest utrzymanie się przepukliny i po urodzeniu. Daje to obraz wrodzonej przepukliny pępkowej.

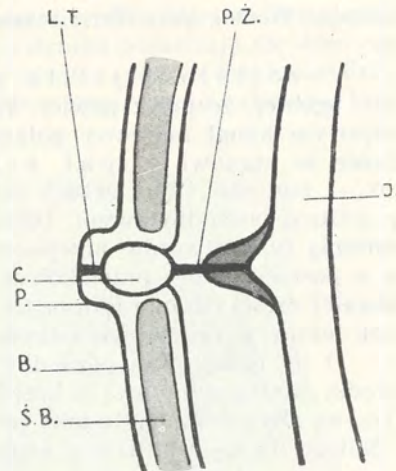
Przyczyny niezamknięcia otworu pępkowego szukać należy albo w zahamowanym zroście brzegów otaczających otwór pępkowy, albo też w zahamowaniu odprowadzenia jelit do jamy otrzewnej. Niektórzy uważają za niewykluczone, że po zamknięciu fizjologicznym otworu pępkowego ma miejsce następne jego otwarcie w dalszym życiu płodowym i wydostanie się na zewnątrz treści przepukliny.

Jakie są składniki przepukliny wrodzonej, innymi słowy, jaka jest treść worka przepuklinowego? Oprócz trzewi jelitowych, które przy przepuklinie fizjologicznej wydobywają się z jamy brzusznej, znajdujemy nieraz w worku przepuklinowym żołądek i wątrobę. Czasem towarzyszy przepuklinie wielka szczelina brzucha i klatki piersiowej, przy czym przedostają się na zewnątrz trzewia brzuszne i piersiowe.

W razie niepełnego wytworzenia się przepony, zwłaszcza jej odcinków strony grzbietowej, może nastąpić przemieszczenie trzewi jamy brzusznej do jamy opłucnej (Ryc. 494).

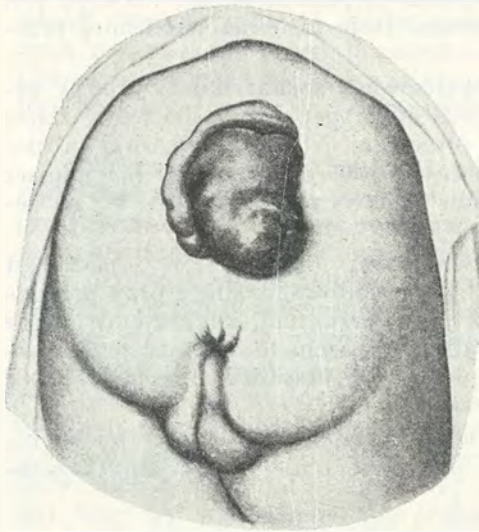
Pozostałości dodatkowych przewodów układu pokarmowego. Z embriologii układu pokarmowego wiemy, że oprócz ostatecznego, czynnego w ciągu życia przewodu, czyli cewki pokarmowej, ustrój wytwarza przewody o ograniczonym okresie trwania, które potem albo całkiem zanikają, albo utrzymują się jako narządy szczątkowe. Do tej grupy należy przewód żółtkowo-jelitowy (*ductus intestino-vitellinus sive omphalo-entericus*) i odcinek jelita ogonowego (*intestinum postanale*).

Przewód żółtkowo-jelitowy ulega zanikowi w rozwoju zupełnie prawidłowym. Jednakże stosunkowo często nie dochodzi do zupełnego zaniku, a od jelita biodrowego w odległości $\frac{1}{2}$ —1 cm, najwyżej 2 cm od zastawki *Bauchiniego* (*valvula ileocaecalis*) utrzymuje się u dorosłego człowieka nieraz dość szerokie wypuklenie, które anatom *Meckel* opisał dokładniej i związał jego genezę z przewodem żółtkowo-jelitowym. Wypuklenie to nosi nazwę uchwytka *Meckela* (*diverticulum Meckeli*). Okazało się, że niejednokrotnie biegną równocześnie na całej jego długości dość szerokim wypukleniem naczynia krwionośne, które pozostały z życia płodowego. Przewód rzadko utrzy-



Ryc. 478. Schemat cysty przewodu żółtkowego, umieszczonej w pępku. B. — skóra brzucha, C. — cysta, J. — jelito, L.T. — *ligamentum terminale*, P. — skóra pępka, P. Ż. — przewód żółtkowy w zaniku, S. B. — ściana brzuszna. Według *Bartha z Schwalbego*.

muje szerokie światło aż do pępka; zwykle na długości zaledwie kilku centymetrów jest ono stosunkowo szerokie (prawie zawsze jest węższe niż światło jelita czczego). Dalej zaś albo przewód zanika zupełnie, albo też na miejscu przewodu widać zdążające ku pępkowi pasmo okrągławe w przekroju, zbudowane z tkanki łącznej.



Ryc. 479. Jelito pozaodbytowe, które wraz z kanałem nerwowo-jelitowym nie uległo zanikowi. Według Marwedel z Schwalbego.

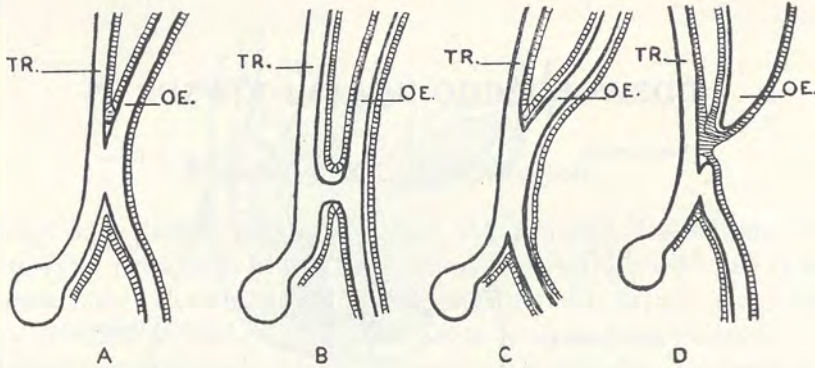
Uchylek Meckela może się też stać podstawą zaburzeń patologicznych. Możliwe jest mianowicie: 1) Zapętlenie jelit przez wgłębienie w uchylek Meckela, a jeszcze łatwiej przez splątanie z pasmem powrózkowym, biegnącym od niego do pępka; 2) Zdarza się, że przewód dochodzący do pępka, w razie niedokładnego podwiązania pępownicy otwiera się swobodnie w obrębie pępka, tworząc tu sztucznie otwór odbytowy nienaturalny (*anus praeternaturalis*); 3) Przewód Meckela może przy wejściu i wyjściu do kanału pępkowego w ścianie brzusznej (Ryc. 478) zamknąć swe światło, a wtedy wytworzy się torbiel (cysta) z zamkniętego po obu stronach odcinka przewodu Meckela; 4) Wskutek wpuklenia się uchylka Meckela do wnętrza światła jelita czczego może wytworzyć się niedrożność przewodu pokarmowego.

Pozostałość jelita pozaodbytowego. Wiemy z embriologii ogólnej, że przez pewien krótki czas w bardzo wczesnym okresie rozwojowym kanał nerwowy połączony jest z tylnym odcinkiem jelita. Połączenie to stanowi kanał nerwowo-jelitowy (*canalis neurentericus* — por. str. 198), łączący cewkę nerwową z ostatnim odcinkiem jelita, tj. jelitem pozaodbytowym. Dalszy nieprawidłowy rozwój cechuje się pozostałościami tych otworów przejściowych w warunkach zwykłych. Ujawnia się to w postaci otworu przetokowego w okolicy ogonowej koło zakończenia nitkowatej części rdzenia (*filum terminale medullae*), albo też jako ślepy woreczek leżący w sąsiedztwie odbytnicy.

O ile tylko jelito pozaodbytowe utrzyma się, spotykamy w przestrzeni między kiszka odbytową a kością krzyżową twór torbielowy, wysłany błoną śluzową (Ryc. 479). Cysta taka jest tylko w luźnym związku z kością krzyżową i dlatego da się z łatwością usunąć.

Niedrożność, zamknięcie, zwężenie, rozszerzenie przetyku (*atresia, occlusio, stenosis, dilatatio oesophagi*) są to nieprawidłowości, którym najczęściej towarzyszy przetoka przetykowo-tchawicowa (*fistula oesophago-trachealis*). Ta ostatnia jest najczęściej pierwotną nieprawidłowością, która polega na połączeniu światła dwóch tych przewodów (Ryc. 480). Połączenie przewodów prowadzi potem do odłączenia górnego odcinka przetyku od dolnego. Górny pozostaje zakończony ślepo, a leżący poniżej niego odcinek dolny traci przez to połączenie z jamą ustną. Ponad miejscem zarośnięcia górnego odcinka (Ryc. 480 D) tworzy się najczęściej rozstrzeń (*dilatatio oesophagi*).

Niedrożność przełyku próbowano objaśniać fizjologicznym zarastaniem światła przełyku w okresie życia płodowego. Jednakże późniejsze prace przychylają się raczej do poglądu, że jeśli w tym miejscu istnieje zwiększenie liczby komórek entodermalnych, to jest to raczej proces wtórny, a pierwot-

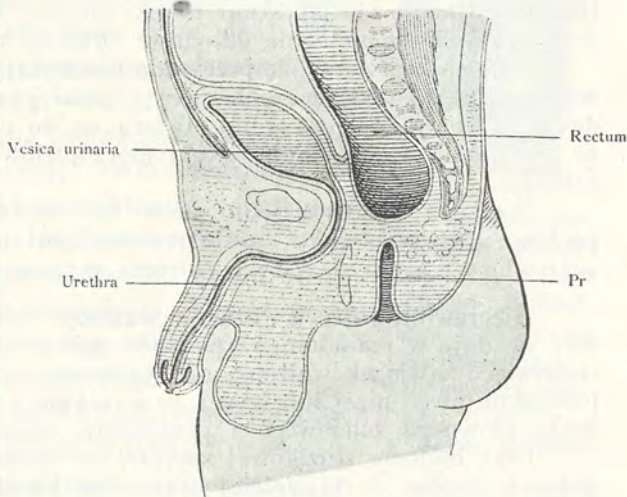


Ryc. 480. Powstawanie *atresia oesophagi* przedstawione w schemacie. A — stadium pierwotne, B — fistula kanalikowata, C — górna i dolna część przełyku mają oddzielne ujście w tchawicy, D — *atresia oesophagi* z fistulą tchawicy. TR. -- trachea, OE. — oesophagus. Według Forssnera z Schwalbego.

nym była opisana przetoka. Mechanizm tworzenia przetoki odnoszą raczej do zboczenia w przegrodzie przełykowo-tchawicowej (*deviatio septi oesophago-trachealis*).

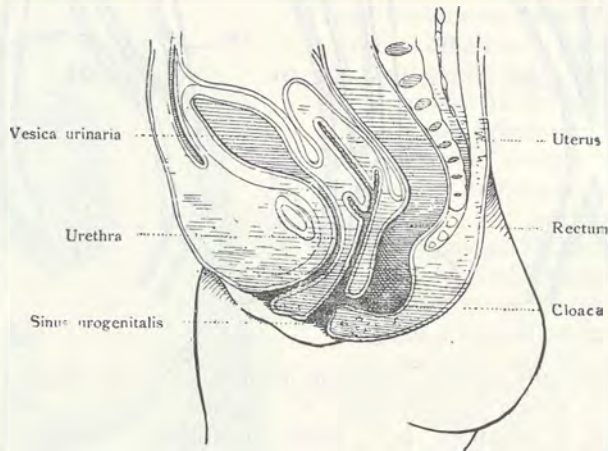
Zwężenia lub niedrożności wrodzone dwunastnicy. W nieprawidłowym rozwoju w dwunastnicy począwszy od odźwiernika pojawiają się dość często zwężenia (*stenosis*) lub nawet zarośnięcia światła (*atresia duodeni*). Przyczyną tych nieprawidłowości jest zahamowanie rozpuszczania nabłonka, który w życiu zarodkowym rozmnożył się nadmiernie, zatykając światło, do czego dołącza się wrost mezenchymy z otoczenia. Co do dalszych odcinków jelita cienkiego, to ich niedrożność autorowie odnoszą przede wszystkim do procesów zapalnych otrzewnowych, toczących się w życiu płodowym, niemniej jednak i tu wchodzi w rachubę pozostałości po fizjologicznych zamknięciach światła przez nabłonek entodermalny.

W jelicie grubym i kiszce odchodowej może dojść w czasie życia zarodkowego do niedrożności, już to przez zamknięcie rodzajem błony,



Ryc. 481. *Atresia recti*. Pr. — proctodacum. Według Esmarcha z Kollmanna.

już to przez czop komórek, pozostałych z embrionalnego zamknięcia nabłonkiem entodermalnym. Łącznie z zamknięciem кишки odbytowej może ulec zamknięciu otwór odbytowy, tak że spotyka się albo niedrożność odbytnicy (*atresia recti* — ryc. 481), albo niedrożność odbytnicy i otworu odbytowego (*atresia recti et ani*).



Ryc. 482. *Atresia ani vaginalis*. Według Esmarcha z Kollmanna.

Przyczyny tej nieprawidłowości mogą być następujące: 1) pozostawanie nabłonka z życia płodowego, 2) brak podziału steku na kışkę odbytową i na część płciową, tak że właściwa odbytnica nie wyodrębniła się ze steku, 3) przesunięcie przy rozroście przegrody moczowo-odbytnicowej, wobec tego że odbytnica wskutek zaburzeń przy podziale steku nie utworzyła się w stanie zdolnym do przetrwania.

O niedrożności kışki odbytowej i odbytu mówimy wtedy, gdy kışka odbytowa kończy się ślepo, a końcowy jej odcinek zatracą światło i przedstawia się jak sznur tkanki łącznej. W miejscu odbytu widać od zewnątrz tylko zagłębienie odbytowe również ślepe (Ryc. 481).

Jeśli nie wytworzy się przegroda rozdzielająca stek, tj. końcowy odcinek wspólny tzw. zatoki moczopłciowej i części przeznaczanej na jelito odchodowe — wtedy końcowe jelito otwiera się do utrzymującego się steku. Jest to tzw. niedrożność odbytu zatoki moczopłciowej (*atresia ani sinus urogenitalis*).

Wreszcie końcowe jelito może się zespolić z kanałami tworzącymi pochwę i wtedy otwiera się do pochwy; jest to niedrożność kışki odbytowej pochwowa (*atresia ani vaginalis* — ryc. 482).

Nieprawidłowości w rozwoju wątroby. Zupełny brak wątroby stwierdzić się daje w rzadkich przypadkach, gdy wypuklenie ściany dwunastnicy, stanowiące zawiązek wątroby, nie wytwarza się wcale. O ile wypuklenie to powstanie nieco niżej lub wyżej, to wynikiem z tego zmiany przebiegu przewodu głównego żółciowego i przewodów leżących głębiej.

Brak budowy zrazikowej spotyka się rzadko; co zaś do braku poszczególnych płątów, to najczęściej brak płątu kwadratowego.

IV. ROZWÓJ UKŁADU ODDECHOWEGO

Rozwój dróg oddechowych.

Drogi oddechowe rozpoczynają się, jak z anatomii wiadomo, otworem nosowym, prowadzą potem przez jamę nosową, *gardziel* (*cavum pharyngo-nasale* i *cavum pharyngo-laryngeum*) do krtani stanowiącej pierwszy odcinek tchawicy. Ponieważ jama nosowa jest otoczona szkieletem czaszkowym twarzy, błona śluzowa tego odcinka jest siedliskiem narządu węchowego, dlatego omówienie części szkieletowej nosa podalem w embriologii czaszki, a resztę szczegółów powstawania i różnicowania jamy nosowej omówimy przy narządzie węchowym. Rozpocynam więc ten rozdział opisem powstawania krtani i tchawicy.

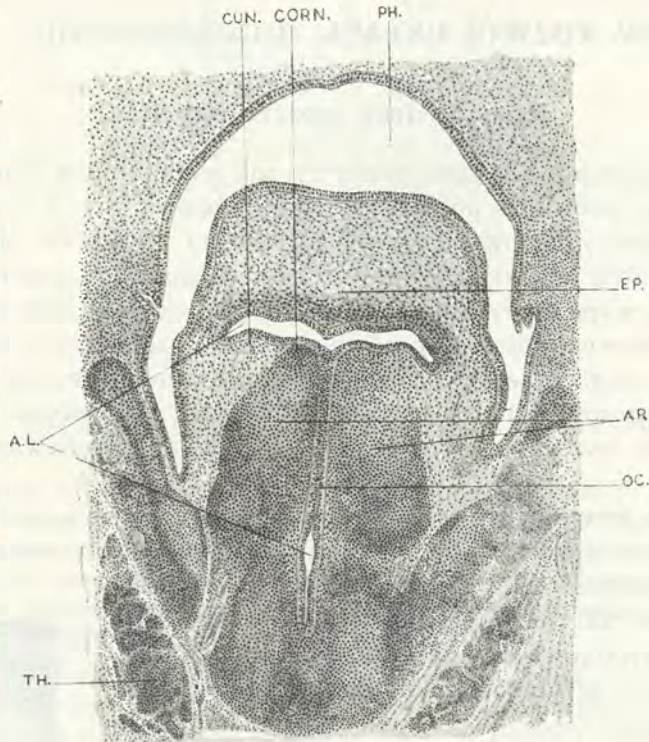
Związek krtani i tchawicy. Miejszem, w którym zaznacza się początek narządów oddechowych, jest przednia (brzuszna) ściana przewodu pokarmowego bezpośrednio poniżej odcinka skrzelowego jelita. Tam to zauważyć się daje w pierwszym miesiącu życia zarodkowego, u zarodków około 3 mm długości, najpierw zgrubienie nabłonka entodermalnego, a potem podłużne wypuklenie rynienkowe na brzusznej stronie przewodu pokarmowego (Ryc. 483). Wypuklenie kończy się pęcherzykowatym rozszerzeniem, tzw. *woreczkiem płucnym*, który po stronie ogonowej stanowi zakończenie całego zawiązka. Na zewnętrznej powierzchni bocznej cewki przewodu pokarmowego, na pograniczu z wypukleniem rynienkowym zaznaczają się potem podłużne wcięcia, które odszczepiają to wypuklenie podłużne od cewki przełyku, a zarazem jak kulisy odgradzają światło przewodu pokarmowego od tworzącego się kanału oddechowego. Od jednolitej cewki przewodu pokarmowego oddziela się najpierw wspomniany woreczek płucny, potem zawiązek tchawicy i krtani w postaci cewki równoległej do przełyku. Odszczepienie posuwa się ku stronie głowej i zatrzymuje tam, gdzie mamy później przejście krtani w gardziel (*cavum pharyngo-laryngeum*). Najbliżej głowy leżący odcinek



Ryc. 483. Związek płuc zarodka ludzkiego dług. $4\frac{1}{4}$ mm widziany z boku; zarys płuc przedstawiony linią kropkowaną. Według Grossera z Keibla i Malla.

nek nowo wytworzonej cewki, stanowiącej wspólny zawiązek dróg oddechowych i płuc, jest zawiązkiem krtani.

Rozwój krtani. Kiedy odcinek głowowy drogi oddechowej odszczepia się od przetyku, pojawiają się na bocznych granicach wejścia do tego nowego kanału, nieco w tyle za podstawą języka, dwa boczne wały wznie-



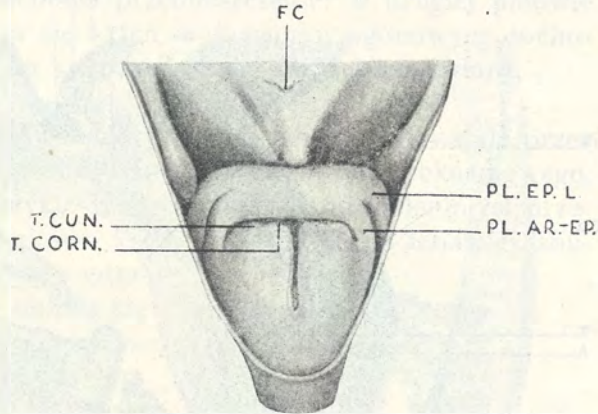
Ryc. 484. Przekrój czolowy przez krtani zarodka ludzkiego długości 27 mm. A. L. — *aditus laryngis*, AR. — waly nalewkowe (*arytenoid.*), CORN. — *tub. corniculatum*, CUN. — *tub. cuneiforme*, EP. — nagłośnia (*epiglottis*), OC. — nabłonek zamykający światło wejścia do krtani (*occlusio*), PH. — gardziel (*pharynx*), TH. — tarczycza (*thyreoidea*). Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

sionej przez bujanie mezenchymy błony śluzowej. Są to tzw. wały nalewkowe (Ryc. 484 AR.). W mezenchymatycznej tkance tych wałów dochodzi do zagęszczenia i wytworzenia z niej pary chrząstek, tzw. chrząstek nalewkowych (*cartilagine arytaenoideae*). Bezpośrednio poza korzeniem języka, z przodu przed wspomnianymi wałami nalewkowymi, powstaje poprzeczny mocny fałd zawierający również zagęszczenie mezenchymatycznej tkanki; część środkowa tego fałdu utworzy nagłośnię (*epiglottis*), a boczne odcinki jego przechodzące ku zawiązkom chrząstek nalewkowych pozostają jako fałdy nalewkowo-głośniowe (*plicae ary-epiglotticae*). W miejscu, gdzie fałdy

dochodzą do chrząstki nalewkowej, ta ostatnia tworzy zagięty wierzchołek. Otóż w obrębie odcinka faldy nalewkowo-głośniaowego na samym wierzchołku każdej z nalewkowych chrząstek tworzy się mała chrząstka dodatkowa, tzw. chrząstka różkowa (*cartilago corniculata* s. *Santorini* — ryc. 485 T. CORN.). Leży ona w końcowej części faldy nalewkowo-głośniaowego. Bezpośrednio za tą chrząstką, również w wyżej wymienionym faldzie tworzy się, choć nie zawsze, w mezenchymie mała parzysta chrząstka klinowata (*cartilago cuneiformis* s. *Wrisbergi* — ryc. 485).

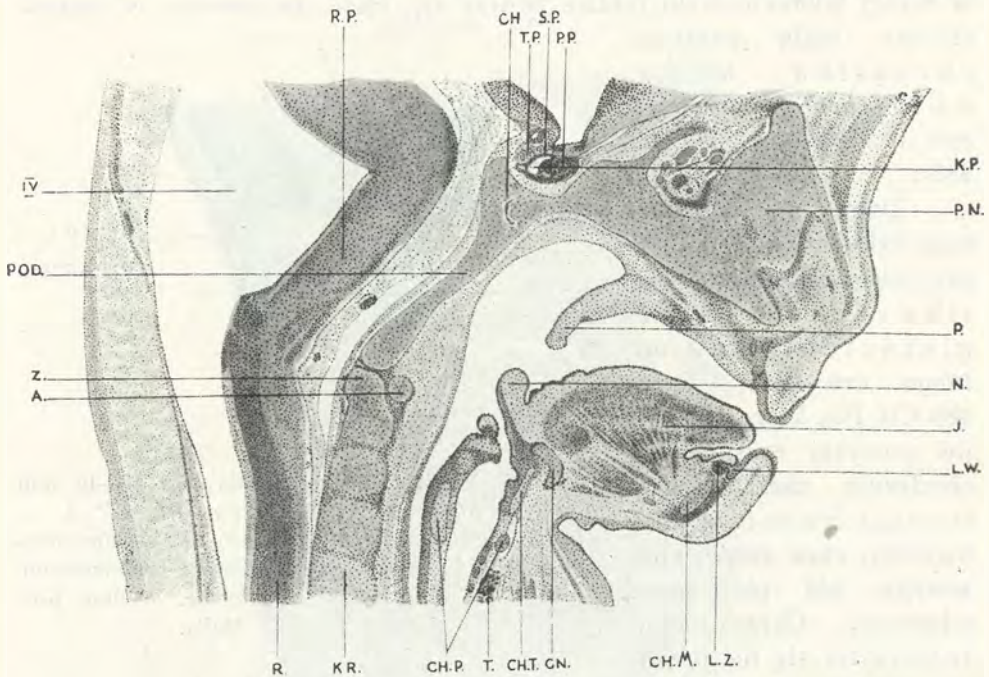
Dalszy ciąg chrzęstnego szkieletu krtani tworzy, jak wiadomo, chrząstka sygnetowa czyli pierścieniowa (*cartilago cricoidea* — ryc. 486 CH. P.), która jest tak jak powyżej opisane pochodzenia mezenchymatycznego. Jest to twór analogiczny, choć silniej rozwinięty niż pierścienie tchawicy. Chrząstnienie rozpoczyna się na przednim odcinku obręczy pierściennej, a tarcza tej chrząstki różnicuje się dopiero w trzecim miesiącu życia zarodkowego.

Chrząstka tarczycowa (*cartilago thyreoidea*) znana nam jest częściowo z opisu szkieletu łuków skrzelowych (Ryc. 394, 396). Czytaliśmy, że materiał do jej wytworzenia pochodzi częściowo z czwartego i piątego łuku skrzelowego. Z tego materiału powstają dwie boczne płytki, które, stosunkowo małe, pozostają początkowo w morfologicznym związku z tworzącą się równocześnie kością gnykową, a są od siebie dość mocno odsunięte (por. ryc. 396). Toteż w linii środkowej mamy stosunkowo szeroki odstęp między zawiązkami tej chrząstki. Znacznie później płytki boczne rozrastają się, tak że w trzecim miesiącu zrastają się one z sobą w linii środkowej, a ich zrost uzupełnia się schrząstnieniem mezenchymy leżącej między bocznymi płytkami. Płytki boczne obok linii środkowej rozrastają się też ku stronie głowowej pozostawiając w środkowej linii na brzegu dogłowowym wrąb tarczycowy (*incisura thyreoidea*). Na brzegach tych płytek ku stronie grzbietowej zwróconych wyrastają z nich rogi górne i dolne tarczycowe (*cornua superiora et inferiora*).



Ryc. 485. Wejście do krtani zarodka 15—16 mm długiego. FC — foramen caecum, PL. EP. L. — plica epiglottica lateralis, PL. AR-EP. — plica aryepiglottica, T. CORN. — tuberculum corniculatum, T. CUN. — tuberculum cuneiforme. Według Kalliusa z Keibla i Malla.

Związek krtani z kością gnykową rozluźnia się przez miejscowe rozplynięcie się chrząstki, pozostaje jednak połączenie z tkanki łącznej, która wytwarza tu dwa więzadła boczne (*lig. hyo-thyreoidea lateralia*), a w linii środkowej więzadło gnykowo-tarczycowe środkowe (*lig. hyo-thyreoideum medium*).



Ryc. 486. Przekrój strzałkowy przez głowę zarodka ludzkiego z połowy 3-go miesiąca. IV — czwarta komora mózgowia, A. — luk przedni atlasu, CH. — pozostałość chordy, CH. M. — chrząstka Meckela, CH. P. — chrząstka pierścieniowa, CH. T. — chrząstka tarczycowa, GN. — chrząstka gnykowa, J. — język, K. P. — komora przysadki mózgowej, KR. — krąg, L. W. — listwa wargowa, L. Z. — listwa zębowa, N. — nagłośnia, P. — podniebienie miękkie, P. N. — przegroda nosowa, P. P. — przedni płat przysadki, POD. — chrząstka podstawa czaszki, R. — rdzeń, R. P. — rdzeń przedłużony, S. P. — środkowy płat przysadki, T. — tarczycyca, T. P. — tylny płat przysadki, Z. — ząb kręgu obrotowego. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

Tworzenie się więzadeł międzychrząstkowych, a więc i strun głosowych, jest wynikiem akcji twórczej tkanki mezenchymatycznej.

Muskulatura krtani tworzy się z tkanki mezenchymatycznej począwszy od 2-go miesiąca życia zarodkowego, wyróżnienie poszczególnych mięśni dokonywa się w połowie ciąży.

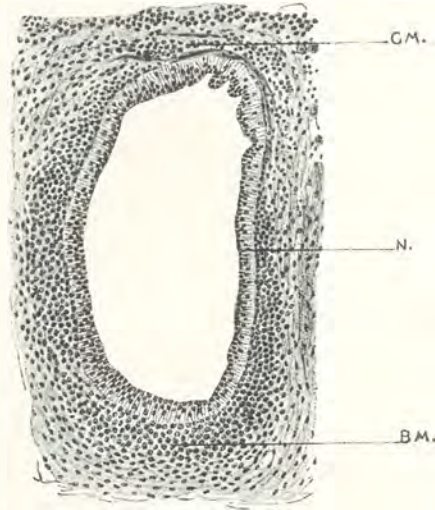
Charakterystycznym jest zachowanie się nabłonka wyścielającego krtani embrionalną. Nabłonek entodermalny rozrasta się i tworzy jakby czop zamykający światło krtani. Dzieje się to już w końcu pierwszego

miesiąca. W 2-gim miesiącu przez rozplynięcie komórek tworzy się przewód gardzielowo-tchawicowy, który się poszerza, a zlepienie ścian kanału w okolicy przyszłej szpary głosowej utrzymuje się czasem aż do połowy ciąży.

U nieco starszych zarodków po udrożnieniu kanału krtaniowego pojawiają się w nabłonku błony śluzowej krtani także liczne komórki migawkowe, które się przez pewien czas tam utrzymują.

W położeniu krtani zachodzi przemieszczenie: w drugiej połowie życia embrionalnego obsuwa się krtani w kierunku ogonowym dochodząc od podstawy głowy aż do końcowej części szyjnej kręgosłupa.

Rozwój tchawicy. Jak mówiliśmy powyżej, tchawica powstaje przez odszczepienie podłużne od górnego odcinka przewodu pokarmowego, który stanowi zawiązek przelyku. Bezpośrednio po oddzieleniu od przelyku stanowi tchawica stosunkowo krótką cewkę. Ściana tchawicy zbudowana jest z warstwy nabłonka entodermalnego, dookoła której układa się pokład mezodermalnych elementów. Ścianka zwrócona do cewki przelykowej ma tej mezodermi mniej, toteż jest ona cieńsza, aniżeli ściana zwrócona ku przodowi, tj. ku stronie brzusznej. Warstwa wewnętrzna zbudowana z nabłonka entodermalnego ułożona jest w kilka pokładów (Ryc. 487). Otoczone przez nabłonek światło tchawicy jest w początkowych okresach jej rozwoju cylindryczne, stosunkowo silnie zaciśnione nabłonkiem wielowarstwowym z migawkami. Dalsze zmiany odnoszą się do tkanki łącznej. Warstwa układająca się od strony przelyku wykorzystowana jest częściowo na utworzenie włókien mięsnych, częściowo elastycznych tkanki łącznej. W ten sposób wytwarza się ściana tylna tchawicy błoniasta (*paries membranacea*). Ściana przednia leżąca od strony brzusznej organizuje swą tkankę mezenchymatyczną w metameryczne zagęszczenia¹⁾, które układają się w półkolisty pierścienie. Zagęszczona tkanka łączna ulega z końcem 2-go miesiąca



Ryc. 487. Przekrój przez tchawicę zarodka ludzkiego około 27 mm długiego. *BM.* — tkanka mezenchymatyczna po stronie brzusznej, *GM.* — mezenchyma od strony grzbietowej (w cieńszej warstwie, niż po stronie brzusznej), *N.* — nabłonek. Według preparatu zakładu biol.-embr. U. J.

¹⁾ Dla uniknięcia nieporozumień chcę zaznaczyć, że ta metameria jest czymś genetycznie różnym od metamerii tułowia.

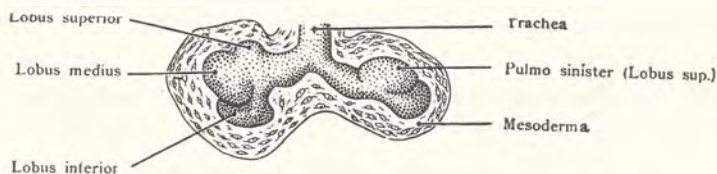
życia schrzętnieniu. Powstają więc wtenczas podkowiaste chrzęstne obręcze. Między tymi chrzęstnymi półpierścieniami leżąca tkanka łączna tworzy tzw. więzadła pierścienne (*ligamenta annularia*).

Gruczoły nabłonka tchawicy wytwarzają się w czwartym miesiącu jako entodermalne wpuklenia, które wrastają głęboko przebijając nie tylko tkankę łączną, ale i mięsną.

Razem z krtanią zwłaszcza od urodzenia posuwa się tchawica ku stronie ogonowej. W pierwszym zaraz roku życia pozazarodkowego opada punkt rozwidlenia tchawicy do czwartego kręgu piersiowego. Obniżanie jej ku dołowi trwa do 15 roku życia.

Rozwój płuc.

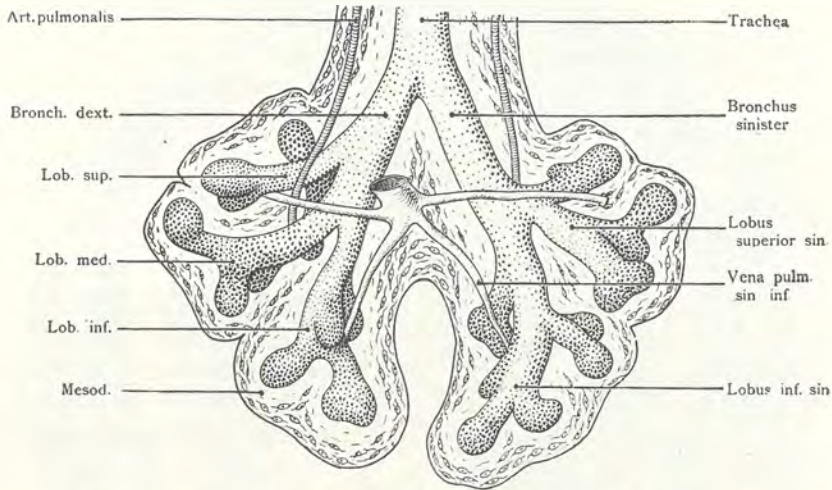
Znany nam zawiązek tchawicy już w pierwszym miesiącu dzieli się na końcu dichotomicznie tworząc dwa asymetryczne rozgałęzienia. Prawa gałąź rośnie w kierunku grzbietowo-ogonowym, lewa w kierunku poprzecznym. W późniejszym okresie (zarodek 8 mm) widać pączki (Ryc. 488) przygotowujące dalsze rozgałęzianie zawiązka entodermalnego płuc. Prawy zawiązek oskrzelowy dzieli się na trzy wtórne pączki: górny, środkowy i dolny; lewy oskrzelowy zawiązek daje tylko dwa wtórne pączki, a mianowicie prócz końcowego tylko jeden boczny. Pączki wtórne wydłużają się, można na nich wyróżnić szypułkę oraz kolbkowate, pęcherzykowate zakończenie. Dalszy rozrost zawiązków płucnych polega na dichotomicznym podziale opisanych pęcherzyków, które się znów wydłużają, wrastają i tworzą pęcherzyki trzeciorzędne, czwartorzędne itd. (Ryc. 489, 490). Wreszcie gdy ilość pęcherzyków znacznie się powiększyła, zatrzymuje się dalsze dzielenie, natomiast na szypułkach oskrzelowych tworzą się liczne boczne wypuklenia pęcherzykowate.



Ryc. 488. Zawiązek płuc zarodka ludzkiego 4,3 mm długości. Według *Kollmanna*.

Tą drogą wytworzyły się więc rozgałęzienia dróg oddechowych ze skanalizowanych szypulek oskrzelowych, stanowiących oskrzeliki oddechowe (*bronchioli respiratorii*), przechodzące w przewody pęcherzykowate rozszerzone w tzw. lejki (*infundibula*). Boczne wypuklenia tych lejków stanowią już pęcherzyki płucne (*alveoli*). W czasie dalszego rozwoju dokonywa się przez dłuższy czas roz-

mnażanie pęcherzyków płucnych przez pączkowanie, czemu towarzyszy wzrost na długość i organizacja przewodów oskrzelowych. Te twórcze i organizacyjne procesy trwają aż do urodzenia. U noworodka i w okresie dziecięcym ma miejsce pewnego rodzaju przebudowa płuc, gdyż przewody wyposażone w pęcherzyki przemieniają się częściowo w oskrzeliki.



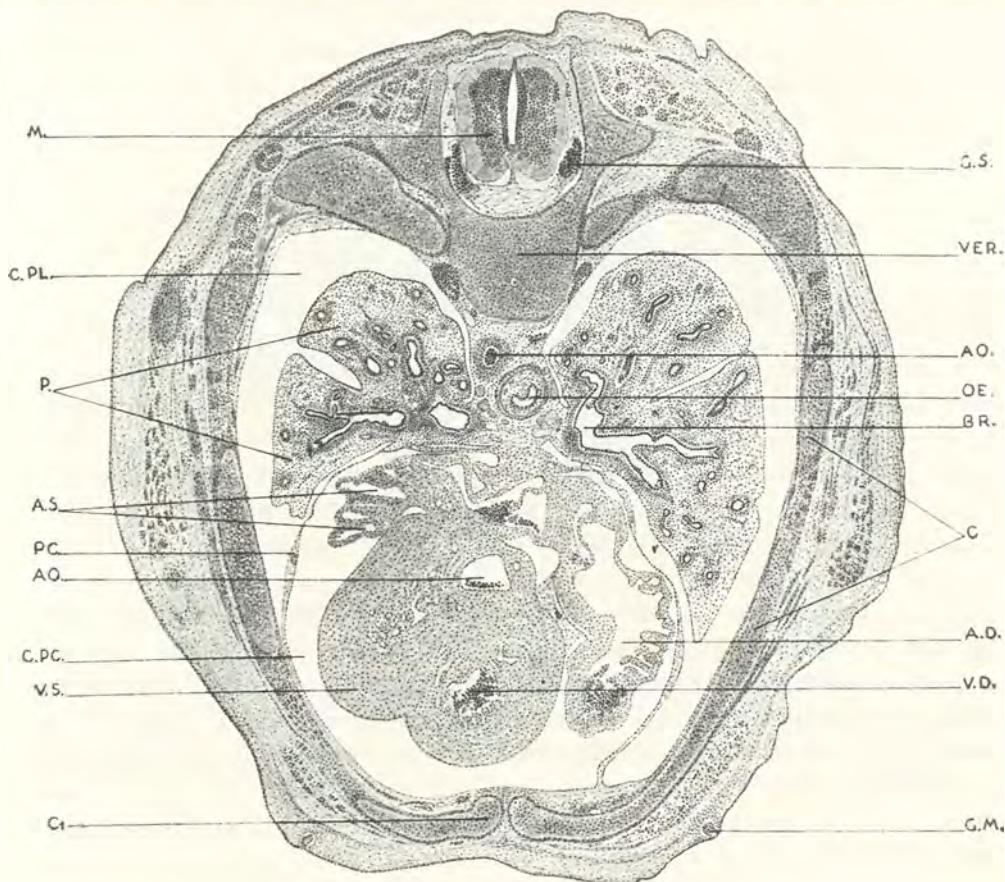
Ryc. 489. Zawiązek płuc zarodka ludzkiego 10,5 mm długości. Według *Kollmann*.

Nabłonek oskrzeli embrjonalnych jest początkowo wielowarstwowy (Ryc. 491), zwłaszcza w oskrzelach grubszych, przez pewien czas w okresie połowy ciąży zyskuje migawki, potem jest gładki, cylindryczny i wysoki.

Dookoła zawiązka entodermalnego gromadzi się tkanka mezenchymatyczna. Przechodzi ona wzdłuż oskrzeli i tam zwłaszcza, gdzie oskrzela są grubsze, mamy więcej mezenchymatycznej tkanki. W sąsiedztwie bezpośrednim nabłonka zagęszcza się mezenchyma mocno w koncentrycznie ułożoną okrężną warstwę. W obrębie tej warstwy wytwarza się tkanka elastyczna oraz włókienka mięsne, wreszcie w trzecim miesiącu życia zarodkowego grupy mezenchymatycznej tkanki ulegają schrzęstnieniu. W odcinkach bliższych tchawicy schrzęstnienie doprowadza do wytworzenia pierścieni niekompletnych, które w dalszych odcinkach oskrzeli stają się coraz bardziej niezupełne; w małych oskrzelach są to bryłki chrzęstne w obrębie tkanki mezenchymatycznej.

Tkanka łączna staje się środowiskiem obejmującym całość, a więc rozgałęzienia poszczególnych gałązek oskrzeli i przynależnych do nich pęcherzyków. Powstają w ten sposób pierwszorzędne zraziki płucne. Grupy gałązek oskrzelowych sąsiadujących ze sobą są również zespolone mezenchymą i tak organizują się zraziki wtórne itd.

W obrębie mięszu płucnego w tkance łącznej rozrastają się najpierw naczynia krwionośne, których genezę wyprowadzają embriologicznie z tętnicy VI-go łuku skrzelowego. Naczynia zrastają w kierunku doogonowym; są to gałęzie tętnicy płucnej, układające się niesymetry-



Ryc. 490. Przekrój poprzeczny przez tułów w okolicy serca zarodka ludzkiego około 27 mm długości. A. D. — atrium dextrum, A. S. — atrium sinistrum, AO. — aorta descendens, AO₁ — aorta przy wyjściu z serca, BR. — bronchus, C. — żebro (*costa*), C₁ — łopatkowate zakończenie żebra, C. PC. — jama osierdziowa (*cavum pericard.*), C. PL. — jama opłucnowa (*cavum pleurae*), G. M. — gruczoł mleczny, G. S. — zwój międzykręgowy (*ganglion spinale*), M. — rdzeń (*medulla*), OE. — przelyk (*oesophagus*), P. — płuco, PC. — osierdzie (*pericardium*), V. D. — *ventriculus dexter*, V. S. — *ventriculus sinister*, VER. — krąg (*vertebra*). Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

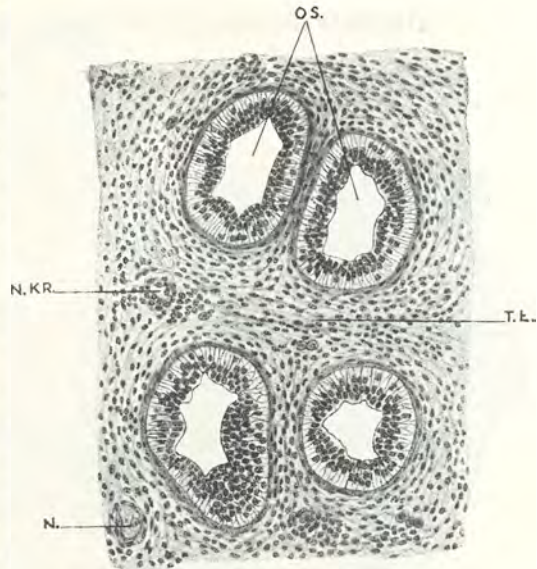
cznie po stronie prawej i lewej wobec oskrzeli. Ułożenie w stosunku do oskrzeli ulega w czasie rozwoju zmianom, a mianowicie oskrzeletowe prawe biegnie nad tętnicą, inne oskrzela zajmują położenie pod tętnicami (Ryc. 489).

W końcu pierwszego oraz w drugim miesiącu życia zarodka rozwijają się też żyły płucne po dwie z każdej strony płuc. Żyły te biegną również w międzyzrazikowej tkance łącznej.

Wytwarzanie się od zewnątrz widocznych płatów i między nimi leżących wrębów polega na tym, że rozrastające się mocno nabłonkowe składniki płuc coraz bardziej podnoszą ich powierzchnię. Natomiast tkanka łączna między rozrastającymi się gałązkami pozostaje w głębi tworząc wręb międzypłatowy. Formowania się poszczególnych płatów nie opisuję i pragnę tylko zaznaczyć, że kształtowanie ich ulega różnym zmianom w czasie rozwoju.

Umontowanie płuc dokonuje się przy pomocy mezodermy tworzącej rodzaj kreski płucnej (*mesopulmonum*), która ustala początkowo górny, a więc od strony głowy leżący odcinek płuc. Płuca, zawieszane na kresce, zwieszają się w obręb jamy opłucnowej; potem rozrastają się ku stronie głowowej, a wtedy kreska biernie zostaje przesunięta mniej więcej w środkową część płuc. Przez tkankę łączną zawartą w tej kresce przechodzą w obręb płuc oskrzela i naczynia krwionośne. Cała ta część organizuje się w tzw. wnękę płucną.

Organizacja wewnętrzna płuc u embriona i urodzonego kilkodniowego dziecka różni się zasadniczo. Podstawą zmian są dokonane oddechy sprowadzające upowietrznienie płuc. Płuca u zarodka przed porodem, nieczynne dotąd fizjologicznie, wyglądają jak każdy inny gruczoł ustroju. Oznaczenia ciężaru gatunkowego wykazują, że jest on wyższy od jedności, toteż płuca zarodka rzucone na wodę toną. Po pierwszych oddechach zaczynają się płuca wypełniać powietrzem. Spada więc ciężar gatunkowy takich płuc, które teraz rzucone na wodę pływają. Napelnianie się płuc powietrzem po rozpoczętym oddychaniu odbywa się u noworodka według stałej kolejności. Zaczyna się napowietrznienie od przednich brzegów, potem obejmuje ono odcinki boczne, w końcu dolne. Napowietrznienie całych płuc we wszystkich zrazikach może być spodziewane



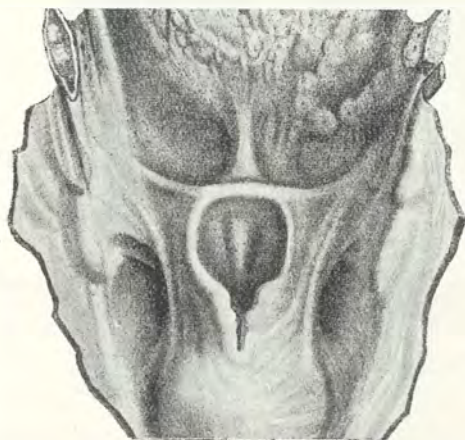
Ryc. 491. Oskrzela zarodka ludzkiego długości około 27 mm. N. — nerw, N. KR. — naczynie krwionośne, OS. — oskrzela blisko miejsca podziału, T. L. — tkanka łączna. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

dopiero z końcem trzeciego lub z początkiem czwartego dnia życia pozamacicznego; takie płuca rzucone do wody pływają na powierzchni.

Drugą cechą jest zmiana barwy płuc. U zarodka płuca są szarobiałe, u noworodka, u którego krew wypełniła mocno naczynia tam przygotowane, płuca przyjmują barwę blado-czerwoną.

NIEPRAWIDŁOWOŚCI ROZWOJU NARZĄDU ODDECHOWEGO

Drogi oddechowe powstają, jak wiemy, przez odszczepienie przyszłej tchawicy od przełyku. Ten proces odszczepienia w przypadkach nieprawidłowych może się nie odbyć, albo też



Ryc. 492. Wrodzony brak nagłośni. Według Luschka-Ebertha z Schwalbego.

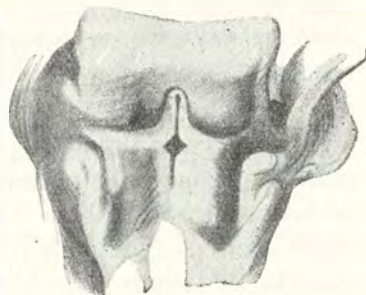
492 wyobraża krtąń, w której jest zupełny brak nagłośni. Może on być całkowity lub częściowy. Przy tych brakach czynności polykowe są jednak możliwe. Fałdy błony śluzowej mogą tu częściowo zastępować nagłośnię. Znanie są nieprawidłowości, przy których w krtani brak poszczególnych chrząstek.

U noworodków obserwowano zaciśnięcie wejścia do krtani (*stridor laryngis congenitus*) spowodowane fałdami błony śluzowej zawiniętymi nad tym wejściem. Powstaje wtedy takie jego zwężenie, że oddychaniu towarzyszą stale szmery powietrza wdychanego i wydychanego. Noworodki takie tylko wyjątkowo dadzą się utrzymać przy życiu. Także nierównomierność wzrostu krtani prowadzi do jej asymetrii. Nagłośnia krtani przy nieprawidłowym rozwoju ma wręcz wyraźny, który pogłębiony nieco jest podstawą obrazu jakby przyszłej nagłośni (Ryc. 493).

może być zatrzymany. Tchawica pozostaje wtedy w łączności nienormalnej z przełykiem. Przy istniejącym zroście tych dwóch narządów może się wytworzyć między nimi połączenie, czyli przetoka przełykowo-tchawicowa, występująca najczęściej w odcinku doogonowym tchawicy.

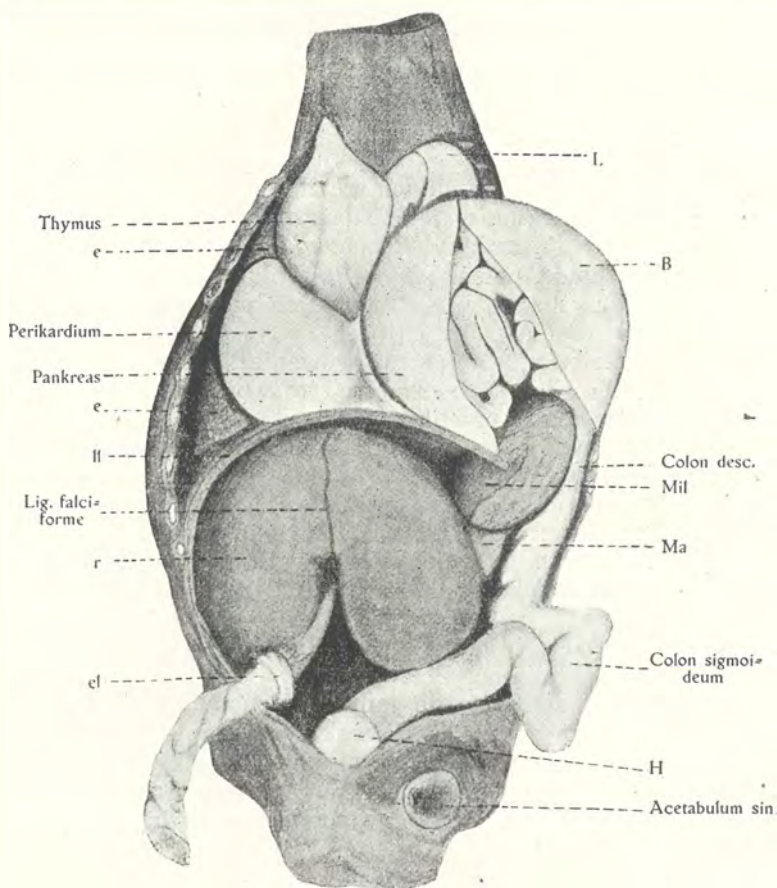
W okolicy tej da się czasem stwierdzić między obu tymi przewodami mały twór torbielowy wysłany najczęściej nabłonkiem migawkowym i wypełniony cieczą śluzową, — uważają go za wyodrębniony odcinek połączenia między tchawicą a przełykiem.

Krtąń w rzadkich przypadkach może się zupełnie nie wytworzyć albo brak jej pewnych składników. Ryc.



Ryc. 493. Zaciśnięcie wejścia do tchawicy wskutek zbliżenia się zawiniętych fałdów nalewkowo-nagłośniowych. Według Refslunda z Schwalbego.

Interesującą jest nieprawidłowość zwana przeponą krtaniową (*diaphragma laryngis*): jest to rodzaj błony rozciągniętej między strunami krtani w ich odcinku przednim (brzusznym). Błona taka, zwłaszcza gdy się rozrośnie mocno, zwęża szczelinę głosową, powodując nie tylko zaburzenia głosowe, ale także duszności. Jest ona utkaniem nabłonkowego z dołączeniem tkanki łącznej, co nadaje jej pewne podobieństwo do błony śluzowej. Genezę utkania sprowadza się do pozostania z życia płodowego nabłonka



Ryc. 494. *Hernia diaphragmatica vera sinistra*. B — worek przepuklinowy, e — prawe płuco, el — pepek, H — pęcherz moczowy, II — przepona, L — lewe płuco, Mil — śledziona, Ma — żołądek, r — wątroba. Według Bromana.

sklejającego boczne brzegi szczeliny krtaniowej. Inni przypuszczają, że chodzi raczej o nierównomierny rozrost nabłonka, ale przede wszystkim mezenchymy.

Woreczki (uchyłki krtaniowe — *laryngocele externum*) powstają jako wypuklenia np. błony tarczycowo-gnykowej łącznie z błoną śluzową. Tym woreczkom wypuklającym się na zewnątrz krtani przeciwstawiamy woreczki błony śluzowej wypuklające się ze ściany krtani do jej światła.

Nieprawidłowy rozwój oskrzeli. Liczba oskrzeli może być w niektórych przypadkach mocno zredukowana. Objaśniamy to przedwczesnym zatrzymaniem podziału oskrzeli i tworzenia pęcherzyków albo zwyrodnieniem już utworzonych oskrzeli.

W niektórych razach mała część oskrzeli odsznurowuje się od całego ich układu. Jeżeli rozwój takiego odwężonego płatu (cysty) posuwa się dalej, powstaje wyodrębniony płat płucny bez zespolenia z drogami oddechowymi.

W przypadkach gdy oskrzela rozszerzą się zbyt mocno, mogą w różnych miejscach płuc powstawać twory torbielowate, albo też ogólne rozszerzenia oskrzeli (*bronchiectasia congenita universalis*).

Dalszą nieprawidłowością mogą być wrodzone zwężenia oskrzeli, które jako następstwo powodować mogą ponad miejscem zwężenia takie rozszerzenia, o których powyżej była mowa.

Płuca. Do nieprawidłowości rzadkich zresztą należy brak jednego płuca (*agenesia sive aplasia pulmonis*) i niedorozwój (*hypoplasia*). Obie te nieprawidłowości wywołują zmiany wtórne: przemieszczenie serca, tchawicy, zwiększenie drugiego płuca, pewne zmiany w opłucnej. W związku z niedorozwojem występują często zmiany strukturalne w płucach, prowadzące do wytworzenia w nich zespołów dużych pęcherzy.

Wreszcie wspomnieć należy, że różnicowanie struktury może się dokonać przedwcześnie albo zbyt późno w biegu rozwoju płodowego.

Przy niedokształceniach przepony mogą się w obręb klatki piersiowej przedostać składniki zawarte zwykle w jamie brzusznej. Mamy tu do czynienia z przepukliną przeponową. Może ona powstawać, gdy w rozwoju przepony nie dokonano się zamknięcie dodatkowe otworów w tylnej płaszczyźnie przepony; wtedy przez te niedomknięte otwory przedostawać się mogą narządy brzuszne z jamy otrzewnowej do jamy opłucnej. Narządy te przechodzą nieokryte błoną zewnętrzną: są to przepukliny bez tzw. worka przepuklinowego.

Inaczej ma się rzecz, jeśli po prawej lub lewej stronie przepony nie wytworzyła się jej część mięsna. Przez ten otwór wytworzony brakiem części mięsnej przedostają się jelita do jamy opłucnowej, ale są pokryte tzw. workiem przepuklinowym (Ryc. 494). Worek ma ścianę wytworzoną z dwóch blaszek: jedna z nich jest otrzewną wypukłą z jamy brzusznej, druga pochodzi z opłucnej wypukłonej z powierzchni przepony na dnie klatki piersiowej. Między obie te blaszki wrasta warstwa tkanki łącznej.

V. ROZWÓJ UKŁADU MOCZOPŁCIOWEGO

Zarówno w anatomii jak i w embriologii omawiamy łącznie układ moczowy i płciowy, i to nie tylko dlatego, że końcowe odcinki dróg odprowadzających są dla obu układów wspólne, lecz przemawiają za tym także względy genetyczne. Wspólnym jest mianowicie dla tych obu układów źródło materiału twórczego: elementy komórkowe, wyścielające jamę ciała, służą do organizacji zarówno narządu wydzielniczego jak i aparatu, produkującego komórki rozrodcze. Następnie niektóre narządy układu moczowego wchodzą w bieg rozwoju osobnikowego w usługi narządu płciowego.

ROZWÓJ UKŁADU MOCZOWEGO

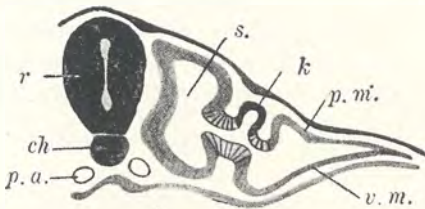
Zacniemy od opisu powstawania narządu moczowego. Wiadomo z fizjologii, że narząd ten ma do spełnienia w ustroju dwa zadania: jednym z nich jest czynność filtracyjna, tj. regulacja ilości wody w organizmie przez wydalanie jej nadmiaru drogą narządów nerkowych, drugim — usuwanie z organizmu składników zbędnych albo wprost trujących, wytworzonych w ustroju przy przemianie materii. Elementy komórkowe, wchodzące w skład nerki, wydzielają na zewnątrz substancje doprowadzane do nich, przeznaczone do wydalania; splukane przez wodę filtrowaną w kłębkach nerkowych są one odprowadzane do kanalików wydalniczych.

Cechą charakterystyczną rozwoju narządów nerkowych jest tworzenie — w wyższym stopniu niż w innych systemach — tymczasowych organów, zanim powstanie narząd trwały, ostateczny. W grupie kręgowców niewiele jest gatunków, u których narząd nerkowy wytworzony pierwotnie byłby czynny przez całe życie zwierzęcia. Do takich należą kręgowce śluzicowate (*Myxinoidea*). U zwierząt tych powstaje w życiu zarodkowym tzw. przednercze (*pronephros*), które jest potem trwale organem wydzielniczym także i dorosłego ustroju. U innych kręgowców przednercze jest narządem tymczasowym, który jest albo czynny przez krótki czas — a potem zastępuje go *pranercze* (*mesonephros*) — albo w ogóle nie dochodzi do działania, czyli jest tylko organem szczątkowym. Wreszcie u jeszcze wyższych kręgowców tworzą się trzy serie narządów przystosowanych do wydzielania moczu: przednercze, praner-

cze i nerka ostateczna. Dwa pierwsze typy mają charakter narządów tymczasowych, częściowo nie dochodzących do działania, a zatem narządów jakby szcztątkowych. Natomiast narządem wydalającym mocz, funkcjonalnie czynnym, jest dopiero nerka ostateczna. Tak więc wytwarzanie pierwszych dwóch serii narządów nerkowych ma charakter przejściowy, ale z uwagi na stosunki u niższych kręgowców ma znaczenie dla określenia u zwierzęcia biegu rozwoju szczepowego.

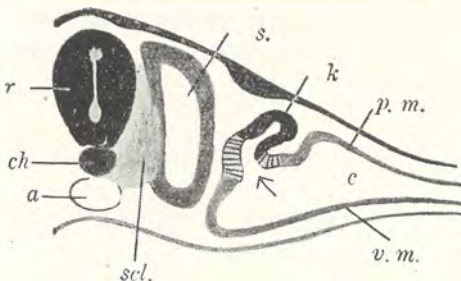
Przednercze (*pronephros*).

Jak wynika z podanych uwag, przednercze jest narządem, którego trwałość w ustroju zależy od gatunku zwierzęcia. U najniższych kręgowców (śluzicowate, kostnoszkieletowe), przednercze zachowuje się w różnej postaci przez całe życie. U nieco wyższych kręgowców, np. u płazów, przednercze rozrasta się znacznie w życiu zarodka, potem jednak zastępuje je inny narząd, a przednercze ulega redukcji, wzgl. zupełnemu zanikowi.



Ryc. 495. Schemat tworzenia się przednercza. Kanał główny przednercza ciemno oznaczony, kanał uzupełniający zakreskowany. *ch* — chorda, *k* — kanał przednercza, *p. a.* — parzysta aorta, *p. m.* — otrzewna ścienna, *r* — rdzeń, *s.* — somit, *v. m.* — otrzewna trzewna.

Według Felixa z Weissenberga.

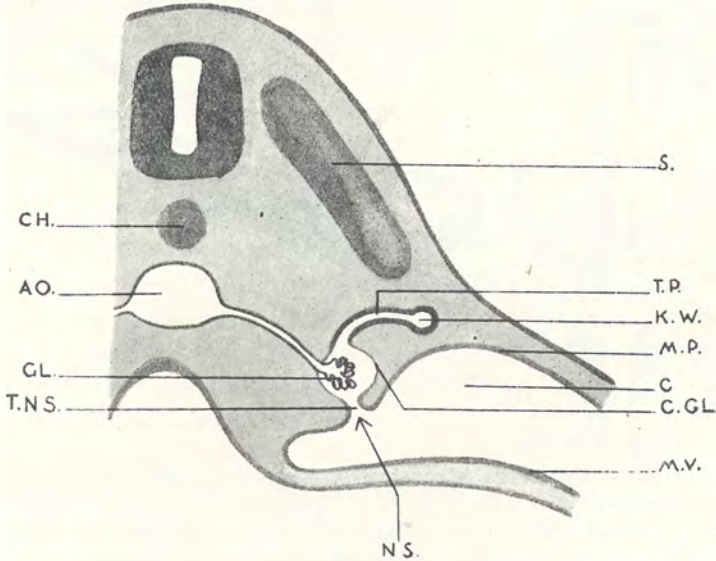


Ryc. 496. Schemat tworzenia się przednercza. Stadium dalsze, niż na rycinie 495. *a* — aorta, *c* — jama ciała, *ch* — chorda, *k* — kanał przednercza, *p. m.* — otrzewna ścienna, *r* — rdzeń, *s.* — somit, *scl.* — sklerotom, *v. m.* — otrzewna trzewna. Strzałką oznaczono lejkowate połączenie między kanałikiem przednercza a jamą ciała. Według Felixa z Weissenberga.

zachowuje się w różnej postaci przez całe życie. U nieco wyższych kręgowców, np. u płazów, przednercze rozrasta się znacznie w życiu zarodka, potem jednak zastępuje je inny narząd, a przednercze ulega redukcji, wzgl. zupełnemu zanikowi. Owodniowce wytwarzają od początku przednercze ze znamionami narządu szcztątkowego, który w życiu zwierzęcia nie funkcjonuje, ale znaczenie jego uwytadnia się przez wytwarzanie z tego narządu kanału odprowadzającego, który po zaniku przednercza wchodzi w usługi następnych serii narządów wydzielniczych, względnie też narządów rozrodczych, jako droga odprowadzająca wydzieliny nowego narządu.

Materiałem twórczym do wytworzenia przednercza są u wszystkich zwierząt kręgowych pasma komórkowe złożone z elementów mezodermalnych. Między miomerami a płytami bocznymi mezodermy, mającymi układ zupełnie jednociągły, widać pasemka będące jakby przedłużeniem

miomerów w kierunku poprzecznym, a więc odznaczające się również ułożeniem metamerycznym. Ta rozczłonkowana część mezodermy, ułożona między miomerami a jej płytami bocznymi, stanowi szereg tzw. nefrotomów (Ryc. 204 n. i 374 N.), które są zawiązkami układu wydalniczego. Od gatunku zwierzęcia zależy, ile takich członów i z której okolicy ciała zużywa ustrój na organizację przednercza.



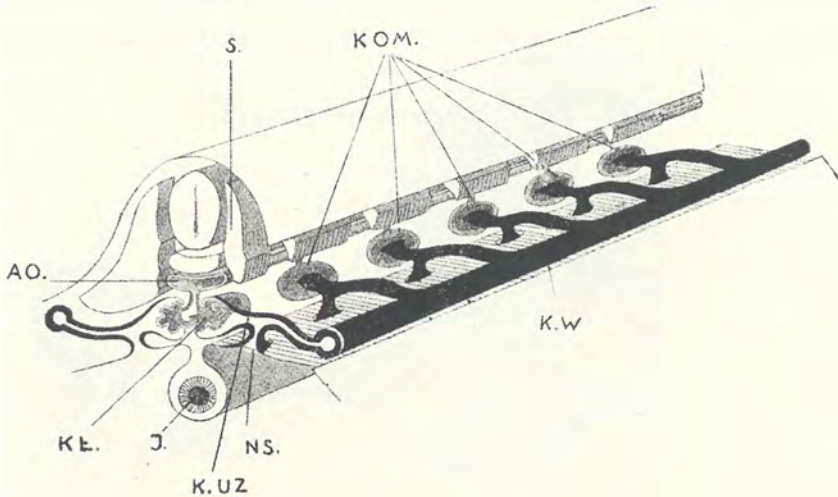
Ryc. 497. Schemat przednercza w przekroju poprzecznym. AO. — aorta, C — coeloma, C. GL. — capsula glomeruli, CH. — chorda, GL. — glomerulus, K. W. — kanal Wolffa, M. P. — mesoderma parietalis, M. V. — mesoderma visceralis, N.S. — nephrostom, S. — somit, T. N.S. — tubulus nephrostomalis, T. P. — tubulus principalis. W oparciu się o *Felixa* nieco zmienione.

Proces tworzenia przednercza przedstawię najpierw schematycznie¹⁾, a następnie podam pewne odstępstwa od normy i przebieg tworzenia tego narządu u człowieka. Udział w tworzeniu przednercza biorą zasadniczo nefrotomy górnych (pozagłowych) członów ciała. Pasma mezodermalne — znane nam już jako nefrotomy — oddzielają się od miomerów i przybierają wygląd litych szypulek osadzonych na grzbietowej krawędzi bocznej płyty mezodermalnej. Szypułki te zwracają się odcinkiem odsuwającym się od miomerów w kierunku ektodermy. Komórki, z których są zbudowane te odcinkowe zawiązki przednercza, tworzą początkowo pasma zbite; w biegu rozwoju jednak rozstępują się, wytwarzają wewnątrz światło, a tym samym lite szypułki zmieniają się w kanaliki ułożone metamerycznie (Ryc. 495 i 496).

Kanaliki te biegną najpierw poprzecznie, a w każdym z nich da-

¹⁾ Opieram się tu na wynikach badań i nomenklaturze podanej przez *Felixa*.

dzą się wyróżnić trzy odcinki (Ryc. 497 i 498): 1) odcinek łączący się z jamą ciała i otwierający się do niej — jest to tzw. kanalik początkowy (*tubulus nephrostomalis*), 2) kanalik środkowy, do którego od zewnątrz dorasta gałązka tętnicza i tworzy tuż przy nim kłębek naczyniowy. Spłaszczywszy się kanalik obejmuje od zewnątrz ścian-



Ryc. 498. Schemat przednercza przedstawiony przestrzennie. AO. — aorta, J. — jelito, KOM. — komory przednercza, K. W. — kanał Wolffa, K. UZ. — kanalik uzupełniający, KL. — kłębek, NS. — nefrostom, S. — somit. Z ektodermy wycięto szeroki pas i usunięto części boczno-brzuszne somitów. Według *Felixa*.

kami swymi wspomniany kłębek naczyniowy. Kłębek łącznie z środkowym odcinkiem kanalik przednercza tworzy jamkę przednercza (*camera pronephridis*). 3) Dalszym ciągiem tego odcinka środkowego jest kanalik końcowy główny (*tubulus principalis*).

Jaki jest los tych odcinków? Odcinek początkowy oddziela się z czasem od ścianek jamy ciała, więc światło jego zaczyna się ślepo. Odcinki środkowe przednercza leżące jeden poza drugim tworzą ciało przednercza. Odcinki końcowe kanalików głównych rosnąc w kierunku poprzecznym ku zewnętrznej stronie ciała zaginają się haczykowato ku stronie ogonowej i zspalają ze sobą w jednolity kanał (Ryc. 499), który jako przewód zbierający (*ductus collectivus*) biegnie równoległe do osi ciała po obu stronach zarodka pod jego ektoderma. Nosi on nazwę moczowodu pierwotnego, czyli kanału Wolffa. Udział w jego tworzeniu biorą kanaliki przednercza w liczbie zależnej od gatunku zwierzęcia (u kurczęcia 12 somitów, od 5—16-go członu).

Dolny odcinek kanału Wolffa nie tworzy się już przez zrastanie się szeregu końcowych kanalików przednercza, ale przez samodzielny wzrost przedłużający moczowód pierwotny, którego organizację w odcinku dogłowym omówiłem powyżej. Rosnąc w ten sposób ku stro-

nie ogonowej otwiera się on do zatoki moczopłciowej, a z nią do s t e k u (*cloaca*), o którym poniżej będzie mowa.

W ustroju człowieka rozwój przednercza słabo się zaznacza. Najprawdopodobniej część zarodków zupełnie go nie tworzy. Tam, gdzie ono powstaje, widać w niektórych członach, leżących niedaleko poza głowę tworzenie poprzecznych kanalików szczątkowych. Właściwie wyglądają one jak lite listewki, leżące najczęściej w członach dolnych szyjnych i górnych piersiowych (nie wszystkich). Charakterystycznym jednak jest i tu zespolenie ich odcinków obwodowych do wytworzenia początkowej części kanału W olffa. Z tego zawiązka przez dalszy wzrost ku dołowi, a więc w kierunku ogona, wytwarza się dalszy ciąg tego kanału, biegnącego wzdłuż ciała niemal pod samą ektodermą. Na wysokości pogranicza między członami lędźwiowymi i krzyżowymi zwraca się moczowód pierwotny ku linii środkowej ciała i otwiera się do zatoki moczopłciowej.

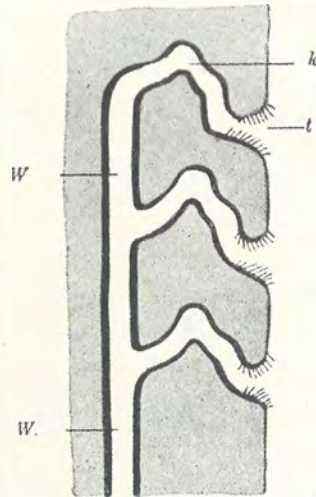
Przednercze człowieka jest narządem typowo szczątkowym, nie dochodzi ono nigdy do pełnienia czynności wydzielniczych, a w pasmach stanowiących zawiązki kanalików nie tworzy się zupełnie światło. Po pewnym czasie cały ten narząd ulega zwyrodnieniu i pozostaje tylko moczowód pierwotny (przewód W olffa), który wstępuje w usługi następnej serii układu moczowego, do której opisu przechodzimy obecnie.

Pranercze (*mesonephros*).

Drugą serię narządu moczowego stanowi pranercze (*mesonephros*).

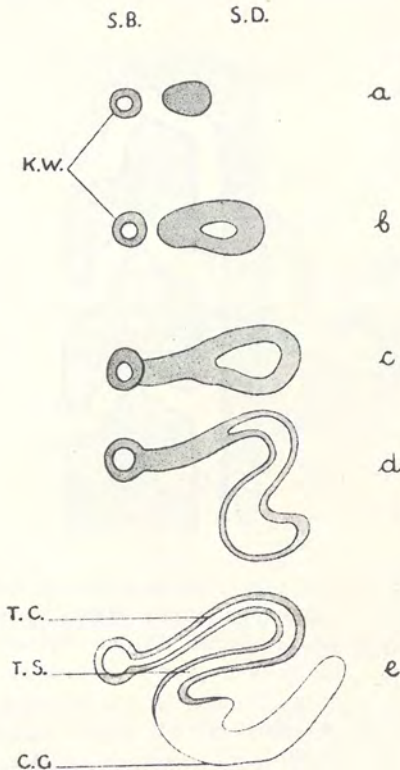
Materiałem do wytworzenia pranercza są i tu nefrotomy, tj. pasma komórek mezodermalnych, łączące miomery z bocznymi płytami mezodermy, czyli ze ścianami worków otrzewnowych, — i to te, które leżą poniżej nefrotomów zużytych do utworzenia przednercza. Poza tym pamiętać należy, że po pierwszej serii narządów moczowych, tzn. po przednerczu, pozostał kanał odprowadzający, tj. moczowód pierwotny i z tego już gotowego przewodu odprowadzającego korzystać będzie nowy narząd wydzielniczy.

Liczba nefrotomów przeznaczonych do utworzenia pranercza i od-



Ryc. 499. Schemat przekroju czołowego przez rozwijające się pranercze. Widać wytworzony początkowy odcinek kanału Wolffa. k — kanalik przednercza, W. — kanał Wolffa, t — nefrostom. Według Weissenberga.

ciniek zarodka, do którego one należą, są różne, zależnie od gatunku zwierzęcia. Zasadniczo jest ich więcej, niż tych nefrotomów, które zarodek oddał w usługi przednercza, a pomieszczone są mniej więcej w środkowej części ciała embriona. Organizacja pranercza zaczyna się zwykle



Ryc. 500. Schemat tworzenia się przednercza. C. G. — capsula glomeruli, K. W. — kanał Wolffa, S. B. — strona boczna, S. D. — strona dorodkowa, T. C. — tubulus collectivus, T. S. — tubulus secretorius.

Według Felixa.

pierwotnej liczby nefrotomów. Zestawiając to, co powiedziałem, możemy stwierdzić, że tworzenie ciałek pranercza zaczyna się z materiału metamerycznego; metameria ta chwilowo się zaciera, a następnie odtwarza się w większej liczbie bryłek komórkowych, wyrażających metamerię wtórną²⁾.

¹⁾ Ryby kostnoszkieletowe mają przeciętnie 39, spodouste 27, płazy 10, gady 26, ptaki 20, ssaki 17 odcinków. Wśród tych grup bywają jednak także dość znaczne wahania.

²⁾ U niektórych ssaków metameria jest od początku zatarta.

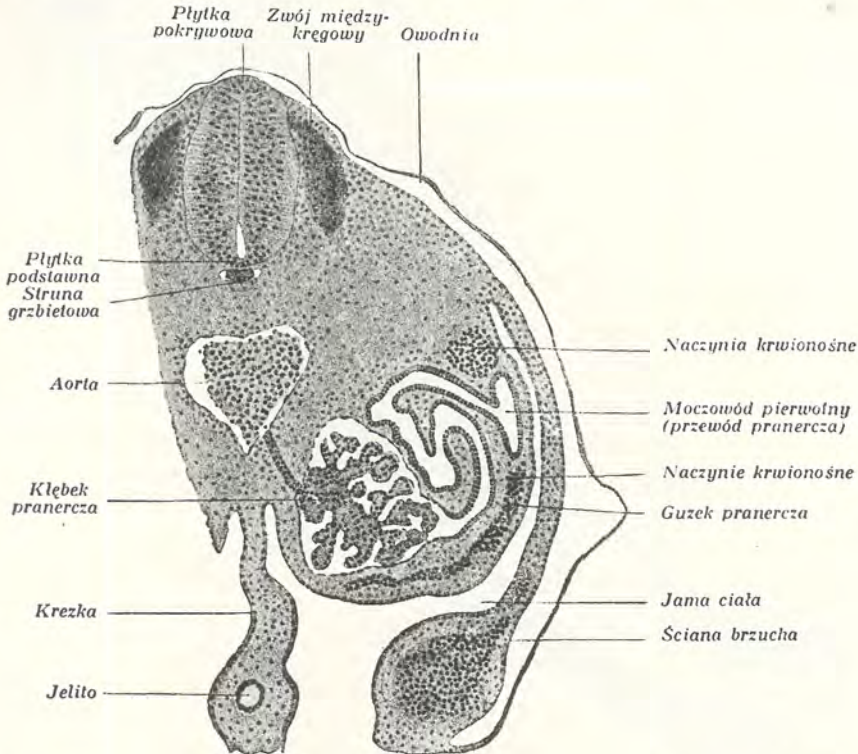
poniżej miejsca, do którego dosięga przednercze, a postępuje ku stronie ogonowej. Są jednak gatunki, u których jeden i ten sam nefrotom jedną swoją częścią bierze udział w tworzeniu przednercza, a drugą zużywa na utworzenie pranercza.

Ogólna liczba somitów, biorących udział w tym procesie, bywa bardzo różna: na ogół obejmują one kilkadziesiąt członów¹⁾.

Początkowo poszczególne nefrotomy, zawierające materiał twórczy, mieszczą się ściśle każdy w oddzielnym członie ciała. Potem jednak komórki tych nefrotomów rozmnażają się mocno, a gdy liczba ich w poszczególnych nefrotomach wzrosła nadmiernie, nowe komórki wchodzą na terytorium innego somitu. Wtedy to zaciera się pierwotna metameria, — masa mezodermalna, która wchodzi w skład pranercza, tworzy jednolitą całość bez uczłonowania. Jednakże jest to tylko stadium przejściowe; niebawem komórki organizują się w grupy, jak gdyby w oddzielne bryłki, będące składnikami tworzącego się pranercza. Jest rzeczą interesującą, że liczba tych bryłek, których wytworzenie jest zarazem restytucją metamerii, jest większą od

W dalszym biegu rozwoju widać przemianę powyżej opisanych bryłek na pęcherzyki. Dochodzi do tego przez rozstęp elementów komórkowych, przy czym w obrębie każdej bryłki powstaje światło, a tym samym bryłka ta przechodzi w pęcherzyk pranercza.

U człowieka pranercze organizuje się na terenie od 6-go somitu szyjnego do 3-go somitu lędźwiowego. Na tej przestrzeni powstaje więk-

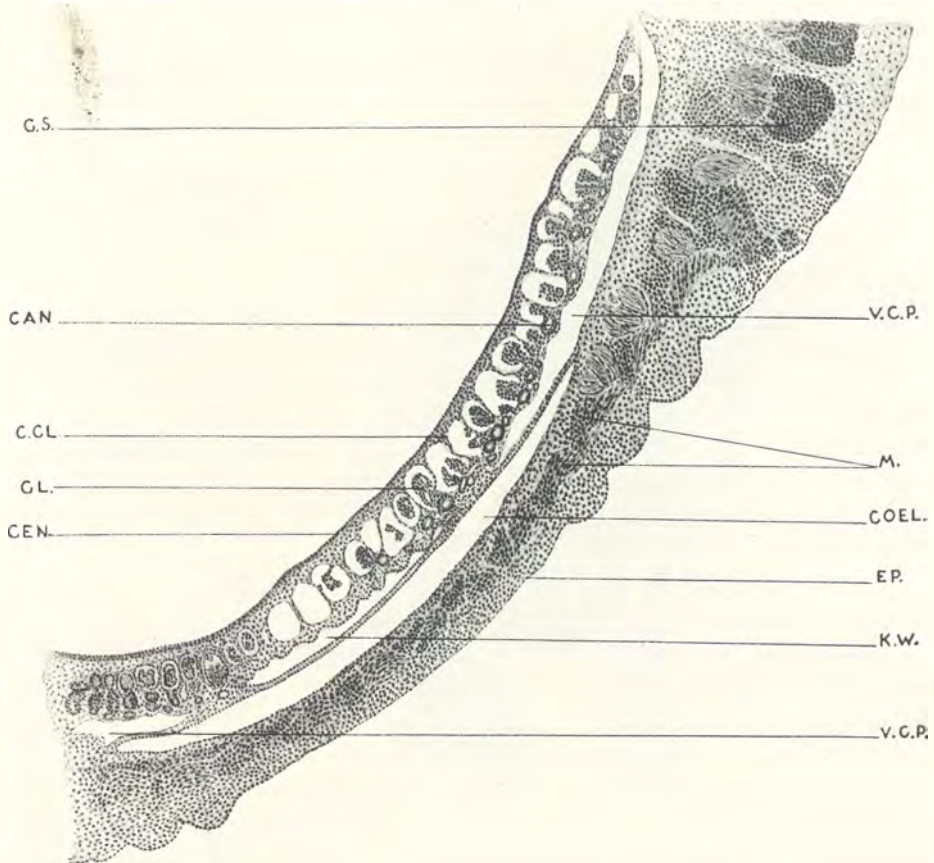


Ryc. 501. Przekrój przez pranercze zarodka owcy, długości 15 mm. Widać gałązkę tętniczą idącą od aorty do kłębka Malpighiego pranercza. Według *Bonneta*.

sza ilość pęcherzyków pranercza, w 4 ostatnich segmentach np. 28 pęcherzyków. Proces tworzenia pranercza rozpoczyna się w pierwszym miesiącu życia embrionalnego.

Pęcherzyki pranercza ulegają w dalszym rozwoju spłaszczeniu, a następnie wydłużeniu (Ryc. 500 b). Poszczególne pęcherzyki wydłużone przechodzą w kanaliki układające się poprzecznie, dorastają potem do kanału *Wolffa* (c) i otwierają się do jego światła (e). Od strony tętnicy głównej wyrastają ku każdemu kanalikowi gałązki tętnicze (Ryc. 501), które rozpadają się na drobne naczynka i tworzą kłębek pranercza, tzw. kłębek *Malpighiego*. Spłaszczone części kanalika obejmują kłębki, otaczają je całkowicie, tworząc na ich powierzchni torebkę *Bowmana*. W tym stadium wyróżnić można wewnętrzną i zewnętrzną

blaszkę nabłonkową pochewki, która powstała ze ścianek poprzednio opisanego pęcherzyka, wzgl. kanałika. Między obu tymi blaszkami mamy szczelinowatą wolną przestrzeń, do której ewentualnie przez wewnętrzną blaszkę może się przesączać ciecz wydzielnicza z kłębka. Krew do kłębka doprowadzają od aorty gałązki tętnicze. Naczyńko kłębka wchodzi jako

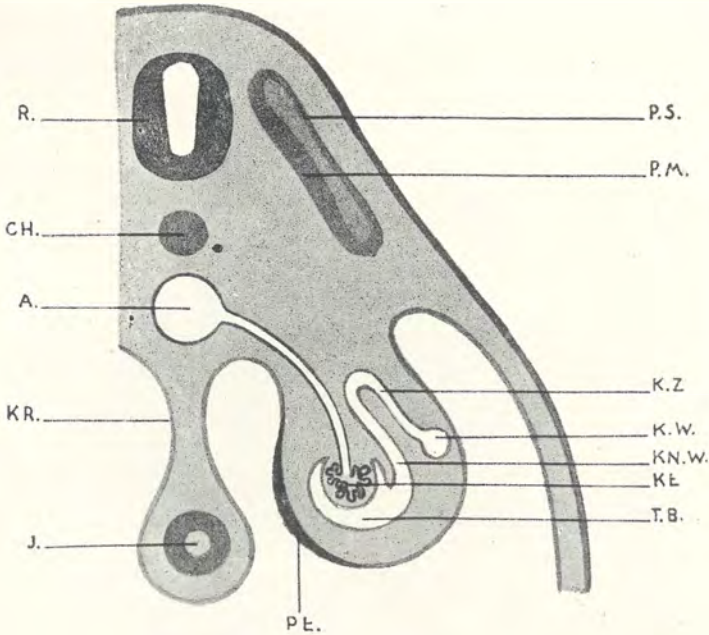


Ryc. 502. Przekrój podłużny przez pranercze zarodka ludzkiego, długości $7\frac{1}{2}$ mm. C. GL. — capsula glomeruli, CAN — kanałik pranercza, COEL. — coeloma, EP. — epidermis, G. S. — ganglion spinale, GEN. — listwa płciowa (plica genitalis), GL. — glomerulus, K. W. — kanał Wolffa, M. — mięśnie grzbietu ugrupowane metamerycznie, V. C. P. — vena cardinalis posterior. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

naczyńie doprowadzające (*vas afferens*), wychodzi jako naczynie odprowadzające (*vas efferens*), które wpada do żyły zasadniczej tylnej (*vena cardinalis posterior*), biegnącej równoległe do pranercza w jego bezpośrednim sąsiedztwie (Ryc. 502).

Przestrzeń szczelinowata między wewnętrzną a zewnętrzną blaszką torebki B o w m a n a, do której w partiach funkcjonujących dostaje się przesączona wydzielina z kłębka, przechodzi bezpośrednio w światło

kanalika pranercza. Genezę jego już znamy. Kanalik ma przebieg poprzeczny, zmierzający w kierunku pierwotnego moczowodu. Dalszy jego rozrost doprowadza do utworzenia z tego kanalika dwuramiennej pętli (Ryc. 503). Jedno jej ramię, zaczynające się zaraz od szczeliny między blaszkami torebki Bowmana, to jest kanalik wydzielniczy



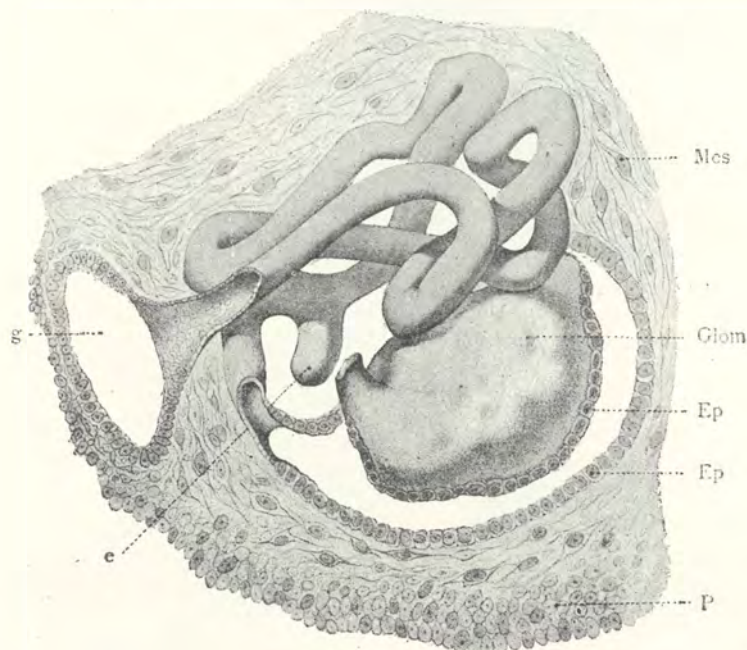
Ryc. 503. Przekrój przez pranercze w wczesnym stadium rozwoju (w schemacie). A. — aorta, CH. — chorda, J. — jelito, KN. W. — kanalik wydzielniczy, K. W. — kanał Wolffa, K. Z. — kanalik zbierający, KL. — kłębek Malpighiego, KR. — krezka, P. M. — płyta mięsna, P. S. — płyta skórna, P.L. — listwa płciowa, R. — rdzeń, T. B. — torebka Bowmana. Rycina według Weissenberga, zmodyfikowana.

(*tubulus secretorius*). Kanalik ten zakręca się, a równoległe mu drugie ramię stanowi kanalik zbierający (*tubulus collectivus*), który otwiera się do moczowodu pierwotnego, czyli kanału Wolffa.

Pranercze więc, czyli inaczej ciało Wolffa, składa się z tzw. ciałek Malpighiego i kanalików. Każde takie ciało obejmuje: a) kłębek Malpighiego, złożony z naczynek włosowatych, na które rozpada się naczynie idące od tętnicy głównej, b) torebkę Bowmana złożoną z 2-ch blaszek nabłonkowych, ze szczelinką między nimi (Ryc. 504); w związku morfologicznym z ciałkami Malpighiego pozostaje układ kanalików wydzielniczych i odprowadzających wydzielinę do kanału Wolffa.

Wielkość pranercza zależy w pierwszym rzędzie od liczby ciałek Malpighiego. Zwiększanie jej dokonywa się najpierw przez postęp różnicowania się ciałek Malpighiego z pęcherzyków pranercza. Po-

suwa się ono od strony głowowej ku ogonowej. Prócz różnicowania coraz to nowych ciałek Malpighiego w kierunku doogonowym stwierdzono podziały już zróżnicowanych ciałek Malpighiego. Przy podziale tym powstają z jednego ciała Malpighiego dwa potomne, a oprócz tego wytwarza się nowy, dodatkowy układ kanalików, który albo odprowadza wydzielinę wprost do kanału Wolffa, albo do któregoś z sąsiednich kanalików zbierających.



Ryc. 504. Ciało Malpighiego pranercza w pełni swego rozwoju; rekonstrukcja z zarodka ludzkiego, długości 10,2 mm. Torebka otaczająca kłębek przechodzi w silnie skręcony kanalik, który uchodzi do kanału Wolffa. *e* — pączek kanalika, *Ep* — nabłonek torebki Bowmana, *g* — kanał Wolffa, *Glom* — kłębek Malpighiego, *Mes* — mezoderma, *P* — listwa płciowa. Według *Kollmanna*.

W ten sposób rozrasta się pranercze w duży parzysty narząd, który układa się po obu stronach pod otrzewną i w sąsiedztwie grzbietowego przyczepu krezki jelitowej. U człowieka do największych rozmiarów dochodzi pranercze w samym początku 2-go miesiąca rozwoju zarodkowego (Ryc. 502 i 514).

Już w czasie gdy w odcinku leżącym bliżej ogona postępuje wzrost i różnicowanie pranercza, w odcinku dogłowowym rozpoczyna się jego uwstecznienie — rozpad. Podobnie jak organizacja postępowała od strony dogłowowej w kierunku ogonowym, tak samo przebiega i rozpad. Degeneracji ulegają wszystkie kłębki Malpighiego razem z torebkami Bowmana. Charakterystycznym jest jednak, że nie wszystkie

kanaliki ulegają rozpadowi. Przynajmniej jedna trzecia część ich pozostaje — niektóre z nich mają potem wygląd tworów szczątkowych, pozostających bez żadnej funkcji fizjologicznej, inne natomiast, zwłaszcza z odcinka doogonowego wchodzą w usługi narządu rozrodczego¹⁾.

Uwstecznianie pranercza trwa u człowieka do końca 4-go miesiąca życia zarodkowego, a to co nie ulega rozpadowi, wchodzi w usługi narządu płciowego.

Pod względem fizjologicznym jest pranercze niższych kręgowców narządem wydzielniczym i jak mówiłem poprzednio (por. str. 169) dla niektórych jedynym na całe życie. U wyższych kręgowców, przede wszystkim u ssaków, pranercze zbudowane jest według tego samego planu organizacyjnego; jednak co do jego funkcji fizjologicznej wydzielania moczu trzeba zająć raczej negatywne stanowisko. Brak większego zbiornika, np. u człowieka, gdzie omocznia minimalnie jest rozwinięta, brak jakiegokolwiek zastoiny w kanale W olff a przemawiają przeciw przyjęciu wydzielania moczu przez pranercze człowieka. Wydzieliny zarodka muszą się wydalać na innej drodze. Stwierdzenie faktu, że pranercze jest już zdegenerowane (zarodek 22 mm), gdy jeszcze ostateczna nerka się nie rozwinęła (dopiero u zarodka 30 mm długości ma to miejsce), kazałoby przypuszczać, że w stadium między 22—30 mm produkcja ta się nie odbywa, lub jest bardzo wątpliwa. Otóż najprawdopodobniej nie przez pranercze, ale przez krew zarodka, płynącą do łożyska przez tętnice pępkowe, odprowadza się produkty przemiany materii, które powinny być wydalone. Produkty wydalnicze zarodka są więc oddawane za pośrednictwem łożyska ustrojowi matki, która je wydalą przez swoje nerki na zewnątrz. Także u ssaków z mocno rozwiniętą omoczną wydawniejsza produkcja moczu przez pranercze jest mało prawdopodobna.

Dochodzimy zatem do ostatecznego wniosku, że pranercze u człowieka, a prawdopodobnie i u wyższych ssaków, nie wydziela moczu. Tworzenie tego narządu jest zjawiskiem opierającym się o właściwości filogenetyczne ustroju. Czy to jednak jest narząd zupełnie bez funkcji, narząd o charakterze wyłącznie szczątkowym, — tego nie możemy twierdzić. Być może, że ma on znaczenie jako organ o nieznaney nam funkcji.

Opisawszy powstawanie i budowę dwóch po sobie następujących narządów wydzielniczych: przednercza i pranercza, przejdziemy obecnie do opisu genezy i różnicowania nerki ostatecznej.

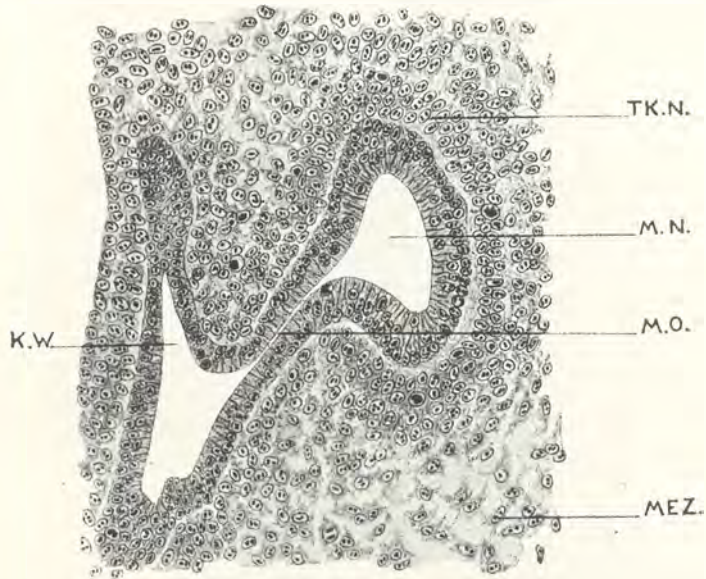
Nerka ostateczna (*metanephros*).

Materiał twórczy do wytworzenia trzeciej serii narządu moczowego zawierają nefrotomy somitów przyogonowego odcinka ciała oraz wypuklenie idące od kanału W olff a. Część wydzielnicza nerki tworzy

¹⁾ Bliższe szczegóły o tym procesie podamy przy opisie rozwoju dróg rodnych.

się z materiału nefrotomalnego, a z wypuklenia idącego od moczowodu pierwotnego powstaje kanał odprowadzający, tzw. moczowód wtórny, czyli ostateczny i część dróg odprowadzających w obrębie nerki.

Zacznijmy opis genezy nerki od zobrazowania powstawania moczowodu wtórnego. Mówiliśmy poprzednio (str. 173), że moczowód pierwotny, dorósłszy do poziomu pogranicza między częścią lędźwiową



Ryc. 505. Zawiązek nerki zarodka królika. K. W. — kanał Wolffa, M. N. — pierwotna miedniczka nerkowa, M. O. — zawiązek moczowodu ostatecznego, MEZ. — mezoderma, TK. N. — tkanka nerkotwórcza. Według preparatu zakładu biol.-embr. U. J.

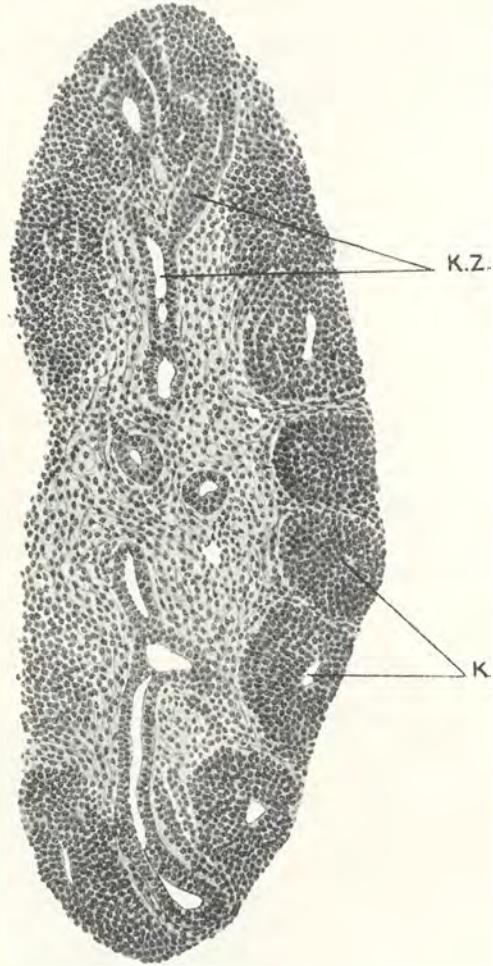
i krzyżową, tworzy zagięcie ku linii środkowej ciała. Otóż w miejscu tego zagięcia wytwarza się u zarodka ludzkiego w pierwszym miesiącu wypuklenie moczowodu pierwotnego, początkowo w kierunku grzbietowym, a więc ku kręgosłupowi. Wypuklenie to przybiera w dalszym biegu rozwoju kształt kolbki. Wtedy to da się w nim wyróżnić szypułkę albo szyjkę wydrążoną i rozszerzającą się w kolbkę pęcherzykową (Ryc. 505). Szyjka ta przeznaczona jest do utworzenia górnej części moczowodu ostatecznego, podczas gdy dolny odcinek tworzy się z końcowej części (poniżej zgięcia) kanału Wolffa. Z kolbki leżącej na szczycie moczowodu wtórnego powstanie miedniczka nerkowa; zawiązek jej nazywać będziemy pierwotną miedniczką nerkową.

Moczowód wtórny rośnie i przesuwając pierwotną miedniczkę nerkową ku stronie głowowej. Mówiliśmy, że wypuklenie pączkowate na moczowód wtórny wytworzyło się na wysokości pogranicza między częścią lędźwiową i krzyżową. Moczowód wtórny tu utworzony doprowa-

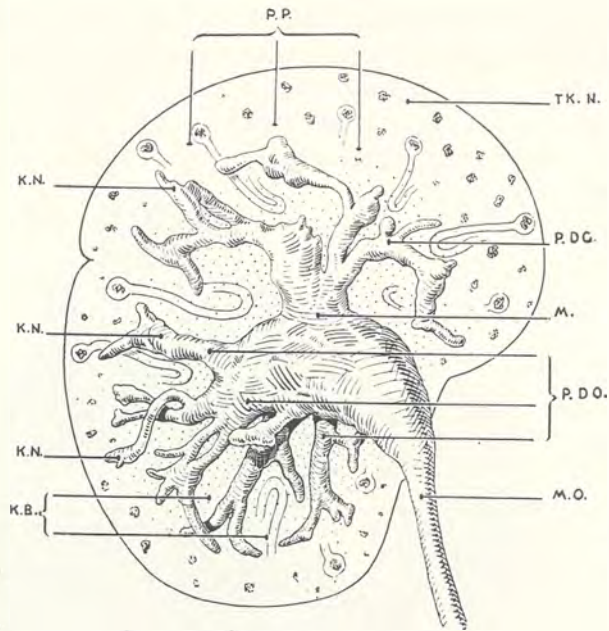
dza kolbkę, posuwaną przezeń w górę, do wysokości 3—5 członu lędźwiowego. Na powierzchni tej kolbki układa się tkanka blastematyczna powstająca z nefrotomów wspomnianych członów lędźwiowych, tworząc na jej zewnętrznej powierzchni jakby czapeczkę utkania mezodermalnego (Ryc. 505).

Kolbkowata dotąd pierwotna miedniczka nerkowa, mająca kształt kulistego pęcherzyka, spłaszcza się teraz i wydłuża w kierunku głowowo-ogonowym. Tak więc idąc od wnęki, czyli miejsca, gdzie wchodzi moczowód wtórny do miedniczki, możemy wyróżnić w niej dwa cewkowane ślepe wypuklenia: dogłowe i doogonowe, a potem tworzy się jeszcze parę wypukleń centralnych. Wszystkie te wypuklenia mają postać woreczków ślepych, które się potem mocno wydłużają tworząc długie cewki, rozszerzające się następnie na ślepych końcach w kolbki bańkowate, zwane ampulkami. Te cewki zakończone ampulkami rozrastają się wśród tkanki nerkotwórczej pochodzącej z nefrotomów.

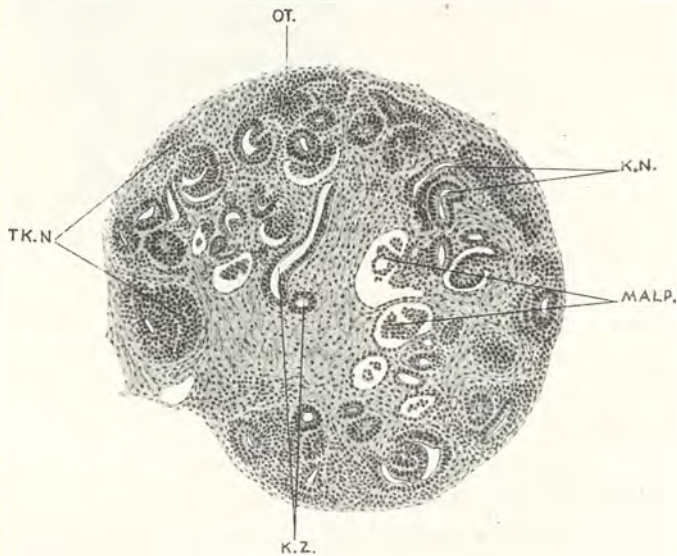
Ampułki rozdzielają się tworząc zawiązki kanalików 2-gorzędnych, które znowu kończą się bańkowatymi ampulkami; po ich podziale i wydłużeniu w szypułkę kanalikową powstają kanaliki zbierające 3-ciorzędne, a potem w ten sam sposób kanaliki coraz wyższych rzędów aż do 20-rzędnych. Przez rozszerzenie kanalików zbierających 1-szorzędnych przy ujściu do miedniczki tworzą się tzw. kieliszki większe (*calices maiores*), potem zaś przez rozszerzenie 2-gorzędnych i wciągnięcie w nie 3-cio- i 4-torzędnych powstają kieliszki mniejsze (*calices minores*).



Ryc. 506. Przekrój przez zawiązek nerki ostatecznej zarodka ludzkiego, długości 14 mm. K. — kanaliki nerki, K. Z. — kanaliki zbierające. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.



Ryc. 507. Nerka ostateczna 2¹/₄-miesięcznego zarodka ludzkiego; przedstawiona tak, jak gdyby była przejrzysta. *K. B.* — kolumny Bertiniego, *K. N.* — kanalik nerkowy, *M.* — miedniczka nerkowa, *M. O.* — moczowód ostateczny, *P. DG.* — piramida dołgowowa, *P. DO.* — piramida doogonowa, *P. P.* — pierwotna piramida, *TK. N.* — tkanka nerkotwórcza. Według *Kollmanna*.



Ryc. 508. Przekrój poprzeczny przez nerkę zarodka ludzkiego, długości około 27 mm. *K. N.* — kanalik nerkowy, *K. Z.* — kanalik zbierający, *MALP.* — kłębek Malpighiego, *OT.* — otrzewna, *TK. N.* — tkanka nerkotwórcza. Według preparatu zakładu biol-embriol. U. J.

Rozrastające się kanaliki układają się w rodzaj drzewek podnosząc niejako ku powierzchni nerki swoje ampulki wierzchołkowe (Ryc. 506, 507 i 509).

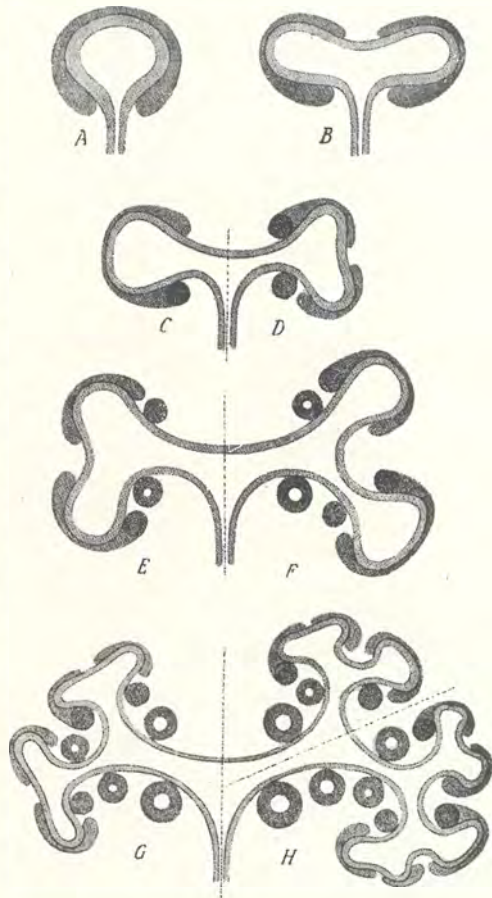
Badając budowę ścianki każdej ampulki, począwszy nawet od pierwszorzędnych, można na niej wyróżnić dwie warstwy komórkowe:

1) warstwa wewnętrzna ma charakter nabłonkowy i pochodzi z kolbkowatego rozszerzenia moczowodu pierwotnego,

2) zewnętrzna ma cechy utkania mezenchymatycznego, a pochodzi z tkanki nefrotomowej (Ryc. 508 TK. N.), tej która na rozszerzeniu kolbkowatym pierwotnego moczowodu tworzyła czapkę.

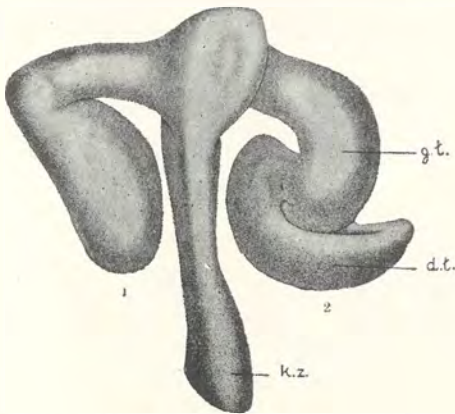
Ta zewnętrzna warstwa otacza całą ampulkę, czasem nawet częściowo pokrywa z zewnątrz kanaliki. W miarę jak postępuje rozwój, rozdzielają się ampulki na 2-go-, 3-cio-, 4-to- itd. rzędne, komórki warstewki zewnętrznej mnożą się i zaopatrują od zewnątrz nowo wytworzone ampulki. Z zewnętrznej warstewki oddzielają się początkowo lite bryłki komórkowe (Ryc. 509), które się potem rozstępują, tworzą światło, a tym samym zmieniają się w pęcherzyki leżące przy zakończeniach kanalików.

Proces ten prowadzi do utworzenia narządów wydzielniczych nerki, czyli nefronów. Przebieg tworzenia tej najistotniejszej części nerki jest następujący: pęcherzyki, których genezę opisałem powyżej, wydłużają się, przybierają najpierw postać jajowatą, stają się potem kishkowate, a zarazem przyjmują przebieg esowaty. W każdym kanaliku esowatym da się teraz wyróżnić łuk górny, leżący najbliżej powierzchni nerki (Ryc. 510 g. l.) i łuk dolny (d. l.). Łuk górny tworzy szypułkę litą, łączącą go z wierzchołkiem kanalika zbierającego. Kiedy w tej szypulce rozstąpią się komórki, wytwarza się komunikacja światła kanalika nerkowego

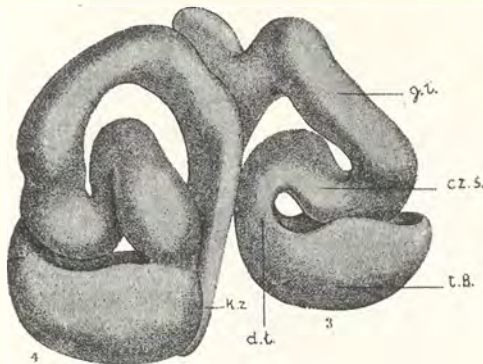


Ryc. 509. Schemat rozwoju kanalików nerkowych. Ciemniejszym tonem oznaczono tkankę nerkotwórczą. Według Schreintera z Bromana.

z kanalikiem zbierającym. Łuk górny, który tę komunikację uzyskał, rozrasta się niepomiarowo w długość. Ponieważ pomieszczenie jego jest ograniczone, kanalik ten tworzy liczne pętle i zakręty (Ryc. 511). Ten wydłużony silnie górny łuk tworzy kanaliki wydzielnicze kręte z pętlą Henlego.



Ryc. 510. Model rozwijających się kanalików nerkowych. Po prawej stronie widać górny i dolny łuk w kanalik esowatym nerki. *d. ł.* — dolny łuk, *g. ł.* — górny łuk, *k. z.* — kanalik zbierający. Według Stoerka z Bromana.



Ryc. 511. Model rozwijających się kanalików nerkowych w stadium nieco bardziej posuniętym niż na poprzedniej rycinie. *cz. ś.* — część środkowa, *d. ł.* — dolny łuk, *g. ł.* — górny łuk, *k. z.* — kanalik zbierający, *t. B.* — torebka Bowmana. Według Stoerka z Bromana.

Łuk dolny, który z górnym oczywiście pozostaje w bezpośredniej łączności, rozszerza znacznie swe światło i ulega na krótkim odcinku spłaszczeniu, a następnie wpuhleniu, tak że tworzy rodzaj miseczki (Ryc. 510, 511). W zagłębieniu tej miseczki wrasta tkanka łączna z gałązkami naczyń krwionośnych. Przez ich wzrost i liczne zakręty we wspomnianej miseczce, utworzonej z dolnego łuku, powstaje kłębek Malpighiego (Ryc. 518). Miseczka o podwójnej ściance otacza go zupełnie, tworząc dla kłębka torebkę Bowmana, rozwiniętą ze spłaszczonego kanalik. Wynika stąd, że w składzie torebki dadzą się wyróżnić: ścianka wewnętrzna przytykająca bezpośrednio do kłębka, światło (dawnej kanalik, obecnie torebki) i ścianka zewnętrzna torebki. Przesącz z tych kłębków przenikając przez wewnętrzną ściankę torebki dostaje się potem do jej światła, następnie do krętego kanalik odprowadzającego, pełniąc go funkcje wydalnicze i łączącego się z kanalikami zbierającymi.

Liczba ciałek Malpighiego (tj. kłębków łącznie z torebkami) oraz układów kanalików nerkowych jest olbrzymia. Część ich początkowo utworzona ulega degeneracji, inne powstają na nowo. Organizowanie nerki trwa do końca 8-go miesiąca życia zarodkowego. W miarę

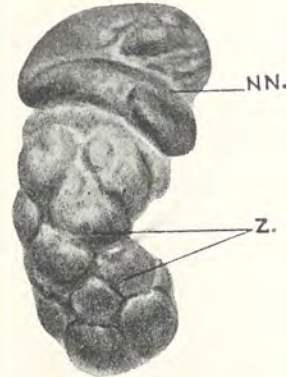
rozrastania się drzewek nerkowych, tj. tworzenia nowych pięter kanalików zbierających, organizują się ku powierzchni nerki coraz nowe pokłady nefronów. Ma się przez to wrażenie, jak gdyby ciała Malpighiego wędrowały ku powierzchni nerki.

Rozmiary ciałek Malpighiego są większe w częściach nerki centralnych aniżeli w leżących więcej ku obwodowi, co jednak daje się wykazać tylko w życiu zarodkowym. Potem dochodzi do wyrównania wielkości tych ciałek, mniej więcej w pierwszym roku życia pozamacicznego.

Poznaliśmy w powyższych opisach genezę i różnicowanie zarówno części nerki związanej genetycznie z moczowodem (moczowód, miedniczka, kieliszki, kanaliki zbierające) jak jej części wydzielniczej (nefrony).

Rozpatrzmy teraz, jak wygląda przestrzenny obraz całości jednego rozdrzewionego układu kanalików odprowadzających, zespolonych z nasadzonymi na nich czapczkami tkanki nerkotwórczej oraz pęcherzykami na zewnętrznej ścianie kanalików, czyli z układem nefronów. Układ taki razem wzięty ma kształt piramidy. Podstawa jego zwrócona jest ku powierzchni nerki, wierzchołek — do światła miedniczki. Takich piramid w nerce jest dużo i one otaczają dookoła miedniczkę nerkową. Każdy ostrosłup wyodrębniony jest przez tkankę łączną, której pasma wchodzą między sąsiadujące ostrosłupy. Pasma są dokładnie widoczne na przekrojach nerki ludzkiej i znane nam z anatomii jako *kolumny Bertini* (*columnae renales Bertini*). Przegrody z tkanki łącznej biegną między piramidami aż ku wnętrzu nerki. Od zewnątrz na powierzchni nerki zarodkowej widać wyraźnie budowę zrazikową (Ryc. 512). Zaznacza się ona nie od początku rozwoju lecz nieco później. Na zewnątrz cechują ją wypuklenia widoczne między omawianymi przegrodami.

Wiadomo z anatomii, że na podłużnych przekrojach nerki już makroskopowo dadzą się wyróżnić dwie części składowe: jedna z nich, zewnętrzna — to warstwa korowa, druga zajmuje środkową część nerki — to warstwa rdzenna. Całą nerkę od zewnątrz otacza torbka nerkowa (*capsula renis* — ryc. 565 T. N.). Pochewka jest zbudowana z koncentrycznych warstw tkanki mezenchymatycznej. Zaznacza się ona już u zarodka z 2-go miesiąca. Wyraźnie da się zobaczyć dopiero u zarodka długości 70 mm. Jest ona zarazem zewnętrzną granicą warstwy korowej. Granicę wewnętrzną kory nerkowej, widoczną może mniej wyraźnie, stanowi najniższe piętro kłębuszków Malpighiego



Ryc. 512. Nerka i nadnercze zarodka ludzkiego z 5 miesiąca. Widać zrazikową budowę nerki. NN. — nadnercze, Z. — zraziki nerki. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

ghiego. Tkanka łączna staje się tam bardziej zbita. Wzrost w grubość substancji korowej zależy od zwiększania liczby kłębków i wzrostu w długość kanalików nerkowych. Warstwa rdzenna mięci, jak wynika z poprzednich wywodów, piramidy Malpighiego złożone z mnóstwa kanalików zbierających i części pętli Henlego. Od chwili urodzenia rozrost części rdzennej staje się bardzo słaby, natomiast aż do 7 roku życia grubieje warstwa korowa i zwiększa się liczba kłębków Malpighiego.

Wiadomo, że ogromne znaczenie w organizacji kłębków Malpighiego mają naczynia krwionośne nerki. Sprawą ich powstawania zajmowano się dużo w embriologii. Geneza naczyń krwionośnych jest tym charakterystyczna, że w nerce najprawdopodobniej najpierw organizuje się układ naczyń żylnych związanych z żyłami zasadniczymi (*venae cardinales*). Powstanie systemu tętniczego w nerce wiąże się z tętnicą pranercza odchodzącą od aorty i zaopatrującą nadnercze; od niej zaś odchodzi tętnica nerkowa. Ta ostatnia rozrasta się później znacznie mocniej i dlatego u dorosłych osobników robi to wrażenie, że tętnica nadnercza jest gałązką tętnicy nerkowej.

Położenie nerki ostatecznej w życiu embrionalnym ulega przemianom, zwłaszcza w początkowych okresach rozwoju. Czynnością zasadniczą jest posuwanie się nerki w kierunku głowowym z położenia w miednicy, w obrębie której powstała. W początku 3-go miesiąca życia śródmacicznego układu się nerka na długości 1—4-go kręgu lędźwiowego z wnęką zwróconą w stronę ściany brzusznej. Biegun doogonowy zatrzymuje swe położenie, ale ponieważ nerka wzrasta, biegun dogłowy posuwa się w kierunku okolicy piersiowej sięgając w 5-tym miesiącu do wysokości 11-go żebra. Przesunięcie bieguna dogłowego ku stronie górnej jest więc wynikiem nie jakiegoś ruchu całej nerki, a tylko jej rozrostu.

Nerka w biegu rozwoju wykonywa też pewne ruchy obrotowe. Przy końcu drugiego miesiąca życia embrionalnego nerka zwraca się wnęką od strony ściany brzusznej ku kręgosłupowi, a w 3-cim do 4-go miesiąca wykonywa częściowy obrót znów dookoła osi podłużnej, przeprowadzając wnękę przez 1/4 obrotu w położenie skośne, tzn. nieco znów ku ścianie brzusznej zarodka. Prawdopodobnie jest to jej przestawienie bierne wskutek mocnego grubienia lędźwiowego odcinka kręgosłupa.

Rozwój moczowodu.

Wiadomo, że najbliższy nerce odcinek dróg odprowadzających mocz stanowi moczowód. Powstawanie zawiązka moczowodu ostatecznego poznaliśmy już poprzednio i wiemy, że to jest wypuklenie moczowodu pierwotnego (kanału Wolffa). Moczowód zarodka biegnie od początku pozaotrzewnowo, — w ścianie jamy brzusznej prostolinijnie; na pogra-

niczu małej miednicy zatacza łuk zmierzając poza pęcherz moczowy. Moczowód wtórny uchodzi początkowo do kanału Wolffa. Światło moczowodu ma we wczesnych okresach rozwoju prawie zupełnie równe rozmiary na całej długości moczowodu, potem tworzą się 2 zężenia i 3 rozszerzenia wrzecionowate.

Nabłonek ściany moczowodu jest sześcienny, miejscami walcowaty, a początkowo jednowarstwowy (Ryc. 515 M. O. i 526 M. O.). W miejscach wąskiego światła nabłonek jest wyższy. U starszych zarodków spotyka się miejscami w moczowodzie nabłonek wielowarstwowy (2—5 warstw).

Warstwa mięśni gładkich w ścianach moczowodów wytwarza się z okrężnie ułożonych komórek mezenchymatycznych w 3-cim i początku 4-go miesiąca.

Przemieszczenie ujścia moczowodów oraz dalszy ciąg dróg odprowadzających mocz omówimy łącznie z opisem tworzenia się końcowych dróg układu płciowego.

ROZWÓJ UKŁADU PŁCIOWEGO.

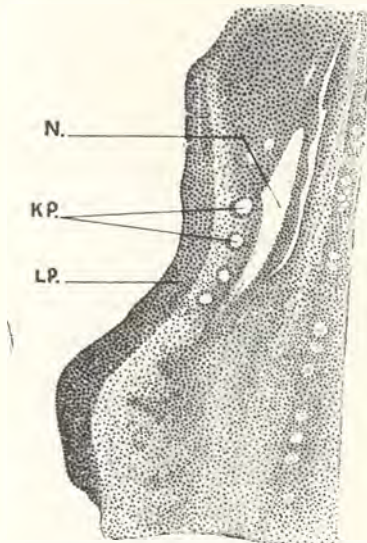
W embriologii ogólnej starałem się scharakteryzować istotę płci. Czytaliśmy tam, że za kryterium płci uznać należy zdolność produkcji elementów płciowych pewnego typu, a więc męskich lub żeńskich, czyli plemników lub jaj. Najprawdopodobniej w rozwoju szczepowym pierwotnymi formami były osobniki obojnakie, przystosowane do produkcji obu typów elementów rozrodczych w obrębie jednego ustroju. Późniejszym stopniem organizacji była zapewne rozdzielność płci, kiedy w obrębie poszczególnych gatunków tworzą się oddzielne osobniki męskie i żeńskie. Może to mieć znaczenie jako zapobieganie niekorzystnemu dla żywych ustrojów samozapłodnieniu. Ale jak w wielu innych zjawiskach rozwoju widzimy i tu, że wczesne okresy rozwoju ontogenetycznego wskazują na podobieństwo rozwoju obu typów płci, zarówno w narządach produkujących oba rodzaje elementów rozrodczych (jajnik, jądro) jak i w rozwoju ich dróg odprowadzających. Innymi słowy, przed ujawnieniem swej płci ustrój przechodzi pod względem morfologicznym narządów płciowych stadium nie zróżnicowane.

Oczywiście z uwagi na tworzenie potomstwa pierwszorzędną rolę odgrywać muszą same elementy rozrodcze. Ich wyróżnicowanie spośród innych elementów komórkowych dokonywa się nieraz w bardzo wczesnych okresach rozwojowych. U niektórych gatunków skorupiaków (np. *Lernaea branchialis*) lub u glisty (*Ascaris*) już w stadium bruzdkowania dadzą się wśród blastomerów od razu wyróżnić takie, które są przeznaczone do utworzenia elementów rozrodczych. U ssaków w czasie powstawania listków zarodkowych można zauważyć w obrębie smugi pierwot-

nej komórki, z których tworzą się elementy rozrodcze; widać je potem w ścianie jelitowej, a wreszcie na brzegu pranercza, w obrębie otrzewnej w tzw. listwie moczopłciowej. Fakt, że komórki te, wyróżniające się dużymi rozmiarami i jasnym wyglądem plazmy, napotyka się w coraz to innych miejscach, każe, według Fischla, przypuszczać, że mogą one ruchami pelzakowatymi przechodzić do różnych narządów i tkanek.

Związek gruczołu rozrodczego przed morfologicznym zróżnicowaniem płci zarodka.

Jak wspomniałem powyżej, w początkowych okresach organizowania się gruczołów rozrodczych nie podobna odróżnić, czy mamy do czynienia z płcią męską, czy żeńską. Jeżeli jednak staniemy na stanowisku przyjętym przez dzisiejszą biologię, że zaraz po zapłodnieniu płeć jest już wyznaczona, to oczywiście mimo braku wpadających w oczy różnic morfologicznych muszą tam istnieć inne, może nawet nie dające się wykazać mikroskopowo.



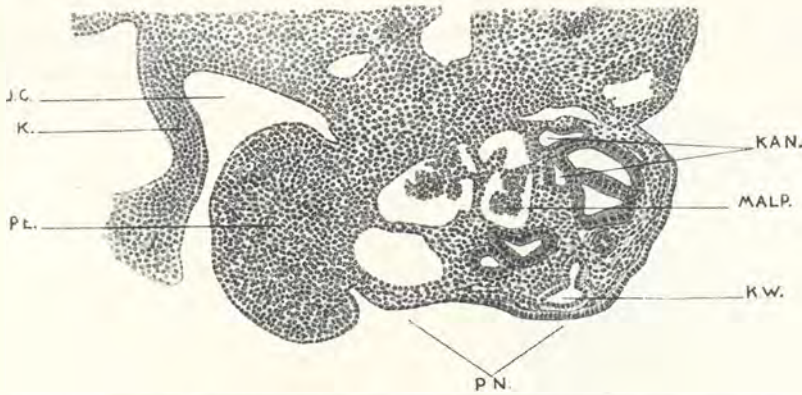
Ryc. 513. Listwa płciowa zarodka ludzkiego długości 12 mm, w przekroju strzałkowym. KP. — kanalik pranercza, LP. — listwa płciowa, N. — naczynie krwionośne. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

po stronie wewnętrznej i zwróconej ku krezce jelitowej: jest to listwa płciowa (*plica genitalis* — ryc. 513). U 6-tygodniowego zarodka podział ten jest już wyraźnie widoczny na preparatach skrawkowych (Ryc. 514, 515).

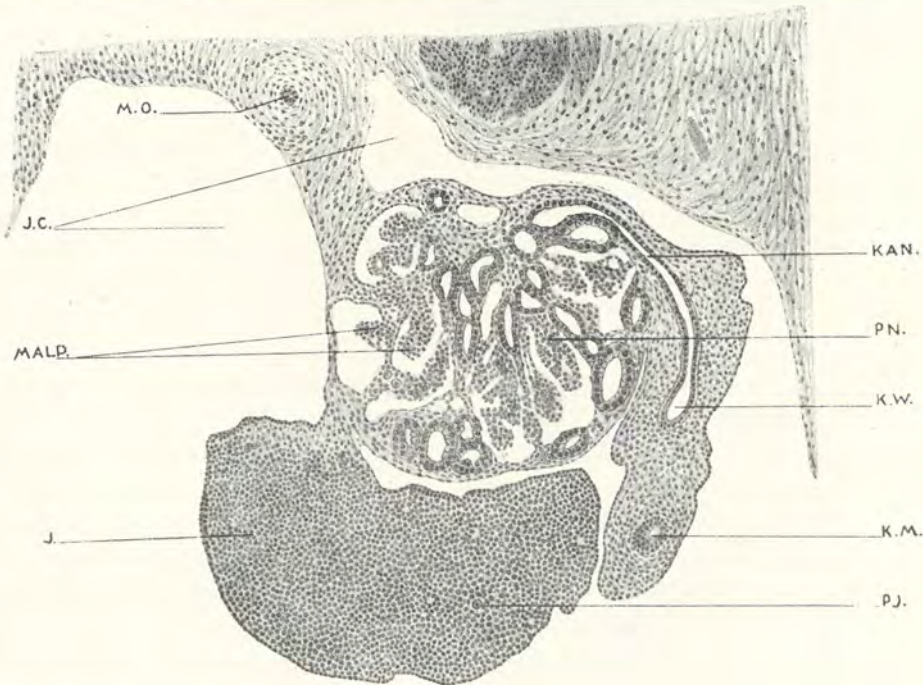
Pierwszy związek gruczołu płciowego człowieka pojawia się u zarodka w drugiej połowie pierwszego miesiąca życia embrionalnego na wewnętrznej ścianie fałdu otrzewnego, otaczającego pranercze (Ryc. 448 G.). Przypomnijmy sobie, że pranercze leży otoczone błoną otrzewną po stronie grzbietowej, obok krezki jelitowej w okolicy lędźwiowej i dolnej piersiowej zarodka. W tym okresie związek gruczołów rozrodczych i pranercza ujęte są w fałd otrzewnej biegnący parzyście w zarodku, który nosi nazwę listwy moczopłciowej (*plica urogenitalis*). Te stosunki topograficzne widać np. na przekroju czterodniowego zarodka kurczęcia (Ryc. 513).

Każdostronna taka listwa składa się z dwóch części: 1) większej, otaczającej pranercze (*plica mesonephridis*), umieszczonej po stronie zewnętrznej i 2) mniejszej, leżącej

Wewnątrz tego narządu pierwotnego prócz pranercza da się zauważyć w listwie płciowej nagromadzenie komórek, stanowiących mate-

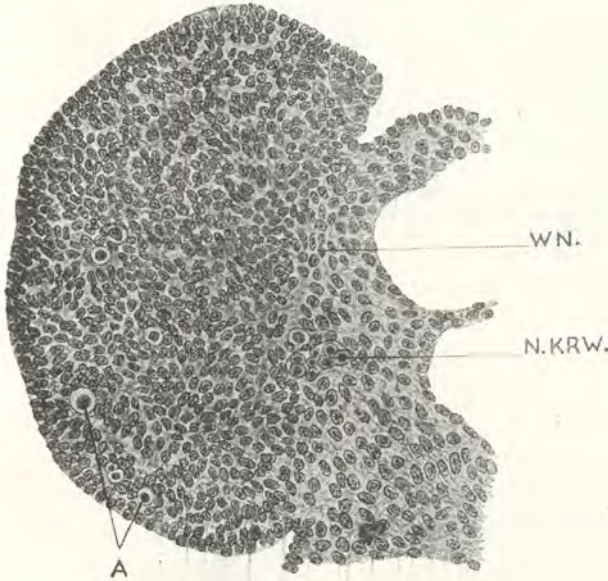


Ryc. 514. Przekrój poprzeczny przez pranercze i gruczoł płciowy sześciotygodniowego zarodka ludzkiego (długości 13 mm). *J. C.* — jama ciała, *K.* — krezka, *K. W.* — kanał Wolffa, *KAN.* — kanaliki pranercza, *MALP.* — kłębek Malpighiego, *P.L.* — gruczoł płciowy, *P.N.* — pranercze. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.



Ryc. 515. Przekrój poprzeczny przez pranercze i zawiązek gruczołu płciowego zarodka ludzkiego, długości około 27 mm. *J.* — jajnik, *J. C.* — jama ciała, *K. M.* — kanał Müllera, *K. W.* — kanał Wolffa, *KAN.* — kanaliki pranercza uchodzący do kanału Wolffa, *M. O.* — moczowód ostateczny, *MALP.* — kłębki Malpighiego, *P.J.* — prajaja, *P.N.* — pranercze. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

riał na budowę przyszłej gonady. Przypatrzmy mu się bliżej: w zewnętrznych warstwach, będących otrzewnowym pokryciem tej listwy, widać nabłonek walcowaty i w niektórych miejscach ułożony w kilku warstwach (Ryc. 513, 516, 517). Pod jego osłoną leżą sznury o charakterze nabłonkowym pochodzenia najprawdopodobniej otrzewnowego¹⁾. Sznury



Ryc. 516. Przekrój przez gruczoł płciowy zarodka ludzkiego, długości 13 mm. Silniejsze powiększenie części ryciny 514. A — komórki macierzyste elementów płciowych, N. KRW. — naczynie krwionośne, WN. — komórki wnętrza gruczołu płciowego.

te biegną promienisto ku środkowi narządu. Wewnątrz tych sznurów komórkowych postaci nabłonkowej widać porzucane duże elementy o jasnej plazmie i dużym pęcherzykowatym jądrze. Są to opisane powyżej elementy nabłonka płciowego, które, wyposażone w zdolność ruchu pelzackowego, dostają się do zawiązka gruczołu płciowego. Sznury nabłonka, który zawiera między innymi elementami komórki nabłonka płciowego, porzucane są od siebie pasmami tkanki łącznej.

Omawiając materiały, z których będzie organizowany gruczoł płciowy, nie zapominajmy o bez-

pośrednim sąsiedztwie zawiązka gruczołu z pranerczem. Kanaliki tego narządu zobaczymy potem wrastające do zawiązka gruczołu płciowego i wstępujące w usługi tego organu. Początkowo tkanka gruczołów płciowych jest jakby włączona w błonę otrzewnową (por. ryc. 448, 513). Dopiero u zarodka długości około 11 mm zaczyna się wyodrębniać materiał, przeznaczony na budowę jądra czy jajnika, jako zawiązek oddzielnego narządu, mający też już własną kreskę związaną z otrzewną (Ryc. 514, 515).

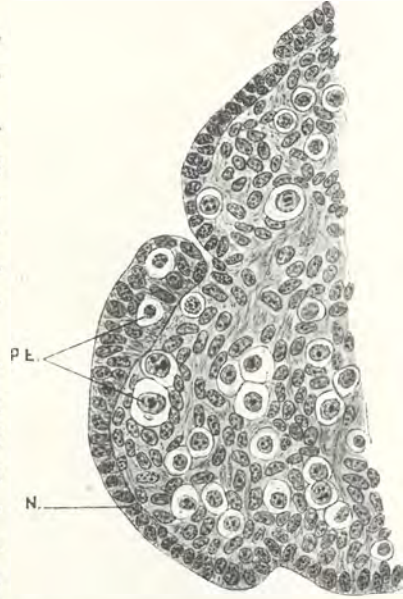
¹⁾ Według niektórych autorów ma to być tkanka łączna, której komórki przybrały postać nabłonka. Hipoteza ta nie wydaje mi się prawdopodobną.

organizuje się w okresie różnicowania pierwszorzędných cech płciowych gruczoł płciowy męski, czyli jądro, albo gruczoł płciowy żeński, czyli jajnik. Rozpatrzmy teraz przebieg obu tych procesów.

Różnicowanie jądra i dróg odprowadzających męskiego narządu płciowego.

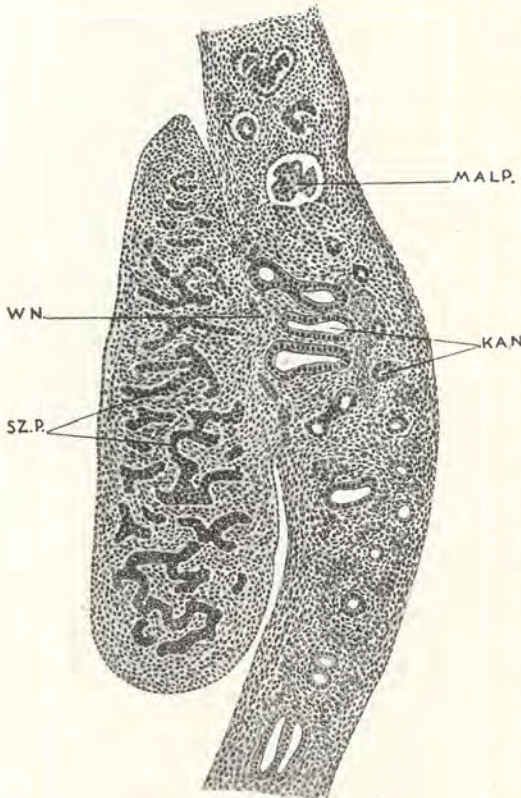
Organizację gruczołu płciowego męskiego, która dokonywa się w 2-gim i 3-cim miesiącu życia zarodkowego, omówimy na podstawie użytkownika materiałów zawartych w nieodróżnicowanej gonadzie, których kategorie podaliśmy powyżej.

Nabłonek otrzewnowy i płciowy pokrywa w 2-gim miesiącu gonadę od zewnątrz i wchodzi pasmami w głąb zawiązka gruczołowego. Potem w końcu 2-go miesiąca tkanka mezenchymatyczna, tworząc pod powierzchownym nabłonkiem warstwę jednolitą, oddziela ostatecznie nabłonek powierzchniowy od nabłonka ułożonego w głębi gruczołu. Nabłonek powierzchniowy stanowić będzie pokrycie osłony białawej jądra (*tunica albuginea*), która rozwija się z tkanki mezenchymatycznej pod nim leżącej. Nabłonek w głębi gruczołu jest materiałem do utworzenia funkcjonującej części jądra; początkowo robi on wrażenie tkanki niezorganizowanej. Tworzy on pasma anastomozujące ze sobą i coraz to innej grubości, rozrzucone w tkance mezenchymatycznej, a zupełnie nie łączy się z nabłonkiem powierzchniowym. W 3-cim miesiącu nabłonek wewnętrzny układa się w sznury (Ryc. 518), zbiegające się w przyszłej wnęce jądra. W pierwszej połowie ciąży są one zupełnie lite (Ryc. 519, 520), a dopiero koło 7-go miesiąca szeregują się i tworzą między sobą szczelinowate światło, początkowo niejednociągłe, zaznaczające przeistoczenie się sznurów w kanaliki. Sznury te od strony powierzchni jądra mają komórki ułożone luźno, są grube, w kierunku wnętrza mają gęste utkanie, lecz są znacznie cieńsze. Wśród nieodróżnicowanych komórek, wchodzących w skład sznurów, widać od początku porzucane komórki nabłonka płciowego, które potem (zarodek 70 mm) występują coraz wyraźniej; są to spermatogonie.



Ryc. 517. Przekrój przez część gruczołu płciowego (jajnika) zarodka ludzkiego, długości 27 mm. N. — nabłonek płciowy, P.L. — komórki płciowe. Według preparatu zakładu biol. embriol. U. J.

Inne komórki nabłonkowe mają właściwości elementów zrębowych i są nabłonkiem pochodzenia otrzewnowego. Niektóre komórki tej ostatniej kategorii rosną mocno, u podstawy są wydatnie rozszerzone, a ku przyszlęmu światłu zaostrome, — są to komórki, które w histologii noszą nazwę komórek Sertoliego. Przypisują im rolę odżywczą w stosunku do nabłonka płciowego. Sznury nabłonkowe powyżej opisane są



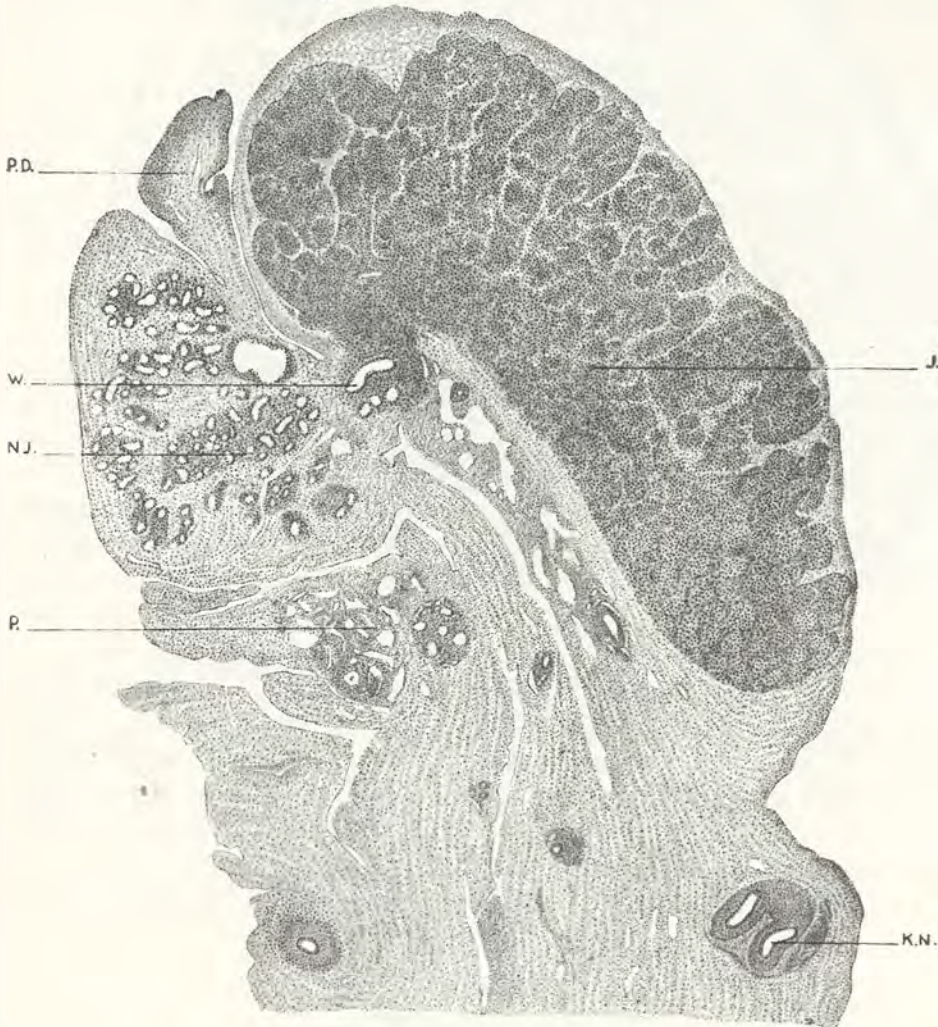
Ryc. 518. Przekrój przez jądro i pranercze zarodka ludzkiego z początku 3. miesiąca; rycina nieco zeschematyzowana. KAN. — kanaliki pranercza, MALP. — kłębki Malpighiego pranercza, SZ. P. — sznury płciowe, WN. — wnęka jądra. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

519), a stąd między zraziki wchodzi przegrody jądra (*septula testis*), które utrwalają całą budowę zrazikową. W obrębie wnęki rozgałęzia się znana nam już sieć jądra (Ryc. 520). W mezenchymatycznej tkance przegród pojawiają się też duże tzw. międzymiędzyowe (interstycjalne) komórki, zwane komórkami Leydiga, których liczba wzrasta się później w okresie pokwitania.

zawiązkiem kanalików, które w końcu życia płodowego wydłużają się przez wzrost i rozmnażanie komórek i przybierają przebieg kręty: dlatego nazywamy je kanalikami krętymi albo nasiennymi (*tubuli contorti sive seminiferi*). Ich końcowe odcinki przy wniecie mają przebieg prosty, noszą też nazwę kanalików prostych (*tubuli recti*), które anastomozując ze sobą tworzą sieć jądra (*rete testis*). Do jednego kanalika prostego uchodzi zwykle 3—4 kanalików krętych tworząc razem zrazik jądra (*lobulus testis*).

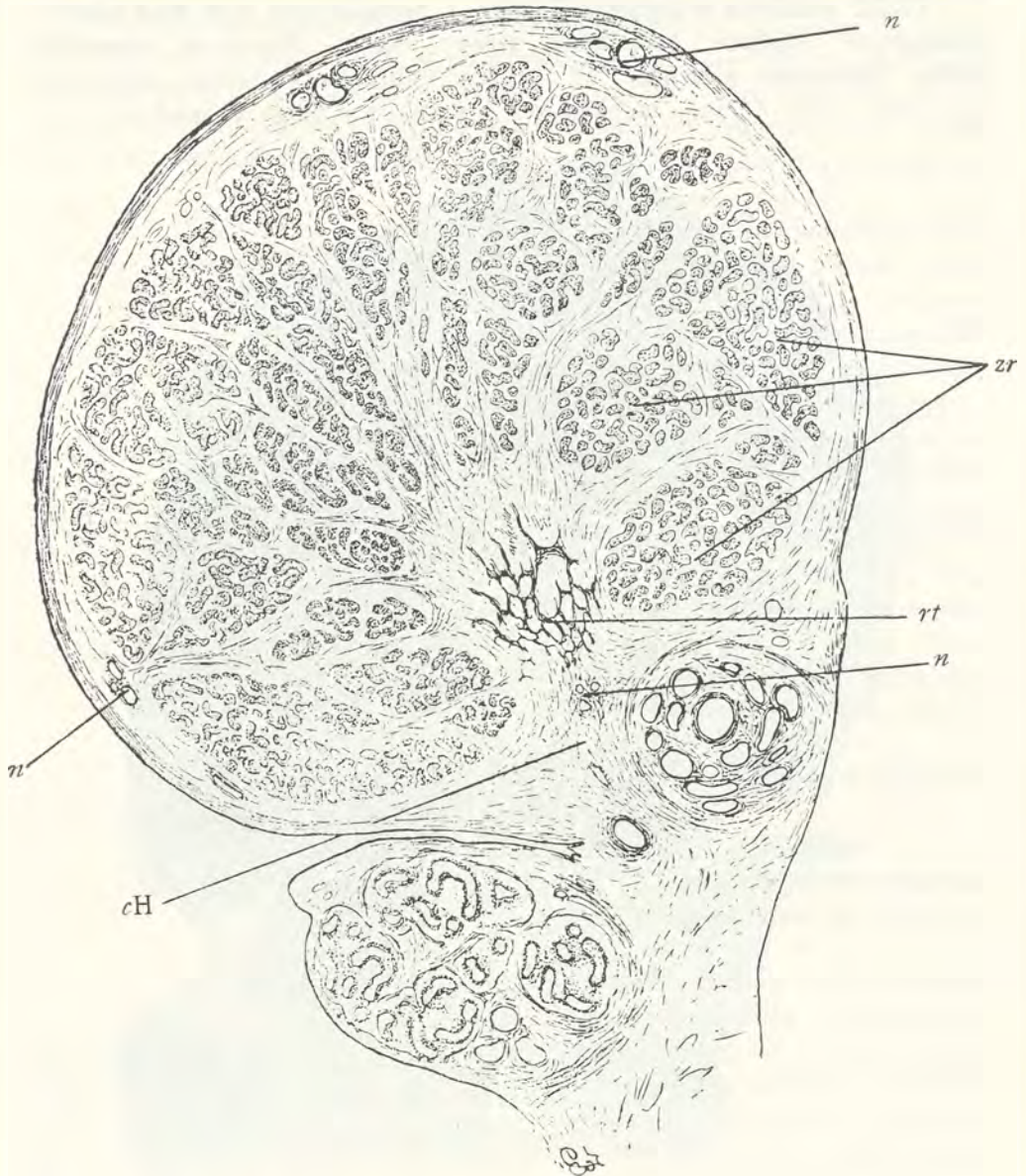
Tkanka mezenchymatyczna w organizacji jądra ma znaczenie zarówno w strukturze osłony jądra jak też tworzeniu rusztowania dla składników funkcjonujących. Co do osłony jądra (*tunica albuginea testis*), to z tylnego górnego odcinka tej osłonki wnika w głąb jądra zgrubiała tkanka mezenchymatyczna jako tzw. wnęka jądra (*mediastinum testis* — ryc.

Udział pranercza w organizacji jądra i początkowych jego dróg odprowadzających. Najądrze. Szczątkowe organy męskie. Przemiana przewodu Wolffa. Pęcherzyki nasienne. W okresie redukcji pranercza ogromna jego część, cały odcinek dogłowy i środkowy ulega rozpadowi cał-



Ryc. 519. Przekrój przez jądro pięciomiesięcznego zarodka ludzkiego. J. — jądro, K. N. — kanał nasienny, NJ. — najądrze, P. — pozostałość pranercza, prawdopodobnie przyszłe przyjądrze (*paradidimis*), P. D. — przydatek jądra (z ujściem kanału Müllera), W. — wnęka. Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

kowitemu, a więc zarówno kłębuszki jak i kanaliki. Pozostaje zatem tylko odcinek doogonowy, który ma wejść częściowo w usługi narządu płciowego. W odcinku tym ulegają jednak wprzód rozpadowi ciałka Malpighiego, natomiast kanaliki pranercza zbierające otwie-



Ryc. 520. Przekrój przez jądro dziecka z przyjadrzem. *cH* — *corpus Highmori*, *n* — naczynia krwionośne, *rt* — *rete testis*, *zr* — zraziki kanalików nasieniotwórczych. Według Godlewskiego z Hoyer'a sen.

rają swe światło, jak wiemy, do przewodu Wolffa. Z drugiej strony natomiast zatracają one łączność z przewodami wydzielniczymi prancerza i kończą się ślepo. Te ślepe ich zakończenia wrastają we wnękę jądra, łącząc się z jego kanalikami prostymi w sieci jądrowej. W ten sposób jądro zyskuje drogę odprowadzającą, wiodącą ku przewodowi ją-

dra. Nim kanaliki pranercza tam dojdą, tworzą organ, zwany najądrzem (*epididymis* — ryc. 519, 520, 556 NJ.), w którym, jak z anatomii wiadomo, wyróżniamy głowę (*caput epididymidis*), trzon (*corpus*) i ogon (*cauda*). Narząd ten zbudowany jest z podłużnych, nieco krętych kanalików, które zdążają do moczowodu pierwotnego, czyli kanału Wolffa. Przewód ten wchodzi obecnie w usługi narządu płciowego. Pewna grupa kanalików pranercza łącznie z ciałkiem Malpighiego tworzy narząd szczątkowy, układający się obok jądra jako przyjądrze (*paradidymis* — ryc. 556, PJ.); inne oddzielne kanaliki utrzymują się w łączności z kanałem Wolffa jako tzw. kanaliki zbaczające (*vasa aberrantia sive ductus aberrantes*). Paru uwag wymaga też los dalszy kanału Wolffa. Odcinek najbardziej posunięty ku głowie ulega albo zwyrodnieniu, albo też tworzy szczątkowy twór pęcherzykowaty i uszypułowany, który zwiemy przyczepką najądrza (*hydatis epididymidis*). Główna część kanału Wolffa obejmuje funkcje przewodu, odprowadzającego później nasienie, jako tzw. nasieniowód (*ductus deferens*), który w życiu zarodkowym rośnie mocno wzdłuż i tworzy skręty. Część tychże kryje tkanka łączna najądrza. Ostatni odcinek biegnący prosto, a otwierający się do zatoki moczopłciowej nosi nazwę kanalika wytryskowego (*ductus ejaculatorius*). Poprzedza go tzw. bańka nasieniowodu (*ampulla ductus deferentis*). Światło nasieniowodu w życiu zarodkowym wyściela nabłonek dwu- lub wielowarstwowy.

Od nasieniowodu w odcinku dolnym obok rozszerzenia bańkowego wypukła się szeroki uchylek, który stanowi zawiązek pęcherzyków nasennych (Ryc. 547, 548 V. S.). W 4-tym miesiącu tworzą się też boczne uchylki pęcherzyka nasiennego, a mniej więcej w połowie ciąży odsznurowuje się on od nasieniowodu utrzymując z nim łączność tylko przez oddzielny przewód.

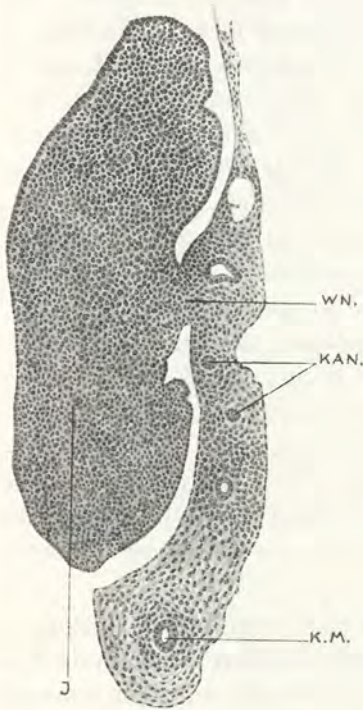
O narządach szczątkowych, które u mężczyzny tworzą się z tzw. przewodu Müllera, będzie mowa poniżej (patrz str. 208).

Różnicowanie jajnika.

Różnicowanie zawiązka gonady w jajnik zaczyna się w 2-gim miesiącu życia śródmacicznego. Charakterystyczną cechą tego procesu w przeciwstawieniu do różnicowania w kierunku jądra męskiego jest w początkowych okresach tworzenia jajnika słabszy rozwój tkanki mezenchymatycznej i pewne mocniejsze zespolenie tkanki nabłonkowej (Ryc. 521, 522).

Zawiązek gruczołu żeńskiego z trzeciego miesiąca składa się z nabłonka powierzchniowego, czyli nabłonka gruczołu płciowego, i tkanki mezenchymatycznej. Nabłonek ten jest pochodzenia otrzewnowego i zawiera między poszczególnymi ko-

mórkami elementy nabłonka płciowego opisane powyżej (str. 190). Powierzchnowa warstwa jajnika zarodkowego, tzw. kora pierwotna jajnika, stanowi kilkuwarstwową pokład tych komórek; pod nim leży pierwotna warstwa biaława (*tunica albuginea primordialis* -- ryc. 523) złożona z dość zbitej przerywanej warstwy mezen-



Ryc. 521. Przekrój przez jajnik zarodka ludzkiego, długości 43 mm. *J* — jajnik, *K. M.* — kanał Müllera, *KAN.* — kanaliki pranercza, *WN.* — wnęka jajnika. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

chymatycznej. W głębi pod nią w warstwie mezenchymatycznej luźnej układają się obok siebie sznury nabłonka zbite i wrastające w głąb, w tkankę mezenchymatyczną stanowiącą pierwotną warstwę rdzenną.

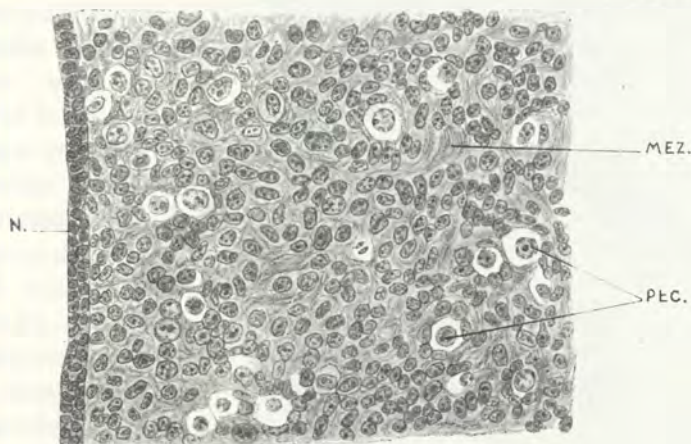
Taka organizacja utrzymuje się do 4-go miesiąca. W tym okresie dokonywa się różnicowanie sznurów nabłonkowych pierwotnej substancji rdzennej i korowej, tzw. sznurów Pflügera.

W okresie między 3-cim a 4-tym miesiącem tkanka mezenchymatyczna nie tylko wyraźnie wyodrębnia od siebie poszczególne sznury, ale i przerastając je poprzecznie rozdziela na mniejsze grupy komórek, czyli zawiązki pierwotne jajnikowych pęcherzyków Graafa. Przy dalszym ich organizowaniu rozmnożone komórki nabłonkowe układają się dokoła komórek jajotwórczych i tworzą w ten sposób zawiązki pęcherzyków. Pęcherzyk każdy od zewnątrz otacza warstewka tkanki łącznej jako osłonka pęcherzyka (*theca folliculi*). Między komórkami wypełniającymi go szczelnie pojawiają się początkowo, w czasie tzw. dojrzewania pęcherzyka, nieliczne przestrzenie wolne, które łączą się w małe jamki, a następnie w jamkę pęcherzykową (*antrum folliculi*). Jamkę tę wypełnia ciecz groma-

dząca się w coraz większej ilości, a badania fizjologiczne udowodniły, że znajduje się w niej hormon pęcherzykowy o niezmiernie doniosłym znaczeniu w życiu i czynnościach płciowych ustroju kobiecego.

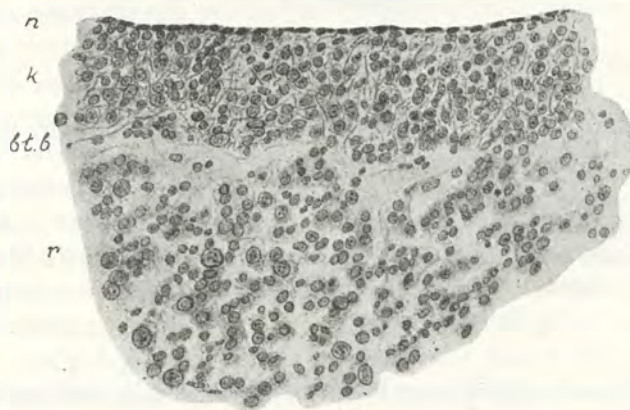
Jamka zajmuje olbrzymią część przestrzeni pęcherzyka Graafa wysłanej kilkuwarstwową osłonką, tzw. warstwą ziarnistą (*stratum granulosum*). Po jednej stronie wznosi się w obręb światła wypełnionego cieczą wzgórek zarodkowy (*cumulus oophorus* vel *discus proligerus*), a w nim wśród elementów nabłonkowych mieści się niedojrzałe jajo (oocyt I. rzędu).

W 4-tym miesiącu życia zarodkowego zaczyna się drugi okres różnicowania jajnika. Przeważna część pęcherzyków, które się wytworzyły w pierwotnej warstwie rdzennej, zanika w krótkim czasie po powstaniu. Na ich miejscu rozrasta się tkanka łączna i wskutek tego warstwa rdzenna pierwotna zamienia się w warstwę rdzenną wtórną, która potem daje

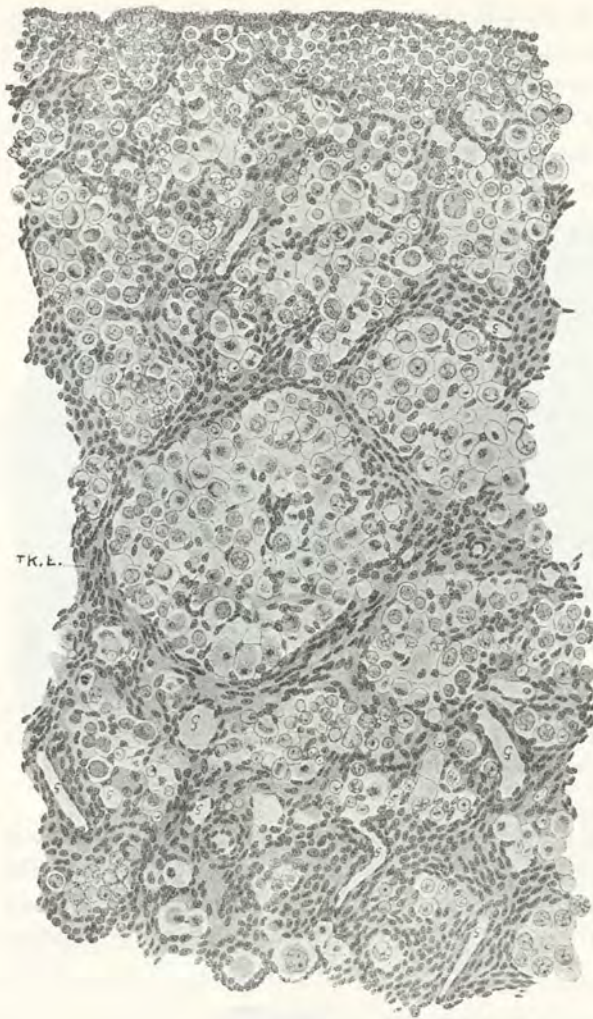


Ryc. 522. Przekrój przez część jajnika zarodka ludzkiego, długości 43 mm. Fragment ryciny 521. MEZ. — tkanka mezenchymatyczna rozdzielająca przyszłe pęcherzyki, N. — nabłonek płciowy, PEC. — komórki płciowe (prajaja).

zrąb jajnika (*stroma ovarii*). Pęcherzyki utrzymują się tylko w warstwie obwodowej, stanowiącej obecnie warstwę korową wtórną. Od zewnątrz pokrywa ją wtórna błona biaława (*tunica albuginea definitiva*), która na powierzchni przykryta jest jednowarstwowym obecnie nabłonkiem.



Ryc. 523. Przekrój przez jajnik zarodka ludzkiego z 4-go miesiąca. *bt. b* — pierwotna błona biaława, *k* — część korowa, *n* — nabłonek powierzchniowy, *r* — rdzenna część. Według Bühlera.



Ryc. 524. Przekrój przez jajnik zarodka ludzkiego długości 27 cm. Tkanka łączna poprzerastała cały jajnik swymi beleczkami. Ku środkowi (na rycinie część dolna) jest ta sieć łącznotkankowa mniej gęsta, niż na obwodzie. W okach sieci tkanki łącznej leżą grupy komórek jajowych, z których przeważna część jest w stadium degeneracji. Naczynia są w swym świetle oznaczone literą G. TK. L. — beleczki tkanki łącznej. Według *Felixa* z *Keibla* i *Malla*.

Do sieci pasm jajnikowych dorastają w czasie zanikania pranercza kanaliki idące z dogłowego odcinka pranercza, które jednak nie funkcjonują jako drogi odprowadzające dla jaj. Są to więc narządy szczątkowe, zwane nadjajnikiem (*epoophoron*) i przyjajnikiem

We wtórnej warstwie korowej jajnika toczy się dalej różnicowanie pęcherzyków. Pęcherzyki pierwotne ulegają podziałowi wskutek rozdzielania ich przez tkankę mezenchymatyczną i zdążają do tego, aby w takim pęcherzyku wtórnym wśród grupy komórek pochodzenia otrzewnowego pozostała ostatecznie tylko jedna komórka płciowa (przyszły oocyt 1-go rz.). Równocześnie część pęcherzyków pierwotnych zanika. Utrzymują się tylko pęcherzyki we wtórnej warstwie korowej, a leżące w głębi i wytworzone wcześniej ulegają degeneracji (Ryc. 524). W końcu okresu życia zarodkowego liczba pęcherzyków jest już duża, ale tworzenie ich trwa do 2—3 roku życia pozamacicznego; później zasadniczo już mają się nie tworzyć nowe pęcherzyki.

W tym drugim okresie w rdzennej części jajnika, wśród tkanki łącznej wykształcają się tzw. komórki śródmiąższowe (*cellulae interstitiales*), odpowiadające u mężczyzny komórkom *Leydiga*.

(*paroophoron*). Te szczątkowe narządy można zobaczyć gołym okiem w krezce jajowodu: nadjajnik przedstawia się jako szereg kanalików zdążających do przewodu, który jest pozostałością kanału Wolffa, czyli pierwotnego moczowodu. Przyjajnik (widoczny tylko u dziecka w ciągu pierwszych paru lat życia) ułożony w krezce jajowodu bliżej macicy zarysowuje się także jako grupa kanalików.

Kończąc teraz opis użytkowania materiału, znajdującego się w zawiązku gonady i przeznaczonego do zorganizowania żeń jajnika, stwierdzamy:

Z nabłonkowej części zawiązka (nabłonek płciowy i otrzewnowy) wytwarzają się w jajniku pęcherzyki Graafa z ich jajami; z tkanki łącznej tworzą się otoczki pęcherzyków, błona biaława słabsza niż u mężczyzn, a wreszcie znaczna część rdzennej partii jajnika.

Pranercze w części środkowej i doogonowej ulega zupełnemu zanikowi. Z dogłowego jego odcinka tworzy się narząd szczątkowy, tzw. nadjajnik (*epoophoron*), złożony z kanału podłużnego (pozostałość dogłowego odcinka kanału Wolffa) i szeregu kanalików poprzecznych dawnego pranercza. Drugim narządem szczątkowym, który powstał z kanalików i z pozostałości kłębków Malpighiego jest przyjajnik, twór o kanalikowej budowie, w krezce jajowodu.

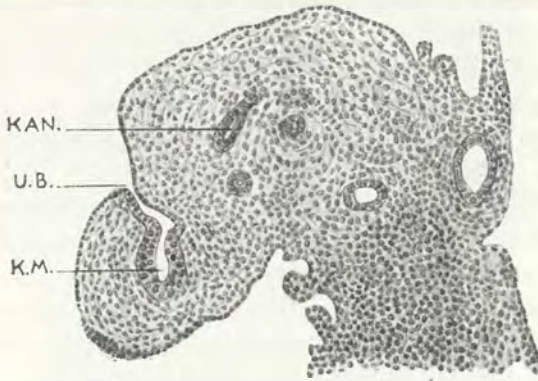
Z powyższych opisów możemy sobie utworzyć obraz jajnika ukształtowanego. W otrzewnej na tzw. krezce jajnikowej mieści się w sąsiedztwie dawnego pranercza twór kształtu fasolowatego, tj. jajnik zarodka. Otacza go błona złożona z podłoża z tkanki łącznej (błona biaława wtórna) pokryta nabłonkiem, który jest pozostałością po nabłonku płciowym i otrzewnowym. Leżąca pod nią wtórna warstwa korowa jajnika zawiera pęcherzyki wtórne jajnikowe.

Pod warstwą korową wtórną leży mięsz rdzenia jajnikowego złożony z pozostałości po sznurach nabłonkowych i sieci wrosłych tam kanalików, wzgl. pasm tkanki pochodzącej z górnego, a częściowo środkowego odcinka pranercza.

Rozwój dróg odprowadzających żeńskiego narządu rozrodczego, jajowodu, macicy i pochwy.

Rozwój ten rozpoczyna się od tworzenia przewodu, nazwanego kanałem Müllera, którego pierwszy zawiązek u zarodka ludzkiego pojawia się w 2-gim miesiącu życia embrionalnego. Miejscem powstawania tego zawiązku jest wolny brzeg listwy moczopłciowej (*plica urogenitalis*). Jest to, jak wiemy, fałd otrzewnej, który leży na bocznej stronie jamy brzusznej i obejmuje pranercze, a jego brzeg wolny posuwa się ku linii środkowej ciała. Otóż na tym wolnym brzegu, w niedalekim sąsiedztwie od moczowodu pierwotnego zaznacza się rynienkowate zagłębienie (Ryc. 525). To zagłębienie nabłonka otrzewnej zapada

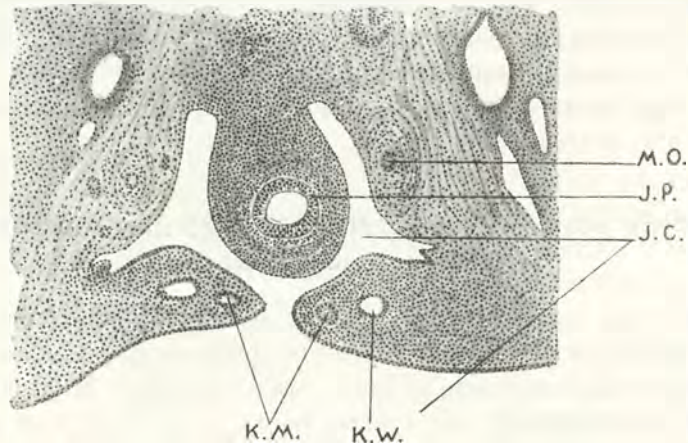
się w tkankę mezenchymatyczną, potem brzegi rynienki zrastają się tworząc kanał, noszący nazwę kanału Müllera, który pozostaje zróżnicowany po obu stronach ciała z listwami moczopłciowymi. Listwy obu



Ryc. 525. Przekrój poprzeczny przez część dogłową faldy pranercza zarodka ludzkiego, długości około 27 mm. Widoczny związek kanału Müllera. K. M. — kanał Müllera, KAN. — kanałek pranercza, U. B. — ujście brzuszne kanału Müllera. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

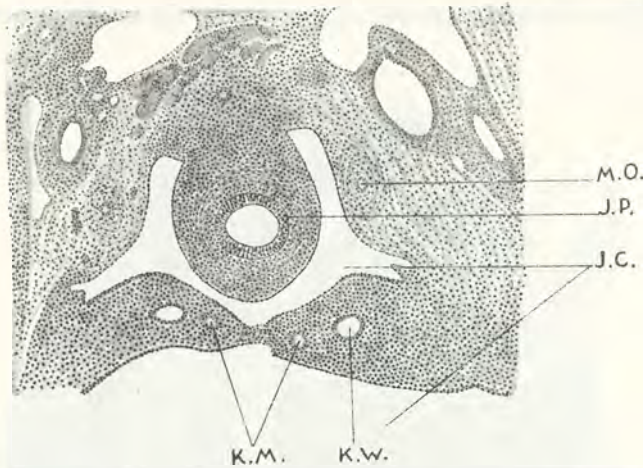
stron w obrębie miednicy zrastają się potem w linii środkowej ciała (Ryc. 526, 527, 528) w jednolity fald, stanowiący poprzeczną przegrodę miednicy ustawioną w płaszczyźnie czołowej. Przegroda ta, tzw. przegroda moczopłciowa (*septum urogenitale*) albo pasmo płciowe (*tractus genitalis*), zawiera moczowody pierwotne i kanały Müllera, a jamę miednicy dzieli na część tylną — którą nazywamy jamą odbytniczo-maciczną albo jamą Douglasa — i przednią, pęcherzowo-maciczną.

Kanały Müllera zawarte wewnątrz omówionej przegrody rosną samodzielnie, tzn., że ich odcinek końcowy, zakończony ślepo, wydłuża się przez rozmnażanie komórek ułożonych na wierzchołku kanału. Prze-



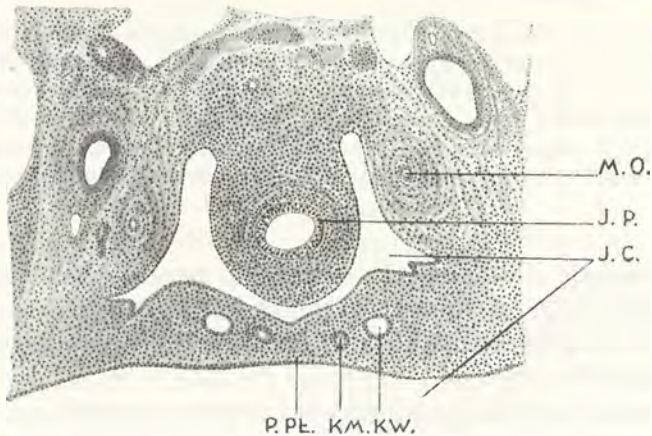
Ryc. 526. Fragment przekroju poprzecznego przez dolną część tułowia zarodka ludzkiego, długości około 27 mm. Tworzenie się przegrody płciowej; fałdy zawierające kanały Müllera i Wolffa zbliżają się do siebie. J. C. — jama ciała, J. P. — jelito proste, K. M. — kanał Müllera, K. W. — kanał Wolffa, M. O. — moczowód ostateczny. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

bieg kanałów Müllera w odcinku głowowym jest równoległy do osi ciała, potem poziomy, a w dolnym odcinku, w obrębie pasma płciowego znów równoległy do kręgosłupa. Zasadniczo przewód ten towarzyszy



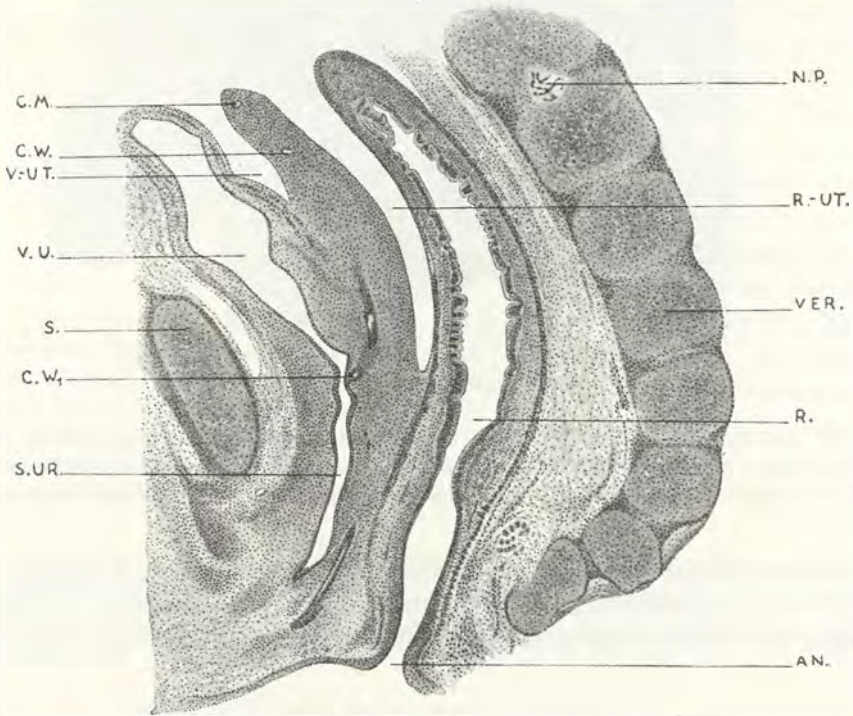
Ryc. 527. Dalszy skrawek preparatu przedstawionego na rycinie poprzedniej. Przegroda płciowa złączona tylko nabłonkiem. *J. C.* — jama ciała, *J. P.* — jelito proste, *K. M.* — kanał Müllera, *K. W.* — kanał Wolffa, *M. O.* — moczowód ostateczny.

w przebiegu kanałowi Wolffa. Ustosunkowanie wzajemne przewodów Müllera do moczowodów pierwotnych, tj. do przewodów Wolffa zmienia się w miarę jak postępuje ich wzrost ku stronie ogonowej. Od-



Ryc. 528. Jeden z dalszych skrawków preparatu przedstawionego na poprzedniej rycinie. Przegroda płciowa już wytworzona na wysokości tego skrawka. *J. C.* — jama ciała, *J. P.* — jelito proste, *K.M.* — kanał Müllera, *K.W.* — kanał Wolffa, *M. O.* — moczowód ostateczny, *P. PŁ.* — przegroda płciowa.

cinki górne (dogłowowe) układają się tak, że kanały Wolffa leżą po stronie wewnętrznej, a kanały Müllera biegną na zewnątrz od nich. Kanały Müllera przechodzą następnie na wewnętrzną stronę kanałów Wolffa, zbliżają się (Ryc. 528) w obrębie pasma płciowego mocno do siebie, a dolne doogonowe odcinki zrastają się ze sobą ściankami. Ich



Ryc. 529. Przekrój strzałkowy przez dolną część tułowia zarodka ludzkiego, długości 43 mm. AN. — anus, C. M. — canalis Mülleri, C. W. — canalis Wolffi, C. W₁ — ujście kanału Wolffa do zatoki moczopłciowej, N. P. — nucleus pulposus, jego zawiązek jako rozszerzenie chordy między kręgami, R. — rectum, R-UT. — excavatio recto-uterina, S. — symphysis, S. UR. — sinus urogenitalis, V. U. — vesica urinaria, V.-UT. — excavatio vesico-uterina, VER. — vertebra. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

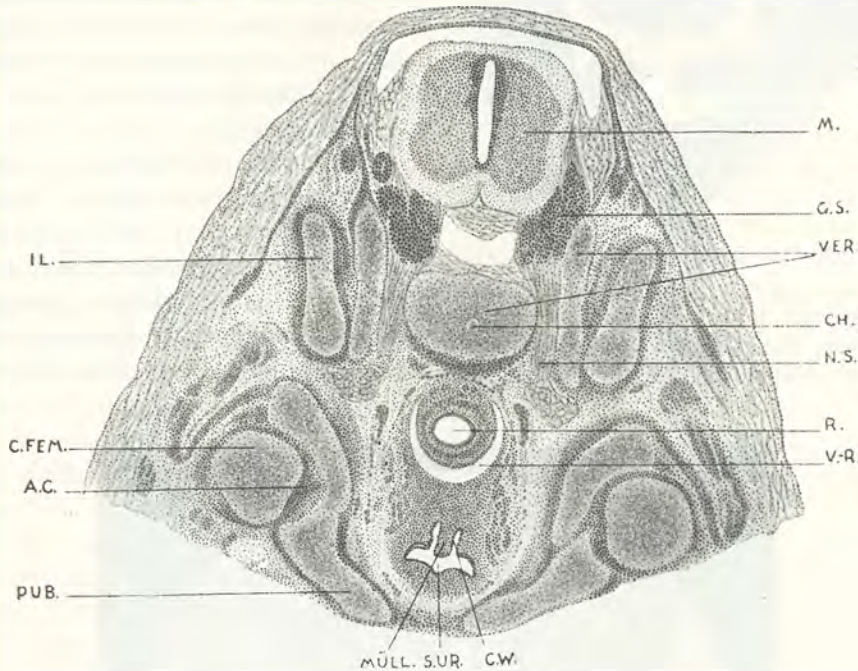
światła utrzymują się oddzielnie w każdym przewodzie. Następnie przegroda utworzona ze zrostu 2-ch ścianek ulega degeneracji, a zrosnięte przewody tworzą jednolity kanał macicznopochwowy (*canalis utero-vaginalis*).

Zespolone ze sobą przewody Müllera i leżące na zewnątrz od nich moczowody pierwotne zszedłszy głębiej w miednicę zginają się pod kątem prawie prostym w kierunku brzuszny (Ryc. 529) i otwierają się do zatoki moczopłciowej (Ryc. 530), o której poniżej będzie obszerniej mowa.

Różnicowanie kanału Müllera w odcinku górnym prowadzi do

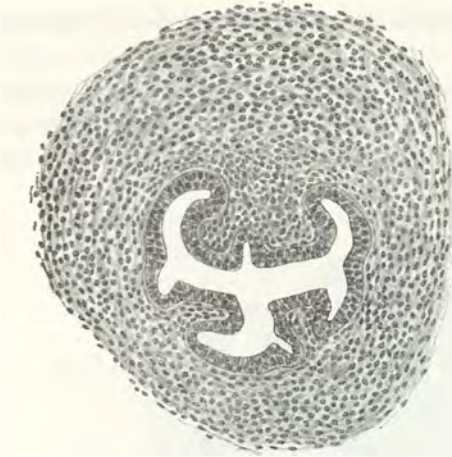
utworzenia jajowodu, czyli trąbki, odcinek zaś środkowy i dolny tworzą macicę i pochwę.

Dotychczas opisany kanał Müllera zbudowany jest prawie wyłącznie z nabłonka ze słabą osłonką z tkanki łącznej. W końcu drugiego miesiąca życia zarodkowego dogłówna połowa kanałów Müllera



Ryc. 530. Przekrój poprzeczny przez tułów zarodka ludzkiego, długości około 27 mm, na wysokości ujść kanałów Wolffa. A. C. — *articulatio coxae*, C. FEM. — *caput femoris*, C. W. — *canalis Wolffii*, CH. — *chorda*, G. S. — *ganglion spinale*, IL. — *ileum*, M. — *medulla*, MÜLL. — *wzgórek Müllera*, N. S. — *nervus spinalis*, PUB. — *pubis*, R. — *rectum*, S. UR. — *sinus urogenitalis*, V.-R. — *excavatio vesico-rectalis*, VER. — *vertebra*. Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

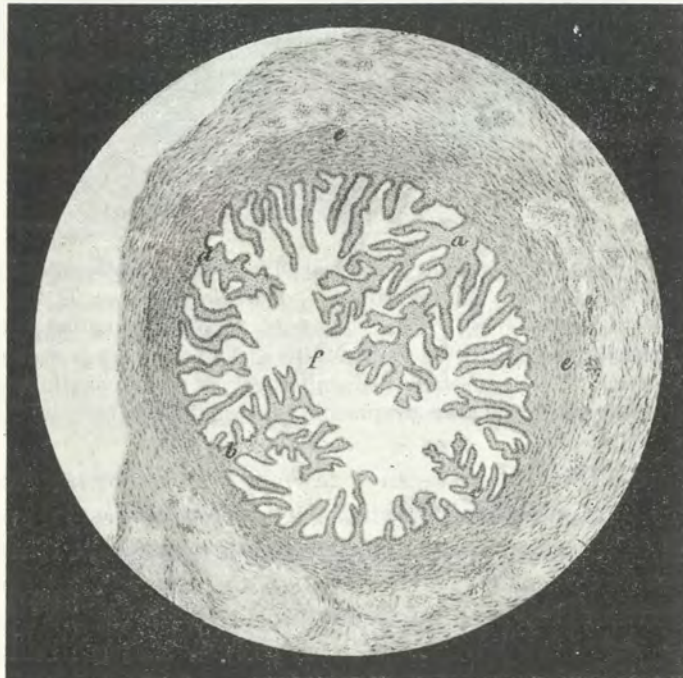
zwiększa nieco ilość tkanki łącznej zewnętrznej, a równocześnie zaczynają się zmiany charakteryzujące organizowanie jajowodów. Nabłonek wyścielający światło tej części przewodu buja i tworzy przez to trzy podłużnie biegnące fałdy (Ryc. 531); na nich potem powstają przez dalsze rozmnażanie komórek fałdy 2-go, 3-cio-rzędne itd. Tą drogą wytwarza się cały labirynt fałdów (Ryc. 532), w których budowie biorą udział zarówno nabłonek jak i tkanka łączna. Leżąca pod nabłonkiem tkanka mezenchymatyczna tworzy nie tylko podstawę dla błony śluzowej, ale także dostarcza materiału do utworzenia mięśni gładkich. Ich warstwa okrężna powstaje prawie w połowie ciąży, a mięśnie podłużne już po urodzeniu.



Ryc. 531. Przekrój przez jajowód zarodka ludzkiego z 5. miesiąca ciąży. W świetle jajowodu widoczne fałdy przyszłej błony śluzowej. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

Ujście brzuszne (*ostium abdominale tubae*) zaznacza się w początku organizacji kanału Müllera przez niedomknięcie rynienki (Ryc. 525 U. B.) na wolnym brzegu listwy moczopłciowej. Równocześnie przy ujściu brzuszным trąbki pozostają tzw. strzępki (*fimbriae*), mające znaczenie przy ewentualnym dostawaniu się jaja do trąbki.

Organizację macicy zapoczątkowuje mocny rozrost tkanki mezenchymatycznej w otoczeniu zrośniętych kanałów Müllera, stanowiących, jak podałem powyżej, przewód maciczo-pochwowy. Ta tkanka mezenchymatyczna dostarcza



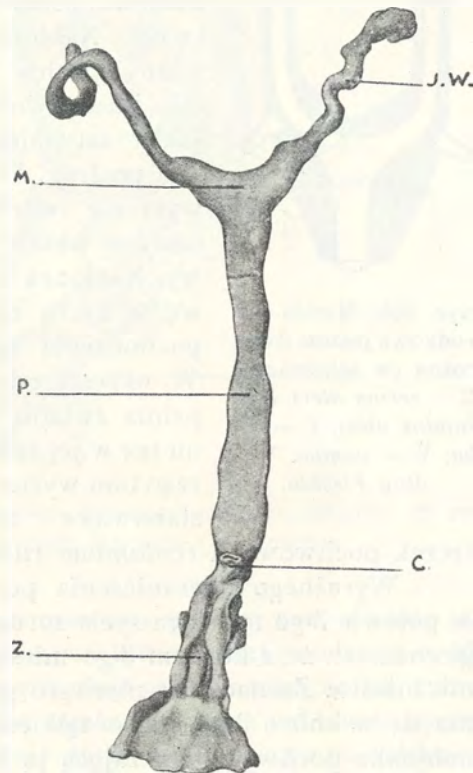
Ryc. 532. Przekrój poprzeczny zewnętrznego odcinka jajowodu 10-miesięcznego płodu ludzkiego. a, b, c — fałdy pierwszorzędne, pierwotne, d — fałd pierwszorzędny, późniejszy, e — warstwa mięsna okrężna, f — światło jajowodu. Według Mikuckiego.

materiału do wytworzenia więzadeł dokola przyszłej macicy stanowiących system więzadła szerokiego macicy (*ligamentum latum*), a nadto do zorganizowania muskulatury macicy.

Dookoła tego przewodu nagromadziła się masa tkanki mezenchymatycznej, która wytworzyła jakby spłaszczony zwal, obejmujący zawiązek przyszłej macicy i pochwy. Zwal ten rozszerza się na boki, tak że da się w nim wyróżnić część osiową i dwie boczne.

Część osiowa zwalu mezenchymatycznego wykazuje mocne zagęszczenie tkanki, z której organizuje się łącznotkankowe podścielisko błony śluzowej macicy i pochwy. Bardziej powierzchowna część tej partii zwalu tkanki mezenchymatycznej dostarcza materiału do utworzenia muskulatury macicy i pochwy. W macicy powstaje najpierw muskulatura okrężna, później podłużna; w pochwie zaś jest przeciwnie. W macicy utrzymuje się stale światło, które wyściela nabłonek. W trzonie macicznym leży jedno- lub wielowarstwowy nabłonek gładki, walcowaty, bez migawek, które zasadniczo powstają dopiero w okresie pokwitania. W obrębie szyi macicy układa się nabłonek w błonie śluzowej w podłużne fałdy, wzgl. w jeden podłużny z bocznymi poprzecznymi fałdami palmowatymi (*plicae palmatae*).

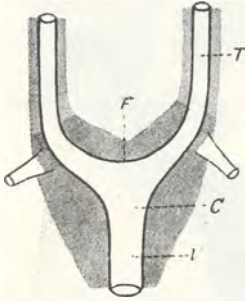
Wzrost macicy zarodka jest nierównomierny. Ponieważ szyjka macicy wzrasta dużo mocniej niż trzon, przeto przybiera ona w połowie ciąży charakterystyczną wydłużoną postać (*uterus foetalis* — ryc. 533). Wzrostem tym kierować mają hormony łożyskowe. W pierwszych latach życia pozazarodkowego macica wzrasta bardzo wolno. Długość jej u 5-cioletniego dziecka nie różni się od długości macicy u 9-letniej dziewczynki. Potem dopiero wzrost jej jest mocno przyspieszony, zwłaszcza po okresie pokwitania, jednak nie jest równomierny w poszczególnych odcinkach. W okresie pokwitania formuje się macica: rozrasta się jej trzon



Ryc. 533. Model nabłonka wewnętrznych żeńskich organów płciowych zarodka ludzkiego, długości 97 mm. C. — cewka moczowa, JW. jajowód prawy, M. — macica, P. — pochwa, Z. — zatoka moczopłciowa. Według Bromana.

i dno, które się równocześnie wysklepia (Ryc. 534, 535). W ten sposób macica ma później trzon dłuższy aniżeli szyjkę maciczną. Ta przemiana proporcji zmienia macicę dziewczęcą w macicę dziewiczą.

W rozwoju p o c h w y, która powstaje z ostatniego odcinka przewodu maciczno-pochwowego, utrzymuje się znacznie dłużej niż w ma-

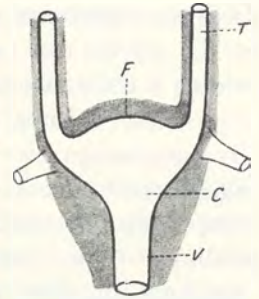


Ryc. 534. Macica zarodkowa jeszcze dwurożna (w schemacie). C — cervix uteri, F — fundus uteri, T — tuba, V — vagina. Według Fischla.

macicy przegroda, stanowiąca pozostałość ścianek kanału Müllera. Nabłonek wyścielający ściany pochwy rozmnaża się tak intensywnie, że wypełnia jakby zatykając czopem przyszłą pochwę. W życiu zarodkowym nie tworzą się też gruczoly w błonie śluzowej pochwy. Nabłonek zatykający pochwę w życiu zarodkowym jest pochodzenia mezodermalnego. W okresie gdy nabłonek wypełnia światło pochwy, wrasta on też w jej tkankę łączną tworząc tam wyrostki nabłonkowe, stanowiące zawiązki zmar-

szczek pochwowych (*columnae rugarum*).

Wyraźnego odgraniczenia pochwy od macicy nie widać jeszcze w połowie 3-go miesiąca życia zarodkowego, pochwa rośnie wtedy energicznie, tak że z końcem 3-go miesiąca dosięga tej samej długości, jaką ma macica. Zaznaczenie pierwsze granicy między obu narządami ujawnia się w końcu 3-go i z początkiem 4-go miesiąca przez masowy wzrost nabłonka pochwy w otaczającą ją masę tkanki łącznej (Ryc. 536). Wy-

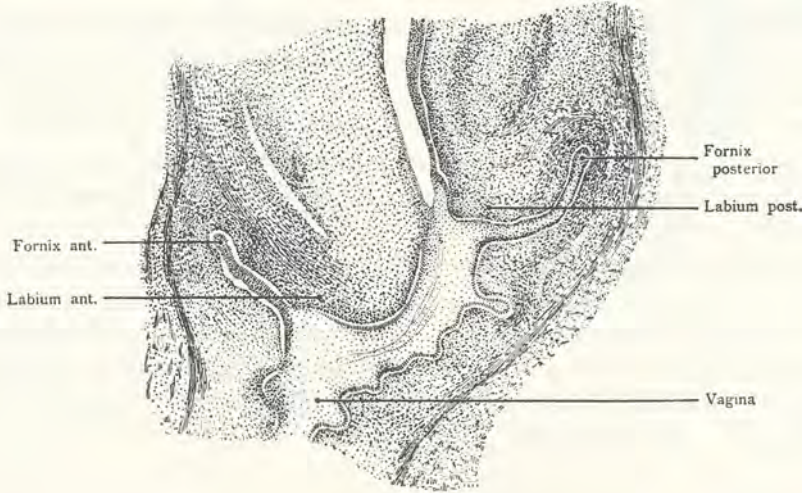


Ryc. 535. Macica o dnie już wysklepionym (w schemacie). C — cervix uteri, F — fundus uteri, T — tuba, V — vagina. Według Fischla.



Ryc. 536. Wycinek z przekroju przez pochwę zarodka ludzkiego z 8-go miesiąca ciąży. Nabłonek pochwy bujający silnie i wrastający w tkankę łączną. N. — nabłonek, P. — światło pochwy, TK. Ł. — tkanka łączna. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

twarza się przez to wał tkanki nabłonkowej, który obejmuje pierścieniowato przyszłą pochwową część macicy. Przednia część tego pierścienia zaczyna się niżej niż tylna (Ryc. 537). Jeżeli ta tkanka nabłonkowa ulegnie rozpadowi, to w miejscu gdzie ona była, powstanie wolna przestrzeń, a odcinek dolny macicy objęty będzie nie przez pierścień nabłon-



Ryc. 537. Część kanału maciczno-pochwowego zarodka ludzkiego, długości 28 cm, w przekroju strzałkowym. Według Marocco z Kollmanna.

kowy, ale przez wolną przestrzeń, stanowiącą później tzw. sklepienie i a p o c h w y (*fornices vaginae*). Na podstawie wyżej podanego opisu rozumieć też będziemy, że sklepienie przednie schodzi niżej aniżeli tylne.

Aż do połowy ciąży pochwa jest zamknięta przez nabłonek wypełniający jej światło. W drugiej połowie życia śródmacicznego nabłonek zanika stopniowo, a pochwa uzyskuje coraz obszerniejsze światło. Przy ujściu pochwy pozostaje tylko pewna ilość nabłonka mezodermalnego, który to ujście zamyka. Wiemy, że przewody Müllera, a więc tym samym pochwa, która z nich powstała, dochodzą do zatoki moczopłciowej (*sinus urogenitalis* — ryc. 529, 533). Jak zobaczymy w następnym rozdziale, zatoka ta jest wysłana nabłonkiem entodermalnym, który zamyka ujście pochwy do zatoki. Między te warstewki nabłonka mezodermalnego od strony pochwy, a entodermalnego od strony zatoki moczopłciowej, w okolicy gdzie uchodzą moczowody pierwotne (wzgórek Müllera) do cewki moczowej, wrasta warstewka tkanki łącznej i razem te 3 warstwy tworzą tzw. błonę dziewiczą (*hymen*). O ile ta warstwa tkanki łącznej jednako rozwinięta utrzymuje się na całym obwodzie, mamy do czynienia z błoną dziewiczą pierścienią. Często w tylnej części błona grubieje mocniej, a w przedniej utrzymuje się słaba lub zanika, — wtedy mówimy o półksiężycowatej błonie dzie-

wiczej (*hymen semilunaris*); przy częściowych zanikach błony dziewiczej może ona przyjmować i inne formy ¹⁾.

Losy przewodu Müllera u mężczyzny.

Przewody Müllera, które u kobiety mają tak ważne znaczenie w organizacji odprowadzających dróg narządu płciowego, u mężczyzny prawie w całym głównym dogłowym odcinku ulegają przeważnie zanikowi. Pozostaje jednak po każdej stronie krótki odcinek, leżący najbardziej dogłowo. Ta pozostałość górnego odcinka przewodu Müllera organizuje się w twór pęcherzykowaty zrastający się z jądrem, tzw. przyczepki pęcherzykowate jądra (*appendix vesiculosa testis* — ryc. 519, 556).

Od miejsca gdzie przewody Müllera zginają się pod kątem prostym w dół, zbliżają się one do siebie i tworzą razem narząd szczątkowy, odpowiadający pochwie kobiecej. Leży on w okolicy gruczołu krokowego otwierając się do zatoki moczopłciowej i nosi nazwę pęcherzyka gruczołu krokowego (*vesicula prostatica*) albo pochwy męskiej (*vagina masculina* — ryc. 548 V. M., 556 P. M.).

Zatoka moczopłciowa (*sinus urogenitalis*), jej powstanie i rozwój.

Narząd moczopłciowy organizuje w swym odcinku doogonowym otwór odprowadzający z czasem jego wydzieliny na zewnątrz. Odcinek ten pozostaje w pewnym okresie życia zarodkowego w związku z odcinkiem końcowym przewodu pokarmowego.

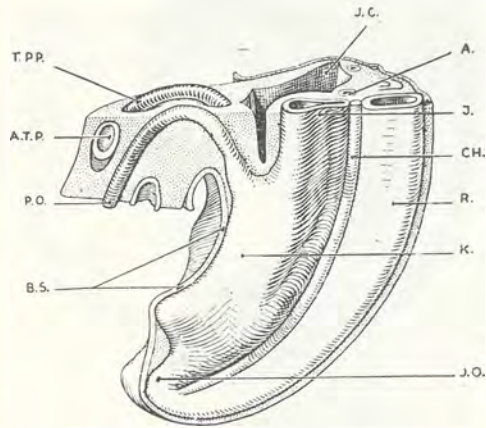
Omawiając zakończenie przewodu pokarmowego (por. str. 141) pisałem, że doogonowy odcinek jelita jest nieco przyplaszczony z boków, ale stanowi rodzaj obszernego woreczka, kończącego się początkowo ślepo. Do tego worka jelitowego w jego końcowym odcinku, opodal ściany brzusznej otwierają się z dwóch stron przewody Wolffa. Ten końcowy odcinek jelita stanowi tzw. stek entodermalny (*cloaca*). Zamykająca go od przodu ścianka entodermalna, która przylega do pokrycia ektodermalnego ściany brzusznej, wytwarza tzw. błonę stekową, czyli kloaczną (*membrana cloacae* — ryc. 538, 539). Leży ona bezpośrednio poza pępkiem ku stronie ogonowej. Tkanka mezenchymatyczna nie istnieje w tej płytce między ekto- i entodermą, a błona stekowa składa się tylko z ekto- i entodermi. Ma się mianowicie wrażenie, że ta tkanka mezenchymatyczna została stąd niejako wyparta na zewnątrz i tworzy dokoła błony stekowej obramowanie wznoszącego się nad poziom wzgórka stekowego, którego część środkową stanowi właśnie błona stekowa, sięgająca początkowo od pępka aż po wzgórkowaty zawiązek ogona.

¹⁾ Porówn. Olbrycht J. Ginekologia Polska, T. VI, 1927.

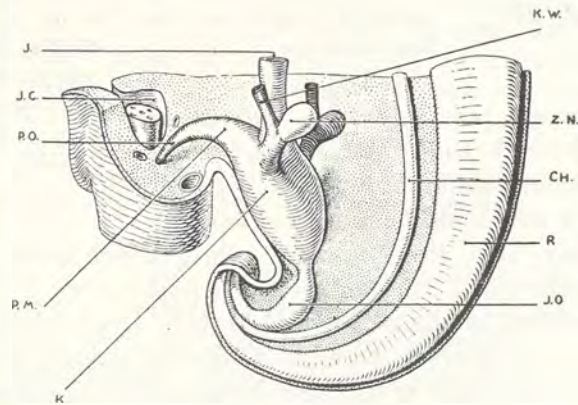
Dogłówny odcinek wzgórkę stekowego wrasta później we wzgórek płciowy, o którym poniżej będzie mowa; przez to ma się wrażenie pewnego skrócenia błony stekowej (Ryc. 540, 541, 542, 543). W obrębie steku otwierają się w jego przedniej części moczowody pierwotne i kanały Müllera. Tylną przykregosłupową część stanowi zawiązek jelita odbytowego. Otóż ten wspólny na razie, ślepo kończący się worek rozdziela się na dwie części. Z bocznych ścian entodermi, stanowiących otoczenie ostatniego odcinka przewodu pokarmowego, wyrastają jak kulisy na scenie dwie przegrody listwowe, które posuwają się do płaszczyzny strzałkowej ciała i zrastają się w środku w jednolitą przegrodę, tzw. przegrodę moczowo-odbytową (*septum uro-rectale* — ryc. 541—543 P.). Entodermalny stek jest teraz przez nią rozdzielony na dwie części: tylną, która pozostaje w usługach przewodu pokarmowego jako jelito odbytowe, i przednią, która stanowi zawiązek pęcherza moczowego, części cewki moczowej oraz tzw. zatoki moczopłciowej. Przez zatokę moczopłciową (*sinus urogenitalis*) rozumiemy więc część dawnego steku, czyli kloaki, wysuniętą najbardziej ku przodowi i dołowi.

Każdej z dwóch części steku odpowiada oddzielny otwór, którymi te narządy otwierają się na zewnątrz. Powstają one w tylnej i przedniej części błony stekowej. Otwór dla końcowej części prze-

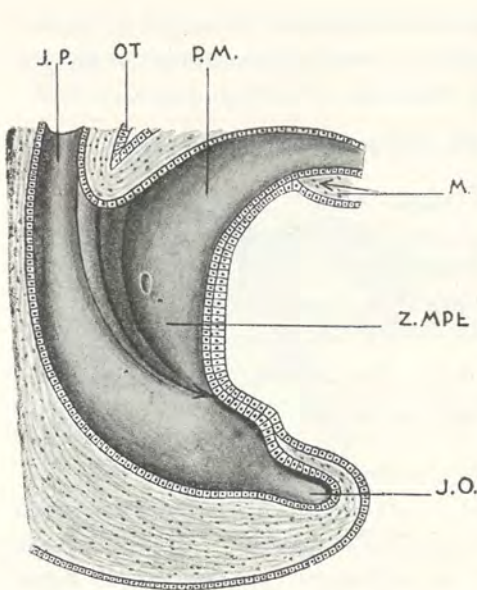
Embriologia szczegółowa



Ryc. 538. Narządy dolnej części tułowia zarodka ludzkiego długości 3 mm, według modelu. A. — aorta, A. T. P. — anastomoza tętnic pępkowych, B. S. — błona stekowa, CH. — chorda, J. — jelito, J. C. — jama ciała, J. O. — jelito ogonowe, K. — kloaka, P. O. — przewód omoczniovy, R. — rdzeń, T. P. P. — tętnica pępkowa prawa. Według Keibla z Kollmanna.



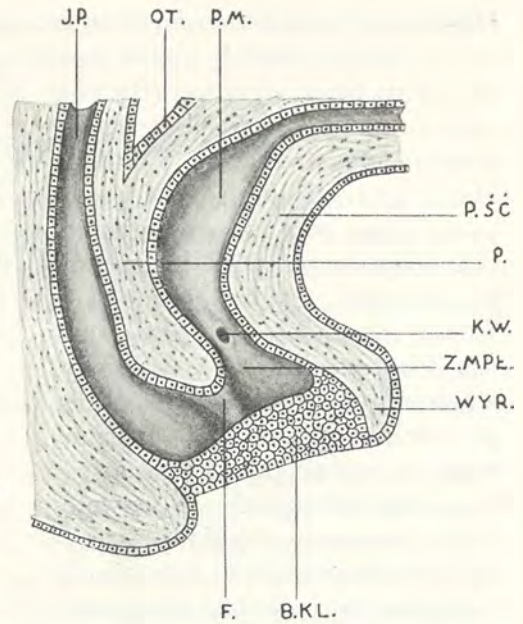
Ryc. 539. Narządy dolnej części tułowia zarodka ludzkiego długości 6,5 mm, według modelu. CH. — chorda, J. — jelito, J. C. — jama ciała, J. O. — jelito ogonowe, K. — kloaka, K. W. — kanał Wolffa, P. M. — pęcherz moczowy, P. O. — przewód omoczniovy, R. — rdzeń, Z. N. — zawiązek nerki. Według Keibla z Kollmanna.



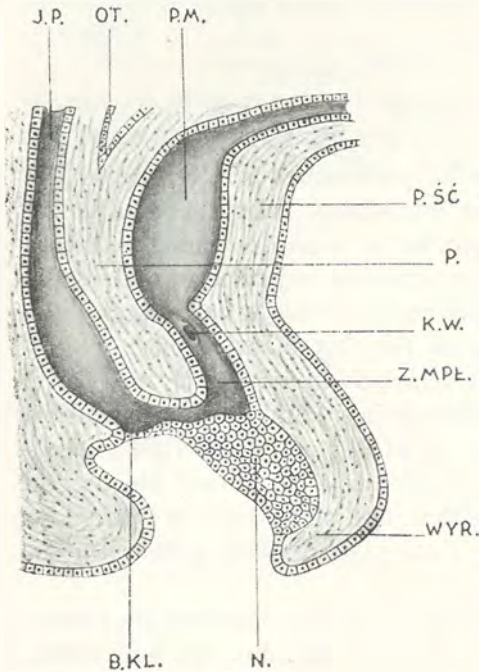
Ryc. 540. Tworzenie się końcowej części jelita i pęcherza moczowego u zarodka ludzkiego; stadium pierwotne, w schemacie. *J. O.* — jelito ogonowe, *J. P.* — jelito proste, *M.* — mezoderma wrastająca między nabłonek ściany brzusznej a zatokę moczopłciową, *OT.* — otrzewna, *P. M.* — pęcherz moczowy, *Z. MPL.* — zatoka moczopłciowa. Według Corninga.

wodu pokarmowego, tj. odbytu (*anus*), znany jest już pod względem genetycznym z rozdziału o przewodzie pokarmowym (por. str. 141). Powstał on w tylnej części błony stekowej, która początkowo zamyka koniec odbytnicy i nosi nazwę błony odbytowej (*membrana analis* — ryc. 551 B. O.). Otwór do zatoki moczopłciowej tworzy się w postaci szczeliny w dolnej brzusznej części zarodka jako tymczasowy otwór w tej części błony stekowej (kloacnej), którą zwiemy błoną cewki moczopłciowej (*membrana urethralis*). Przestrzeń między obu otworami rozrasta się tworząc teren organizacji międzykrocza.

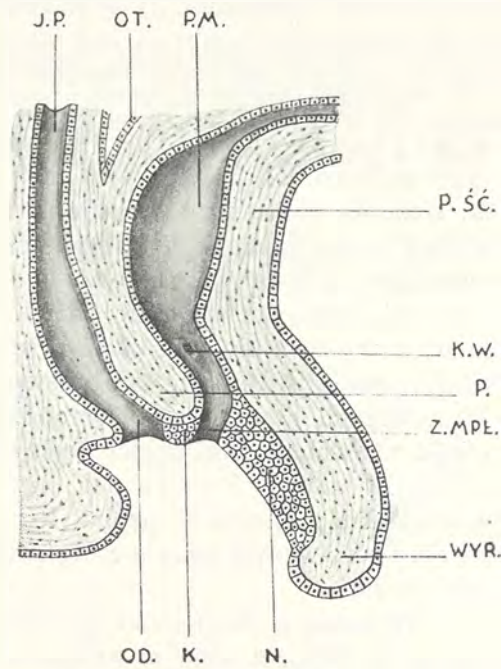
Worek zatoki moczopłciowej wydłuża się mocno i teraz można wyróżnić w nim trzy odcinki. Pierwszy z nich, od strony głowowej, stanowi materiał główny do utworzenia pęcherza moczowego (*pars vesicalis sinus urogenitalis*). Drugim jest zwężony ale dość mocno wydłużony odcinek zatoki moczopłciowej, biegnący przez miednicę ku przodowi: jest



Ryc. 541. Tworzenie się końcowego odcinka jelita i pęcherza moczowego zarodka ludzkiego. Podział steku przez fald odbytniczno-pęcherzowy dalej posunięty, niż na poprzedniej rycinie. Przednia ściana ciała już utworzona. W schemacie. *B. KL.* — błona kloacjna, *F.* — fald tworzący przegrodę odbytniczno-pęcherzową, *J. P.* — jelito proste, *K. W.* — kanał Wolffa, *OT.* — otrzewna, *P.* — przegroda odbytniczno-pęcherzowa, *P. M.* — pęcherz moczowy, *P. ŚĆ.* — przednia ściana brzuszna, *WYR.* — wyrastek płciowy, *Z. MPL.* — zatoka moczopłciowa. Według Corninga.



Ryc. 542. Tworzenie się końcowego odcinka jelita i pęcherza moczowego. Fald tworzący przegrodę odbytniczno-pęcherzową dochodzi prawie zupełnie do błony stekowej. W schemacie. B.KL. — błona kloacalna, J. P. — jelito proste, K. W. — kanał Wolffa, N. — listwa nabłonkowa na dolnej stronie wyrostka płciowego, OT. — otrzewna, P. — przegroda odbytniczno-pęcherzowa, P. M. — pęcherz moczowy, P. ŚĆ. — przednia ściana ciała, WYR. — wyrostek płciowy, Z. MPL. — zatoka moczopłciowa.



Ryc. 543. Tworzenie się końcowego odcinka jelita i pęcherza moczowego. Jelito odbytowe i zatoka moczopłciowa w zupełności już od siebie oddzielone. J. P. — jelito proste, K. — krocze pierwotne, K. W. — kanał Wolffa, N. — nabłonkowa listwa na dolnej stronie wyrostka płciowego, OD. — odbyt, OT. — otrzewna, P. — przegroda odbytniczno-pęcherzowa, P. M. — pęcherz moczowy, P. ŚĆ. — przednia ściana ciała, WYR. — wyrostek płciowy, Z. MPL. — zatoka moczopłciowa. Ryc. 542 i 543 według Corninga.

to tzw. miedniczna część zatoki (*pars pelvina sinus urogenitalis*); trzecią wreszcie częścią jest odcinek wchodzący w wyrostek płciowy (*phallus*), o którym powiemy poniżej (*pars phallica sinus urogenitalis*).

Teraz należy omówić różnicowanie poszczególnych odcinków zatoki moczopłciowej.

1. Różnicowanie pierwszego odcinka zatoki moczopłciowej. Rozwój pęcherza moczowego.

Jak przy omawianiu każdego narządu, tak i tu zacząć musimy od podania materiału twórczego, z którego dany narząd się rozwija. Pęcherz moczowy czerpie materiał organizacyjny: 1) z przedniego odcinka steku, czyli przedniej części pierwotnego jelita końcowego, przylegają-

cej do ściany brzusznej, 2) ze ścianki omocni, która będąc u człowieka mało rozwinięta, włączona jest właściwie w ścianę steku, 3) ewentualnie z ostatnich odcinków moczowodów pierwotnych.

Worek stekowy, który jako pierwszy główny składnik bierze udział w organizacji pęcherza moczowego, jest pochodzenia entodermalnego, tak jak dolny odcinek jelita pierwotnego. Początkowo jest on stosunkowo wąski i przechodzi bez wyraźnego odgraniczenia w zawiązek cewki moczowej. Przypuszczano, że w organizowaniu pęcherza współdziała z tą częścią stekową, choć w ograniczonej mierze, mała część omocni, która, jak wiadomo, rozwija się bardzo słabo w zarodkach ludzkich, a wydłuża się w rodzaj przewodu (*ductus allantoideus*) w kierunku pępka, prowadząc tam w swych ścianach tętnice i żyły pępkowe. W nowszych czasach embriologowie uważają jednak ten przewód za utwór wierzchołkowej części pęcherza, w której zanikło światło, a pozostał lity sznur. Przewód omocniowy (*urachus*) biegnie od wierzchołka pęcherza do pępka (Ryc. 538 P. O.), stanowiąc więzadło pęcherzowo-pępkowe środkowe (*ligamentum vesico-umbilicale mediale*).

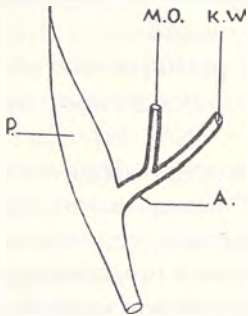
W dalszym biegu rozwoju zawiązek pęcherza moczowego rozszerza się na boki, a więc w wymiarze czołowym zarodka. Równocześnie spłaszcza się w swym wymiarze strzałkowym, tak że przednia i tylna ściana pęcherza układają się prawie na sobie. Do tego rozszerzenia się poprzecznego przyczynia się włączenie końcowych odcinków pierwotnych moczowodów w ściany pęcherza moczowego. Wiadomo nam z opisu tworzenia się w zarodku moczowodów wtórnych, że są one pochodzenia mezodermalnego i powstają przez wypuklenie z kanału Wolffa.

Przez pośrednictwo końcowych odcinków kanałów Wolffa otwierają się te moczowody wtórne do tej części steku, która później stanie się pęcherzem moczowym. W biegu rozwoju końcowy odcinek kanału Wolffa, tzn. jego część między odejściem moczowodu wtórnego a pęcherzem moczowym, zostaje zredukowany przez wciągnięcie niejako jego ścian w ścianę pęcherza moczowego (Ryc. 544, 545, 546). Pomyślmy sobie mianowicie, że w tych końcowych odcinkach dokonywa się rozszerzenie światła kanałów Wolffa, począwszy od miejsca ich ujścia do pęcherza w górę. Rozszerzenie to jest bardzo mocne, najmocniejsze przy ujściu, a postępuje tak długo, aż ścianki tego końcowego odcinka (Ryc. 544 A.) kanału Wolffa nie znajdują się na jednej płaszczyźnie ze ścianą pęcherza (Ryc. 545, 546). W ten sposób zostaną one wciągnięte w ścianę pęcherza moczowego.

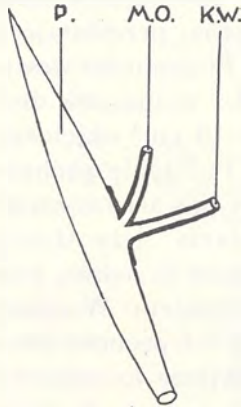
Na jeden jeszcze fakt chcę zwrócić uwagę. Z tego, cośmy podali o genezie pęcherza moczowego, wynika, że nabłonek jego jest przeważnie pochodzenia entodermalnego, bo z tego listka zarodkowego składa się nabłonek jelita i omocni. Dopiero włączenie ścianek końcowego od-

cinka kanału Wolffa wprowadza do ścian pęcherza nabłonek mezodermalny.

Przez opisany tu proces redukcji końcowego odcinka kanału Wolffa, względnie wciągnięcie jego ścianek w ścianę pęcherza moczowego, dostajemy, zamiast dawnych ujść kanałów Wolffa do steku, dwie pary oddzielnych ujść: jedną dla moczowodów wtórnych, a poni-

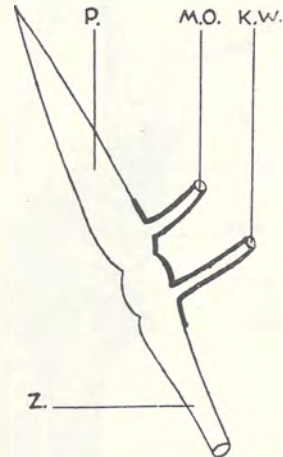


Ryc. 544. Moczowód ostateczny w pierwotnym ułożeniu, uchodzący do kanału Wolffa (w schemacie). A. — końcowy odcinek kanału Wolffa, K. W. — kanał Wolffa, M. O. — moczowód ostateczny, P. — pęcherz moczowy.



Ryc. 545. Ujście moczowodu ostatecznego już przesunięte do pęcherza moczowego (w schemacie). K. W. — kanał Wolffa, M. O. — moczowód ostateczny, P. — pęcherz moczowy.

Według *Bromana*.



Ryc. 546. Moczowód ostateczny wskutek wciągnięcia jego ścian w ścianę pęcherza moczowego odsunięty od kanału Wolffa (w schemacie). K. W. — kanał Wolffa, M. O. — moczowód ostateczny, P. — pęcherz moczowy, Z. — zatoka moczopłciowa.

żej drugą dla pozostałych części kanałów Wolffa. Początkowo leżą obie te pary tuż koło siebie, potem maleńka na razie przegroda między obu parami ujść rozrasta się mocno i oddala ujścia kanałów Wolffa od ujść moczowodów (Ryc. 546). Te ostatnie — jak już wspominałem — otwierają się do tej części steku, która przechodzi w pęcherz moczowy; kanały Wolffa natomiast zostały przesunięte znacznie niżej, do tej części zatoki moczopłciowej, która przemieni się w krokową część cewki moczowej (Ryc. 546).

W ustroju kobiecym kanały Wolffa — jak jeszcze będzie o tym mowa — zanikają, a moczowody wtórne zachowują się tak samo jak u mężczyzny.

Nabłonek pęcherza moczowego, który początkowo jest walcowaty jednowarstwowy, staje się potem 2—3-warstwowy, utrzymując komórki

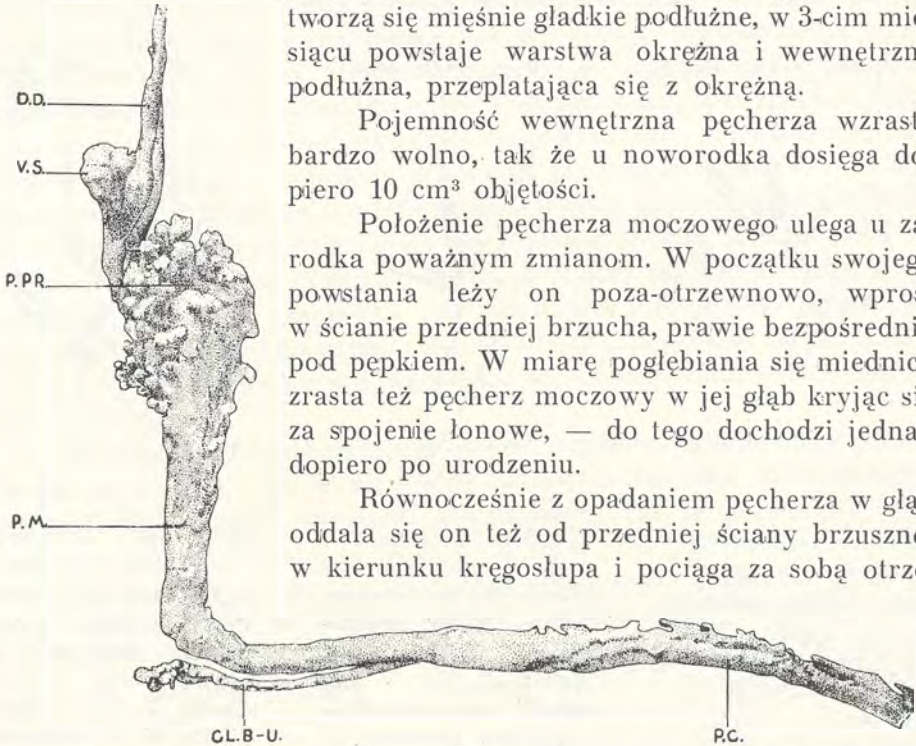
wyższe po grzbietowej stronie pęcherza, niższe zaś na ścianie zwróconej ku stronie brzusznej.

Tkanka łączna już w drugim miesiącu życia zarodkowego otacza pęcherz moczowy. Wewnętrzna warstwa luźna tej tkanki daje materiał na podścielisko błony śluzowej, zaś zewnętrzna zbita tworzy muskulturę pęcherza. Najpierw w końcu 2-go miesiąca tworzą się mięśnie gładkie podłużne, w 3-cim miesiącu powstaje warstwa okrężna i wewnętrzna podłużna, przeplatająca się z okrężną.

Pojemność wewnętrzna pęcherza wzrasta bardzo wolno, tak że u noworodka osiąga dopiero 10 cm³ objętości.

Położenie pęcherza moczowego ulega u zarodka poważnym zmianom. W początku swojego powstania leży on poza-otrzewnowo, wprost w ścianie przedniej brzucha, prawie bezpośrednio pod pępkiem. W miarę pogłębiania się miednicy zrasta też pęcherz moczowy w jej głąb kryjąc się za spojenie lonowe, — do tego dochodzi jednak dopiero po urodzeniu.

Równocześnie z opadaniem pęcherza w głąb oddala się on też od przedniej ściany brzusznej w kierunku kręgosłupa i pociąga za sobą otrze-



Ryc. 547. Model męskiej cewki moczowej zarodka ludzkiego, długości 13 cm, widziany od strony prawej. D. D. — ductus deferens, G.L. B-U. — glandulae bulbo-urethrales, P. C. — pars cavernosa urethrae, P. M. — pars membranacea urethrae, P. PR. — pars prostatica urethrae, V. S. — vesicula seminalis. Według Bromana.

wną, tak że po pewnym czasie wytwarza się krezka otrzewnowa pęcherza; wtedy między pęcherzem — okrytym dokoła przez otrzewną — a otrzewną ścienną tworzy się obustronnie uchylek. Jest to jednak stan przejściowy. Potem otrzewna ścienna i obrastająca pęcherz zrastają się ze sobą i na płaszczyźnie zrostu zanikają, a w ten sposób pęcherz dostaje się poza otrzewną, mając okrytą przez nią tylko stronę grzbietową.

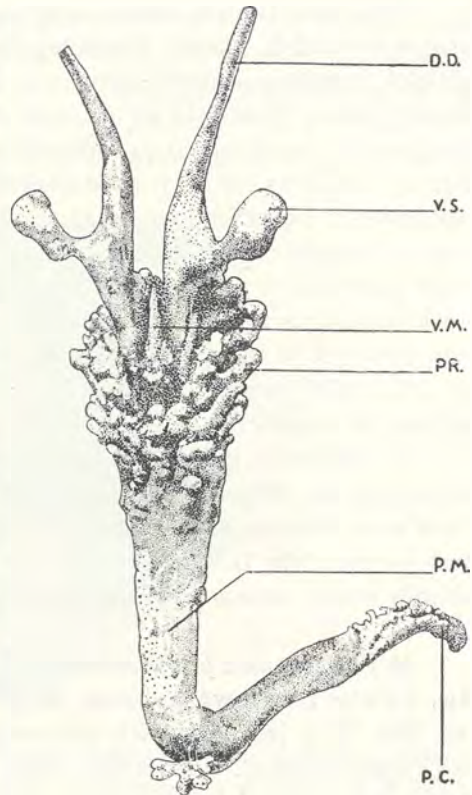
2. Różnicowanie 2-go i 3-go odcinka steku.

a) Powstawanie męskiej cewki moczowej i przynależnych do niej gruczołów. Z anatomii wiadomo, że męską cewkę moczową podzielić można na trzy części: odcinek k r o k o w y lub s t e r c z o w y (*pars prostatica*

urethrae), błoniasty (*pars membranacea urethrae*) i jamisty (*pars cavernosa urethrae*).

Pierwsza część jest, jak wiadomo, otoczona przez gruczoł krokowy (*prostata*), a wytwarza ją w znacznej mierze druga część steku. Z niej powstaje odcinek sięgający od ujścia pęcherza moczowego do miejsca, gdzie otwierają się do niej przewody nasienne. Nabłonek wyścielający tę część cewki jest nabłonkiem entodermalnym. Odgraniczenie tworzonej tu cewki moczowej od pęcherza moczowego zaznacza się przez różnice objętości. Pęcherz moczowy stanowi mocno rozszerzony worek, światło cewki moczowej pozostaje wąskie. Drugą różnicę stanowi mocne rozdrobienie komórek w cewce moczowej, którą wyściela drobny nabłonek złożony z wielu warstw, podczas gdy nabłonek pęcherza ma komórki większe ułożone w 2–3 warstwach.

Nabłonek tej części cewki wytwarza u mężczyzny gruczoł krokowy (*prostata*). W 3-cim miesiącu życia zarodkowego rozrastający się nabłonek tworzy lite pączki (Ryc. 547, 548), początkowo z tylnej ścianki, a potem z bocznych i przedniej, i to na wysokości wejścia moczowodów pierwotnych do cewki. Także nieco poniżej tego poziomu powstawać mogą węzły komórkowe, które się wciskają razem w tkankę łączną, otaczającą te zawiązki. Wewnątrz tych pączków entodermalnych, wpuklonych w tkankę łączną, tworzy się światło przez rozstęp elementów. Tkanka mezenchymatyczna organizuje się też w pokłady wchodzące w skład gruczołu, częściowo zaś tworzy włókna mięśni gładkich, których organizacja następuje dopiero w wieku dziecięcym. Ukończenie budowy gruczołowej sięga okresu pokwitania. Dalszy ciąg części krokowej cewki męskiej powstaje z materiału ścian zatoki moczopłciowej, leżącego w kierunku przedłużenia pęcherza moczowego.



Ryc. 548. Ten sam model, co na rycinie poprzedniej, widziany od strony grzbietowej i prawej. D. D. — ductus deferens, P. C. — pars cavernosa urethrae, P. M. — pars membranacea urethrae, P. R. — prostata, V. M. — vagina masculina, V. S. — vesicula seminalis.

Jak wiemy, zatoka moczopłciowa jest ostatnią ku przodowi częścią kloaki, czyli steku. Zatoka ta, z której powstaje dalsza część cewki, wyciąga się mocno ku przodowi biegnąc śródmiednicowo jako *ś r ó d m i e d n i c o w y* odcinek cewki zarodkowej (*pars pelvina urethrae*), a następnie w obrębie wyrostka płciowego jako zarodkowy odcinek cewki wyrostka płciowego (*pars phallica*).

Z tej zarodkowej cewki moczowej tworzy się cewka moczowa ostateczna (Ryc. 547 i 548). Pierwszy, tuż za pęcherzem moczowym leżący odcinek jużesmy omówili (por. str. 215) jako część krokową cewki moczowej, która powstała ze ścianki steku, a przedłużenie której tworzy wyciągnięty bardziej do przodu odcinek zatoki moczopłciowej. Poza tą częścią krokową tworzy śródmiednicowy odcinek embrionalnej cewki moczowej część błoniastą cewki definitywnej (*pars membranaea*), a wreszcie z części embrionalnej cewki moczowej wyrostka płciowego powstaje część jamista (*pars cavernosa*) cewki ostatecznej. Część ta jest narządem nie tylko odprowadzającym mocz, ale i pozostającym również w usługach narządu płciowego. Omówimy więc tworzenie się tej części cewki moczowej w rozdziale o zewnętrznych częściach płciowych męskich.

Z nabłonka entodermalnego miednicowej zatoki moczopłciowej tworzą się też wypuklenia stanowiące zawiązek gruczołów opuszkowo-cewkowych Cowpera (*glandulae bulbo-urethrales Cowperi* — ryc. 556 G. C.), które u mężczyzny dorosłego otwierają się do światła cewki moczowej, tuż poniżej jej błoniastej części.

b) Powstawanie cewki moczowej kobiecej i przynależnych do niej gruczołów. Cewka moczowa kobieca, nieporównanie krótsza od męskiej (Por. ryc. 556, 557), jest właściwie odpowiednikiem tylko pierwszej, tj. krokowej części męskiej. Cewka moczowa kobieca powstaje w pierwszym rzędzie z drugiego odcinka steku, a więc jest pochodzenia entodermalnego, układa się zaś bezpośrednio w przedłużeniu pęcherza (Ryc. 557). I u kobiety przesunięte są (por. str. 207) do tej części steku ujścia pierwotnych moczowodów, tj. kanałów Wolffa, które tu nie mają większego znaczenia, ale wprowadzają nieco elementów mezodermalnych w skład cewki moczowej. Nabłonkowe wysłanie cewki powstaje jednak głównie z entodermi. Tkanka mezenchymatyczna tworzy podkład dla błony śluzowej, która układa się w tzw. fałdy podłużne, pozwalające na rozszerzenie światła cewki. Cewka moczowa żeńska już w chwili urodzenia przekracza półtora centymetra długości, a więc ponad połowę długości cewki dorosłego ustroju.

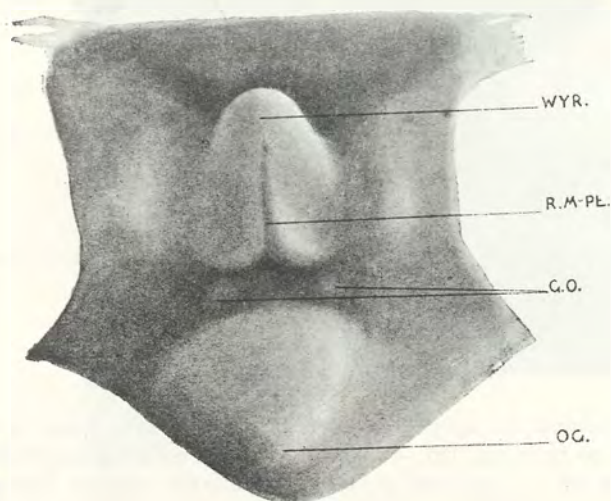
Z nabłonka ściany cewki kobiecej tworzą się gruczoły analogiczne do męskiego gruczołu krokowego, lecz są znacznie słabiej rozwinięte: nie posiadają mięśni gładkich, układają się w tkance mezenchymatycz-

nej obok cewki moczowej, a noszą nazwę gruczołów przycewkowych (*glandulae paraurethrales*).

Rozwój zewnętrznych części płciowych.

Nieodróżnicowane płciowo zawiązki zewnętrznych części płciowych.

W czasie organizacji, a potem przeróżnicowywania steku rozpoczyna się tworzenie zewnętrznych części płciowych w okolicy zetknięcia części steku z ektodermą (Ryc. 538). Czytaliśmy (por. str. 211), że w tym miejscu tworzy się wywyższenie, zwane wzgórkiem stekowym. Powstaje on między obu dolnymi odnóżami, a zarazem między pępkiem

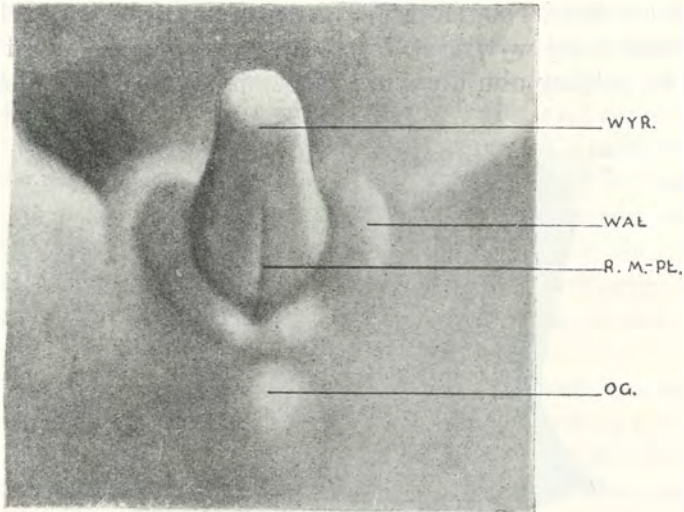


Ryc. 549. Zewnętrzne narządy płciowe jeszcze nieodróżnicowane zarodka ludzkiego z początku drugiego miesiąca. *G. O.* — guzki odbytowe, *OG.* — ogon, *R. M-PL.* — rowek moczopłciowy, *WYR.* — wyrostek płciowy. Ze zbiorów zakładu biolog.-embriol. U. J.

i wzgórkiem ogonowym. Na tym wzgórku stekowym wyrasta jakby nasadzony nań, o mniejszej podstawie wyrostek płciowy (*phallus*), a na nim od strony zwróconej ku otworowi odbytowemu pojawia się jakby podłużna rynienka (Ryc. 549). Jest to tzw. rowek moczopłciowy (*sulcus urogenitalis*). Przed wyrostkiem płciowym wytwarza się wzniesienie, tzw. guzek płciowy (*tuberculum genitale*), który się potem rozszerza do przodu i boków obejmując wyrostek płciowy podkowiasto po obu bokach. W ten sposób obok wyrostka płciowego wytwarza się wał płciowy (*torus genitalis* — ryc. 550) przed wyrostkiem płciowym i po jego bokach. Na tym wale zarysowuje się potem jakby bruzda, która odgranicza zewnętrzne wały od wewnętrznych fałdów, obejmujących wyrostek płciowy i ograniczających szczelinę

moczopłciową (*fissura urogenitalis*). Ten rowek nosi nazwę rowka międzywargowego (*sulcus nympholabialis*).

W obręb wyniosłości płciowych, w szczególności w głąb wyrostka płciowego wsuwa się od wewnątrz wydłużenie zatoki moczopłciowej, której organizację poznaliśmy poprzednio. Zatoka moczopłciowa jest odcięta od świata zewnętrznego przez tzw. płytkę cewkową, która jest nagromadzeniem nabłonka. Leży ona w głębi na dnie rowka mocz-



Ryc. 550. Zewnętrzne narządy płciowe jeszcze nie zróżnicowane zarodka ludzkiego z końca drugiego miesiąca. OG. — ogon, R. M.-PŁ. — rowek moczopłciowy, WAL — wał płciowy, WYR. — wyrostek płciowy. Ze zbiorów zakładu biolog.-embriol. U. J.

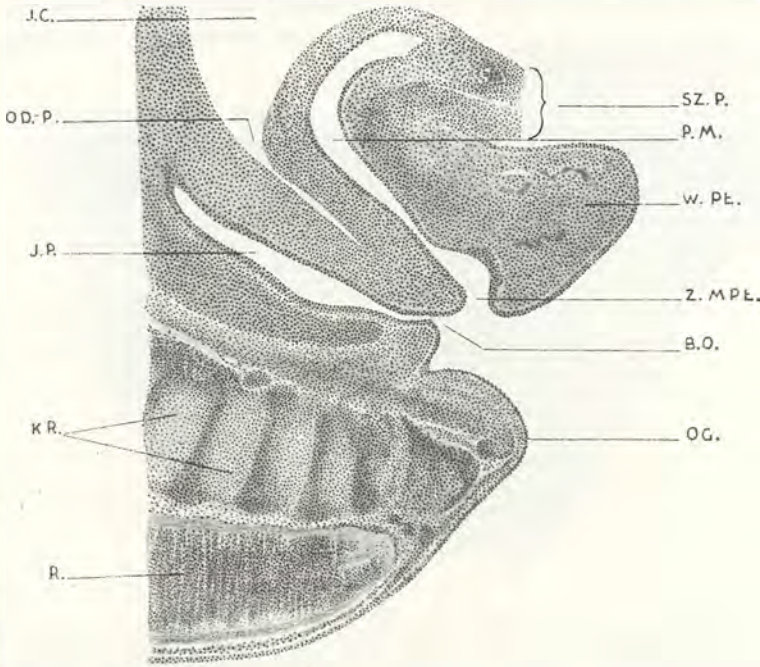
płciowego. Gdy później płytka pęka na swym tylnym brzegu (Ryc. 551), wtedy zatoka moczopłciowa otwiera się na zewnątrz tzw. ujściem z atoki (*ostium urogenitale primitivum*), położonym na pograniczu części miednicowej a części zawartej w wyrostku płciowym. Potem ścianki zatoki rosną ku przodowi w miarę wyrastania wyrostka płciowego, tak że wrastają głęboko w jego miąższ.

Ten opis daje nam obraz przygotowania ustroju do wyróżnicowania płci w narządach zewnętrznych. To, co poznaliśmy dotąd, odpowiada jeszcze nie zróżnicowanemu stadium stanowiącemu teren, z którego mogą się wyróżnicować narządy płciowe zewnętrzne zarówno płci męskiej jak i żeńskiej.

Różnicowanie zewnętrznych części płciowych żeńskich.

Przejdziemy obecnie do opisu różnicowania żeńskich zewnętrznych narządów płciowych z tego nieokreślonego stanu. Na wstępie chcę zaznaczyć, że zewnętrzne narządy płciowe żeńskie znacznie mniej odstępują aniżeli męskie od typu opisanego nie zróżnicowanego stadium.

Wyrostek płciowy żeński rośnie stosunkowo słabiej od męskiego. Wynikiem rozrostu jest wytworzenie lechtaczki (*clitoris*). Końcowy odcinek lechtaczki wykazuje zgrubienie, tzw. żołądź lechtaczki (*glans clitoridis*), odgraniczoną od reszty tego wyrostka przez rowek pierścieniowy (*sulcus coronarius glandis* — ryc. 552). Wały płcio-

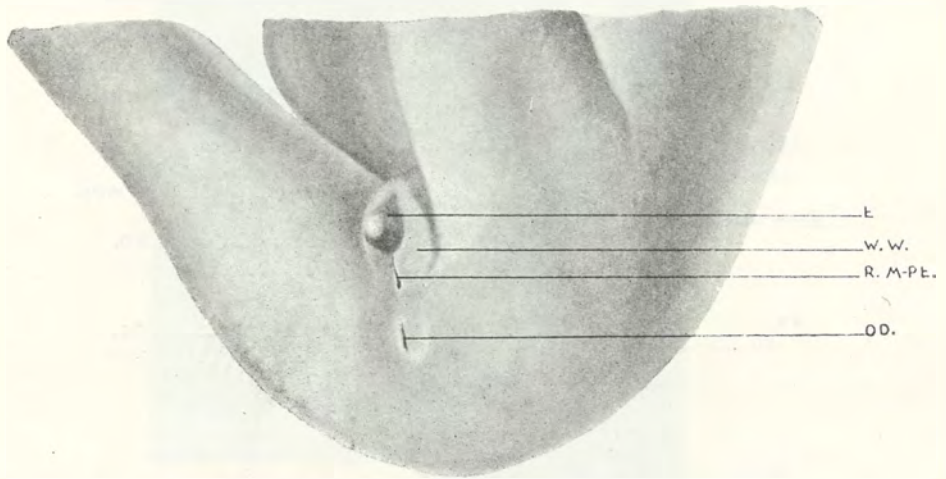


Ryc. 551. Przekrój strzałkowy przez dolną część tułowia zarodka ludzkiego długości około 16 mm. B. O. — błona odbytowa, J. C. — jama ciała, J. P. — jelito proste, KR. — trzony kręgów, OD.-P. — zagłębienie odbytniczo-pęcherzowe, OG. — ogon, P. M. — pęcherz moczowy, R. — rdzeń, SZ. P. — sznur pępkowy, W. PL. — wyrostek płciowy, Z. MPL. — zatoka moczopłciowa. Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

we leżące po obu stronach tworzą obecnie wielkie wargi sromne (*labia maiora*), które grubieją mocno wskutek dużego podkładu tłuszczowego. Na wewnątrz od rowka leżą fałdy obejmujące lechtaczkę od góry; ograniczają one szczelinę moczopłciową i tworzą tzw. wargi mniejsze, które przez pewien czas w okresie zarodkowym bardzo się rozrastają, potem jednak przy końcu ciąży przewyższają je we wzroście wargi wielkie.

Co do ujścia dróg moczopłciowych, to już o tym wspominałem (por. str. 218), że początkowo zatoka moczopłciowa otwierała się prowizorycznym ujściem szczelinowatym na dolnej brzusznej ścianie ciała. W miarę postępu rozwoju zatoka moczopłciowa coraz się wydłuża tworząc od-

ciniek miednicowy (*pars pelvina*) a następnie wrastając do tworzącego się wyrostka płciowego (*pars phallica*). Otwór pierwotny cewki moczowej (*ostium primitivum urethrae*) musi wtedy ulec przesunięciu w miarę przedłużania się cewki, przemieszczeniu do przodu, a przesuwaną się w ten sposób dochodzi w obrębie wyrostka płciowego aż do przedniego odcinka przyszyj łożędzi lechtaczki. Potem jednak wskutek zarastania nabłonkiem światła końcowej części rynienki moczowej cofa się niejako otwór definitywny cewki (*ostium urethrale definitivum*) i osta-



Ryc. 552. Zewnętrzne części płciowe trzymiesięcznego żeńskiego zarodka ludzkiego. L. — lechtaczka, OD. — odbył, R. M-PL. — rowek moczopłciowy, W. W. — wielkie wargi sromne. Ze zbiorów zakładu biolog-embriol. U. J.

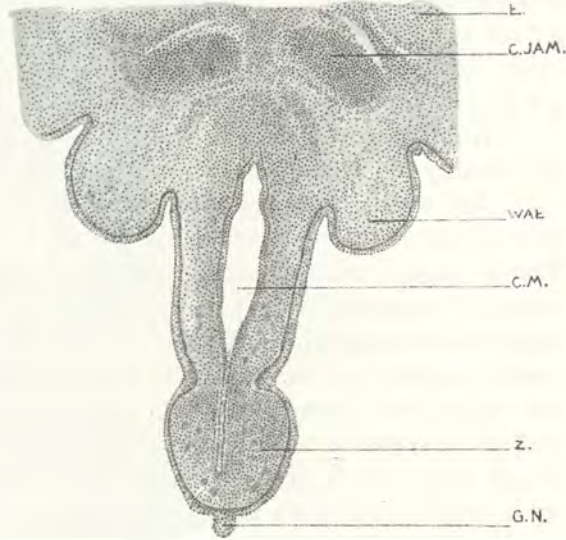
tecznie leży głębiej niż ujście pierwotne, które było wysunięte bardziej do przodu.

Przed definitywnym ujściem między fałdami płciowymi, które tworzą potem wargi sromne mniejsze, znajduje się przestrzeń, stanowiąca przedsiónek pochwoy (*vestibulum vaginae*).

Różnicowanie zewnętrznych narządów płciowych męskich.

Początek różnicowania charakteryzuje w pierwszym rzędzie bardzo mocny rozrost wyrostka płciowego (*phallus*). Równocześnie daje się stwierdzić, że się on ustawia prostopadle do powierzchni, wznosi się więc wyraźnie w górę. Pamiętamy, że w niezróżnicowanym stadium od przodu przed wyrostkiem płciowym był tzw. guzek płciowy (*tuberculum genitale*), który rozszerzał się ku bokom tworząc wały płciowe; leżały one po obu stronach wyrostka płciowego i szczeliny moczopłciowej. Otóż te wały poniżej wyrostka płciowego zbliżają się u płodów męskich do siebie i w 3-cim miesiącu życia embrionalnego zrastają się ze

sobą tworząc tzw. worek mosznowy (*scrotum*). Zrost wałów w worek mosznowy zaczyna się od strony grzbietowej, a w łączności ze szwem międzykrocza posuwa się od tej strony ku brzusznej, na powierzchni worka mosznowego tworząc szew mosznowy (*raphe scroti*). Następnie proces zrostu przesuwają się ku przodowi przechodząc na znane nam fałdy płciowe, które zbliżając się z dwóch stron do siebie wytwarzają najpierw rynienkę moczową otwartą od dołu, a zamykającą się potem w cewkę. Ten zrost fałdów płciowych odbywa się na wyrostku płciowym, czyli prąciu, mianowicie na jego stronie zwróconej do worka mosznowego. Ślad zrostu pozostaje w linii strzałkowej prącia jako przedłużenie szwu worka mosznowego, a na prąciu nosi nazwę szwu prącia (*raphe penis*). Tak więc zrosty fałdów płciowych w oparciu o wyrostek płciowy wytworzyły narząd, w którym biegnie cewka moczowa, a który równocześnie jest narządem kopolacyjnym (Ryc 553). W ten sposób cewka moczowa została mocno przedłużona, a jej światło kończy się u jściem zewnętrznym cewki (*orificium urethrae externum*). Zrost ten fałdów płciowych, który, jak widzieliśmy, jest podstawą daleko idących zmian, jest zupełny z końcem 5-go miesiąca życia zarodkowego.



Ryc. 553. Przekrój przez zewnętrzne części płciowe męskie zarodka ludzkiego z trzeciego miesiąca. C. JAM. — ciało jamiste prącia, C. M. — cewka moczowa, G. N. — guzek nabłonkowy, L. — zawiązek chrząstki kości łonowej, WAL — wał płciowy, Z. — żołądź. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

Powstawanie ciał jamistych prącia zaczyna się w 2-gim miesiącu życia zarodkowego, w ten sposób, że ponad ścianką zatoki moczopłciowej, w odcinku biegnącym w wyrostku płciowym (*pars phallica sinus urogenitalis*) tworzą się 4 węzły zbitej początkowo tkanki mezenchymatycznej, wówczas beznacyniowej. Z węzłów tych rozwiną się 4 ciała jamiste, i mianowicie z 2-ch powstają obydwa ciała jamiste prącia (*corpora cavernosa penis*), potem z 3-go węzła okrągłego powstaje ciało jamiste żołądź (*corpus cavernosum glandis*), a z ostatniego podłużnego ciało jamiste cewki (*corpus cavernosum urethrae*).

Mocno początkowo zagęszczona tkanka mezenchymatyczna ulega potem rozluźnieniu, a następnie dochodzą tam naczynia krwionośne; wtedy z tkanki łącznej luźnej powstaje tkanka gąbczasta, względnie przepojona krwią. Każde ciało jamiste otacza się zbitą tkanką łączną, tworzącą osłony białawe ciał jamistych (*tunicae albugineae*). Sąsiadujące ze sobą dwa ciała jamiste częściowo zespalają się ze sobą, a wtedy rozdzielające je osłony białawe ulegają częściowej degeneracji w ich płaszczyźnie zetknięcia, pozostawiając na pograniczu dwóch ciał jamistych tzw. przegrodę grzebieniową (*septum pectineum*). Wszystkie ciała jamiste łącznie otacza wspólna powięź stosunkowo cienka, tzw. powięź prącia (*fascia penis*).

Analogiczne ciała jamiste powstają także w lechtaczce, tylko nie tworzy się w niej ciało jamiste cewki moczowej żeńskiej.

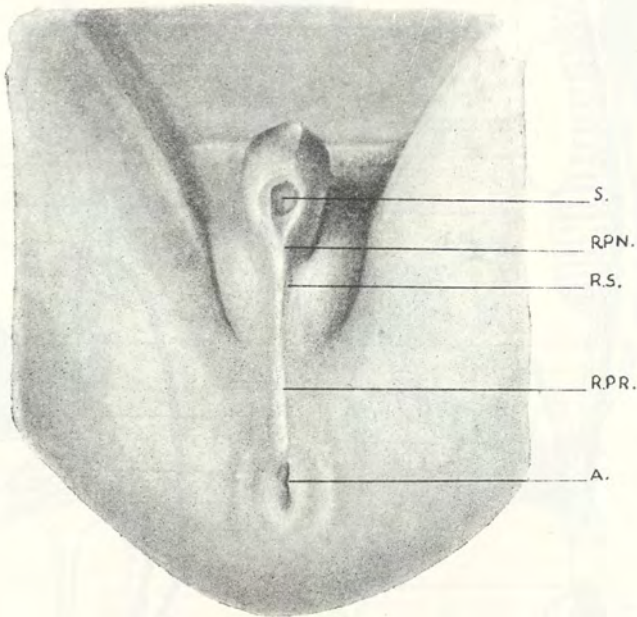
Jak wiadomo prącie pokryte jest od zewnątrz warstwą skóry łatwo przesuwalną; ten płat skóry nosi nazwę napletka (*praeputium penis*). Proces jego rozwoju rozpoczyna się w 3-cim miesiącu życia zarodkowego, a zapoczątkowany jest przez wytworzenie pierścienia nabłonkowego dookoła żółędzi, skąd nabłonek wrasta jako listwa ku tyłowi, tj. w kierunku nasady prącia. Listwa ta odgranicza leżącą nad nią tkankę prącia od materiałów komórkowych, znajdujących się w głębi tego narządu. Już po urodzeniu noworodka rozpada się ta listwa w części środkowej drogą degeneracji pozostawiając tylko zewnętrzne warstwy, a wtedy leżąca nad nią warstwa skóry, podminowana w ten sposób, tworzy łatwo przesuwalny płat zwany napletkiem.

Na samym wierzchołku wyrostka płciowego wytwarza się tzw. guzek nabłonkowy; jest to twór przejściowy, który ulega zanikowi jeszcze w życiu zarodkowym.

Krocze.

Uzupełnieniem opisu tworzenia się zewnętrznych części płciowych niech będzie parę uwag odnoszących się do rozwoju krocza. Wiadomo, że przegroda moczowo-odbytowa rozdzieliła zatokę moczopłciową na część zostającą w usługach narządu moczopłciowego i drugą tylną w usługach przewodu pokarmowego, tj. odbytnicę (Ryc. 540—543). Przegroda ta złożona z mezenchimy zrasta w dół zarodka aż do części ektodermalnej tworząc wraz z powłoką skórną tzw. pierwotne krocze. Płyta, będąca zawiązkiem krocza, zbudowana z mezenchimy pokrytej ektoderwą, leży z przodu przed krótką poprzeczną szczeliną odbytową (*fissura transversa ani*). W środkowej części tej szczeliny, w tzw. dołku odbytowym, otwiera się jelito końcowe otworem odbytowym, o którym pisałem w embriologii przewodu pokarmowego (str. 141). Otwór odbytowy otoczony jest dookoła wyniosłościami, które powstają wskutek miejscowego zwiększania się tkanki mezenchymatycznej pod nabłonkiem skóry. I tak od tyłu wytwarza się wał (Ryc. 550) przecho-

dzący po bokach otworu odbytowego obustronnie w guzek boczny odbytowy (Ryc. 549), a bardziej z przodu w przednie wały przyodbytowe. Razem wymienione tu wzniesienia tworzą pierścień otaczający później jednolicie otwór odbytowy. Mezenchyma tego pierścienia różnicuje się w mięsień pierścieniowy — zwieracz odbytowy.



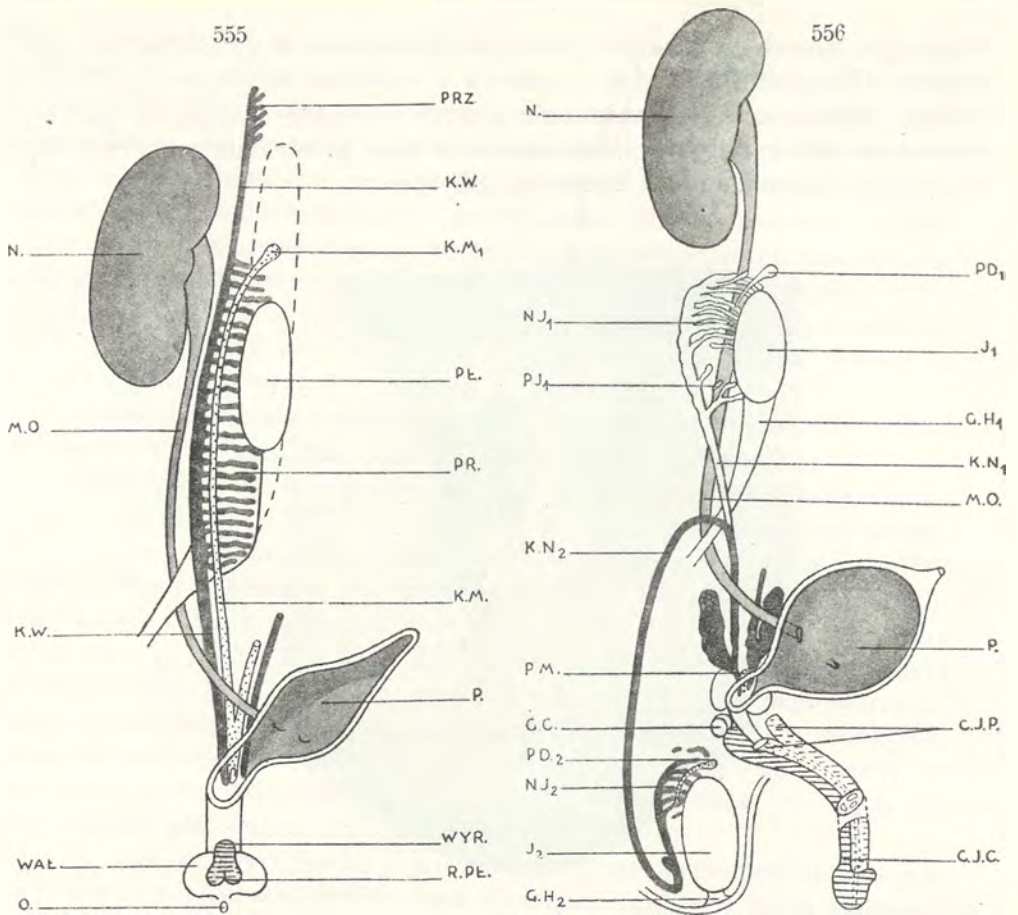
Ryc. 554. Zewnętrzne męskie części płciowe zarodka ludzkiego z końca trzeciego miesiąca. A. — anus, R. PN. — raphe penis, R. PR. — raphe perinaei, R. S. — raphe scroti, S. — pozostałość sulcus urogenitalis. Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

Przednie wały, z przodu przed otworem biegną równolegle do siebie wzdłuż linii środkowej ciała. W tejże linii środkowej zespalają się one w tzw. s z e w k r o c z a (*raphe perinaei* — ryc. 554 R. PR.), który bardziej z przodu przechodzi w szew mosznowy. Po bokach wały przednie łączą się w życiu zarodkowym z wałami płciowymi, stanowiącymi materiał do wytworzenia moszen.

Zstępowanie gruczołów płciowych ¹⁾.

Miejsce, w którym się odbywa u zarodka tworzenie gruczołów płciowych, nie jest identycznym z ich ułożeniem u osobników dojrzałych; musi się więc dokonywać ich przesunięcie, i to w gruczołach męskich

¹⁾ Rozdział ten opracowałem głównie na podstawie pracy prof. K. Kostaneckiego «Descensus testicularum». Nowiny Lekarskie, 1905.



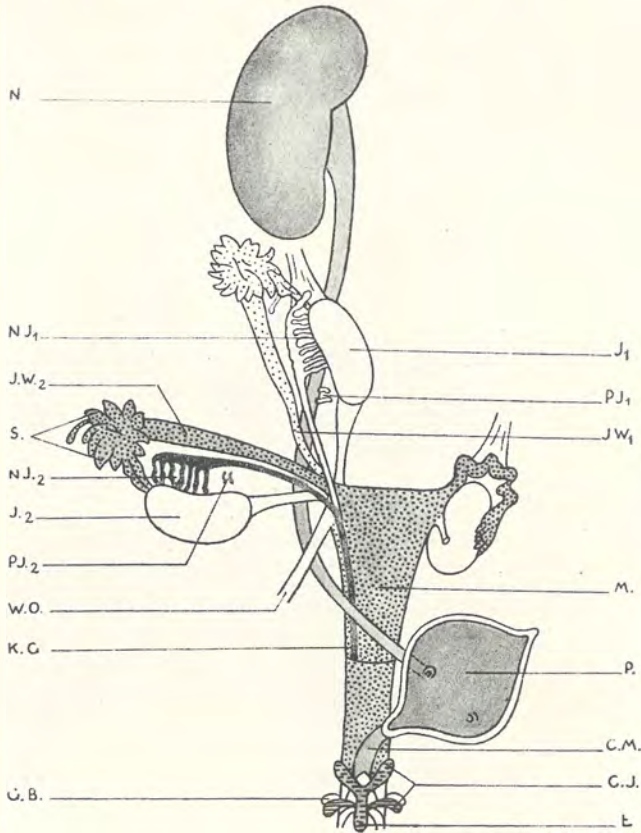
Ryc. 555. Schemat narządów moczopłciowych w stadium jeszcze niezróżnicowanym. K. M. — kanał Müllera, K. M₁ — przydatek jądra, K. W. — kanał Wolffa, M. O. — moczowód ostateczny, N. — nerka, O. — odbył, P. — pęcherz moczowy, PŁ. — gruczoł płciowy, PR. — pranercze, PRZ. — przednercze, R. PŁ. — rowek płciowy, WAL. — wał płciowy, WYR. — wyrostek płciowy. Według Brausa z Bracheta.

Ryc. 556. Schemat rozwoju męskich narządów moczopłciowych. C. J. C. — ciało jamiste cewki moczowej, C. J. P. — ciała jamiste prącia, G. C. — gruczoły Cowpera, G. H. — gubernaculum Hunteri, J. — jądro, K. N. — kanał nasienny, M. O. — moczowód ostateczny, N. — nerka, NJ. — najądrze, P. — pęcherz moczowy, PD. — przydatek jądra, PJ. — przyjądrze, P. M. — pochwa męska. Narządy oznaczone liczbą 1 są wrysowane w swym położeniu pierwotnym, oznaczone liczbą 2 — w położeniu ostatecznym. Według Brausa z Bracheta.

do worka mosznowego, w jajnikach do miednicy małej (Ryc. 555, 556, i 557).

Zstępowanie jąder jest nieporównanie wydatniejsze, bardziej w oczy wpadające niż jajników; opiszemy je obecnie dokładniej.

Dawniej przebieg zstępowania jąder dzielono na dwie fazy: pierwsza to «zstępowanie wewnętrzne» (*descensus testium internus*),

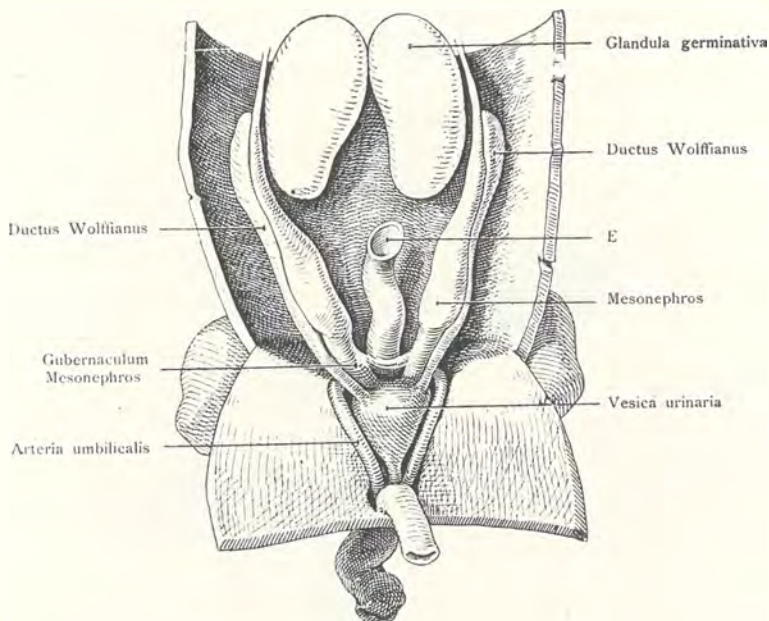


Ryc. 557. Schemat rozwoju żeńskich narządów moczopłciowych. C. J. — ciała jamiaste, C. M. — cewka moczowa, G. B. — gruczoły Bartholiniego, J — jajnik, JW — jajowód, K. G. — kanał Gartnera, L — lechtaczka, M. — macica, N. — nerka, NJ — nadjajnik, P. — pęcherz moczowy, PJ — przyjajnik, S. — strzępki jajnikowe, W. O. — wiązadło oble. Narządy oznaczone liczbą 1 są podane w swym położeniu pierwotnym, oznaczone liczbą 2 — w położeniu ostatecznym. Według Brausa z Bracheta.

a więc obniżenie się położenia jądra męskiego z poziomu 2-go kręgu lędźwiowego do górnego brzegu małej miednicy, druga to «z e w n ę t r z n e» z s t ę p o w a n i e (*descensus testium externus*), tj. przesunięcie jądra od brzegów miednicy do worka mosznowego. Później na podstawie badań F e l i x a i innych embriologowie doszli do wniosku, że zstępowania wewnętrznego nie ma, bo jądro powstaje w taki sposób, że jego brzeg dolygonowy leży od razu przy granicy małej miednicy¹⁾.

¹⁾ Złudzenie zstępowania mogło powstać stąd, że brano pod uwagę górny brzeg nowoutworzonego jądra. Ponieważ dogłowy odcinek jądra ulega częściowemu zanikowi, przeto istotnie górny brzeg, ale tylko górny, obniżał się, skąd powstało przypuszczenie obniżania się jądra.

Jak wiemy z opisu powstawania jądra, tworzy się ono w otrzewnej po wewnętrznej stronie pranercza, a więc po jego stronie zwróconej ku krezce jelitowej. Położenie jądra w stosunkowo wczesnym okresie wiadać na ryc. 558. Jądro ustalone jest w swym położeniu przez układ wię-

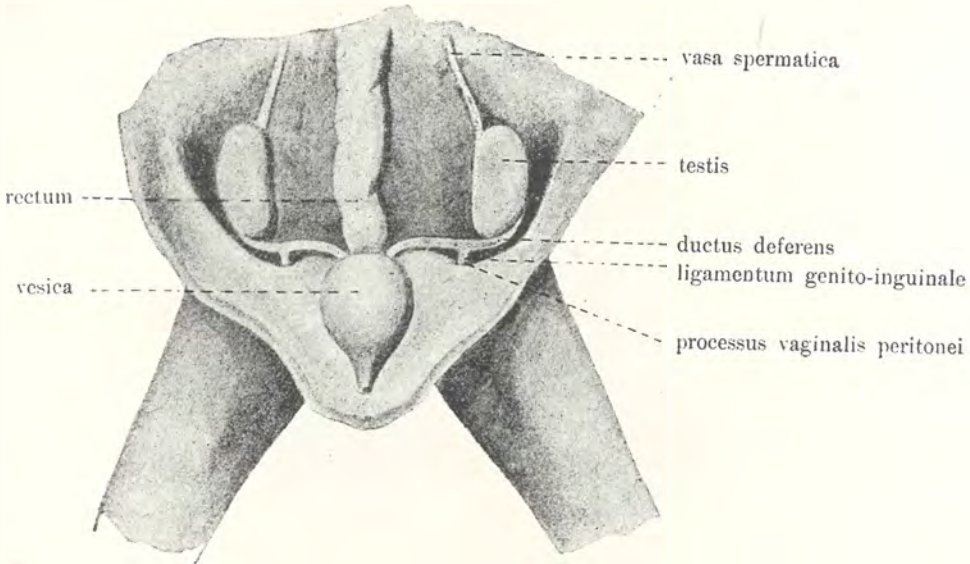


Ryc. 558. Położenie gruczołu płciowego we wczesnym stadium (u zarodka 7-tygodniowego). E — rectum. Według Kollmanna.

zadeł, które przymocowują je do otaczających narządów, a mianowicie: 1) od strony głowowej gruczoł płciowy jest przytwierdzony przez parę mięsicy życia zarodkowego za pomocą więzadła przepionowo-jądrowego, które jednak później zanika, 2) wzdłuż boku, na brzegu gruczołu płciowego utwierdza go fałd otrzewnowy o charakterze krezki gruczołu płciowego (*mesorchium*). Jest on pozostałością częściową listwowatego więzadła pranercza (*plica mesonephridica*); reszta tego więzadła zanikła razem z pranerczem, 3) najmocniejszym z więzadeł gruczołu płciowego jest więzadło pachwinowe (*ligamentum genito-inguinale sive gubernaculum Hunteri* — ryc. 559), które przytwierdza gruczoł płciowy od strony ogonowej ciała. Węzadło to jest ścięgnistą częścią krawędzi więzadła pranercza, dochodzącego do okolicy pachwinowej. Osią tego mocnego więzadła jest tzw. struna więzadła (*chorda gubernaculi*), która składa się ze sznura ścięgnistego, z tkanki łącznej oraz z pasma mięśni gładkich. To bardzo silne więzadło odgrywa nader ważną rolę przy procesie zstępowania jąder.

Przebieg zjawiska zstępowania tak mocno utwierdzonego jądra da

się podzielić na 3 okresy: pierwszy okres trwa od końca 2-go do końca 3-go miesiąca życia zarodkowego. W czasie tego okresu obsuwa się jądro z okolicy grzbietowej koło przyszłego kręgosłupa lędźwiowego do miejsca na przedniej ścianie brzucha, które odpowiada pierścieniowi podotrzewnowemu kanału pachwinowego¹⁾. Leży on po zewnętrznej dolnej stronie mięśnia prostego powłok brzusznych.



Ryc. 559. Położenie jądra u zarodka ludzkiego z 14—15 tygodnia. Według *Bramanna z Kostaneckiego*.

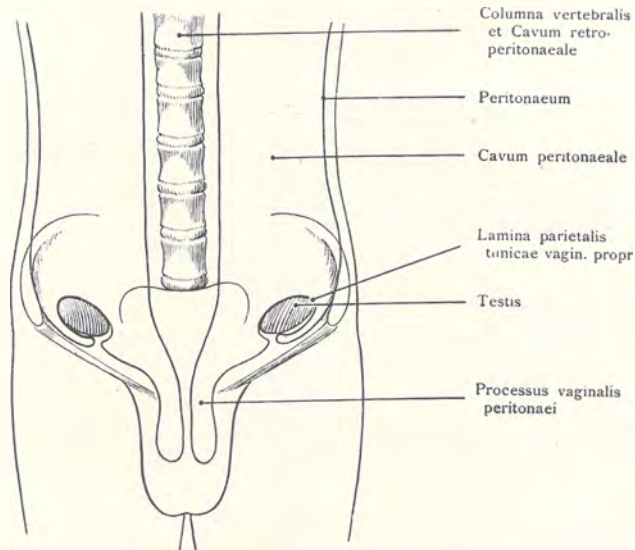
W jaki sposób odbywa się to zstąpienie jądra? Słyszeliśmy już, że od dolnej strony jądro jest przytwierdzone przez więzadło lonowo-pachwinowe (*lig. genito-inguinale*), które jest pierwotnie przyrośnięte do najądrza, a drugim końcem tkwi w tkance łącznej podotrzewnowej w okolicy pachwinowej (Ryc. 559).

Na przemieszczenie jądra z okolicy lędźwiowej aż na przednią stronę brzucha składa się parę momentów. Węzadło pachwinowe jest niewątpliwie najmocniejsze i trzyma gruczoł płciowy w stałej odległości od okolicy pachwinowej. Tymczasem wzrost zarodka postępuje, a tym samym gruczoł płciowy przytrzymywany przez słabiej rosnące więzadło pachwinowe obsuwa się biernie w dół.

W tym procesie dopomaga także rozrost nerki i nadnercza, które spychają jądro ku dołowi. Gdy jądro każdej strony ciała zbliża się do

¹⁾ Kanał pachwinowy, jak wiadomo z anatomii, zaczyna się tzw. pierścieniem wewnętrznym, czyli lepiej podotrzewnowym. Biegnie on ukośnie przez całą ścianę brzuszną ku wewnątrz, tj. ku linii środkowej ciała i kończy się w okolicy pachwinowej tzw. pierścieniem zewnętrznym pachwinowym, raczej podskórnym.

podotrzewnowego pierścienia kanału pachwinowego (*canalis inguinalis*), następuje kieszonkowane wypuklenie otrzewnej tej okolicy jako tzw. wyrostek otrzewnowo-pochewkowy (*processus vaginalis peritonei*), skierowany na zewnątrz ku dołowi (Ryc. 560)¹⁾. Dzieje się to w miejscu, które odpowiada wspomnianemu podotrzewnowemu pierścieniowi pachwinowemu, stanowiącemu od wewnątrz wejście do kanału



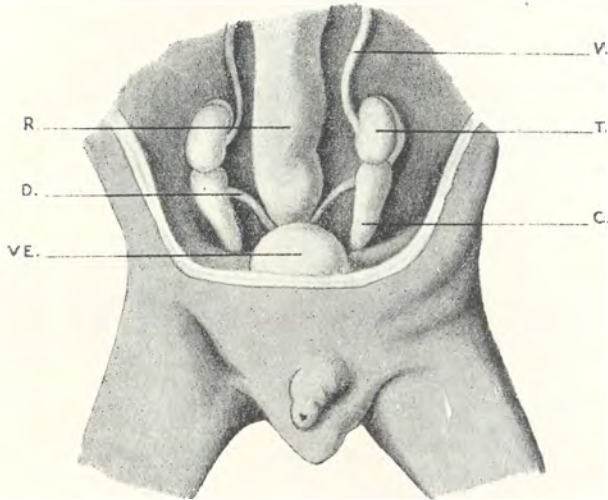
Ryc. 560. Schemat wytworzenia wyrostka pochwowego (*processus vaginalis peritonei*). Według Tillaux z Kollmanna.

pachwinowego. Do dna tego woreczka otrzewnej przyrośnięty był końcowy odcinek więzadłałonowopachwinowego (*lig. genitoinguinale*). Wypuklenie nastąpiło, tak że wciągnięte w nie zostało wspomniane więzadło, które zatem przechodzi przez cały ten wyrostek pochewkowy. Razem z wpukleniem otrzewnowym wchodzi też więzadło do kanału pachwinowego, przebiega całą jego długość dochodząc do pierścienia kanału podskórnego, gdzie gubi się w skórze koło powięzi poprzecznego mięśnia brzucha. Gdy jądro znajdzie się przy pierścieniu podotrzewnowym, pierwszy okres jego zstępowania jest skończony.

Drugi okres zstępowania trwa od początku 4-go do końca 6-go miesiąca. Przez ten czas ściśle biorąc zstępowania dalszego nie ma; można nawet powiedzieć, że jądro podsuwa się nieco ku górze. Przebieg tego jest następujący: jądro zostawiliśmy w naszym opisie przy wejściu wewnętrznym do kanału pachwinowego. Nim się to jeszcze stało, w obrębie

¹⁾ Na tej rycinie przedstawiającej preparat ze znacznie późniejszego stadium widać już wyrostek otrzewnowy posunięty dalej w rozwoju.

jamy ciała wytwarza się w pachwinowej okolicy ze ściany jamy brzusznej rodzaj wypuklenia (tzw. torebka pachwinowa), zbudowanego z tkanki łącznej i włókien mięsnych. To wypuklenie wznosi się w postaci stożka, tworząc tzw. *stożek pachwinowy* (*conus inguinalis* — ryc. 561), który podrasta ku jądru i podnosi je nieco ku górze. Stożek ten zawiera składniki ściany brzusznej (Ryc. 562) z jej mięśniami; wrasta on następnie w więzadło łonowo-pachwinowe, a jego składniki wzmacniają więzadło.

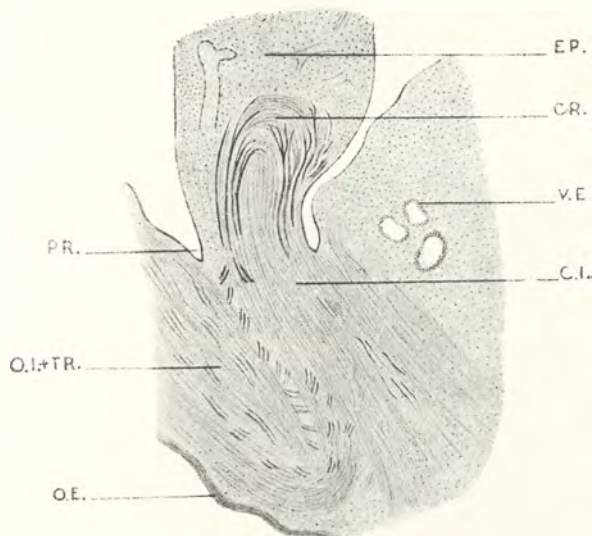


Ryc. 561. Położenie *conus inguinalis* zarodka ludzkiego z końca 6-go miesiąca. C. — *conus inguinalis*, D. — *ductus deferens*, R. — *rectum*, T. — *testis*, V. — *vasa spermatica*, VE. — *vesica*. Według *Bramanna z Kostaneckiego*.

Trzeci okres zstępowania jądra zaczyna się z końcem 6-go miesiąca ciąży. Zstępowaniu temu towarzyszą zmiany w zachowaniu się wyrostka pochwowego otrzewnej, więzadła łonowo-pachwinowego oraz stożka pachwinowego. Wyrostek pochwowy otrzewnej znacznie się pogłębia i rozszerza (Ryc. 563 i 564), a wtedy widać, że jądro z najądrzem, które leżały na szczycie więzadła łonowo-pachwinowego, obniżają się znowu w dół przy mocnym skrócie wspomnianego więzadła, dochodzą na nowo do pierścienia podotrzewnowego i poprzędzone przez więzadło przechodzą przez kanał pachwinowy. Tymczasem w znanych nam wałach płciowych tworzą się zagłębienia i tą drogą powstaje z wałów płciowych worek mosznowy, do którego wnikają (Ryc. 563 i 564) po obu stronach znane nam wyrostki pochwowe otrzewnej. Następnie obsuwa się do worka mosznowego po obu stronach ciała jądro z najądrzem wciągając za sobą też nasieniowody.

To obsuwanie odbywa się poza tylną ścianką wyrostków otrzewnej, tak że jądro ma na swojej przedniej stronie otrzewną tego wyrostka pochwowego.

Jądra przechodząc przez kanał pachwinowy napotyka ją w nim składniki omawianego stożka pachwinowego, który powstał z wypuklenia ściany brzucha, a następnie uległ wynicowaniu. Jądro wypycha go z kanału pachwinowego i skutkiem tego składniki ściany jamy brzusznej, z których stożek był zbudowany, dostają się po przejściu kanału pachwinowego obok



Ryc. 562. Przekrój przez stożek pachwinowy zarodka ludzkiego, wysterczający do jamy brzusznej. C. I. — conus inguinalis, CR. — musculus cremaster, EP. — epididymis, O. E. — musculus obliquus abdominis externus, O. I. + TR. — musculus obliquus abdominis internus + musculus transversus abdominis, PR. — processus vaginalis peritonei, V. E. — vasa epigastrica. Według Klaatscha z Kosteaneckiego.

nego. O ile by zarośnięcie nie nastąpiło, tworzy się droga dla przepukliny jelitowej do worka mosznowego.

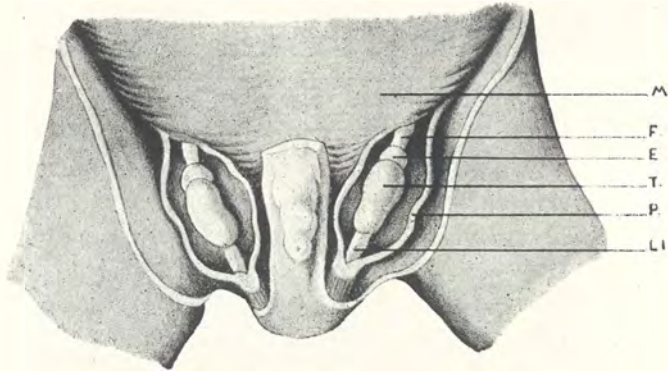
Składniki jamy brzusznej, przesunąwszy się obok wyrostka otrzewnowego, tworzą w worku mosznowym znane z anatomii błony otaczające jądro¹⁾. W końcu tego okresu zstępowania jądra ulega też zanikowi tak dotąd ważne więzadło, znane nam pod mianem więzadła łonowo-pachwinowego. Pozostała z niego tylko część, zwana częścią pochwewkową i podpochwewkową więzadła (*lig. vaginale* i *infravaginale*). Później utrzy-

stają się po przejściu kanału pachwinowego obok wyrostka otrzewnowego, podobnie jak sam wyrostek pochwewkowy otrzewnej, na wewnętrzną stronę ściany worka mosznowego.

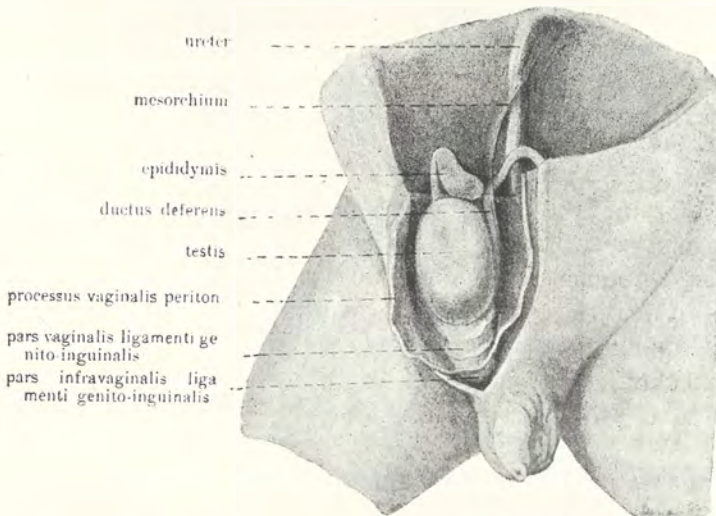
Jakiż jest los wyrostka pochwewkowego i wspomnianych składników jamy brzusznej? Światło wyrostka pochwewkowego otrzewnej jest początkowo bezpośrednim przedłużeniem jamy ciała do wnętrza worka mosznowego. Potem jednak zarasta światło tego przewodu, łączącego jamę ciała z jamką w wyrostku pochwewkowym otrzewnej w worku mosznowym. To zarastanie dokonywa się częścią w obrębie kanału pachwinowego, częścią poniżej

¹⁾ Tak więc w obrębie worka mosznowego prócz wypuklenia otrzewnowego, o którym była mowa, — a które tworzy własną osłonkę jądra (*tunica vaginalis propria*) — znajduje się błona wypuklona, będąca przedłużeniem tzw. poprzecznej powięzi brzucha, tworząca wspólną osłonkę jądra (*tunica vaginalis communis*). Wreszcie znajdują się tam włókienka mięsne, pochodzące z mięśnia sko-

muje się z nich tylko słabe pasemko z tkanki łącznej, łączące błony otaczające jądro jako więzadło mosznowe (*lig. scrotale*).



Ryc. 563. Położenie jąder zarodka ludzkiego z 8-go miesiąca. Wyrostek pachwinowy cięciem podłużnym od przodu otwarty. E. — epididymis, F. — funiculus spermaticus, LI. — ligamentum genito-inguinale, pars vaginalis, M. — musc. obl. abdom. ext., P. — processus vaginalis peritonei, T. — testis. Według Bramanna z Kostaneckiego.



Ryc. 564. Położenie jądra zarodka ludzkiego z końca życia płodowego. Wyrostek pochwywy otrzewnej razem ze ścianą brzuszną otwarty cięciem podłużnym. Według Ebertha z Kostaneckiego.

śnego wewnętrznego (*m. obliquus abdominis internus*) i mięśnia poprzecznego brzucha (*m. transversus abdominis*), które tworzą tzw. dźwignacz jądra (*m. cremaster*) pokryty własną powięzią (*fascia cremasterica*).

Wszystkie te składniki, łącznie ze skórą i warstwą podskórną (*tela subcutanea*), otaczającą je od zewnątrz, stanowią ścianę moszny.

Przemieszczenie jajników.

Zjawisko zstępowania jąder znamionowało mocne przemieszczenie gruczołów płciowych męskich (por. ryc. 556). W rozwoju gonad żeńskich proces przemieszczenia ich jest znacznie mniej wydatny i ogranicza się raczej do ich obrotu.

Jajniki są dość ściśle utwierdzone w okolicy lędźwiowej. Od strony głowowej zarodka jajnik utrzymuje więzadło, które potem nosi nazwę *wieszadła jajnika* (*ligamentum suspensorium ovarii*) i łączy mocno jajnik z górną częścią bocznej ściany macicy. Drugie więzadło, tzw. własne jajnika (*ligamentum ovarii proprium*), przymocowane jest do jego części ogonowej i łączy go również z macicą.

Pierwszą fazą w przemieszczeniu jajnika jest jego obrót dookoła punktu odpowiadającego końcowi ogonowemu jajnika. Wynikiem tego obrotu jest to, że jajnik, którego oś długa początkowo szła równoległe do kręgosłupa, przechodzi w położenie poprzeczne. Dawny koniec dogonowy zwrócony jest obecnie, po obrocie o 90°, ku linii środkowej ciała, a biegun dogłowy zwraca się ku jego bocznej ścianie (Ryc. 557).

Druga czynność dokonywa się już po urodzeniu. Wtedy to wzrasta w długość miednica mała, a wskutek tego macica zostaje przesunięta biernie w głąb miednicy; że zaś jajnik jest mocno przytwierdzony do macicy, przenosi się tam wraz z nią.

Co do wyrostka otrzewnej (*processus vaginalis*), to to wypuklenie otrzewnej jest bardzo krótkie i już w 3-cim miesiącu życia płodowego ulega zanikowi.

Więzadło lonowo-pachwinowe, które, jak widzieliśmy, miało duże znaczenie przy zstępowaniu jądra, nie ma przy przemieszczeniu jajników żadnego wpływu. Przyczepia się ono z jednej strony na pograniczu między trąbką a macicą i dochodzi do warg sromnych wielkich. Jednakże więzadło to, które odpowiada więzadłu lonowo-pachwinowemu męskiemu (*ligamentum genito-inguinale vel gubernaculum Hunteri*), nie oddziałuje mechanicznie na przemieszczenie jajnika.

ROZWÓJ NADNERCZA (*glandula suprarenalis*)

Nadnercze nie ma z narządem moczopłciowym innej łączności jak tylko topograficzną, leży bowiem w bezpośrednim sąsiedztwie nerki. Nadnercze, jak nam wiadomo, jest narządem o wydzielaniu wewnętrznym; ponieważ jednak ugrupowanie materiału naszej książki jest anatomiczne, przeto rozdziału oddzielnego dla tych narządów nie stwarzam, a embriologię nadnercza omawiam po ukończeniu rozdziału o narządach płciowych.

Cechą charakterystyczną nadnercza u najwyższych kręgowców jest zespolenie dwóch całkiem różnych substancyj w jednym narządzie, jak-

kolwiek w oddzielnych warstwach. W nadnerczu ustrojów dorosłych da się morfologicznie wyróżnić dwie strefy: korową i rdzenną. Różnice między nimi wykazuje nie tylko ich wygląd makro- i mikroskopowy, nie tylko właściwości chemiczne, ujawniające się przez odmienne reakcje wobec tych samych odczynników chemicznych, ale także pewne bardzo interesujące dane z rozwoju szczepowego. U ryb smoczkoustych, chrzęstno- i kostnoszkieletowych zamiast jednego narządu, łączącego w sobie



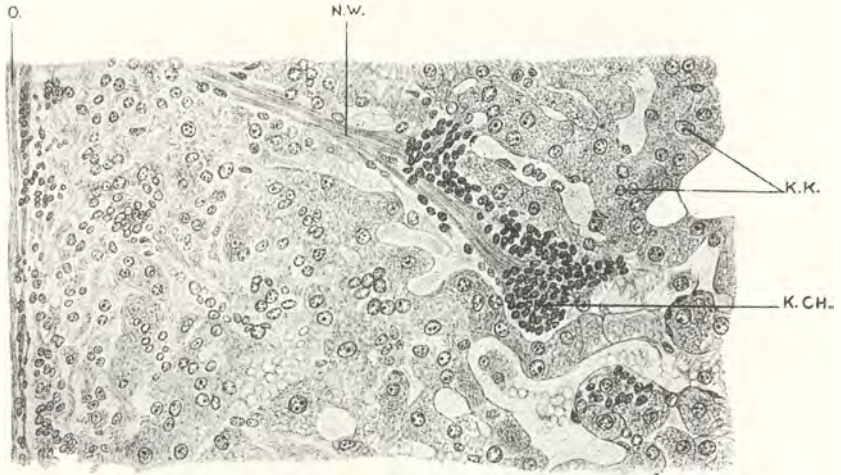
Ryc. 565. Przekrój przez nadnercze (u góry ryciny) i część nerki zarodka ludzkiego z 3. miesiąca. Jeszcze niewyróżnicowana część rdzenna i korowa nadnercza. *K. CH.* — komórki chromochłonne, *K. Z.* — kanalik zbierający, *M. N.* — miedniczka nerkowa, *MALP.* — kłębek Malpighiego, *T. N.* — torebka nerki. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

dwa rodzaje substancyj, mamy dwa oddzielne narządy: międzynerkowy (*interrenale*), którego komórki zawierają materiały lipoidalne, i nadnerkowy (*suprarenale*), odznaczający się zawartością substancyj chromochłonnych w komórkach.

Narządowi międzynercza odpowiada u wyższych kręgowców i u człowieka substancja korowa nadnercza również zawierająca lipoidy; rdzenna natomiast z zawartością materiałów chromochłonnych odpowiada narządowi nadnerkowemu.

Rozwój ontogenetyczny potwierdza również fakt niejednorodności obu warstw. Warstwa korowa nadnercza jest pochodzenia me-

z odermalnego. Tworzą ją komórki otrzewnej ściennej, które w końcu 1-go miesiąca życia zarodkowego na wysokości między dogłowym końcem pranercza a aortą wnikają w tkankę mezenchymatyczną tworząc pączkowate wypuklenia zwiększonych nieco komórek otrzewnowych. Grupy tych pączków, leżące po obu bokach nasady krezki jelitowej, wyodrębniają się od reszty komórek nabłonka otrzewnowego, zaznaczając wyraźnie samoistność narządów. Nieco później (zarodek ludzki 9 mm) wrastają do tego narządu naczynia krwionośne od tętnic praner-



Ryc. 566. Przekrój przez część korową nadnercza zarodka ludzkiego z 3. miesiąca. Grupa komórek chromochłonnych (sympatogonii) wędruje ku środkowi nadnercza. *K. CH.* — komórki chromochłonne, *K. K.* — komórki części korowej, *N. W.* — nerw współczulny, *O.* — osłonka łącznotkankowa. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

cza, które odchodzą wprost od aorty. Ponieważ w pranerczu toczą się procesy zanikowe, przeto unaczynienie obejmują tętnice pranercza coraz to dalej ku tyłowi położone, a gdy narząd ten zupełnie zaniknie, tętnice dawnego pranercza wchodzą w bezpośrednie usługi nadnercza, przyjmując nazwę tętnic nadnercza. Unaczynienie żyłne związane jest z żyłami zasadniczymi (*venae cardinales*).

Elementy komórkowe, ułożone początkowo w jednolitej masie, różnicują się w 2-gim miesiącu w oddzielne warstwy pokładu korowego nadnercza. Tkanka mezenchymatyczna tworzy pochewkę dla tego narządu. Przytykając do niej układają się komórki w rodzaj pęcherzyków czy kłębków, tworząc warstwę kłębkowatą (*zona glomerulosa*). Środkowa warstwa, tzw. warstwa pasmowata (*zona fascicularis*) tworzy przez promieniste uszeregowanie komórek pasma, zdążające jakby ku rdzennej masie nadnercza. Między tą warstwą a rdzeniem narządu

tworzy się warstwa siatkowata (*zona reticularis*). Powstaje ona przez zgrupowywanie komórek dokoła naczyń żylnych.

Co do kolejności organizacji tych warstw, to najpierw powstaje warstwa pasmowata, potem siatkowata, — różnicowanie zaś warstwy kłębkowatej dokonywa się w końcu życia zarodkowego.

Warstwa rdzenna nadnercza jest pochodzenia ektodermalnego w przeciwstawieniu do korowej, związanej genetycznie z mezoderłą. Źródłem materiału budowlanego tej części nadnercza jest układ współczulny. W 2-gim miesiącu życia zarodkowego wywędrowują z sąsiednich pni przykręgosłupowych komórki nerwu współczulnego i przesuują się w kierunku części korowej nadnercza. Tu gromadzą się one, a następnie przechodzą do ukształtowanego już zawiązka substancji korowej nadnercza, tworząc w nim porozrzucane grupki elementów, tzw. sympatogonie (Ryc. 565 i 566). Poza tym do środka narządu wchodzi także gałązki nerwowe, które utrzymują związek z systemem współczulnym. Sympatogonie albo różnicują się w kierunku komórek układu współczulnego utrzymując charakter nerwowy, albo też tworzą substancję chromochlonną o specyficznych właściwościach, która produkuje adrenalinę. Wrastanie sympatogonii odbywa się także w życiu pozaembrionalnym. Początkowo nadnercze jest oddzielone od nerki dość szeroką szczeliną, a co do rozmiarów jest np. w 2-gim miesiącu większe od nerki. Potem wzrost nadnercza słabnie, podnosi się znów na początku 3-go miesiąca, a od 4-go jest ono już stale mniejsze od nerki (Ryc. 512).

ZBOCZENIA ROZWOJOWE UKŁADU MOCZOWEGO.

W biegu rozwoju nerka — która, jak czytaliśmy, powstaje z nefrotomów i wypuklenia idącego od kanału Wolffa — może się nie rozwinąć, o ile się nie wytworzy materiał nefrotomalny. Nie hamuje to jednak wyrastania wypuklenia z kanału Wolffa, ale i ono może się też nie rozwinąć.

Brak nerki jest najczęściej lewostronny. Prawa nerka rozwijająca się u takiego osobnika ma w życiu płodowym wielkość prawidłową, po urodzeniu natomiast ulega przerostowi. Fakt ten jest jeszcze jednym argumentem przemawiającym za rozpoczęciem akcji wydalniczej nerki dopiero po urodzeniu. W życiu zarodkowym zatem to wydzielanie odbywa się w łożysku.

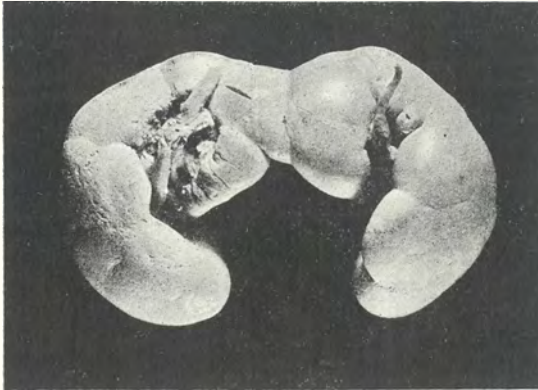
Liczba nerek może być zwiększona o nerki dodatkowe (*triplicitas, quadruplicitas renum*).

Obraz powierzchni nerki zarodkowej znamionuje, jak wiemy, płatowatą ość wynikającą z budowy związanej z rozgałęzzeniami moczowodu zarodka. Ten zrazikowaty wygląd powierzchni zanika po urodzeniu, jednak jako zбочzenie rozwojowe utrzymuje się czasem w życiu pozamacicznym płatowata powierzchnia

Nieprawidłowe położenie nerki, np. w małej miednicy — i to jednej lub obu — da się objaśnić zahamowaniem rozrostu moczowodu, który w normalnych warunkach podnosi zawiązek nerki z miednicy małej do dużej. Nieprawidłowe położenie nosi nazwę przemieszczenia nerki (*distopia renis*).

Przy nieco ukośnym ułożeniu dochodzi w życiu płodowym czasem do zrostu między obu odcinkami doogonowymi nerki, tak że powstaje przez to jedna nerka duża, tzw. nerka podkowiasta (Ryc. 567).

Przy słabym ustaleniu nerki w okolicy lędźwiowej, a także przy niedostatecznej tamże ilości tkanki tłuszczowej tworzy się tzw. nerka wędrująca; zmienną jej cechą jest unaczynienie przez tętnicę nerkową odchodzącą znacznie niżej jak zwykle, mianowicie od tętnicy krzyżowej, albo od tętnicy biodrowej.



Ryc. 567. Nerka podkowiasta. Ze zbiorów zakładu anatomii opisowej U. J.

Nerka torbielowata (*ren cysticum*) powstaje przez tworzenie się małych cyst podczas zwyrodnienia fizjologicznego części kanalików moczowych; te pęcherzyki rozrastają się nieraz w wielkie torbielowate jedno- lub więcej-komorowe twory, które zajmują czasem przestrzeń całej nerki. Podobne torbiele powstają też z powodu zatrzymania odpływu, np. z miedniczek (*pelviogenae*

cistae) i odznaczają się tym, że zawierają ciecz z domieszką moczu. Torbiele takie rozrastają się nieraz w zarodku do takich rozmiarów, że stanowią mogą przeszkodę przy porodzie. Zasadniczo wypełnione są one cieczą surowiczą, wysłane zaś nabłonkiem.

Nerki torbielowate spotyka się często u zwierząt: u psów, kotów, koni, świń, bydła, owiec itd.

Dalszą nieprawidłowością może być **brak moczowodu**: może on być zupełny, gdy moczowodu nie ma wcale, albo częściowy, gdy istnieją tylko odcinki moczowodu.

Nerki o dwu moczowodach powstają, gdy z kanału Wolffa wyrastają równocześnie dwa wypuklenia zamiast jednego, albo gdy wypuklenie pojedyncze, rosnące w kierunku nefrotomów, ulega rozdzieleniu i wtedy do tkanki nerkotwórczej dorastają dwa moczowody. Nawet w nerce dwumoczowodowej tworzy się zasadniczo jedna miedniczka. Dwumiedniczkowe nerki spotyka się całkiem wyjątkowo.

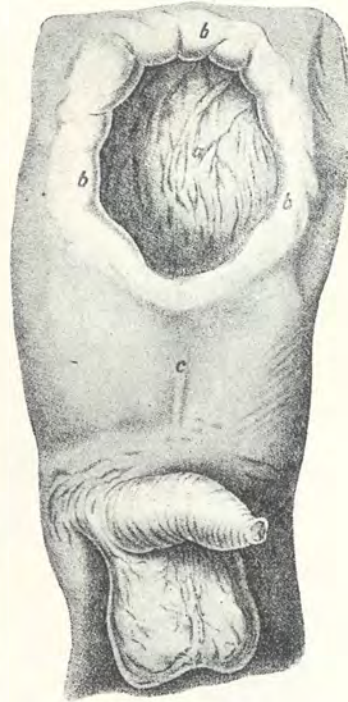
Nieprawidłowa długość moczowodu ma swe źródło w jego intensywniejszym lub dłużej trwającym wzroście. Moczowody takie mają przebieg kręty, węzowy. Niejednokrotnie wskutek zgięć moczowodu wytwarza się zaciśnięcie światła. Światło moczowodu może być czasem niepomiernie szerokie i to albo na całej jego długości, albo w pewnych odcinkach. Najczęściej w takich wypadkach w końcowych odcinkach moczowód jest niedrożny lub częściowo zwężony, a odcinek nad tym miejscem rozszerzony.

W moczowodach można czasem spotkać uchyłki, czemu towarzyszą nieraz zmiany w budowie nerki. Ujście moczowodów w wyjątkowych, rzadkich przypadkach może się otwierać w nieprawidłowych miejscach; z a u w a ż o n o t o n p. w przedsiönku pochwy u kobiety z zespolonymi nerkami.

Nieprawidłowości w budowie pęcherza moczowego. Wiemy, że materiał twórczy do budowy pęcherza moczowego powstaje w dużej części ze steku, który zostaje rozdzielony przegrodą moczowo-odbytową (*septum urorectale* — por. str. 209), na część przednią steku, moczową i tylną — przyszlą odbytnicę. Przy zaburzeniach w organizacji tej przegrody może dojść do niedrożności odbytu. Dolnego odcinka odbytnicy jako też otworu odbytowego nie ma w tym przypadku, a leżący wyżej odcinek кишки odbytowej otwiera się do pęcherza moczowego. Mamy tu więc do czynienia z tzw. *niedrożnością* odbytu pęcherzową (*atresia ani vesicalis*). Takie połączenie może wytworzyć się znacznie wyżej dla górnego odcinka odbytnicy z cewką moczową (*atresia ani urethralis*) lub z przedsiönkiem pochwowym (*atresia ani vestibularis*).

Inne nieprawidłowości mające jeszcze większe znaczenie dla medycyny wiążą się z zahamowaniem zamknięcia jamy brzusznej jej ścianą przednią. Do tych nieprawidłowości zaliczyć należy w pierwszym rzędzie tzw. dawniej wynicowanie pęcherza (*ectopia vesicae*). Nazwę tę uważają dziś za nieodpowiednią (Gruber), gdyż termin łaciński określałby raczej przemieszczenie pęcherza w inne miejsce organizmu aniżeli w prawidłowym ustroju. Gruber proponuje nazwę *exstrophia*. Także i polską nazwę należało by zmienić raczej na **szczelinę brzuszno-pęcherzową**.

Obraz tej nieprawidłowości może być dwojaki: w pierwszym przypadku mamy poniżej pępka szczelinę na brzuchu, która rozszczepia nie tylko ścianę brzuszną, ale także górną część brzusznej ściany pęcherza moczowego. Szczelina ta obejmuje mniej więcej górną połowę długości między pępkiem a spojeniem. Natomiast ściana brzuszna ponad spojeniem łonowym jest prawidłowa (Ryc. 568, 569) — jest to tzw. *górną częściową szczelinę brzuszno-pęcherzową* (*exstrophia vesicae partis superioris*). Na rysunku widać w okolicy pępka duży otwór obramowany pierścieniem. To obramowanie jest wałowatym przejściem skóry w ścianę przednią pęcherza. Pole oznaczone literą *a* odpowiada tylnej ścianie pęcherza. Z uwagi na to, że tu dochodzi się wprost z zewnątrz



Ryc. 568. *Exstrophia vesicae partis superioris*, od strony przedniej. *a* — ściana pęcherza, *b* — brzeg zgrubiały, przejście ściany pęcherza w ścianę brzuszną, *c* — przednia ściana brzuszna, *linea alba*. Według Ammona z Schwalbego.

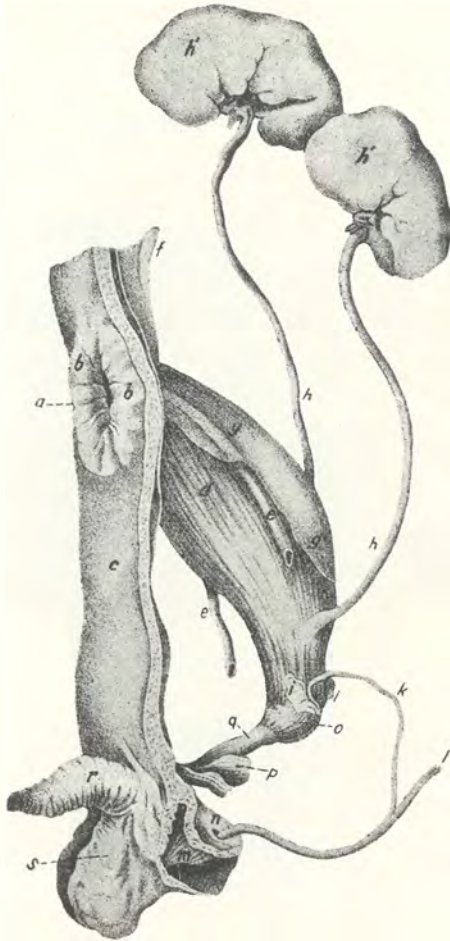
do wewnętrznej powierzchni tylnej ściany pęcherza — odnosi się wrażenie jakby pęcherz był wynicowany; stąd pochodziła dawna nazwa tej nieprawidłowości.

Drugą kategorię tych nieprawidłowości stanowi szczelina brzuszno-pęcherzowa dolna (*exstrophia vesicae inferior*). Nieprawidłowości rozwojowe, należące do tej grupy, znamionuje otwór leżący bezpośrednio ponad spojeniem lonowym, łączący się w innych przypadkach z niedomknięciem spojenia lonowego. Prócz tego rozszczepienie przesuwają się niżej na prącie, które pozostaje od góry rozszczepione tworząc rodzaj rynienki (Ryc. 570).

Wreszcie możliwe jest utworzenie szczeliny na całej przestrzeni między pępkiem aż poniżej spojenia lonowego (*exstrophia totalis vesicae*).

Przyczyną opisanych tu obrazów jest niezamknięcie przedniej ściany brzusznej. Wiadomo nam mianowicie, że we wczesnych okresach rozwoju zarodek jest ułożony na powierzchni pęcherzyka żółtkowego, z którym styka się stroną brzuszną. Później dopiero zamyka się ściana brzuszna między zarodkiem a pęcherzykiem żółtkowym tworząc uzupełnienie brzuszno-odgraniczenia embriona od świata zewnętrznego. W nieprawidłowych przypadkach nie wrasta tkanka mezenchymatyczna w obręb ściany przedniej brzusznej od góry, tj. od strony pępka, ku dołowi między nabłonkiem ściany brzusznej a zatokę moczopłciową. Ryc. 540 M i 541 ilustrują prawidłowe wrastanie mezenchymy; gdy tego wrośnięcia nie ma, wtedy przednia ściana jamy brzusznej i zatoki moczopłciowej nie może się trwale utrzymać. Wynikiem więc tego niedociągnięcia organizacyjnego jest wytworzenie opisanej szczeliny.

Do nieprawidłowości pęcherza należy jego **zdwojenie** (*vesica du-*

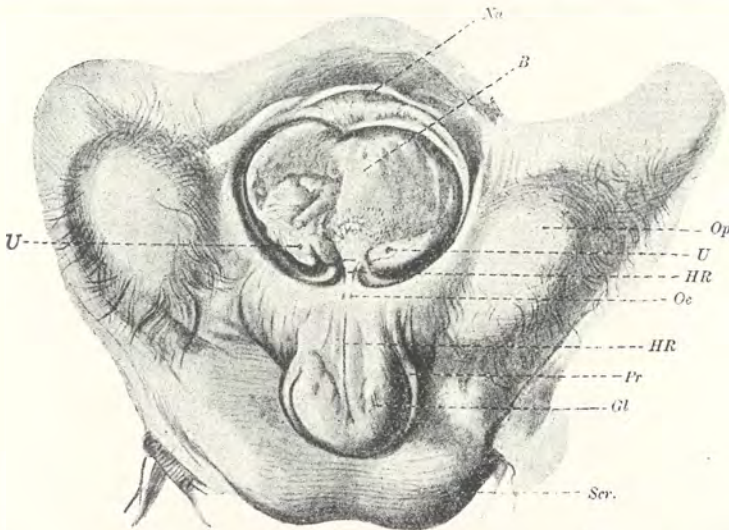


Ryc. 569. *Exstrophia vesicae partis superioris*. Ten sam przypadek, co na rycinie poprzedniej, widziany z boku. *a* — otwór przewodu omocznioowego (*urachus*), *b* — przejście ściany pęcherza w ścianę brzuszną w postaci zgrubiałego brzegu, *c* — ściana brzuszna, *d* — zewnętrzna mięsna powierzchnia pęcherza, *e* — tętnice pępkowe, *f* — żyła pępkowa, *g* — otrzewna, *h* — moczowody, *h'* — nerki, *i* — pęcherzyki nasienne, *k* — nasieniowód, *l* — powrózek nasienny, *m* — osłonka jądra, *n* — pierścień pachwinowy, *o* — gruczoł krokowy, *p* — opuszka cewki moczowej, *q* — część błoniasta cewki moczowej, *r* — prącie, *s* — moszna

plex). Dwa pęcherze leżą obok siebie, a do każdego z nich otwiera się jeden moczowód. Nieprawidłowość ta jest najczęściej złączona z innymi powikłaniami i dlatego też osobniki takie nie utrzymują się przy życiu.

NIEPRAWIDŁOŚCI ROZWOJU NARZĄDÓW PŁCIOWYCH

Obojnactwo (*hermaphroditismus*), występujące tak często jako reguła u wielu zwierząt bezkręgowych, pojawia się jako nieprawidłowość u człowieka, który, jak wiadomo, jest ustrojem rozdzielnopłciowym. Istotą płci jest, jak wiemy z embriologii ogólnej, zdolność produkowania elementów rozrodczych męskich albo żeńskich, co jest uzależnione od wyposażenia osobnika



Ryc. 570. *Exstrophia vesicae inferior*, u dorosłego mężczyzny. B — pole pęcherza moczowego, Gl — żołądek epispadyicznego prącia, HR — moczowód, Na — zabliźnione miejsce pępka, Oe — przypuszczalne otwory przewodów wytryskowych, Op — końce niezrosniętych kości łonowych, Pr — napletek (*praeputium*), Scr. — moszna (*scrotum*), U — ujścia moczowodu. Według Enderlena z Schwalbego.

w gruczoł płciowy męski (jądro) lub gruczoł płciowy żeński (jajnik); są to tzw. cechy płciowe pierwszorzędne. Cechy płciowe drugorzędne pozostają w związku z cechą pierwszorzędną. Jako zboczenie rozwojowe u gatunków rozdzielnopłciowych należy uznać powstanie obojnactwa, tzn. wytworzenie gruczołu płciowego jajnikowo-jądrowego (*ovotestis*), który wyraża pierwszorzędną cechę płciową danego osobnika.

Zależnie od ułożenia gruczołów płciowych rozróżniamy:

- 1) **Obojnactwo obustronne** (*hermaphroditismus bilateralis*), gdy gruczoł płciowy po obu stronach jest obojnaczy;
- 2) **Obojnactwo jednostronne** (*hermaphroditismus unilateralis*), gdy po jednej stronie leży gruczoł obojnaczy, po drugiej jajnik lub jądro;
- 3) **Obojnactwo przeciwległe** (*hermaphroditismus alternans*), gdy po jednej stronie ciała jest umieszczony jajnik, po drugiej jądro.

Badania osobników obojnaczych istotnie rzadko wykazują gruczoł obojnaczy, czyli tzw. obojność rzeczywiste odnoszące się do gruczołu płciowego (*hermaphroditismus verus sive glandularis*). We wszystkich tych nielicznych w literaturze przypadkach obojności rzeczywistej możemy mówić o obojności anatomicznej. Dotychczas nie stwierdzono na pewno stanu fizjologicznie czynnego obu części tego gruczołu, tzn. produkcji jaj i plemników. Jest tu więc budowa obojnacza, ale nie stwierdzono obojności czynnego.

W przeciwieństwie do obojności rzeczywistej znamy typ obojności rzekomego (*hermaphroditismus spurius sive pseudohermaphroditismus*). Cechą tego zбочenia rozwojowego jest niezgodność między cechą pierwszorzędną a znamionami drugo- i trzeciorzędnymi¹⁾.

Zależnie od cechy pierwszorzędnej, a więc od tego czy osobnik jest wyposażony w jądra czy w jajniki, mówimy o obojności pozornym, w zgl. rzekomym męskim (*hermaphroditismus spurius masculinus*), albo żeńskim (*hermaphroditismus spurius femininus*). Pozorne obojność występuje najczęściej u osobników męskich, tj. takich, które są wyposażone w gruczoł płciowy męski. Niejednokrotnie zбочenia te nadają bardzo wyraźnie postać żeńską takiemu osobnikowi, zwłaszcza gdy występują zmiany w budowie prącia znamienne przez jego rozszczepienie od strony brzusznej²⁾, naśladowujące wargi sromne oraz gdy gruczoły mleczne rozrastają się ponad miarę gruczołów tych u mężczyzny, a bujny rozrost włosów i ukształtowanie miednicy wykazują cechy kobiece. Do tego dołącza się zatrzymanie gruczołów męskich w jamie brzusznej, przez co zacierają się od zewnątrz charakter męski osobnika. Nadto zdarzają się przypadki, że odprowadzające przewody rodne, które zanikają u mężczyzny w ustroju prawidłowym, tutaj rozwijają się tak jak w organizmie kobiecym: wytwarzają się więc jajowody, macica i pochwa, a prącie rozwija się w miejsce lechtaczki i jest mniejsze od prawidłowego prącia, ale większe nieco niż zwykła lechtaczka.

Zdarzają się jednak przypadki, gdzie rozpoznanie płci natrafia na bardzo znaczne trudności, gdyż jedne cechy przemawiają na stronę męską, inne przemawiają raczej za charakterem kobiecym³⁾. Do nieprawidłowości nadających żeńskiemu osobnikowi pozory płci męskiej należy między innymi

¹⁾ Jako cechy drugorzędne uznajemy cechy odnoszące się do wewnętrznych dróg odprowadzających i zewnętrznych części rodnych.

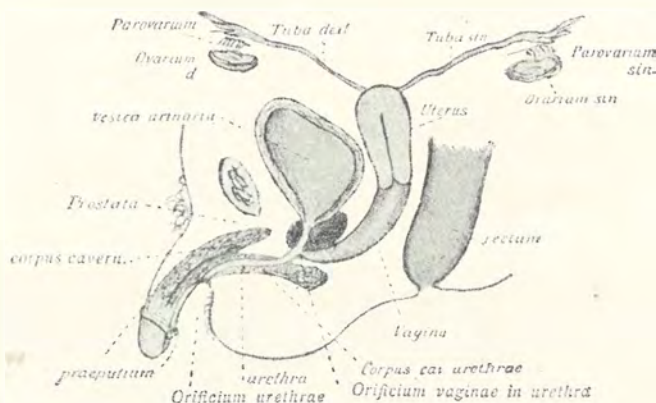
Cechami trzeciorzędnymi nazywamy cechy, które odnoszą się do cech innych narządów ciała lub pewnych własności fizjologicznych (np. sposób oddychania, właściwości psychiczne jednej lub drugiej płci, kierunek popędu płciowego).

²⁾ Anomalia zwana szczeliną dolną (*hypospadią*), patrz str. 242.

³⁾ Przed niewiele laty zgłosiła się do Uniwersyteckiego zakładu biologiczno-embriologicznego w Krakowie kobieta prosząc o stwierdzenie jej płci. Uważana przez lat ponad 30 za kobietę, czuła się ona mężczyzną i żądała, ażeby jej wydać na to zaświadczenie, które jest jej potrzebne do uzyskania wyższego wynagrodzenia za pracę w jednej z kopalń śląskich, w której mężczyźni są wyżej płatni niż kobiety. Uważała ona, że uzyskanie takiego poświadczenia mogłoby jej dać podstawę prawną do uzyskania także uzupełniającego wynagrodzenia za czas ubiegły.

Badania przeprowadzone w Instytucie biol.-embriologicznym, jak w Klinice ginekologicznej i na posiedzeniu Tow. Ginekologów nie dały definitywnych rezultatów. Głos, postawa, zarost na twarzy były męskie, ale szereg cech przemawiał za płcią żeńską.

zmiana położenia jajników, które mogą się obniżyć aż do wałów płciowych zyskujących przez to podobieństwo do moszeń. Mamy tu do czynienia z obojnactwem rzekomym żeńskim. Jeszcze mocniej zaznacza się podobieństwo do płci męskiej takiego osobnika, jeśli wystąpi u niego np. mocny przerost lechtaczki, zrost warg sromowych wielkich, naśladujący worek mosznowy, obecność kanału nasiennego w drogach odprowadzających oraz woreczków nasiennych i gruczołu krokowego.



Ryc. 571. *Pseudohermaphroditismus femininus*, z moszną i lechtaczką w kształcie prącia; w pólshematycznym przekroju. Według Fibigera z Bromana.

Jeżeli u osobnika z rzekomym obojnactwem cechy drugorzędne płciowe ujawniają się tylko w zboczeniach narządów zewnętrznych, mówimy o zewnętrznym rzekomym obojnactwie (*pseudohermaphroditismus externus* — ryc. 571); jeśli zaś tylko w drogach odprowadzających — mówimy o obojnactwie rzekomym wewnętrznym (*pseudohermaphroditismus internus*). Połączenie obu powyższych możliwości nazywamy obojnactwem rzekomym zupełnym (*pseudohermaphroditismus completus*). Oczywiście, że to odnosi się do obojnactwa męskiego i żeńskiego.

Prócz nieprawidłowego związku korelacyjnego między gruczołem płciowym a cechami drugorzędnymi płciowymi może istnieć jako zboczenie fałszywa korelacja cech trzeciorzędnych z jakością gruczołu płciowego. W prawidłowych przypadkach osobnik wyposażony w jajnik ma popęd płciowy w kierunku osobników męskich. Możliwe jest jednak zboczenie polegające na istnieniu popędu płciowego w kierunku tej samej płci, a więc w naszym przypadku ku płci żeńskiej. Odnosić się to może także do innych cech psychicznych. Są to przypadki obojnactwa psychicznego (*hermaphroditismus psychicus*).

Zboczenia rozwojowe poszczególnych narządów układu płciowego męskiego.

Jądro może się czasem zupełnie nie rozwinąć (*aplasia testis sive anorchidia*), i to tak, że nie tworzy się ani najądrze, ani sznur nasienny. W niektórych przypadkach jądro jest niedorozwinięte, co spotyka się zwłaszcza przy niepełnym lub nieprawidłowym jego zstępowaniu. Takie zboczenie może polegać na opóźnieniu zstępowania jądra (*descensus testi-*

culorum retardatus), albo na trwałym zatrzymaniu go w obrębie jamy brzusznej (*retentio abdominalis*) lub w kanale pachwinowym (*retentio inguinalis*). Jądra, które były tam zatrzymane, pozostają niedorozwinięte. Ta nieprawidłowość rozwojowa nosi też nazwę *kryptorchismus*, natomiast mogą rozwijać się prawidłowo jądra, które dostały się pod skórę w okolicę dolną brzucha (*ectopia abdominalis*), albo do kanału udowego (*ectopia femoralis*) lub wreszcie w okolicę międzykrocza (*ectopia perinealis*). Jeżeli jednak jądro nie zstąpiło do worka mosznowego tylko po jednej stronie ciała, a po drugiej jest prawidłowo umieszczone (*monorchismus*), wtedy możliwy jest prawidłowy rozwój tego jądra i nawet przrost jądra, które zstąpiło. Czynności płciowe takiego osobnika są możliwe.

Momenty przyczynowe tych zatrzymań gruczołów męskich nie są znane. Na jądrze nie wytwarza się, jeśli nie zostało utworzone jądro; całkiem wyjątkowo znajduje się najądrze utworzone i nawet zstępujące do worka mosznowego u osobników pozbawionych jąder.

Zboczenia organizacji dróg odprowadzających ujawniają się w niewytwarzaniu sznura nasiennego albo w jego skróceniu czasem tak znacznym, że przeszkadza ono nawet zstępowaniu jądra.

Drugim zboczeniem tego działu jest utrzymanie się i nieprawidłowo mocny rozwój przewodu Müllerskiego. Przy rzekomym obojactwie męskim rozwój ten prowadzi nieraz do wytworzenia «macicy męskiej» (*uterus masculinus*) nawet z rozwojem ściany mięsnej. Równocześnie z dolnego odcinka kanałów rozwija się tzw. pochwa męska (*vagina masculina*), która może być czasem zatkana od zewnątrz błoną odpowiadającą błonie dziewiczej osobników żeńskich.

Z tymi zboczeniami dróg rodnych wewnętrznych łączy się często nieprawidłowe zamknięcie cewki moczowej, tzw. szczelina prącia dolna lub górna, o czym poniżej będzie jeszcze obszerniej mowa.

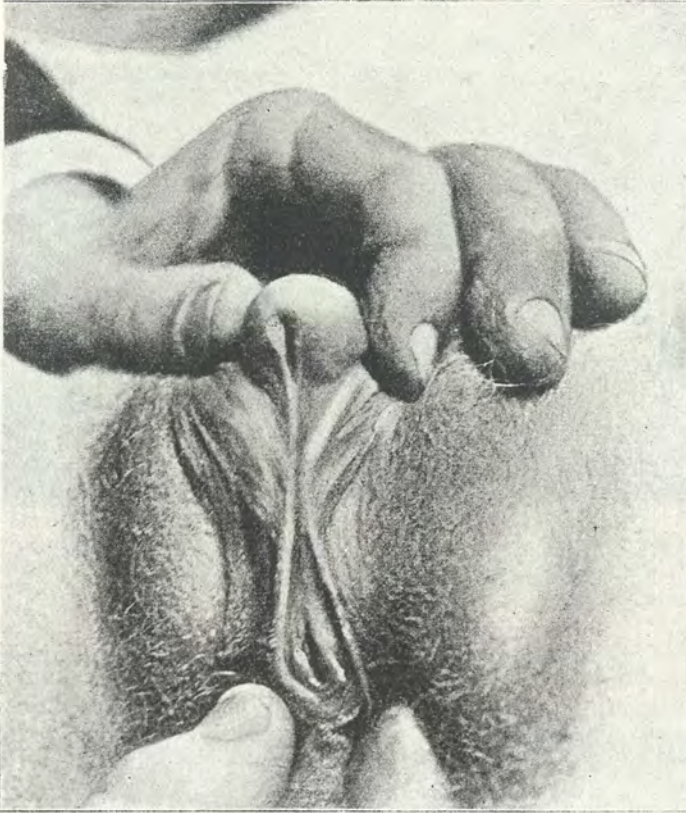
Gruczoł krokowy (*prostata*) wcale się nie tworzy w wyjątkowych, rzadkich przypadkach; inne zboczenie znamionuje zwiększenie jego objętości ponad normę lub zmniejszenie poniżej rozmiarów prawidłowych.

Cewka moczowa, której geneza związana jest z zatoką moczopłciową, może ulec zboczeniom rozwojowym już w czasie tworzenia przegrody moczowo-odbytnicowej, zwłaszcza w obrębie odcinka krokowego. Może wtedy dokonać się zupełny zanik (*obliteratio urethrae totalis*). Światło cewki moczowej może też ulec zamknięciu przez zarosnięcie nabłonkiem, i to albo w ujściu cewki (*imperforatio orificii urethrae*), albo w obrębie żołędzi (*imperforatio glandis penis*) lub wreszcie części krokowej (*imperforatio partis prostaticae urethrae*).

Zboczeniem rozwojowym prącia może być jego zupełny brak lub niedorozwój, gdy całkiem małe prącie wysuwa się zaledwie z przestrzeni wśród spojenia łonowego. Zboczenia te są rzadkie. Najczęściej nieprawidłowy rozwój znamionuje się brakiem zrostu fałdów płciowych dolnej lub górnej części prącia. Jeżeli górna część fałdów nie ulegnie zrośnięciu, wtedy nazywamy to zboczenie rozwojowe szczeliną górną prącia (*epispadia*); jeżeli dolna ich część się nie zrosła, mówimy o szczelinie dolnej (*hypospadia* — ryc. 572). Brak zrostu na całej długości prącia prowadzi do wytworzenia rodzaju rynienki w miejsce zwykłej cewki. Jeśli każda połowa zrośnie się oddzielnie, wtedy powstaje prącie podwójne (*penis duplex*).

Szczelina prącia często obejmuje tylko jeden jego odcinek, a więc np. odcinek końcowy — żołądź (*epi-hypospadiā glandis*), albo górną część prącia (*epi-hypospadiā penis superior*).

Wreszcie do zбочeń tych może się dołączać brak wałów płciowych, które, jak wiemy, tworzą u mężczyzny worek mosznowy. Szczelina mosznowa, która się zarysowuje w tym przypadku, rozdwa



Ryc. 572. *Hypospadiā peniscrotalis* u rzekomego obojnaka męskiego. Według Neugebauera.

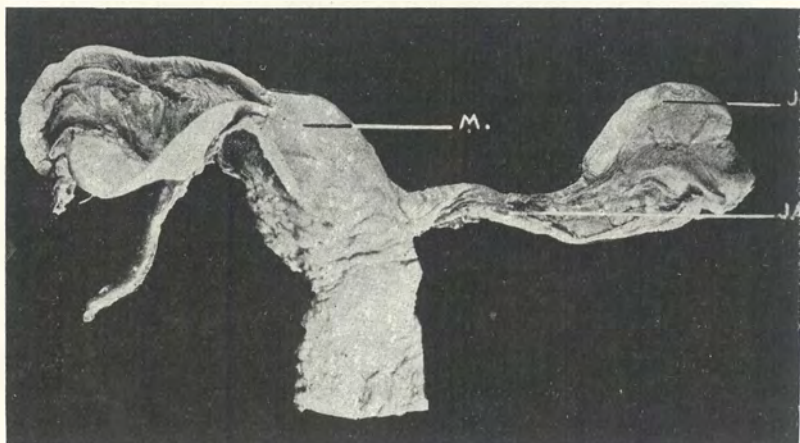
rek mosznowy (*hypospadiā scrotalis*), a niekiedy posuwa się w tył, więc w kierunku otworu odbytowego, tworząc szczelinę międzykrocza (*hypospadiā perinaei*).

Zespół tych szczelin w ustroju męskim daje obraz organizacji zbliżonej do zewnętrznych części płciowych żeńskich i staje się podstawą rzekomego obojactwa męskiego.

Wreszcie na uwagę zasługuje pozostałość zrostu nabłonkowego między napletkiem a powierzchnią żołądźci. Rozluźnienie w prawidłowym rozwoju dokonywa się przed okresem dojrzałości (między 10 a 13 rokiem życia). Utrzymanie się tego zrostu uniemożliwia przesuwanie się napletka poza żołądź, tworząc wrodzoną stulejkę (*phimosis congenita*).

Zboczenia rozwoju narządu płciowego żeńskiego.

Jajnik w niektórych zresztą rzadkich przypadkach nie wytwarza się, a wtedy najczęściej nie dochodzą do rozwoju także drogi odprowadzające żeńskie: jajowód, macica i pochwa, czyli pochodne kanału Müllera. U noworodków stwierdzić też czasem można objawy z wyrodnienia jajnika i torbiele. Jeżeli po jednej stronie ciała jest wrodzony brak jajnika, to zwykle po stronie wytworzonego jajnika powstaje macica jedno-żona.



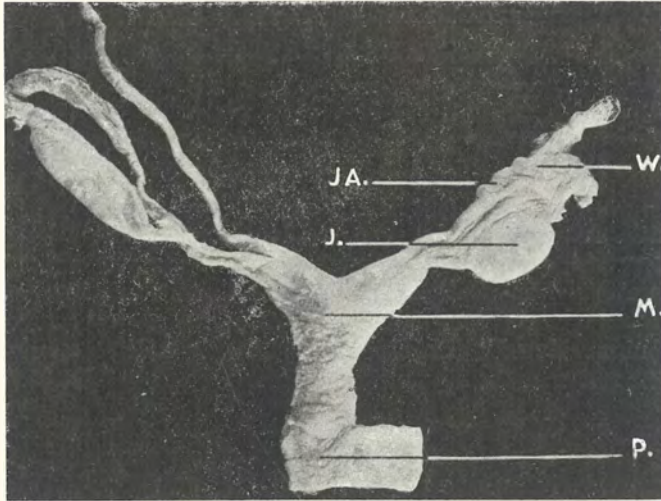
Ryc. 573. *Uterus unicornis*. M. — macica jednożona, J. — jajnik, JA — jajowód.
Ze zbiorów zakładu anatomii opisowej U. J.

Nadliczbowe jajniki bywały wielokrotnie opisywane. Najczęściej siedliskiem ich jest okolica otrzewnej w sąsiedztwie korzenia krezki, albo więzadeł jajnika, szerokiego macicy, jajowodowo-miednicznego. Jako jajnik nadliczbowy embriologowie uznają gruczoł, który ma oddzielne krezki. Jajniki nadliczbowe czasem mogą rozwijać się prawidłowo i wytwarzać prawidłowe jaja. Genetycznie wywodzą się te jajniki z pierwotnego zawiązka jajnika głównego, od którego odszczepiają się pewne jego odcinki w okolicy pranercza.

Jajowody dodatkowe były też opisywane, co jednak wymaga jeszcze potwierdzenia. Dolny odcinek przewodu Müllera zrasta się w rozwoju prawidłowym z przewodem drugostronnym w celu wytworzenia macicy i pochwy; o ile jednak przewody w ogóle się nie wytworzą, to oczywiście nie tylko brak jest jajowodów, ale i macica się nie organizuje. Zdarza się, że jajnik rozwija się tylko po jednej stronie — wtedy i jajowód powstaje jednostronnie, a zamiast dwurożnej tworzy się macica jednożona (*uterus unicornis* — ryc. 573). W innych zboczeniach rozwojowych kanały Müllera nie zrastają się ze sobą. Mamy wtenczas obraz odpowiadający parzystej ale jednożonej macicy, zwanej macicą szczurzą (*uterus didelphis*)¹⁾.

¹⁾ Nazwa pochodzi stąd, że u torbacza-dydelfa macice parzyste są macicami prawidłowymi.

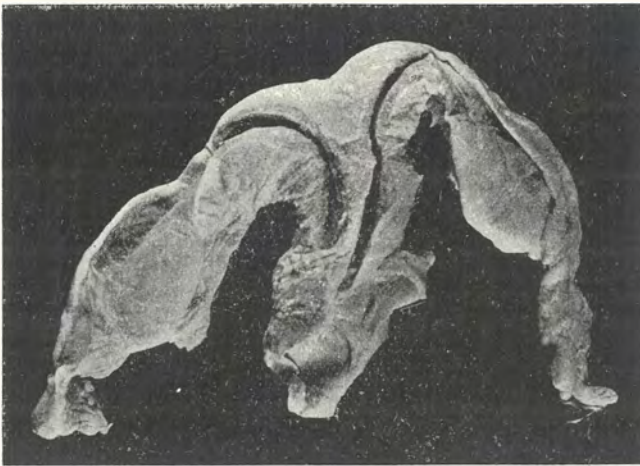
Przy niepełnym zaniku ścianki między zrastającymi się przewodami Müllera wytwarza się tzw. macica dwurożna (*uterus bicornis* — ryc. 574, 575), rozdzielona przegrodą mniej lub więcej zanikłą. Ta forma jest pewnego rodzaju rozwojowym, szczerpowym uwstecznieniem tego narządu, który



Ryc. 574. *Uterus bicornis*. J. — jajnik, JA. — jajowód, M. — macica dwurożna, P. — pochwa, W. — więzadła jajnika. Ze zbiorów zakładu anatomii opisowej U. J.

u wielu gatunków ssaków utrzymuje się przez całe życie w postaci dwurożnej. Przegroda wewnętrzna, wzgl. jej część, może utrzymać się w świetle macicy (*uterus septus*), wtedy gdy zewnętrznie jest ona już narządem nieparzystym wskutek zewnętrznego zrostu kanałów.

Asymetria macicy pojawia się przy częściowym niedorozwoju jednego z przewodów.



Ryc 575 *Uterus bicornis*, z otwartym światłem macicy. Ze zbiorów zakładu anatomii opisowej U. J.

Macią płodową (*uterus foetalis*) nazywamy macicę, której rozwój zatrzymał się już w końcu ciąży; macica dziecięca (*uterus infantilis*) jest wynikiem zahamowania rozwoju w pierwszych latach życia poza-płodowego. Niektóre skrzywienia macicy ku przodowi (*anteflexio*) lub ku tyłowi (*retroflexio*) mogą powstawać czasami już w życiu płodowym.

Przedwczesnemu rozwojowi jajników, o którym wspominałem w części ogólnej (por. str. 15), towarzyszy nie tylko przyspieszenie rozwoju cech trzeciorzędnych (por. ryc. 10), ale także towarzyszą i cechy przedwczesnego rozwoju morfologicznego i fizjologicznego macicy (np. przedwczesna menstruacja, przedwczesny rozwój popędu płciowego).

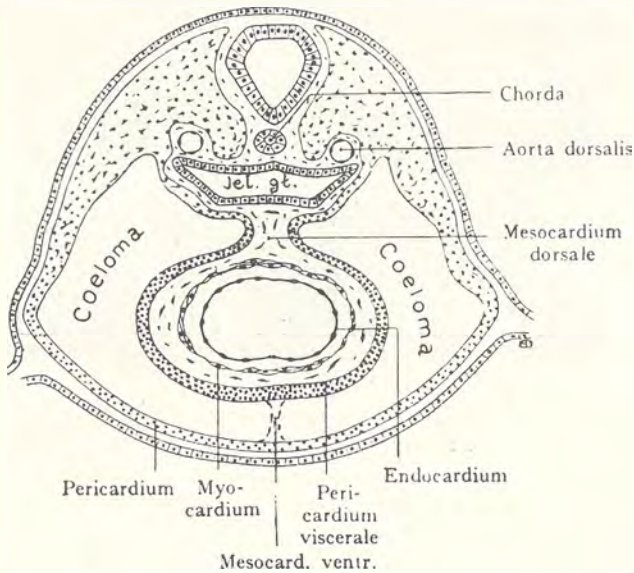
Zboczenia rozwoju dolnego odcinka kanału Müllera prowadzą do nieprawidłowej budowy pochwy. A więc występuje np. pochwa podzielona (*vagina septa*) lub też niedrożność pochwy (*atresia vaginae*), gdy utrzymuje się w pochwie poprzeczna przegroda błoniasta, która ujawnia się nieraz dopiero przy pierwszej menstruacji stanowiąc przeszkodę dla odpływu krwi menstruacyjnej.

Obraz błony dziewiczej (*hymen*) jest bardzo zmienny. Różne jej postaci, jak błona płatowata (*hymen lobatus*), podzielona i inne są raczej wyrazem wielokształtności (*polymorphismus*) niż zboczeń rozwojowych. Gdy błona dziewicza bez prawidłowego otworu (*hymen imperforatus*) wzmocniona jest silnie tkanką łączną, wtedy jest to też podstawą niedrożności pochwy.

Zewnętrzne części płciowe, mianowicie faldy płciowe (późniejsze wargi sromne mniejsze), mogą być zespolone nabłonkiem, zwłaszcza w dolnych odcinkach, przy czym górne ich części tworzą przedłużenie cewki moczowej. Jeśli jeszcze do tego dołączy się rozrost lechtaczki, to zewnętrzny żeński narząd płciowy staje się podobnym do narządu męskiego i może być podstawą obojactwa żeńskiego. Gruzoly płciowe żeńskie, trąbki i macica są tu utrzymane, natomiast nie wytworzyła się przegroda moczowo-odbytnicza, przez co cewka moczowa nie ma tylnej ścianki. Skutkiem tego otwiera się ona do pochwy (por. ryc. 571).

VI. ROZWÓJ UKŁADU NACZYNIOWEGO

W embriologii ogólnej poznaliśmy sposób tworzenia się krwi i jej składników, powstawanie zawiązka serca u zarodków, rozwijających się z jaj ubogich w deutoplazmę i jaj z dużą ilością żółtka (por. str. 205—225). Zapoznaliśmy się potem z powstawaniem naczyń krwionośnych w samych zarodkach i na terenach pozazarodkowych, przede wszystkim na powierzchni żółtka. Wreszcie poznaliśmy żółtkowy obieg krwi, a więc



Ryc. 576. Schemat ułożenia serca w młodym zarodku. *Mesocardium ventrale*, oznaczone linią przerywaną, jest w zaniku. *Jel. gł.* — jelito główne. Częściowo według Strahla z Corninga.

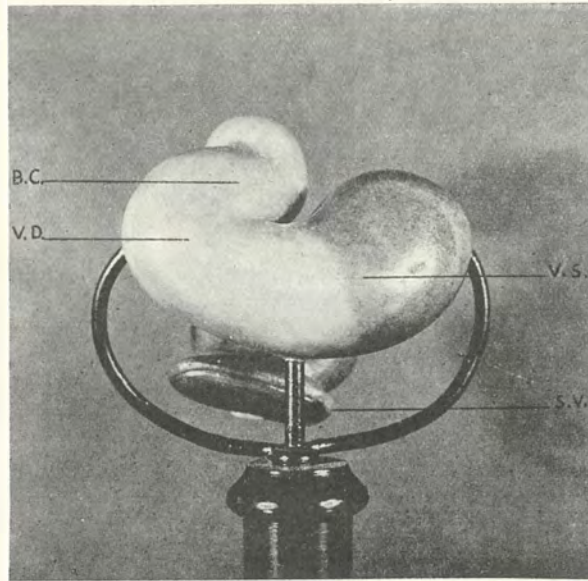
najbardziej prymitywny w życiu zarodka oraz krążenie łożyskowe (por. str. 308—311), w którym naczynia pępkowe, biegnące po omocni doprowadzają krew do łożyska.

W tych wywodach zdobyliśmy elementarne podstawy początkowego rozwoju układu krwionośnego. Obecnie mamy przejść do opisu dalszego rozwoju serca, a więc jego zewnętrznego kształtowania i budowy wewnętrznej, następnie organizacji układu krwionośnego tętni-

czego i żylnego oraz obiegu krwi po całym organizmie i w łożysku. Opisy te nawiązywać będziemy do wiadomości podanych w embriologii ogólnej.

Dalszy rozwój i różnicowanie zawiązka serca.

Z embriologii ogólnej znamy już proces tworzenia zawiązka serca, które powstaje u kręgowców wyższych w przestrzeni między entodermą a mezodermą trzewiową jako woreczek mezodermalny utkania nablon-



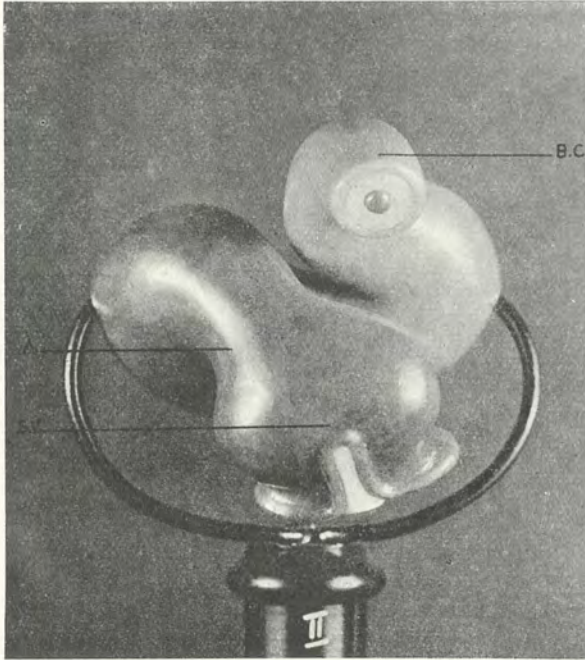
Ryc. 577. Model zawiązka serca zarodka ludzkiego długości 4,2 mm, widziany od strony brzusznej. B. C. — *bulbus cordis*, leżący w obrębie ramienia wstępującego, S. V. — *sinus venosus*, leżący w obrębie ramienia zstępującego, V. D. — *ventriculus dexter*, V. S. — *ventriculus sinister*. Fotografowane z modelu *Hisa*.

kowego (por. str. 215—218). Woreczek ten początkowo parzysty, potem po zlaniu się obu zawiązków w jedną całość przybiera postać cewki podłużnej pod zawiązkiem jelita; cewka ta rozwinie się w przyszłe śród-sierdzie (*endocardium*). Leży ona między jelitem a brzuszną ścianą ciała zarodka i mieści się wśród krezki brzusznej, dochodzącej do jelita embrionalnego (*mesenterium ventrale*). Kreskę tę rozdziela związek serca na 3 części: 1) część grzbietową leżącą między jelitem a zawiązkiem serca: jest to grzbietowa kreska serca (*mesocardium dorsale*), 2) część środkową, otaczającą z boków woreczek sercowy przez tzw. płyty sercowe, zawiązki mezodermalne przyszłej warstwy mięsnej serca i jego nasierdzia (*epicardium*), 3) błazkę łączącą płyty sercowe z otrzewną ścianą przedniej zarodka, — jest to brzuszna

krezka serca (*mesocardium ventrale*), która u człowieka zaraz zanika, albo nawet w ogóle się nie tworzy (Ryc. 576).

Tyle co do pierwszego zawiązka serca i jego położenia w zarodku. Przypatrzmy się teraz obrazom dalszego rozwoju.

Przy badaniu od zewnątrz zawiązka serca rzuca się od razu w oczy fakt, że zawiązek ten, który początkowo ma kształt prostej cewki, ro-

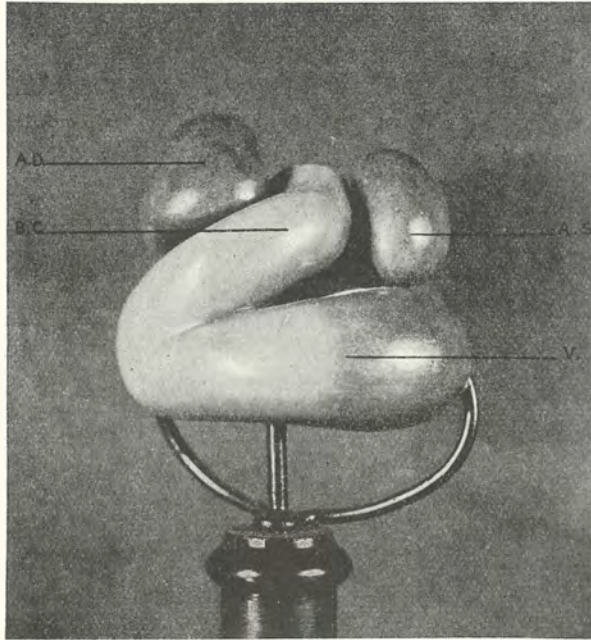


Ryc. 578. Ten sam model, co na rycinie poprzedniej, widziany od strony grzbietowej. A. — część przedsionkowa, B. C. — *bulbus cordis*, S. V. — część zatoki żylniej.
Fotografowane z modelu *Hisa*.

śnie szybciej aniżeli ciało zarodka i skutkiem tego wytwarza pętlę ustawioną w płaszczyźnie strzałkowej. Do tylnego odcinka zawiązka serca wchodzi naczynie żyłne (*sinus venosus reuniens*), które poznaliśmy w embriologii ogólnej, a tętnica główna odprowadzająca krew od serca wychodzi z przedniego (dogłowego) jego odcinka. W obecnym więc ułożeniu odcinek żylny serca zwrócony jest doogonowo i ku lewej stronie, — tętniczy natomiast ku głowie i stronie prawej. Następnie ujście tętnicze, leżące dotąd znacznie wyżej, skręca się przy dalszym rozroście serca i obniża ku dołowi, ujście zaś żyłne podnosi się dogłowo, przez co obydwa ujścia znajdują się w jednej płaszczyźnie. W woreczku sercowym da się wyróżnić lewe ramię zstępujące i prawe wstępujące (Ryc. 577). Zgięcie między tymi ramionami, zwrócone w kierunku ogona od-

powiada koniuszkowi serca. Oba te ramiona są zawiązkiem części komorowej serca; część żylna (przedsionkowa) stanowi dalszą doogonową część pętli serca, w którą przechodzi lewe ramię zstępujące.

Równocześnie serce dokonywa obrotu dokoła długiej osi zarodka w ten sposób, że część żylna, wzgl. późniejsza część przedsionkowa, zwraca się ku stronie grzbietowej, zaś część tętnicza złożona z 2-ch wspomnianych ramion (przyszła komorowa) — ku stronie brzusznej. Pa-

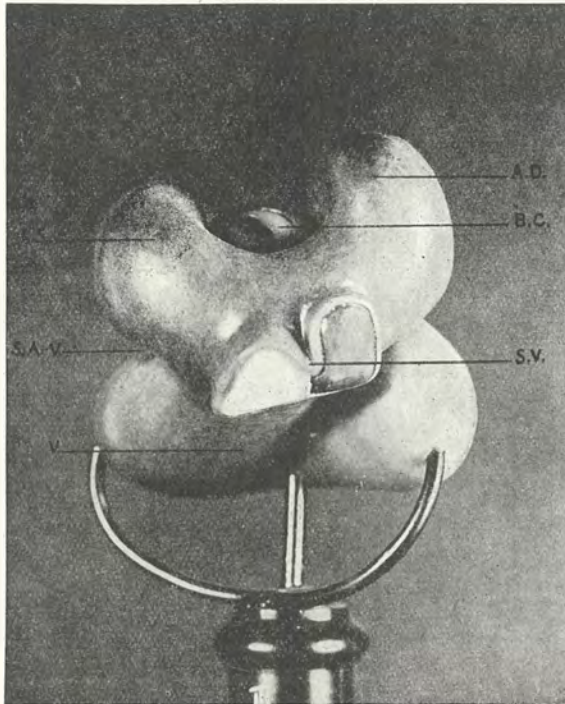


Ryc. 579. Model zawiązka serca ludzkiego, w stadium nieco bardziej posuniętym, niż na rycinie 577, widziany od strony brzusznej. A. D. — *auriculus dexter*, część prawego przedsionka, A. S. — *auriculus sinister*, B. C. — *bulbus cordis*, V. — część komorowa serca. Fotografowane z modelu Hisa.

trząc od spodu zarodka na serce widzi się wtedy tylko część komorową (Ryc. 577), patrząc od strony grzbietowej — część przedsionkową (Ryc. 578). Przypatrując się od zewnątrz części komorowej możemy spostrzec biegnący wzdłuż niej, w osi ciała, rowek, tzw. rowek międzykomorowy (*sulcus interventricularis*), który na powierzchni serca zaznacza tworzący się wewnętrzny rozdział komory prawej od lewej (Ryc. 581). Patrząc dalej od przodu zarodka, widać wyraźnie, jak pień główny tętniczy, w który przechodzi lewa strona odcinka komorowego, tworzy pewne rozszerzenie, tzw. opuszkę pnia tętniczego (*bulbus trunci arteriosi*). Wprzód jednak jeszcze zarysowuje się między opuszką a komorą serca lekkie zwężenie tego pnia, tzw. zwężenie Hallera (*fretum Halleri*).

W części żylnej możemy wyróżnić dwa zawiązki: 1) właściwą pierwotną część przedsionkową (Ryc. 578 A.) i 2) zatokę żylną, która przylega najściślej do pierwszego zawiązka (Ryc. 578 S. V.).

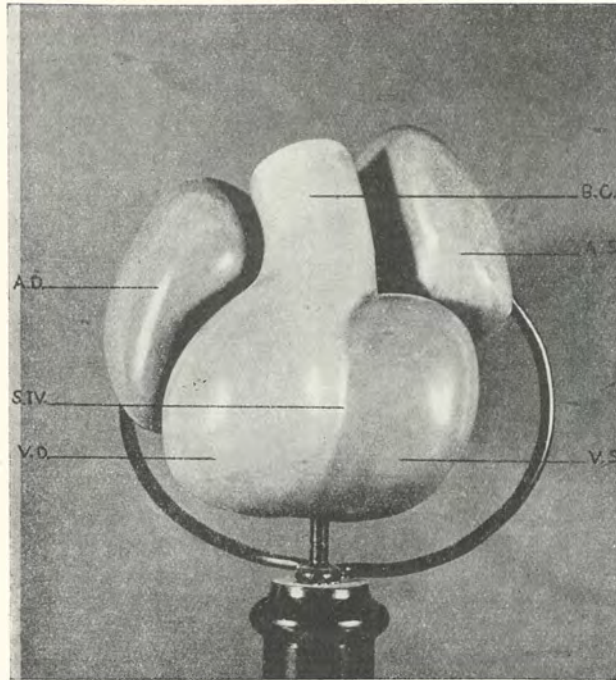
Ściany właściwego przedsionka już we wcześniejszym stadium wypuklają się workowato po obu stronach, obejmując główny pień tętni-



Ryc. 580. Ten sam model, co na rycinie poprzedniej, widziany od strony grzbietowej. A. D. — *auriculus dexter*, A. S. — *auriculus sinister*, B. C. — *bulbus cordis*, S. A.-V. — *sulcus atrio-ventricularis*, S. V. — *sinus venosus*, V. — część komorowa. Fotografowane z modelu *Hisa*.

czy (Ryc. 579, 580, 581). Te dwa worki wypukłone z przedsionkowej części serca noszą nazwę uszek serca (*auriculae cordis*). Część przedsionkowa przechodzi ku dolnej stronie w część komorową. U przejścia zaznacza się to biegnącym okrężnie na sercu rowkiem, który nosi nazwę rowka przedsionkowo-komorowego (*sulcus atrio-ventricularis* — ryc. 580), a w późniejszym okresie rozwoju zwany jest rowkiem pierścieniowym (*sulcus coronarius*). Przebiegowi tego rowka odpowiada wewnątrz serca zwężenie jego światła stanowiące połączenie między częścią komorową a przedsionkową serca: jest to tzw. wspólny otwór przedsionkowo-komorowy, albo kanał uszny (*foramen atrio-ventriculare commune, sive canalis auricularis* — ryc. 586).

Opisane dotąd obrazy rozwojowe można widzieć na młodych zarodkach zwierzęcych (ptaki, ssaki) przy badaniu zarodka utrwalonego w całości i prześwietlonego. Budowę wewnętrzną serca zarodkowego poznać możemy na podstawie badań preparatów skrawkowych.



Ryc. 581. Model zawiązka serca ludzkiego z wyraźnym rowkiem międzykomorowym. A D. — *auriculus dexter*, A. S. — *auriculus sinister*, B. C. — *bulbus cordis*, S. IV. — *sulcus interventricularis*, V. D. — *ventriculus dexter*, V. S. — *ventriculus sinister*.
Fotografowane z modelu Hisa.

Budowa ściany serca zarodkowego w biegu rozwoju.

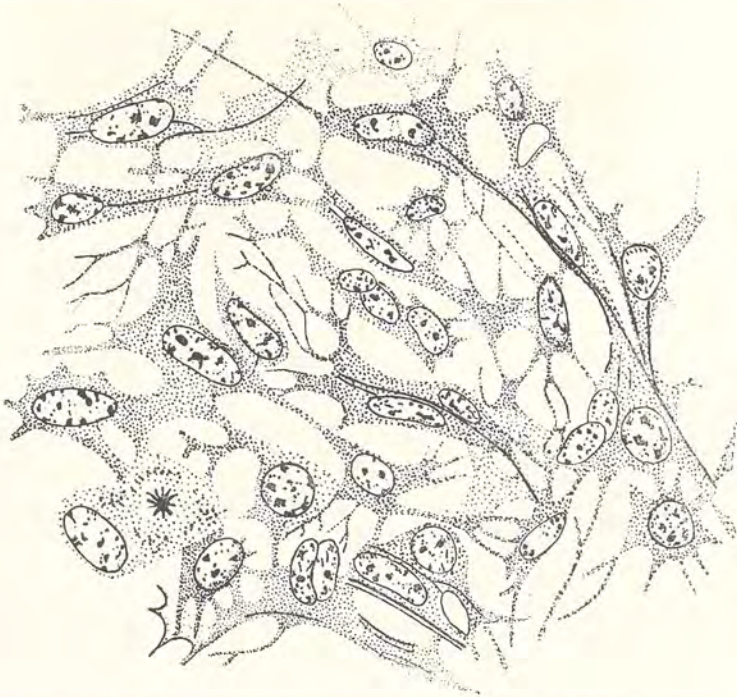
Wewnętrzna warstwa, wyściełająca światło worka sercowego, nazywa się, jak wiemy z anatomii i histologii, *śródsierdziem* (*endocardium*). Jest to według opisu genezy serca warstwa komórek mezodermalnych. Śródsierdzie u zarodka zbudowane jest z komórek o charakterze nabłonka płaskiego, odznaczającego się dużymi jądrami. We wczesnym życiu embrionalnym warstwa ta jest oddzielona od zewnętrznej (Ryc. 242—244), z której powstanie mięsień sercowy i nasierdzie, przez szczelinę wypełnioną cieczą, ulegającą potem resorpcji (Ryc. 245), po czym warstwa śródsierdzia i warstwa tworzącego się mięśnia ułożą się bezpośrednio na sobie.

Tworzenie się warstwy mięsnej serca (*myocardium*) dokonywa się z materiału, który powstał z rozmnażania się komórek me-

zenchymatycznych płyt sercowych otaczających zawiązek, będących jak mówiliśmy (por. str. 248) składnikiem krezki. Komórki te mają kształt gwieżdzisty lub wrzecionowaty, o wydłużonych wypustkach, a rozmnażając się zapelniają szczelinę między śródsierdziem a zewnętrzną warstwą mezodermalną. Szczelinę tę zajmowała dotychczas ciecz galaretowata, w której teraz układają się opisane komórki. Liczba ich w miarę resorpcji cieczy bardzo wzrasta, komórki stłaczają się, ich wypustki łączą się z wypustkami sąsiednich elementów (Ryc. 582). W plazmie tych mioblastów pojawiają się włókienka, które rosnąc wzdłuż, wchodzą także do innych komórek (Ryc. 583). Powoli komórki zespalają się coraz mocniej, zlewają ze sobą, a ich włókienka (*fibrillae*) biegną przez tę syncytialną masę plazmatyczną — nie-

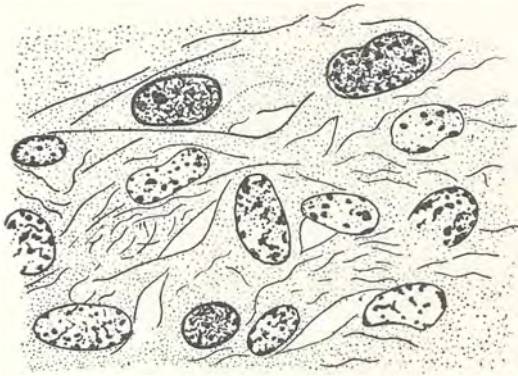


Ryc. 582. Komórki mięśnia sercowego połączone z sobą cienkimi wypustkami; z zarodka królika, długości 8,5 mm. Według *Godlewskiego*.



Ryc. 583. Komórki mięśnia sercowego zarodka królika długości 9 mm. Niektóre włókienka przechodzą przez kilka terytoriów komórkowych. Według *Godlewskiego*.

zależnie od rodzimych terytoriów komórkowych — między jądrami syncytium (Ryc. 584). Czy w ogóle, a ewentualnie w którym okresie rozwojowym dokonywa się wtórny rozpad masy mięsnej serca na komórki,



Ryc. 584. Zlewanie się komórek mięśnia sercowego zarodka królika długości 9 mm. Według Godlewskiego.

jest to rzeczą do dziś niepewną. Faktem jest, że przez długi czas rozwoju zarodkowego mięsień sercowy jest jednolitym syncytium. Jeszcze bardziej zbite syncytium stanowi warstwa powierzchniowa, która się przez to mocno odcina od bardziej luźnej warstewki wewnętrznej, sąsiadującej z śródsierdziem. Na tej zasadzie embriologowie wyróżniają zewnętrzną warstwę mięśnia sercowego zbitą (*pars compacta*) i wewnętrzną gąbczastą (*pars spongiosa*). Warstwy te dadzą

się wyróżnić wyraźnie tylko w ścianach komór serca.

O powstawaniu i budowie nasierdza będzie mowa później.

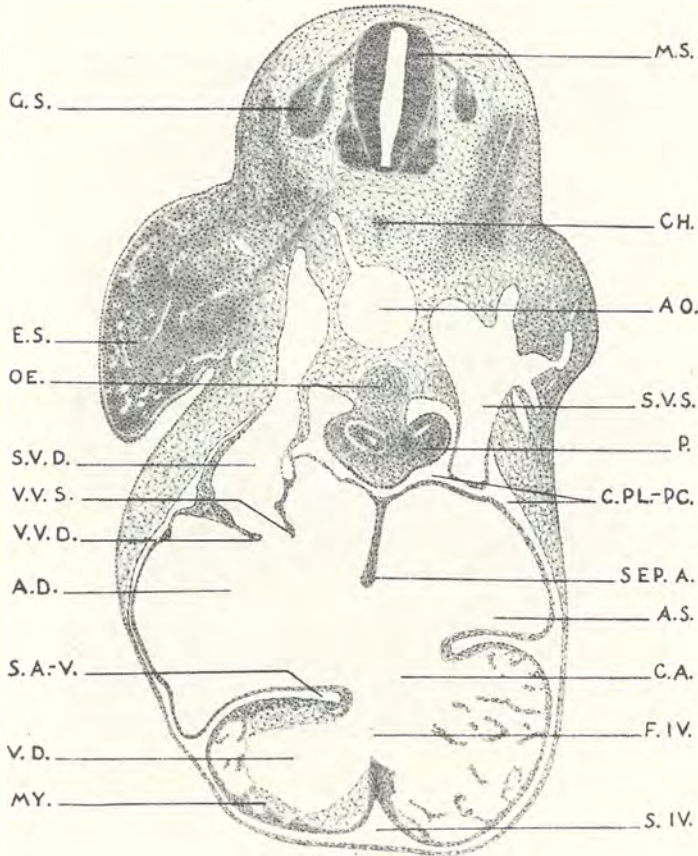
Wewnętrzna organizacja serca. Podział na przedsionki i komory. Zastawki w sercu.

Podział jednolitego worka sercowego na lewą i prawą część pozostaje w związku z podziałem na duży i mały obieg krwi, tzn. obieg obwodowy całego ustroju i krążenie płucne. Że tak jest, widać z faktu, że rozdział na część prawą i lewą występuje dopiero u tych zwierząt, u których wytwarza się oddychanie płucne. Ryby dwudyszne i płazy są kręgowcami najniższymi, u których pojawia się oddychanie płucne i podział serca.

U zarodków wyższych kręgowców i u człowieka dokonywa się podział wspólnej jamy przedsionkowej (żylny) serca oraz komorowej (tętnicznej) na prawą i lewą, a równocześnie podział wspólnego dotąd pnia tętniczego na tętnicę płucną i aortę.

Początkiem tego zjawiska jest zrastanie z tylnej i górnej ścianki woreczka sercowego przegrody przedziałowej w 3-cim tygodniu życia zarodkowego. Zrasta ona w kierunku zawiązka komór, rozdzielając przestrzeń wspólnego przedsionka (*atrium commune*) na przedsionek prawy i lewy. Przegroda ta, nazwana przegrodą przedsionkową (*septum atriorum* sive *septum primum* — ryc. 585 i 586), nie jest jednak zupełną, bo między przedsionkami poniżej niej utrzymuje się otwór podprzegrodowy (*foramen subseptale*). Rów-

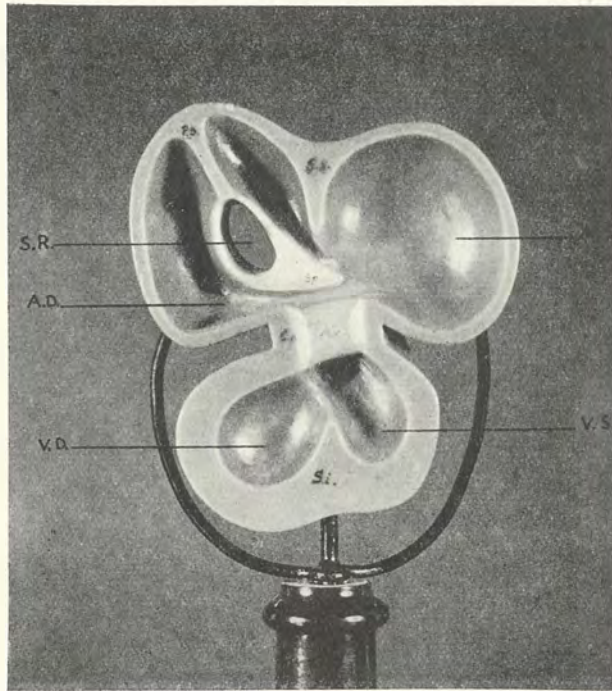
nocześnie prawie z tworzeniem przegrody przedsionkowej powstaje na ściance kanału uszkowego zgrubienie śródsierdza, które wznosi się w środkowej części wspomnianego kanału, wytwarzając tzw. przegrodę pośrednią (*septum intermedium* — ryc. 587 i 588). Do



Ryc. 585. Przekrój poprzeczny przez zarodek królika w okolicy serca. A. D. — atrium dextrum, A. S. — atrium sinisterum, A.O. — aorta, C. A. — canalis auricularis, C. PL-PC. — cavum pleuro-pericardiacum, CH. — chorda, E. S. — extremitas superior, F. IV. — foramen interventriculare, G. S. — ganglion spinale, M. S. — medulla spinalis, MY. — myocardium, OE. — oesophagus, P. — pulmo, S. A.-V. — sulcus atrio-ventricularis, S. IV. — sulcus interventricularis, S. V. D. — sinus venosus, cornu dexter, S. V. S. — sinus venosus, cornu sinister, SEP. A. — septum atriorum, V. D. — ventriculus dexter, V. V. D. — valvula venosa dextra, V. V. S. — valvula venosa sinistra. Według preparatu zakładu biolog-embriol. U. J.

niej dorasta przegroda przedsionkowa, ale choć przez to otwór podprzegrodowy jest zniesiony, komunikacja między przedsionkami pozostaje. W górnym bowiem odcinku przegrody tworzy się otwór, tzw. otwór owalny pierwszy (*foramen ovale primum*). Otwór ten powiększa się szybko na niekorzyść przegrody, która ulega obecnie znisz-

czeniu wskutek powiększania się otworu owalnego. Stan ostateczny wprowadza tu organizowanie się nowej przegrody: jest to ścianka tworząca się między obu przedsionkami jako przegroda przedsionkowa wtórna (*septum atriorum secundum*). W niej jednak powstaje wyraźny od początku duży otwór owalny wtórny (*foramen*



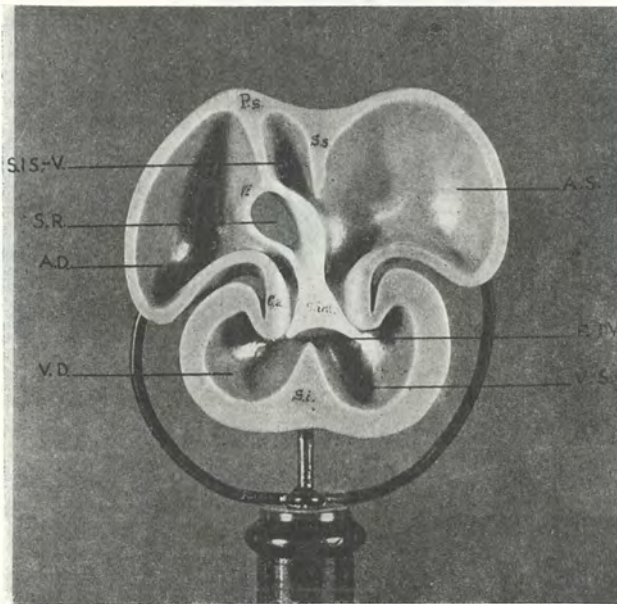
Ryc. 586. Model serca zarodka ludzkiego długości 10 mm, część tylna przeciętego serca. A. D. — atrium dextrum, A. S. — atrium sinistrum, A. V. — kanał uszkowy, Ca. — ścianka kanału uszkowego, Ps. — *septum spurium*, S. i. — *septum interventriculare*, Sp. — dolna część zastawki zatoki zbierającej (*valvula sinus venosi*), S. R. — ujście *sinus reuniens*, s. s. — *septum primum*, V. D. — *ventriculus dexter*, V. S. — *ventriculus sinister*. Fotografowane z modelu Hisa.

ovale secundum); jest on otoczony grubym pierścieniowatym brzegiem. Część pierwotnej przegrody przedsionkowej zrasta się z przegrodą wtórną, a część leżąca naprzeciw ostatecznego otworu owalnego tworzy dla niego zastawkę. Po porodzie zrasta się ta zastawka z brzegami otworu owalnego i to przerywa na stałe komunikację między przedsionkami.

Po tych ogólnych uwagach możemy przystąpić do bardziej szczegółowego opisu organizacji przedsionków serca.

Przedśionek prawy stanowi ujście dla głównej zatoki żyłnej (*sinus venosus*), która prowadzi do serca krew żylną, zebraną z czę-

ści głowowej, środkowej i przyogonowej¹⁾). Ta wielka zatoka żylna tworzy na tylnej ścianie serca biegnącą poprzecznie część (*pars transversa sinus venosi* — ryc. 589). Ujście zatoki do prawego przedsionka ma kształt owalny i uzbrojone jest w dwie zastawki, które są fałdami ścianki przedsionka, a wsuwają się do jego światła tworząc rodzaj lejka (Ryc. 586, 587). Możemy tu od razu wyróżnić prawą i lewą zastawkę (*valvula venosa dextra et sinistra*). Obydwie te zastawki mają za zadanie nie dopuszczać do cofania się krwi, nadto mocniejsza z nich za-

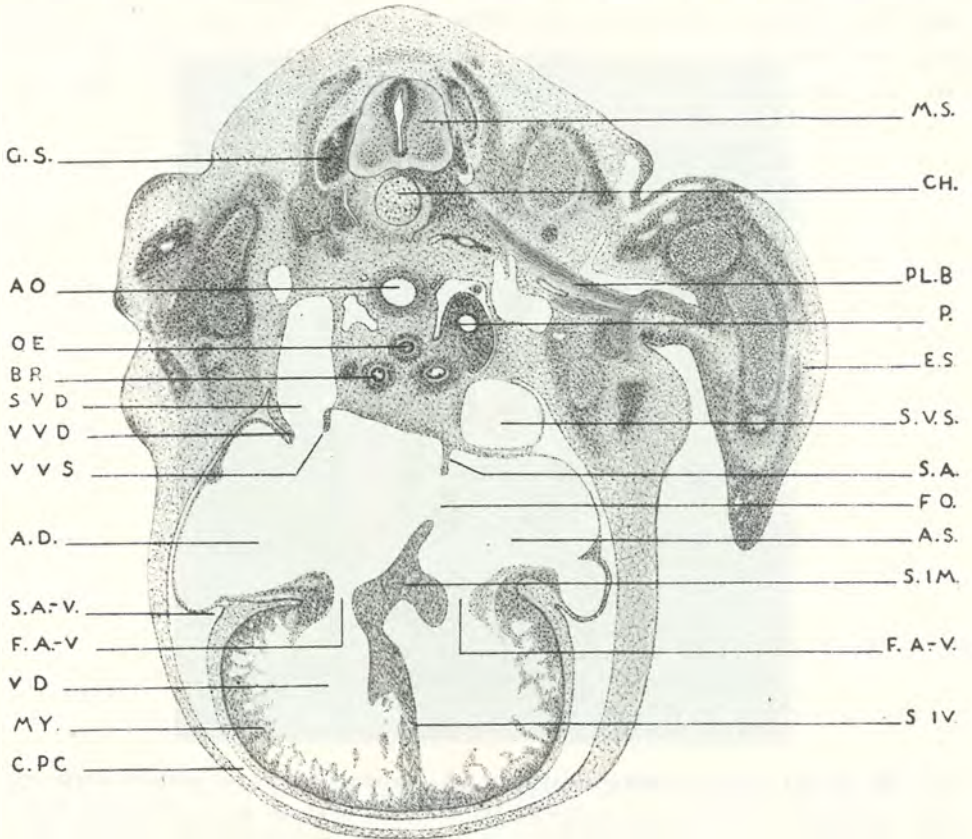


Ryc. 587. Model serca zarodka ludzkiego z 5. tygodnia. A. D. — atrium dextrum, A. S. — atrium sinistrum, Ca. — ściana kanału uszkowego, F. IV. — foramen inter-ventriculare, P. s. — septum spurium, S. i. — septum interventriculare, S. IS.-V. — spatium intersepto-valvulare, S. int. — septum intermedium, S. R. — ujście sinus reuniens, S. s. — septum primum, VE. — przyszła valvula Eustachii, V. D. — ventriculus dexter, V. S. — ventriculus sinister. Fotografowane z modelu Hisa.

stawka prawa tamuje drogę krwi, płynącej z zatoki żylnnej, kierując ją w lewo ku otworowi owalnemu w przegrodzie przedsionkowej. Obie zastawki, które powstały jako fałdy ścianki przedsionkowej, na ścianie dogłowej przedsionka, przechodzą ku stronie dogłowej w listwę tworzącą niezbyt wysoką przegrodę, która imituje niejako przegrodę przedsionkową. Jest to tzw. przegroda rzekoma (*septum spurium* — ryc. 586). Mocno wpuklona przestrzeń ścianki przedsionka leżąca między przegrodą przedsionkową a przegrodą rzekomą nosi nazwę przestrzeni międzyprzegrodowo-zastawkowej (*spa-*

¹⁾ Przy opisie embriologii żył zapoznamy się z dopływami tej zatoki.

tium interseptovalvulare). Jest to twór przejściowy, gdyż później spłaszcza się wypukłone poprzecznie dno tej przestrzeni, której ścianki rozrastają się coraz słabiej. W związku z tym zbliża się do przegrody międzyprzedsionkowej zarówno przegroda rzekoma jak i lewa zastawka

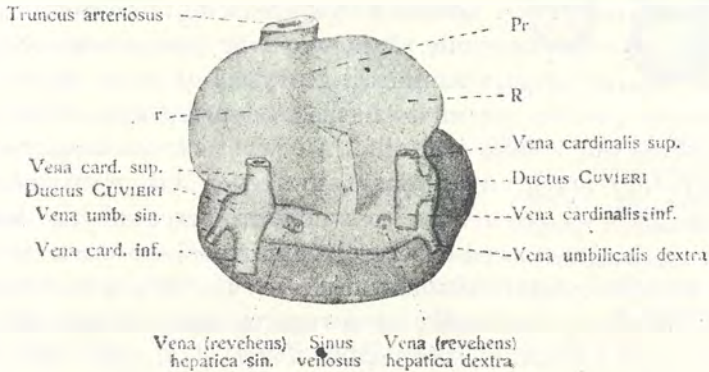


Ryc. 588. Przekrój poprzeczny przez zarodek kurczęcia w okolicy serca. A. D. — atrium dextrum, A. S. — atrium sinistrum, AO. — aorta, BR. — bronchus, C. PC. — cavum pericardii, CH. — chorda, E. S. — extremitas superior, F. A.-V. — foramen atrio-ventriculare (prawy i lewy), F. O. — foramen ovale, G. S. — ganglion spinale, M. S. — medulla spinalis, MY. — myocardium, OE. — oesophagus, P. — pulmo, PL. B. — plexus brachialis, S. A. — septum atriorum, S. A.-V. — sulcus atrio-ventricularis, S. IM. — septum intermedium, S. IV. — septum interventriculare, S. V. D. — sinus venosus, cornu dexter, S. V. S. — sinus venosus, cornu sinister, V. D. — ventriculus dexter, V. V. D. — valvula venosa dextra, V. V. S. — valvula venosa sinistra. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

żylna i obie się z nią zrastają. W ten sposób zanika przegroda rzekoma, lewa zastawka żylna oraz przestrzeń międzyprzegrodowo-zastawkowa. Odcinek górny prawej zastawki ulega też zanikowi, a z dolnego tworzą się dwie nierównej długości zastawki. Dłuższa część dolnego odcinka ota-

cza od dołu ujście dolnej żyły głównej (*vena cava inferior*) jako zastawka żyły głównej dolnej (*valvula venae cavae inferioris sive valvula Eustachii*). Druga krótsza część wchodzi w usługi żyły wieńcowej serca (*vena coronaria*), która genetycznie wiąże się z częścią odcinka poprzecznego omawianej powyżej zatoki żylniej, jako zastawka zatoki wieńcowej (*valvula sinus coronarii s. Thebesii*).

Równocześnie z tymi zmianami odbywa się też wciągnięcie ścian zatoki żylniej w ścianę przedsionka prawego. Przebieg tego wciągnięcia polega na mocnym rozroście przedsionka, a opierająca się o niego wypukłona ściana zatoki żylniej spłaszcza się i wrasta w ścianę przedsionka.



Ryc. 589. Serce 3-mm. zarodka ludzkiego widziane od strony grzbietowej. *Pr* — pierwotna część przedsionkowa, *R* — prawe uszko sercowe (*auriculus dexter*), *r* — lewe uszko sercowe (*auriculus sinister*). Według *Bromana*.

Tak więc ostateczny przedsionek powstał: 1) ze ścianki przedsionka pierwotnego, 2) z części zatoki żylniej, która zostaje włączona wtórnie w ścianę przedsionka.

Lewy przedsionek serca po utworzeniu przegrody przedsionkowej przyjmuje dopływ krwi idącej żyłami płucnymi. Początkowo otwiera się do lewego przedsionka jedna duża żyła płucna. Żyła ta powstała jednak z dwóch pni, z których każdy rozpada się znów na dwie gałęzie płucne. Otóż w biegu rozwoju możemy być świadkami wciągnięcia w ścianę przedsionka lewego ścian całego wspólnego pnia żył płucnych. Przedsionek lewy rozrasta się mocno od strony ujścia głównej żyły płucnej do przedsionka i coraz mocniej rozciągnięte jest jej światło. Tego rozciągnięcia dokonywa sam przedsionek rozszerzając swe ściany. W ten sposób i ściana pnia głównego zostaje wciągnięta i włączona w ścianę przedsionka. Także i dwie gałęzie drugorzędne zupełnie podobnie są wciągnięte w ścianę przedsionka. Tak więc cztery żyły płucne zyskują oddzielne ujścia do lewego przedsionka.

Streszczając opis genezy przedsionka lewego możemy stwierdzić,

że jego ściana jest w części pochodną przedsionka pierwotnego, w części ścian naczyń żylnych płucnych.

Omówiliśmy w powyższych wywodach tworzenie i organizację części żyłnej serca, a więc obu przedsionków. Przechodzimy obecnie do opisu tworzenia i organizowania się części komorowej.

Słyszeliśmy (por. str. 249), że zawiązkiem części komorowej serca są dwa ramiona pierwotnego woreczka sercowego: jedno — lewe — zstępujące, rozwinięte mocniej, drugie — prawe — wstępujące, węższe. Jedno ramię przechodzi w drugie¹⁾ w zgięciu odpowiadającym przysłemu koniuszkowi serca. Ramiona te układają się na sobie, a stykające się ze sobą ścianki są prymitywną przegrodą między zawiązkami dwóch komór serca. Te ścianki zrosnięte ze sobą, tworzące tymczasową przegrodę, stanowią twór przejściowy. Niebawem te podwójne ścianki ulegają zanikowi, który się zaczyna od strony głowowej, a potem posuwa się aż do nasady tej przegrody. Wtedy komorowa część serca ma światło jednolite. Ale wnet zaczyna się proces tworzenia ostatecznej przegrody międzykomorowej. Jak wyżej wspominałem (por. str. 250), na zewnętrznej powierzchni serca od jego koniuszka zarysowuje się biegnący wzdłuż części komorowej rowek międzykomorowy (*sulcus interventricularis* — ryc. 581), a w światło jednolitej jamy od strony koniuszka sercowego wrasta przegroda międzykomorowa (*septum interventriculare* — ryc. 586, 587). W tworzeniu tej przegrody, która podrasta ku ujściu przedsionkowo-komorowemu, bierze wybitny udział warstwa mięsna ścian komorowych, podnosząc ku górze fałd śródsierdzia. Zanim ten proces dojdzie do końca, ponad podrastającą przegrodą mamy otwór łączący światła obu komór; jest to otwór międzykomorowy (*foramen interventriculare* — ryc. 587). Potem przegroda ta zrasta się z wzniesieniem w kanale uszkowym, z przegrodą pośrednią (*septum intermedium*); jak wiadomo światło komór przechodzi w światło głównego pnia tętniczego (*truncus arteriosus*). Otóż zamknięcie otworu międzykomorowego, przecięcie komunikacji między światłem prawej i lewej komory zostaje uzupełnione przez wytworzenie przegrody aortalno-płucnej (*septum aortico-pulmonale*), która jednolity dotąd pień tętniczy dzieli na aortę i tętnicę płucną (Ryc. 590).

Wytwarzanie tej przegrody rozpoczyna się w początku drugiego miesiąca życia zarodkowego. W obrębie światła pnia tętniczego (*truncus arteriosus*) wytwarzają się po obu stronach, począwszy od miejsca, w któ-

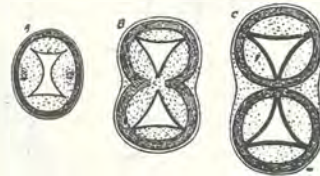
¹⁾ Najłatwiej to sobie uzmysłowić można na niezmiernie prostym modelu: będzie nim kawałek np. 8 cm węża gumowego. Zegnijmy go w połowie, a obydwa odcinki ułożmy obok siebie tak, aby się ze sobą stykały. Te odcinki będą odpowiadały wspomnianym ramionom komorowego zawiązka serca w ułożeniu, które w tym stadium rozwojowym zajmują.

rzym odchodzą tętnice 6-go łuku skrzelowego, dwie listwy z tkanki galaretowatej, pokryte oczywiście śródbłonkiem. Listwy te biegną w kierunku doogonowym nieco spiralnie już w pniu tętniczym. Posuwają się one ku sercu, wchodzą w obręb komór i zdążają ku wierzchołkowi przegrody międzykomorowej; równocześnie zaś rosną wzdłuż ku sobie. Kiedy ten ostatni proces wzrostowy doprowadzi do zbliżenia wzajemnego krawędzi rosnących ku sobie listw, następuje ich zrost, czyli wytwarza się przegroda w pniu tętniczym: dokonywa się więc podział pnia tętniczego na aortę i tętnicę płucną. Przegroda ta, jak wspominałem, zrasta aż do światła komór, tu zbacza nieco, utrzymując przebieg spiralny, a w ten sposób zrastając się z przegrodą międzykomorową, zamyka otwór międzykomorowy, a więc uzupełnia ostatecznie samoistność obu połów serca.

Zaznaczyć pragnę, że w przegrodzie pnia tętniczego i jej przedłużeniu śródkomorowym nie ma włókien mięsnych. Cała ta przegroda zbudowana jest wyłącznie z tkanki łącznej; dlatego też część przegrody międzykomorowej, którą ta listwa tworzy, nazywają częścią błoniastą przegrody (*pars membranacea septi*).

Zastawki w tętnicach głównych i częściach przedsionkowo-komorowych wytwarzają się jako uzupełnienia podziału serca, a zarazem narządy regulacyjne krążenia nie dopuszczające do cofania się raz wypartej krwi.

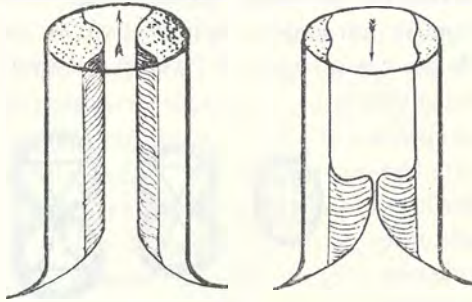
Zastawki półksiężycowate (*valvulae semilunares*) powstają niemal równocześnie z podziałem pnia tętniczego. Materiał do utworzenia ich jest ten sam, co do organizacji przegrody aortalno-płucnej, tj. tkanka galaretowata wyścielająca światło tętnicy głównej. Tworzy ona drugą parę zgrubień podłużnych, tylko mniejszych i węższych niż była ta, która tworzyła przegrodę między aortą i tętnicą płucną. W ten sposób wewnątrz wspólnego jeszcze światła tętnic głównych mamy 4 takie zgrubienia podłużne. Kiedy dojdzie do rozdziału obu tętnic para szerszych zgrubień ulega też podziałowi i wtedy zamiast 4 zgrubień podłużnych w świetle wspólnego pnia mamy ich 6, po 3 w świetle każdej z dwóch tętnic, jak to widać z porównania ryc. 590a i ryc. 590b; każda taka trójka stanowi zawiązek przyszłych trzech zastawek półksiężycowatych. W tej tkance galaretowatej tworzą się zagłębienia kieszonkowate, idące od góry naczyń w dół, jakby kieszonki w ścianie tętnic (Ryc. 591 i 592). Tworzenie ich przypisują działaniu wstecznego prądu krwi, który ma niejako wygniatać te zagłębienia. Zewnętrzne ścianki kieszonek umocowane są od dołu (jak w zwykłych kieszeniach), a więc od strony bliż-



Ryc. 590. Podział opuszki tętnicznej serca (*bulbus arteriosus cordis*) na aortę i tętnicę płucną i utworzenie zastawek półksiężycowatych, w schemacie. Według *Hochstettera* z *Corninga*.

szej serca. Już z opisu powyższego wynika, że zarówno aorta jak tętnica płucna mają u swych podstaw po trzy takie zastawki.

Zastawki przedsionkowo-komorowe powstają w świetle kanału uszkowego, w ujściu przedsionkowo-komorowym. Komory, jak pisałem,



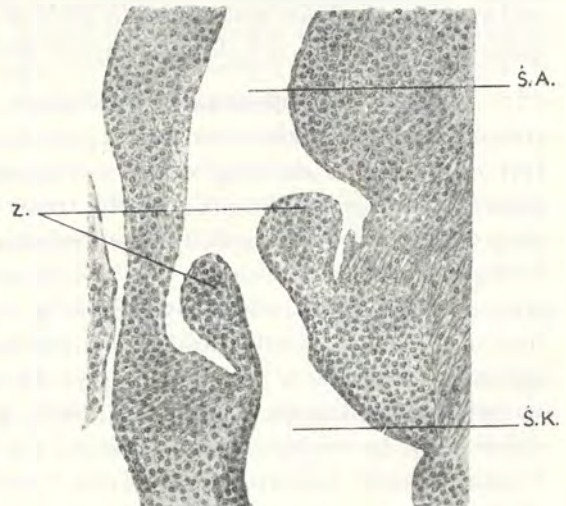
Ryc. 591. Schemat tworzenia się zastawek półksiężycowatych z podłużnych zgrubień. Według Bromana.

mają warstwę mięsną ułożoną w dwa pokłady, zewnętrzny zbity i wewnętrzny gąbczasty (Ryc. 593). To samo jest w ścianie kanału uszkowego. Śródsierdzie wytwarza tu poduszcзки. Od strony światła komór warstwa ta zostaje podminowana, tak że tworzą się tam płatki, jakby żagielki zwieszające się do światła komór, wchodzące w połączenie z włóknami mięsnymi i ich przedłużeniami ścięgnistymi. Są to tzw. mięśnie brodawkowate (*musculi papillares*) lub ich przedłużenia — struny ścięgniste (*chordae tendineae* — ryc. 594 i 595).

Mamy tu zatem stosunki przeciwne niż w zastawkach półksiężycowatych. Tam umocowanie płatka zastawkowego było takie jak w kieszeniach ubrania, tj. od strony dolnej, górny brzeg jest wolny, natomiast zastawki w ujściach przedsionkowo-komorowych przyrośnięte są górnym brzegiem do ścian kanału uszkowego, a dolny brzeg wolny przytrzymywany jest tylko strunami albo mięśniami brodawkowymi. To dolne utwierdzenie wolnego brzegu przeciwdziała wycisnieniu zastawki.

Zmiany w rozmiarach i położeniu serca zarodka.

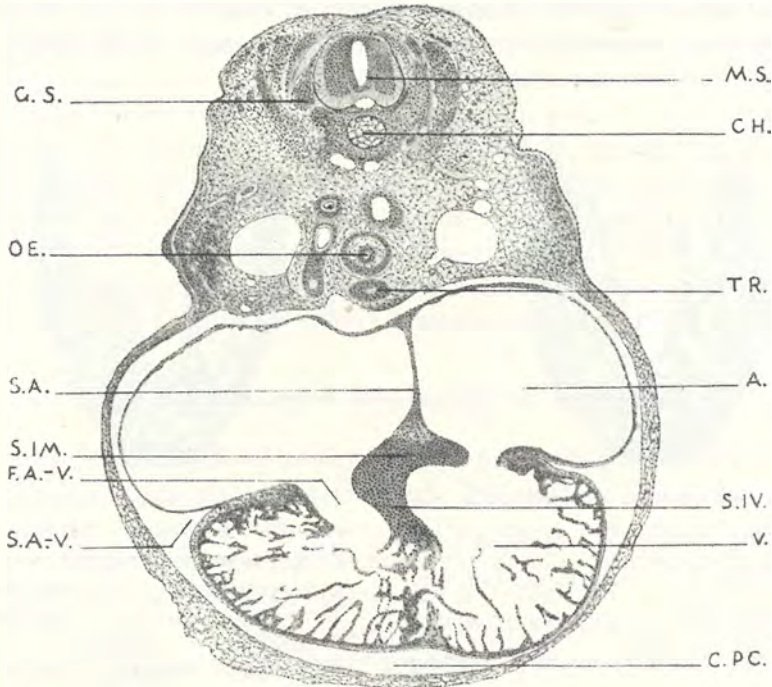
Rozmiary serca zarodkowego uzależnione są od światła komór i przedsionków, a prócz tego od grubości ścian serca. Światło to początkowo jest obszerne w stosunku do grubości ścian, potem rozmiary serca



Ryc. 592. Przekrój przez zastawki półksiężycowate aorty u zarodka ludzkiego długości 16 mm. Ś. A. — światło aorty, Ś. K. — światło komory, Z. — zastawki. Według preparatu zakładu biol. embriol. U. J.

rosną głównie wskutek mocnego rozwoju tkanki mięsnej i to przede wszystkim ścian komorowych.

Cechą charakterystyczną serca jest wczesny jego rozrost, gdyż już w końcu 1-go miesiąca serce zarodka (Ryc. 338) stanowi 1/10 całego embriona, ale już od drugiego miesiąca rozrost jest znacznie słabszy. U noworodka serce ma rozmiary pięści właściciela. Przez okres zarodkowy



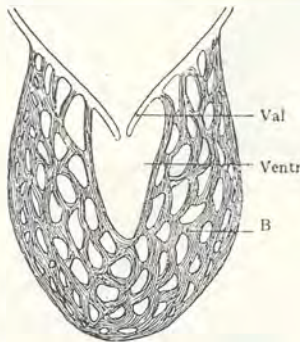
Ryc. 593. Przekrój przez zarodek królika w okolicy serca. A. — atrium, C. PG. — cavum pericardii, CH. — chorda, F. A.-V. — foramen atrio-ventriculare, G. S. — ganglion spinale, M. S. — medulla spinalis, OE. — oesophagus, S. A. — septum atriorum, S. A.-V. — sulcus atrio-ventricularis, S. IM. — septum intermedium, S. IV. — septum interventriculare, TR. — trachea, V. — ventriculus. Według preparatu zakładu biolog.-embriol. U. J.

grubość ściany mięsnej komory lewej i prawej nie tak mocno się różni między sobą, jak to jest w życiu pozaembrionalnym.

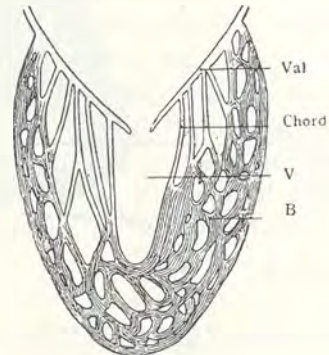
Położenie serca zarodka zmienia się bardzo mocno w biegu rozwoju. Początkowo jest ono umieszczone pod samą niemal głową (Ryc. 338 i 339), co odpowiadałoby przyszłej okolicy szyjnej. Drugą cechą charakterystyczną jest położenie symetryczne serca w początkowych okresach życia zarodka. Z anatomii wiadomo nam, że serce człowieka po urodzeniu leży w klatce piersiowej, a koniuszek serca w 5-tym przestworze międzyżebrowym i że ułożenie tego narządu nie jest symetryczne, lecz skośne; widocznie więc odbywa się przesuwanie

serca w kierunku ku ogonowi oraz pewien zwrot. Istotnie już w początkach drugiego miesiąca serce zaczyna obsuwać się w dół i przed jego końcem koniuszek serca znajduje się na wysokości 5-go kręgu, z końcem 3-go miesiąca na wysokości 9-go kręgu piersiowego, a u noworodka proces obsuwania nie jest jeszcze ukończony.

Przejście serca w położenie skośne zaczyna się w 2-gim miesiącu, może w związku z mocniejszym wzrostem prawego przedsionka. Zwrot serca odbywa się mniej więcej w rozmiarach 33° ; w tej zmianie położenia współdziałają sprawy zastoi rozwojowego lewego płuca oraz ustawienia wątroby.



Ryc. 594. Schemat tworzenia się *chordae tendineae*. Stadium początkowe. B — beleczki mięśnia sercowego, Val — zastawka (*valvula*), Ventr — jama komorowa. Według Gegenbaura z Corninga.



Ryc. 595. Schemat tworzenia się *chordae tendineae*. Stadium bardziej zaawansowane, niż na rycinie poprzedniej. B — beleczki mięśnia sercowego, Chord — *chordae tendineae*, Val — zastawka, V — jama komorowa. Według Gegenbaura z Corninga.

O przyczynach obsuwania się serca wiemy właściwie bardzo niewiele. Wchodzi tu najprawdopodobniej w grę wyprostowanie ciała zarodka, który w początkowych okresach jest wygięty łukowato ku przodowi oraz położenie przepony i leżącego pod nią olbrzymiego wówczas narządu wątroby. Oczywiście zmianie w położeniu serca towarzyszyć musi odpowiedni rozrost naczyń krwionośnych z nim związanych.

Rozwój osierdzia.

Jama osierdzia jest częścią ogólnej jamy ciała, co wynika z zasad powstawania serca wewnątrz krezki brzusznej jelita (Ryc. 576). Mówiliśmy (por. str. 248), że płyty sercowe dają materiał do wytworzenia mięsnej części ściany serca i tzw. nasierdzia, które jest osierdziem trzewiowym. Osierdzie ścienne odpowiada tu części otrzewnej ściennej. Jama osierdzia leży między osierdziem trzewiowym a osierdziem ściennym.

Tak zwana krezka grzbietowa i brzuszna stanowią pasma, w których osierdzie trzewiowe i ściennie przechodziły w siebie. Drugim miejscem tego przejścia osierdzia trzewiowego w ściennie jest teren, w którym naczynia tętnicze i żyłne opuszczają serce. Tam także te blaszki przechodzą w siebie. Po zaniku krezek jest to już jedyne miejsce, w którym osierdzie trzewiowe (*pericardium viscerale*) przechodzi w osierdzie ściennie (*pericardium parietale*).

Poznaliśmy w dotychczasowych opisach stosunki pierwotne organizacji serca. W dalszym biegu rozwoju zanikają krezki, zarówno brzuszna jak i grzbietowa. Pamiętamy, że gdy woreczek sercowy wytwarza pętle, to część tętnicza i żylna układają się na jednym poziomie i zbliżają się do siebie (por. str. 249). Otóż pod dużymi pniami naczyń tętnicznych i żylnych, leżących obok siebie, wytwarza się zatoka jamy osierdzia idąca w poprzek. Jej przednią ścianę stanowi osierdzie naczyń tętnicznych (aorta i tętnica płucna), jej tylną ścianę — osierdzie przedsiódek i żył wpadających do serca. Zatoka ta nosi nazwę *z a t o k i p o p r z e c z n e j o s i e r d z i a* (*sinus transversus pericardii*).

Rozwój naczyń tętnicznych w zarodku.

Z embriologii ogólnej znany nam jest sposób powstawania naczyń krwionośnych w zarodkach zwierzęcych. Poznaliśmy tam parę ogólnych zasad, a więc że główny materiał do tworzenia naczyń krwionośnych i krwi pochodzi z mezodermy, że naczynia krwionośne powstają w bardzo wczesnych okresach rozwojowych, że tereny, na których powstają pierwsze naczynia, są pozazarodkowe, a dopiero później tworzą się one wśród ciała embriona, że pierwsze krążenie krwi, tzw. żółtkowe, wychodzi z serca embrionalnego i obejmuje zarodek oraz pęcherzyk żółtkowy.

Tu muszę dodać, że pojawianie się naczyń krwionośnych jest bardzo wczesne u człowieka, gdyż sięga już drugiego tygodnia, a sieć ich rozprzestrzenia się najpierw na powierzchni pęcherzyka żółtkowego. Krążenie omocniowe (omówione w embriologii ogólnej (por. str. 294) jest drugim stopniem krążenia krwi w zarodku. Nam chodzi teraz o tworzenie się naczyń tętnicznych i żylnych wśród ciała zarodka. Ograniczymy się jedynie do opisu powstawania najważniejszych dróg obiegu krwi.

Zasadnicze zjawisko polega na tym, że nie wszystkie naczynia tworzą się jako jednolite rurki. Wiele pni naczyniowych powstaje ze *s p l o t ó w n a c z y ń d r o b n i e j s z y c h*, z których część ulega potem zanikowi, a inne rozwijają się w mocniejsze pnie albo tworzą boczne odgałęzienia. Układ rozwijających się początkowo naczyń jest zwykle dla obu połów ciała *s y m e t r y c z n y*. W biegu jednak rozwoju ta symetria często się zaciera i to albo drogą nierównomiernego powstawania nowych gałązek po obu stronach, albo wskutek nierównomiernego ich zanikania. Wreszcie charakterystyczną rzeczą dla organizacji układu na-

czyniowego jest metameryczne ułożenie jego gałązek. Obserwować to można przede wszystkim w tulowiu. Metameria taka w niektórych częściach ciała jest trwałym układem, w innych przejściowym.

Unaczynienie narządów mięszowych (np. wątroba) dokonywa się najczęściej przez wnikanie do środka narządu tętnicy, która się potem rozpada w trzech wymiarach na mniejsze gałązki. Unaczynienie błon lub narządów cewkowatych powstaje z gałązek naczyniowych, odchodzących od danej tętnicy, które rozprzestrzeniają się w jednej płaszczyźnie.

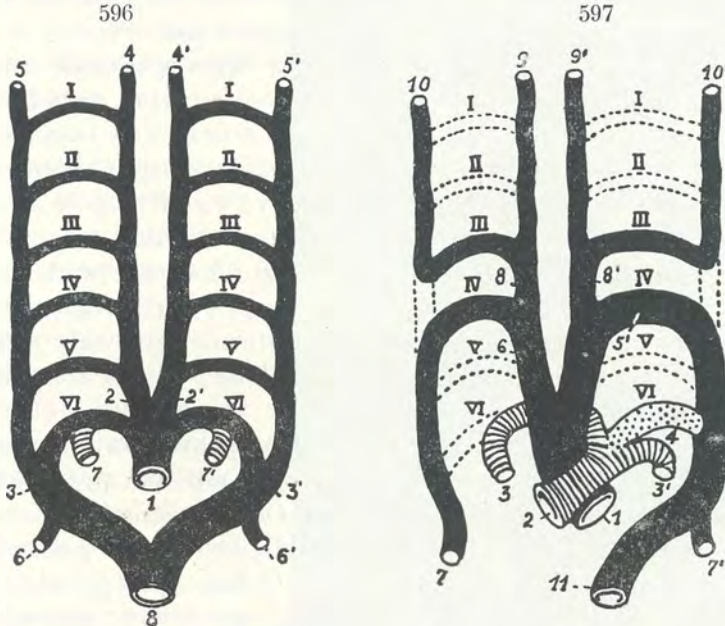
Szczegółowy opis rozwoju tętnic.

Główny pień tętniczy, idący z serca, rozdziela się, jak mówiliśmy (por. str. 260), na aortę i tętnicę płucną. Po bardzo krótkim przebiegu pień aorty rozdwa się na dwie aorty, które posuwają się w stronę głowy, nie oddając na razie bocznych gałęzi i trzymając się początkowo brzusznej strony zarodka jako pierwotna parzysta aorta wstępująca, inaczej zwana brzuszna (*aortae primitivae ventrales sive ascendentes*). Następnie zginają się obie aorty przechodząc w pierwszym łuku skrzelowym ku stronie grzbietowej i zbliżając się ku środkowej linii ciała, gdzie wzdłuż grzbietu przebiega struna grzbietowa zarodka. Obie pierwotne aorty grzbietowe czyli zstępujące (*aortae dorsales sive descendentes*) znajdują się tuż przy sobie i biegną w kierunku doogonowym, przechodząc wprost w tętnice pępkowe (*arteriae umbilicales*). Po wytworzeniu się wyrostka ogonowego aorty oddają do ogona tętnice ogonowe (*arteriae caudales*). Te ostatnie obejmują rolę przedłużenia aort, natomiast tętnice pępkowe mają znaczenie gałęzi bocznych.

Jak wspomniałem, pierwotne aorty brzuszne nie oddają gałązek brzusznych przed wytworzeniem zgięcia ku stronie grzbietowej. Po tym okresie rozpoczyna się tworzenie połączeń między aortami brzuszными i grzbietowymi, czego wynikiem jest powstanie metamerycznie ułożonych tętnic łuków skrzelowych. Takich połączeń parzystej aorty brzusznej z grzbietową jest 6 par (por. schemat ryc. 596). Przebiegają one w znanych nam z nauki o przewodzie pokarmowym (por. str. 117) łukach skrzelowych. Nie tworzą się one równocześnie, ale gdy jedna tętnica zanika, powstaje nieraz inna, toteż niepodobna uzyskać preparatu z łuków skrzelowych z sześciu tętnicami (por. ryc. 597, 599). Niektóre z tych tętnic są u człowieka i innych kręgowców wyższych narządami szczałkowymi o trwaniu przejściowym. Są one śladem rozwoju szczepowego tych ustrojów, ich związku genetycznego ze zwierzętami wodnymi (np. ryby), u których tętnice te odgrywają pierwszorzędną rolę w narządzie oddechowym skrzelowym.

Spójrzmy teraz na schemat (Ryc. 596 i 597), w którym naszkicowane są inaczej tętnice skrzelowe, które ulegają zanikowi w biegu rozwoju,

a inaczej te, które weszły w usługi ostatecznego narządu krwionośnego (Ryc. 597). Z sześciu par, a więc z 12-tu tętnic skrzelowych utrzymały się (choć w innej roli) tylko 4 gałęzie naczyniowe. Bardzo wczesnie, bo w końcu 1-go miesiąca zanikają dwie pierwsze pary poprzecznych gałęzi tętniczych w 1-ym i 2-gim łuku skrzelowym.



Ryc. 596. Łuki aorty w ułożeniu pierwotnym (w schemacie). I—VI — łuki aorty pierwszy do szóstego. 1 — *truncus arteriosus*, 2 — *aorta ascendens dextra*, 2' — *aorta ascendens sinistra*, 3 — *aorta descendens dextra*, 3' — *aorta descendens sinistra*, 4 — *arteria carotis interna dextra*, 4' — *arteria carotis interna sinistra*, 5 — *arteria carotis externa dextra*, 5' — *arteria carotis externa sinistra*, 6 — *arteria subclavia dextra*, 6' — *arteria subclavia sinistra*, 7 — *arteria pulmonalis primitiva dextra*, 7' — *arteria pulmonalis primitiva sinistra*, 8 — *aorta descendens*, wspólny pień. Według Testu'a.

Ryc. 597. Łuki aorty w ułożeniu ostatecznym (w schemacie). I—VI — łuki aorty pierwszy do szóstego. 1 — *aorta*, 2 — *arteria pulmonalis*, 3 — *arteria pulmonalis dextra*, 3' — *arteria pulmonalis sinistra*, 4 — *ductus arteriosus*, 5 — *arcus aortae*, 6 — *truncus brachiocephalicus*, 7 — *arteria subclavia dextra*, 7' — *arteria subclavia sinistra*, 8 — *carotis primitiva dextra*, 8' — *carotis primitiva sinistra*, 9 — *carotis interna dextra*, 9' — *carotis interna sinistra*, 10 — *carotis externa dextra*, 10' — *carotis externa sinistra*, 11 — *aorta descendens*. Według Testu'a.

Z 3-ciej pary łuków wchodzi w ostateczny układ krwionośny obustronne gałęzie poprzeczne jako pierwsze odcinki tętnic szyjnych (*art. carotis interna*), jednak połączenie aortalne z 4-tą parą tętnic łuków skrzelowych zanika.

Tętnice 4-tej pary łuków w skrzelowych wchodzi naj- silniej w usługi ostatecznego układu krwionośnego. Ponieważ tętnice

dwóch pierwszych łuków skrzelowych zanikły, tętnice 3-go łuku zużytkowane są jako początkowe koryto tętnic szyjnych — przeto dla aorty pozostaje tylko tętnica 4-go łuku po lewej stronie. Toteż tętnica ta mocno się rozszerza w łuk tętnicy głównej (*arcus aortae*) i tamtędy przechodzi obecnie krew aorty. Aortę biegnącą w 4-tym łuku skrzelowym nazywamy aortą wtórną w przeciwstawieniu do aorty pierwotnej, która biegła w 1-szym łuku skrzelowym.

Dawna aorta wstępująca lewa, która obecnie niejako odchodzi od aorty wtórnej, przedłuża się w kierunku dogłowym, tworząc w pierwszym odcinku między 3—4 łukiem tętnicę szyjną wspólną lewą. W miejscu odejścia 3-go łuku następuje rozgałęzienie: przedłużenie dawnej aorty wstępującej tworzy tętnicę szyjną zewnętrzną (*art. carotis externa sinistra*), natomiast tętnica 3-go łuku i biegnąca ku głowie gałąź, która odchodzi od skreću w dół aorty tworzy tętnicę szyjną wewnętrzną lewą (*art. carotis interna sinistra*). Od aorty zstępującej po lewej stronie, znacznie niżej niż tętnica szyjna, odchodzi tętnica podobojczykowa lewa (*art. subclavia sinistra*).

Nieco inaczej wyglądają te stosunki po prawej stronie: dawna pierwotna aorta wstępująca prawa w pierwszym odcinku przechodzi w tętnicę bezimienną (*art. anonyma*). Od tej tętnicy dopiero (nie jak po lewej stronie wprost od aorty) odchodzi tętnica podobojczykowa prawa (*art. subclavia dextra*). Z tego samego miejsca tętnicy bezimiennej przedłuża się w kierunku głowy dawna pierwotna aorta wstępująca, która w 1-ym odcinku między 3—4-tym łukiem tworzy wspólną prawą tętnicę szyjną (*arteria carotis communis dextra*). Rozdziela się ona na dwie gałęzie biegnące równolegle ku głowie: tętnicę szyjną prawą zewnętrzną i wewnętrzną. Zanika natomiast odcinek pierwotnej aorty zstępującej prawej na linii między 3—4-tym łukiem.

Tętnice 5-go łuku ulegają obustronnie zanikowi.

W szóstej parze tętnice 6-go łuku skrzelowego po prawej i po lewej stronie mają odmiennie losy. W prawym łuku tętnica ta zanika; po lewej stronie gałąź tętnicza, która związana była bardzo nisko z głównym pniem tętniczym, pozostała — przy jego podziale na aortę i arterię płucną — przy tej ostatniej. Wiemy, że ten łuk skrzelowy dochodził, jak i inne do aorty zstępującej. W ten sposób 6-ty łuk skrzelowy stał się anastomozą między tętnicą płucną a aortą zstępującą, jako tzw. przewód Botalla (*ductus Botalli*).

Opisaliśmy gałęzie odchodzące w okolicy głowowej od aorty brzusznej i grzbietowej parzystej. Zajmiemy się teraz krótko wzajemnym stosunkiem obu aort grzbietowych i ich najważniejszymi odgałęzieniami tułowiowymi.

Aorty grzbietowe już w końcu pierwszego miesiąca zbliżają się do

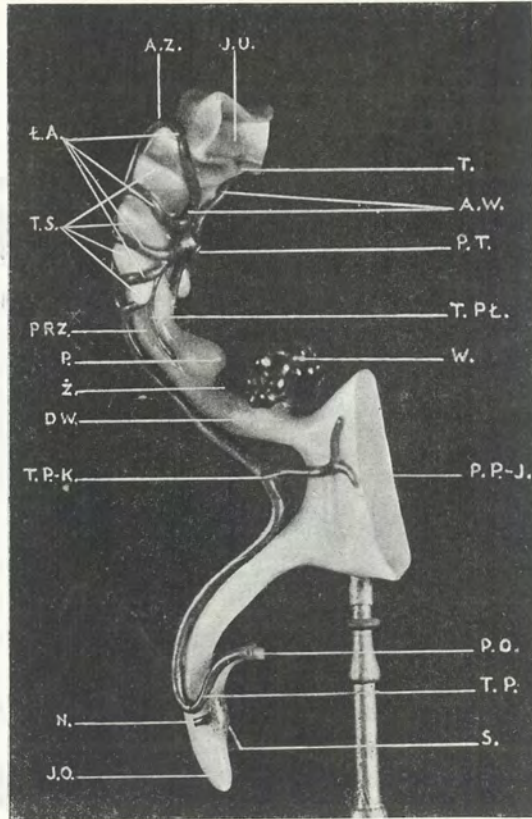
linii środkowej ciała. W okolicy odpowiadającej początkowi brzucha zrastają się one ze sobą w jednolity pień naczyniowy. Ich zrost postępuje dogłównie aż do 5-go somitu oraz doogonowo, organizując z nich tętnicę pojedynczą. Jednakże potem, tj. w 2-gim miesiącu, w odcinku aorty odpowiadającym 5—7 jej członowi dokonywa się jej wtórne rozszczepienie w tętnicę parzystą, natomiast dalszy ciąg aorty pozostaje nieparzysty.

Na ukształtowanie ostatecznej aorty składają się następujące odcinki naczyniowe (Ryc. 597): 1) tylny odcinek rozszczepionego pnia tętniczego odchodzącego od serca (przedni, jak wiemy, daje tętnicę płucną), 2) lewy odcinek aorty wstępującej, 3) tętnica 4-go lewego łuku skrzelowego, 4) odcinek głowowy lewej aorty zstępującej, 5) odcinek grzbietowy zespolonych ze sobą aort zstępujących.

Przedłużeniem aorty są tętnice pępkowe i ogonowe (Ryc. 463, 598, 599). Tętnice pępkowe przesuwają swój punkt odejścia od aorty coraz dalej doogonowo.

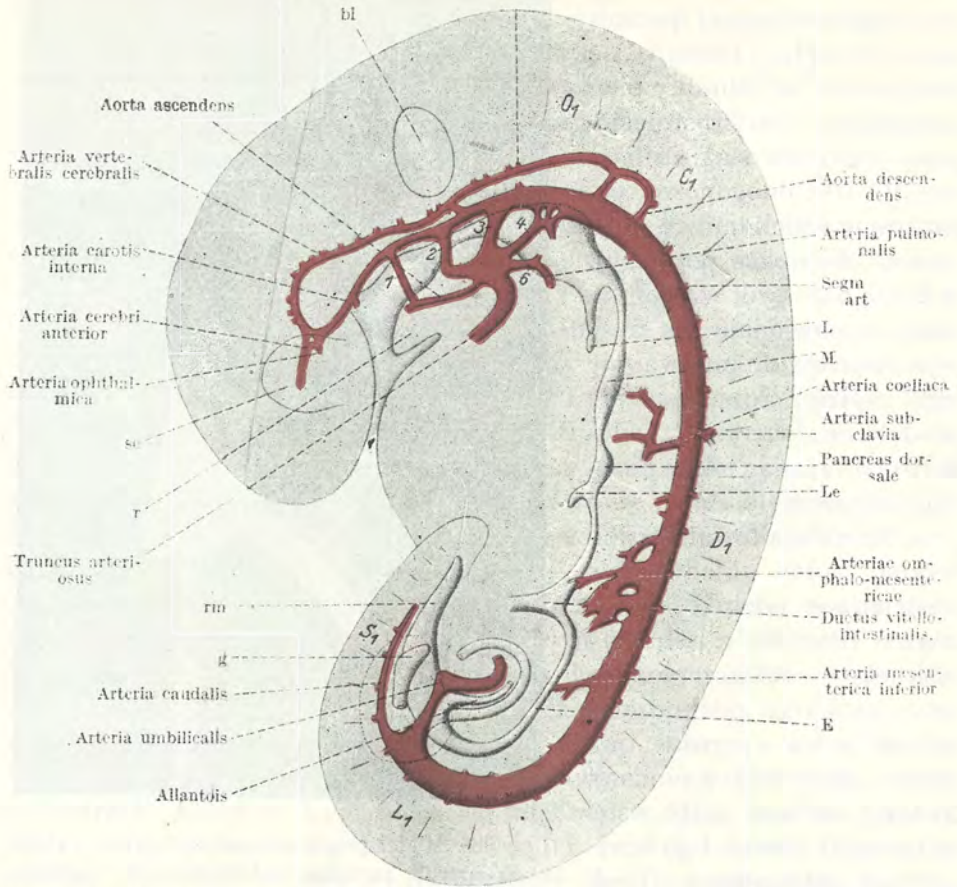
Z miejsca odejścia tętnic pępkowych odchodzi także tętnica biodrowa, zdążająca do odnóża dolnego. Związek jej idzie początkowo pod kątem prostym od aorty, a potem zaledwie pod kątem 60°. W późniejszym okresie rozrastają się znacznie mocniej tętnice biodrowe, a wtedy pępkowe robią wrażenie ich odgałęzień.

Nie możemy tu omawiać szczegółowo odgałęzień aorty i ich przebiegów. Chcę tylko zwrócić uwagę na charakter metameryczny i syme-



Ryc. 598. Model przewodu pokarmowego i głównych arterii zarodka ludzkiego z 3. tygodnia. A. W. — aorta wstępująca (prawa i lewa), A. Z. — aorta zstępująca, DW. — dwunastnica, J. O. — jelito ogonowe, J. U. — jama ustna, Ł. A. — łuki aorty, N. — nerka, P. — płuco, P. O. — przewód omocznioowy (*urachus*), P. P.-J. — przewód pępkowo-jelitowy, P. T. — pień tętniczy, PRZ. — przelyk, S. — stek, T. — związek tarczycy, T. P. — tętnica pępkowa, T. P.Ł. — tętnica płucna, T. P.-K. — tętnica pępkowo-krezkowa, T. S. — torebki skrzelowe. W. — wątroba, Ż. — żołądek. Według modelu *Hisa*.

Arteria vertebralis cervicalis

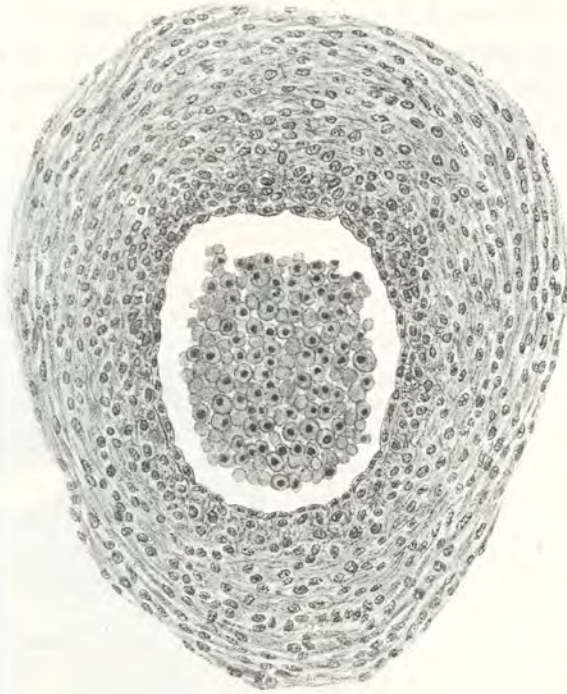


Ryc. 599. Główne naczynia tętnicze zarodka ludzkiego długości 4,9 mm. *bl* — pęcherzyk uszny, *C₁* — 1. człon szyjny, *D₁* — 1. człon grzbietowy, *E* — jelito proste, *g* — kanał Wolffa, *L* — zawiązek płuca, *L₁* — 1. człon lędźwiowy, *Le* — zawiązek wątroby, *O₁* — 1. człon potyliczny, *M* — żołądek *r* — szczeka dolna, *rm* — jelito ogonowe, *S₁* — 1. człon krzyżowy, *se* — pęcherzyk oczny, *Segm art* — tętnice segmentalne (członów ciała), 1—6 — 1—6 luk skrzelowy aorty. Według *Ingallsa* z *Fischla*.

tryczność tych odgałęzień. Znaczna część tych gałęzi embrjonalnych ulega potem jednak uwstecznieniu. Od aorty zstępującej po lewej stronie, a od przedłużenia 4-go łuku skrzelowego po prawej odchodzą segmentalnie boczne gałęzie. Szósta para takich bocznych gałęzi stanowi zawiązek tętnicy podobojczykowej, która wchodzi następnie do odnóża górnego. Inne odgałęzienia, leżące powyżej tej tętnicy, ulegają zanikowi. Od aorty zstępującej odchodzą, jak z anatomii wiemy, parzyste gałęzie, biegnące segmentalnie ku grzbietowi ciała, na boki, a ku trzewiom nieparzyste, wytworzone częściowo z tętnic pęcherzyka żółtkowego (Ryc. 599).

Podałem tu zasady i przykłady tworzenia się tętnic, szczegółowy jednak opis przebiegu poszczególnych tętnic w różnych stadiach rozwojowych rozszerzyłby zanadto zakres książki.

Budowa histologiczna naczyń tętniczych w okresie bardzo wczesnym znana nam jest z embriologii ogólnej (por. str. 212, 213). U zarodków starszych, np. człowieka po ukończeniu dwóch miesięcy, można wyróżnić śródbłonek wyściełający światło. Śródbłonek ten pozostaje w genetycznym związku z komórkami naczyniotwórczymi. Część komórek nabłonka ma według niektórych autorów (J. Schaffer) przesuwać się do głębszych warstw ściany naczyniowej i bierze udział w tworzeniu warstwy mięsnej. Komórki mięsne środkowej warstwy powstają jednak głównie z mezenchymy, która stanowi też materiał do tworzenia warstwy zewnętrznej (*tunica adventitia*). Ryc. 600 jest obrazem przekroju aorty zarodka z początku trzeciego miesiąca. Wewnątrz widoczna jest warstwa śródbłonek, na zewnątrz tkanka mezenchymatyczna biorąca udział w tworzeniu dwóch zewnętrznych warstw; w świetle aorty widoczna grupa ciałek krwi.



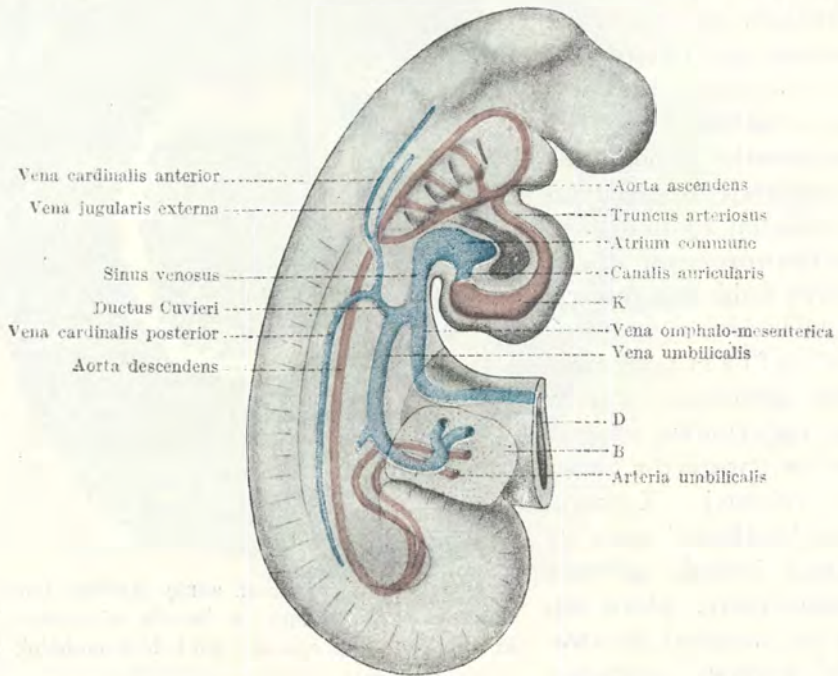
Ryc. 600. Przekrój przez aortę zarodka ludzkiego długości około 27 mm; w świetle widoczne ciała krwi. Według preparatu zakł. biol.-embriol. U. J.

Ryc. 600 jest obrazem przekroju aorty zarodka z początku trzeciego miesiąca. Wewnątrz widoczna jest warstwa śródbłonek, na zewnątrz tkanka mezenchymatyczna biorąca udział w tworzeniu dwóch zewnętrznych warstw; w świetle aorty widoczna grupa ciałek krwi.

Rozwój naczyń żylnych w zarodku.

Nawiązując do naszego opisu rozwoju naczyń krwionośnych w zarodku i krążenia żółtkowego przypominam, że poznaliśmy w embriologii ogólnej (por. str. 219—223) powstawanie w samym ciele zarodkowym dwu par żył, biegnących po obu stronach ciała. I tak (Ryc. 601): od strony głowowej biegną wzdłuż, obok szeregu znanych nam łuków skrzelowych, w kierunku serca żyły szyjne (*venae jugulares sive cardinales superiores*); od strony zaś ogonowej, na zewnątrz od aorty i pranercza, wzdłuż grzbietowej okolicy ciała biegną w kierunku prze-

ciwnym, a więc dogłowym żyły zasadnicze dolne (*venae cardinales inferiores*). Te dwie pary żył trzymają się ściśle terytorium samego zarodka. Poza nimi w tych wczesnych okresach rozwoju wchodzi jeszcze od strony żółtka z zewnątrz do zarodka dwie pary żył: są to mianowicie żyły żółtkowe, czyli pępkowo-żółtkowe (*venae vitellinae sive omphalo-mesentericae*), które zbierają krew z sieci naczyń rozpiętych na powierzchni pęcherzyka żółtkowego. Oprócz nich



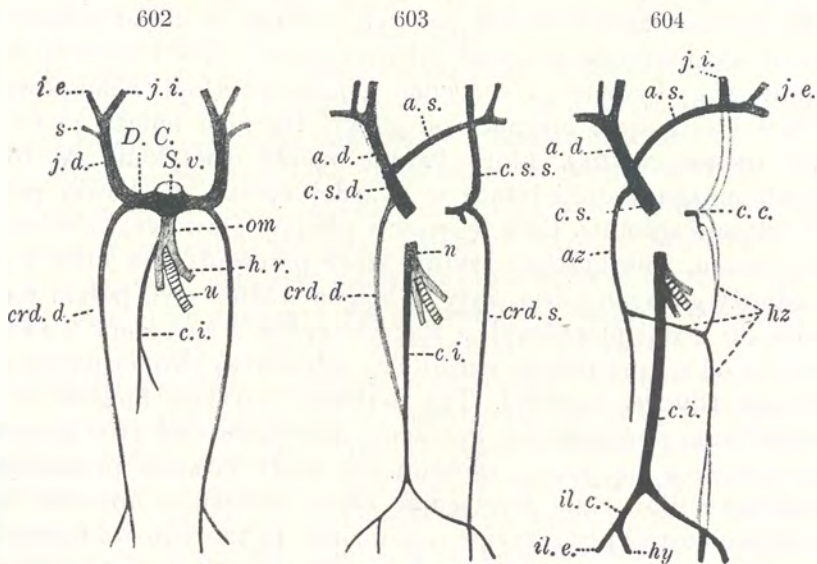
Ryc. 601. Główne naczynia krwionośne zarodka ludzkiego długości 2,6 mm, w schemacie. B — szypuła brzuszna, D — przewód żółtkowy, K — część komorowa serca. Według Hisa z Fischla.

żyły pępkowe (*venae umbilicales*), biegną u ssaków z powierzchni kosmówki (*chorion*) i przez szypułę brzuszną zdążają do pępka po omocni albo obok niej, a następnie wszedłszy do jamy ciała, łączą się z żyłami żółtkowymi, tworząc pień żylny żółtkowo-pępkowy (*truncus venosus vitello-umbilicalis*).

Żyły szyjne i żyły zasadnicze dolne łączą się w pnie, które nazywamy przewodami Cuviera (*ductus Cuvieri* — ryc. 602). Te dwa parzyste pnie żyłne: przewody Cuviera i przewody pępkowo-żółtkowe zlewają się razem w zatokę żylną (*sinus venosus*), która wpada do przedsionkowej części serca (*atrium commune*). Tego rodzaju układ krążenia żylnego możemy widzieć u człowieka w trzecim tygodniu życia zarodkowego.

W tym ugrupowaniu żył w początkowym okresie rozwoju mamy wyraz zasady, którą podawałem we wstępie do rozdziału naczyniowego, — mianowicie że zawiązki naczyń układają się symetrycznie. Dalszy rozwój uwidacznia nam zjawisko różnorodnego zacierania się tej symetrii w układzie naczyniowym żylnym.

Przy przeobrażeniu układu żylnego i zatarciu pierwotnego układu symetrycznego wchodzi w rachubę trzy główne czynniki: 1) uzyskanie oddzielnych ujść przez poszczególne żyły, a tym samym zanik wspólnych przewodów żylnych, 2) zaniki pewnych żył w układzie 2 par żył zasadniczych wraz z tworzeniem nowych gałęzi nieparzystych, 3) organizacja krążenia wątrobowego (Ryc. 603 i 604).



Ryc. 602. Rozwój wielkich pni żylnych u człowieka. Schemat pierwszy. *crd. d.* — vena cardinalis dextra, *c. i.* — vena cava inferior, *D. C.* — ductus Cuvieri, *h. r.* — vena hepatica revehens, *j. d.* — vena jugularis dextra, *j. e.* — vena jugularis externa, *j. i.* — vena jugularis interna, *om* — vena omphalo-mesenterica, *s* — vena subclavia, *S. v.* — sinus venosus, *u* — vena umbilicalis. Według O. Hertwiga z Weissenberga.

Ryc. 603. Rozwój wielkich pni żylnych u człowieka, schemat drugi. *a. d.* — vena anonyma dextra, *a. s.* — vena anonyma sinistra, *crd. d.* — vena cardinalis dextra, *crd. s.* — vena cardinalis sinistra, *c. i.* — vena cava inferior, *c. s. d.* — vena cava superior dextra, *c. s. s.* — vena cava superior sinistra, *n* — vena omphalomesenterica, jej część uchodząca do serca, która po powiększeniu się żyły głównej dolnej (vena cava inferior) do niej będzie się zaliczała. Według O. Hertwiga z Weissenberga.

Ryc. 604. Rozwój wielkich pni żylnych u człowieka, schemat trzeci. *a. d.* — vena anonyma dextra, *a. s.* — vena anonyma sinistra, *az* — vena azygos, *c. c.* — sinus coronarius cordis, *c. i.* — vena cava inferior, *c. s.* — vena cava superior, *hy* — vena hypogastrica, *hz* — vena hemiazygos, *j. e.* — vena jugularis externa, *j. i.* — vena jugularis interna, *il. c.* — vena iliaca communis, *il. e.* — vena iliaca externa. Według O. Hertwiga z Weissenberga.

Co do pierwszego czynnika, to przede wszystkim dokonują się zanik zatoki żyłnej. Przebieg tego zjawiska opisałem poprzednio (por. str. 259), więc proces ten jest nam znany. Wynikiem tego jest uzyskanie w prawym przedsionku oddzielnych ujść dla przewodów Cuvierowskich, jako późniejszej żyły głównej górnej i zatoki wieńcowej serca. Także w lewym przedsionku przez opisane powyżej (str. 259) wciągnięcie wspólnego odcinka żyły płucnej cztery żyły płucne uzyskały oddzielne ujścia.

Drugim czynnikiem przy przekształcaniu pierwotnego układu żyłnego jest zmiana położenia pierwotnych żył, ich częściowy zanik oraz powstawanie nowych nieparzystych współzawodniczących pni żylnych.

Ze wspomnianych dwóch par żył, ujętych w układ symetryczny, zajmujemy się najpierw drogami żylnymi górnej części ustroju. Są one zespolone w żyły szyjne (*venae jugulares*). Dopływem poważnym do tych żył są gałęzie biegnące od głowy. Do nich należą żyły głowowe (*venae capitis*), które tworzą sploty spotykane w różnych okolicach mózgu. Zatoki leżące w twardej oponie mózgowej powstały z tych właśnie splotów. Całą tę krew z okolicy głowowej, a w szczególności z mózgu, zbierają żyły szyjne, które przewodzą też krew z dopływów odnóży górnych i szyi. Żyły te biegną wzdłuż szyi, potem parzysto wchodzi do klatki piersiowej, a złączywszy się z żyłami zasadniczymi dolnymi (*venae cardinales inferiores*) tworzą przewody Cuviera (*ductus Cuvieri*). Ten przewód parzysty biegł w ścianach bocznych ciała pod opłucną. Położenie dotychczasowe tych przewodów żylnych zmienia się potem, obydwa przewody bowiem przesuwają się ku środkowej linii ciała wyciągając błonę surowiczą opłucnej w dwa fałdy ku środkowej płaszczyźnie organizmu. Te fałdy noszą nazwę błony opłucnowo-osierdziejowej (*membrana pleuropericardiaca*).

Przewody te dostały się obecnie do śródpiersia (*mediastinum*). Z dwóch par żył, które się otwierają do przewodów Cuviera (żyły zasadnicze dolne i żyły szyjne) rozwija się mocniej para żył szyjnych. Jako przyczynę tego przyjmujemy: bardzo mocny rozwój mózgu, z którego krew odprowadzają żyły szyjne, — rozwój górnych odnóży, których żyły otwierają się tamże przez żyły podobojczykowe, a wreszcie fakt, że dopływy żył zasadniczych dolnych słabną, gdyż tymczasem rozwija się żyła główna dolna, która jako współzawodnicząca odbiera dopływ krwi wspomnianym żyłom zasadniczym.

Prócz faktu, że górny odcinek ciała uzyskuje przewagę nad dolnym, stwierdzić można w miarę postępu rozwoju także zwiększenie przewagi w układzie żylnym strony prawej nad lewą (Ryc. 603, 604). Przyczyną tego zjawiska jest przede wszystkim prostszy i bliższy dostęp do serca od strony prawej, gdzie, jak wiemy, leży prawy przedsionek zbierający krew żylną z obiegu wielkiego. Żyła więc szyjna prawa może zdą-

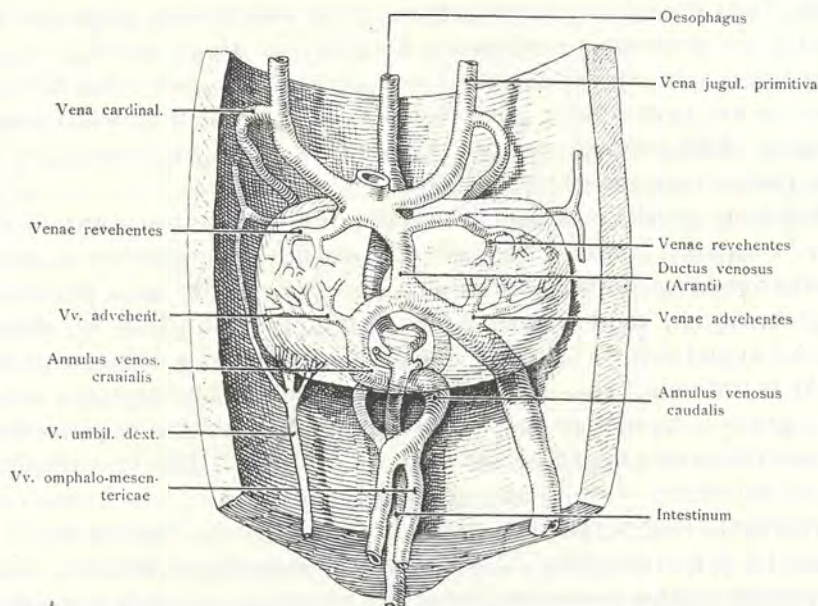
żyć prostą drogą do przedsionka prawego, lewa natomiast musi przebyć drogę poprzeczną, żeby się dostać do tegoż przedsionka. W początkowych okresach rozwoju układa się istotnie jej dolny odcinek poprzecznie na zewnętrznej tylnej ścianie serca i tu wgłębia się w jego rowek wieńcowy, zdążając do jego prawego przedsionka. W późniejszych jednak stadiach między dwiema żyłami szyjnymi tworzy się anastomoza poprzeczna, idąca ukośnie od lewej żyły na prawo i w dół do prawej żyły. Jest to anastomoza *szyjna międzyżylna* (*anastomosis intercava*). Tędy dostaje się krew prędzej na prawą stronę, gdzie jest bliższy dostęp do prawego przedsionka. Dawniejsza droga poniżej tej anastomozy lewej żyły szyjnej ulega zanikowi, a utrzymuje się tylko dolny jej odcinek na tej przestrzeni, gdzie żyła ta ułożyła się w rowku wieńcowym serca. Ten odcinek tworzy tu *zatokę wieńcową żylną serca* (*sinus coronarius* — ryc. 604).

Podobne zjawisko widać w odcinku żylnym tułowiowym. Obie dolne zasadnicze żyły (*venae cardinales inferiores*) biegną w sąsiedztwie kręgosłupa, odbierając z obu stron ciała, np. z przestrzeni międzyżebrowych, naczynia ułożone metamerycznie. Żyły te zbierają też krew z tylnej ściany tułowia: miednicy, pranercza i dolnych odnóży. Stosunki te zmieniają się, gdy między obu żyłami zasadniczymi, ale bliżej żyły prawej, wytwarza się współzawodniczące naczynie, początkowo nikle, później rozrastające się w grubość i długość, tak że wchodzi aż do małej miednicy. Jest to zawiązek żyły głównej dolnej (*vena cava inferior*). Pod względem genetycznym odcinek dogłowy i doogonowy tej żyły rozwijają się odmiennie. Odcinek pierwszy, tj. dogłowy powstaje jako samoistne naczynie, natomiast odcinek doogonowy zawdzięcza częściowo swój początek wytworzeniu się poprzecznej anastomozy między żyłami zasadniczymi (*anastomosis intercardinalis* — ryc. 603), mniej więcej na wysokości nerek. Anastomoza ta przeprowadza krew z lewej do prawej żyły zasadniczej. Wynikiem utworzenia tej anastomozy jest mocne wzmocnienie koryta prawego i równoczesne zwątlenie, a potem znaczny zanik żyły zasadniczej lewej, z której utrzymuje się tylko odcinek środkowy, reszta zaś zanika. Ten odcinek utrzymuje się jako żyła nieparzysta krótka (*vena hemiazygos*). Dolny odcinek prawej żyły zasadniczej, która przez anastomozę objęła krew wpadającą z lewej żyły zasadniczej, nosi obecnie nazwę żyły głównej. Ta żyła główna stanowi więc teraz najszerszy tor, wiodący krew żylną z dolnej połowy ustroju; dogłowy odcinek żyły zasadniczej prawej staje się coraz słabszy, tak że ostatecznie pozostaje jako niewielkie naczynie tzw. żyła nieparzysta (*vena azygos*).

Tak więc z pierwotnej symetrii układu żylnego niewiele już zostało.

Przechodzimy teraz do omówienia trzeciego czynnika. przekształcającego pierwotne stosunki układu żylnego: jest nim tworzenie krążenia wątrobowego.

Wątroba zarodka otrzymuje krew w początkowych okresach życia zarodkowego z żył pęcherzyka żółtkowego, mianowicie z naczyń pępkowo-krezkowych (*arteriae et venae omphalo-mesentericae*). Potem, gdy się rozwinie łożysko, dostaje wątroba krew z naczyń pępkowych (*art. et venae umbilicales*), wreszcie po urodzeniu ma noworodek dopływ krwi dla wątroby z żyły wrotnej (*vena portae*), która zbiera krew z jelit.

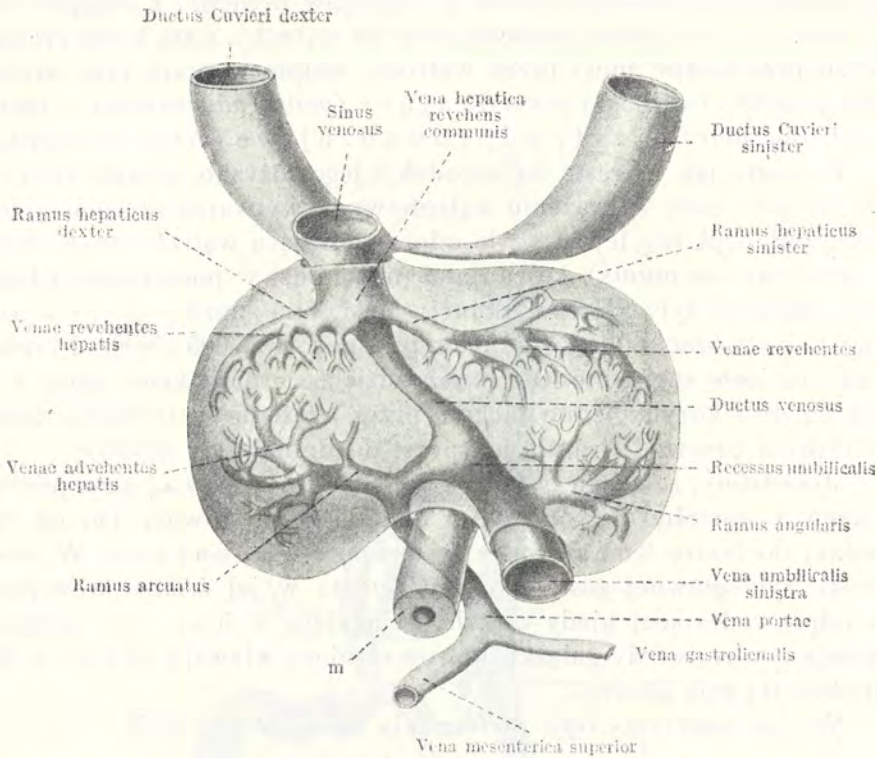


Ryc. 605. Krążenie wątrobowe u zarodka ludzkiego długości 4 mm. Według Kollmanna.

Wzrost wątroby początkowo słabszy, potem intensywniejszy, za którym nie podąża rozrost pęcherzyka żółtkowego, rozwój łożyska, później odcięcie od niego ustroju — to są prawdopodobnie momenty przyczynowe tych zmian w stosunkach naczyniowych.

W początkowych okresach rozwojowych, gdy wątroba zaczyna się tworzyć, w jej miąższ entodermalny, organizujący się w przegrodzie poprzecznej (por. str. 144) wchodzi obie żyły idące od pęcherzyka żółtkowego: żyły pępkowo-krezkowe. Żyły te biegną w jamie brzusznej po dwóch stronach dwunastnicy. Obie one przed i poza dwunastnicą zostają połączone trzema poprzecznymi anastomozami, tak że powstają tu dwa za sobą leżące pierścienie naczyniowe, tworząc jakby ósemkę (Ryc. 605). W świetle obu tych pierścieni leży dwunastnica. Potem w pierścieniu leżącym doogonowo zanika prawe ramię naczyniowe, a w pierścieniu leżącym dogłowowo — lewe. Wynikiem tego jest spiralne otoczenie dwunastnicy przez pojedynczą już teraz tutaj żyłę. Wchodzi ona

do wątroby jako tzw. żyła doprowadzająca, zbierając przed samym wniknięciem krew z otaczających trzewiów i śledziony. Otwierają się bowiem do tej żyły naczynia żylnie żołądkowo-śledzionowe i żyła krezkowa. Ta żyła doprowadzająca do wątroby (*vena advehens hepatis*) po przyjęciu krwi ze wspomnianych dopływów organizuje się jako



Ryc. 606. Krążenie wątrobowe u zarodka ludzkiego długości 9 mm. *m* — jelito. Według Malla z Fischla.

tzw. żyła wrotna wątroby (*vena portae* — ryc. 606). Jej gałązki mianujemy teraz żyłami doprowadzającymi. Dalszym ciągiem tych żył są gałązki odprowadzające krew z wątroby (*venae revehentes*). Zbierają się one początkowo w dwa pnie, z których lewy zanika, a prawy utrzymuje się, wzrasta, tworząc tzw. żyłę odprowadzającą wspólną (*vena revehens communis*), co widzimy na ryc. 606. Z powyższych wywodów wynika, że parzystość, odnosząca się do żył pępkowo-krezkowych, zaciera się; znikła więc i tu symetria układu żylnego.

Kiedy w ten sposób zorganizowało się wewnętrzne krążenie wątrobowe żyły wrotnej, a równocześnie zaczęło się rozwijać łożysko, wtedy wysuwa się na widownię krążenie wątrobowe, którego podstawą są żyły pępkowe. Żyły te biegły początkowo w bocznych ścianach ciała

nie łącząc się z innymi żyłami ustroju, symetrycznie po obu stronach. Można je widzieć zdążające z przedniej ściany brzucha przez jamę ciała ponad wątrobą do zatoki żyłnej (*sinus venosus*). Jednakże już w 4-tym tygodniu zanika prawa żyła pępkowa, względnie pozostaje jako żyła ściany brzusznej. Żyła lewa anastomozuje ze świeżo wytworzoną żyłą wrotną, sprowadzającą krew z narządów brzucha. Z biegiem rozwoju przez tę anastomozę wpływa krew do wątroby. Cała krew żył pępkowych przechodzić musi przez wątrobę: najpierw przez żyłę wrotną, potem przez żyły doprowadzające (*venae advehentes*), a opuszcza wątrobę przez jej żyły odprowadzające (*venae revehentes*).

W miarę jak rozrasta się zarodek i jego łożysko, a ilość krwi nie może się pomieścić w krążeniu wątrobowym, wytwarza się anastomoza między żyłą pępkową lewą, a żyłą odprowadzającą wątroby (*vena hepatica revehens communis*), która dalej przechodzi w początkowy (dogłowy) odcinek żyły głównej dolnej: nosi ona nazwę przewodu Arantiusa (*ductus venosus Arantii* — por. ryc. 605 i 606). Przewód ten ma doniosłe znaczenie. Obecnie rozdziela się prąd krwi idącej z łożyska na dwa koryta: jedno biegnie przez krążenie wątrobowe, drugie płynie przez przewód Arantiusa wprost do dolnej żyły głównej.

Słyszeliśmy, że żyła wspólna odprowadzająca przewodzi krew z wątroby do końcowego odcinka żyły głównej. Do tej żyły wspólnej dochodzą boczne żyły odprowadzające. W miarę rozrostu żyły głównej zostaje też wciągnięta w jej ściany ta wspólna żyła odprowadzająca; kiedy ta żyła wciągnięta w ścianę żyły głównej, przestaje istnieć, wtedy gałązki doprowadzające wlewają swą krew bezpośrednio do żyły głównej.

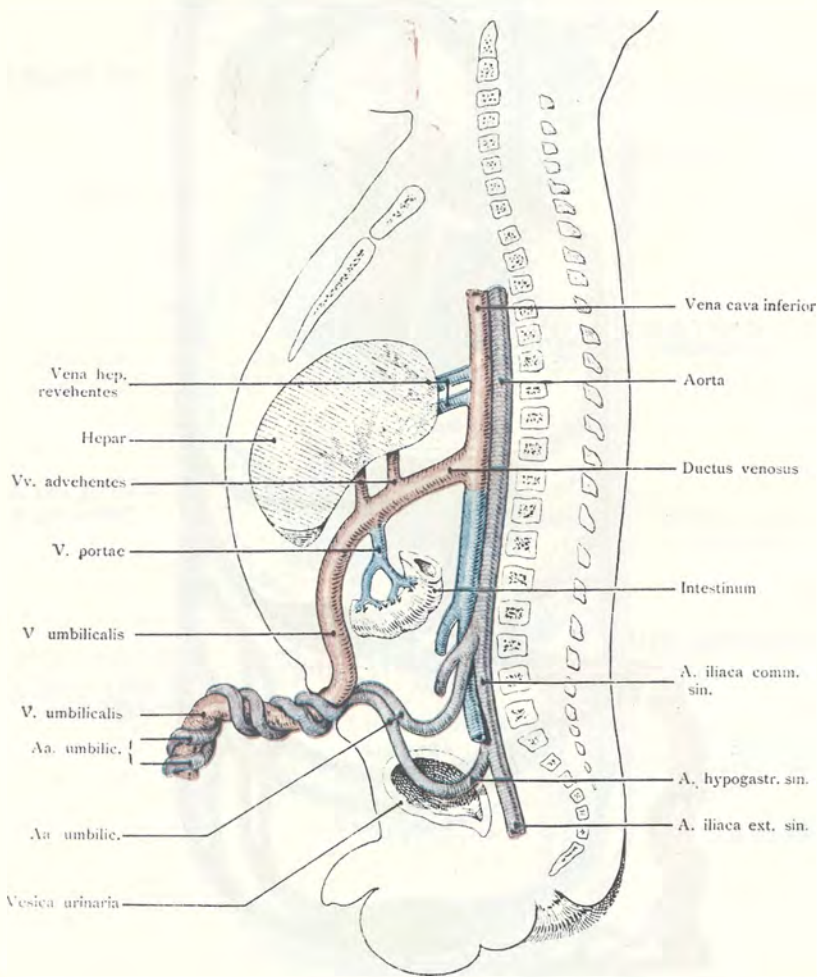
Na tym kończymy opis zachowania się żył w wątrobie.

Krążenie krwi w zarodku.

Krążenie krwi u człowieka dorosłego ma za zadanie skutecznie wymiany gazów w ustroju, a więc doprowadzenie tlenu, pobranego przez narząd płucny ze świata zewnętrznego, do tkanek całego organizmu oraz odprowadzenie bezwodnika kwasu węglowego do płuc w celu wydalenia go na zewnątrz. Poza tym przez krew zostają dostarczone do tkanek substancje odżywcze pobrane z pokarmami, przerobione odpowiednio w obrębie przewodu pokarmowego, a następnie wessane do krwi.

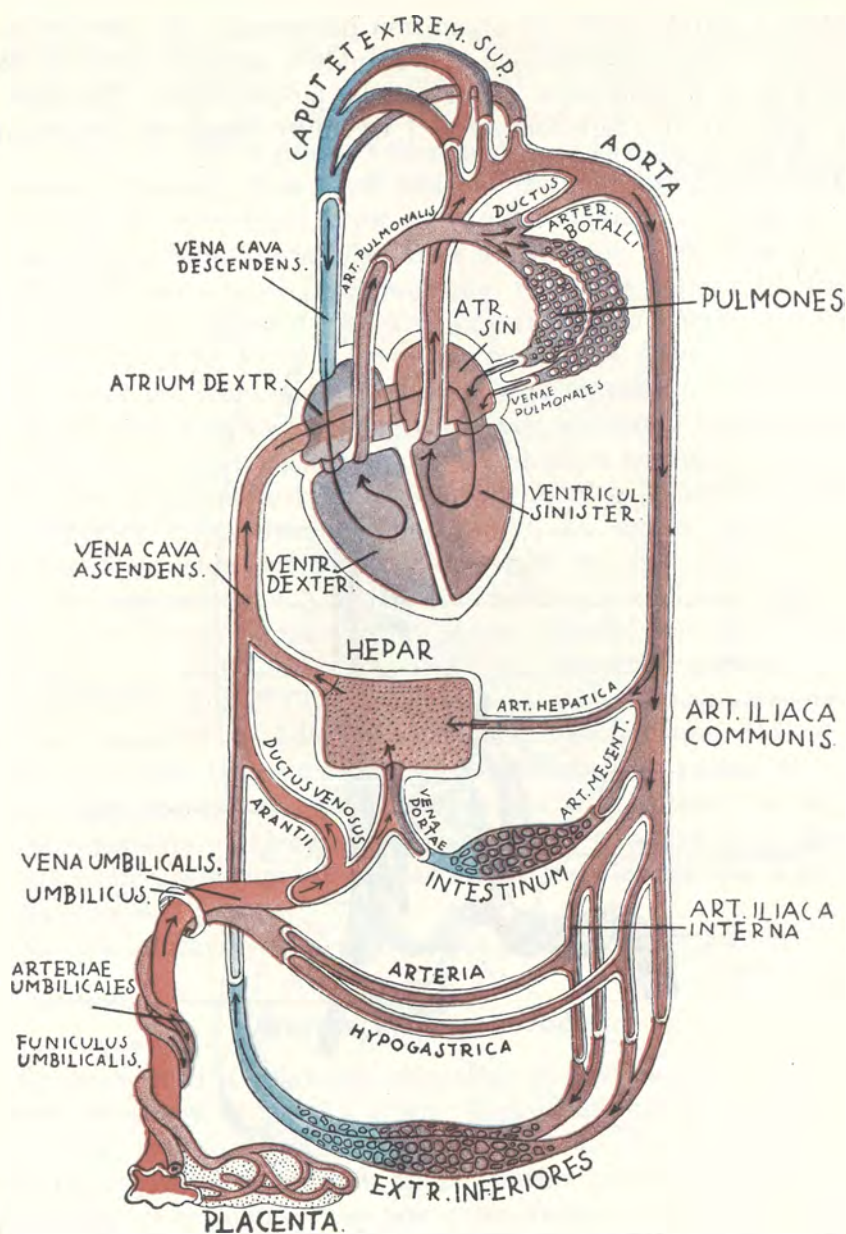
U zarodka sprawy te przedstawiają się inaczej, gdyż jego światem zewnętrznym jest ustrój matki, który oddycha za zarodek tlenem czerpanym z zewnątrz i który przeprowadza zań czynności asymilacyjne i wydalnicze. Toteż układ krwionośny jest inaczej zorganizowany u zarodka, a w rachubę wchodzi tu ustosunkowanie do łożyska. Z embriologii ogólnej wiemy, że łożysko jest narządem pośredniczącym między krwią matki a płodu. Nigdzie w łożysku krew nie przepływa bez-

pośrednio z ustroju matki do organizmu potomnego, ani odwrotnie, ale tylko przez błony, rozdzielające te dwa układy krążenia, może się dokonywać wymiana składników między krwią płodu i matki. Tak więc zarówno gazy jak składniki odżywcze i wydaliny mogą się przedostawać od matki do płodu i odwrotnie.



Ryc. 607. Naczynia krwionośne pępkowe i ich połączenia u zarodka ludzkiego. Według *Bumma i Merkla z Kollmanna*.

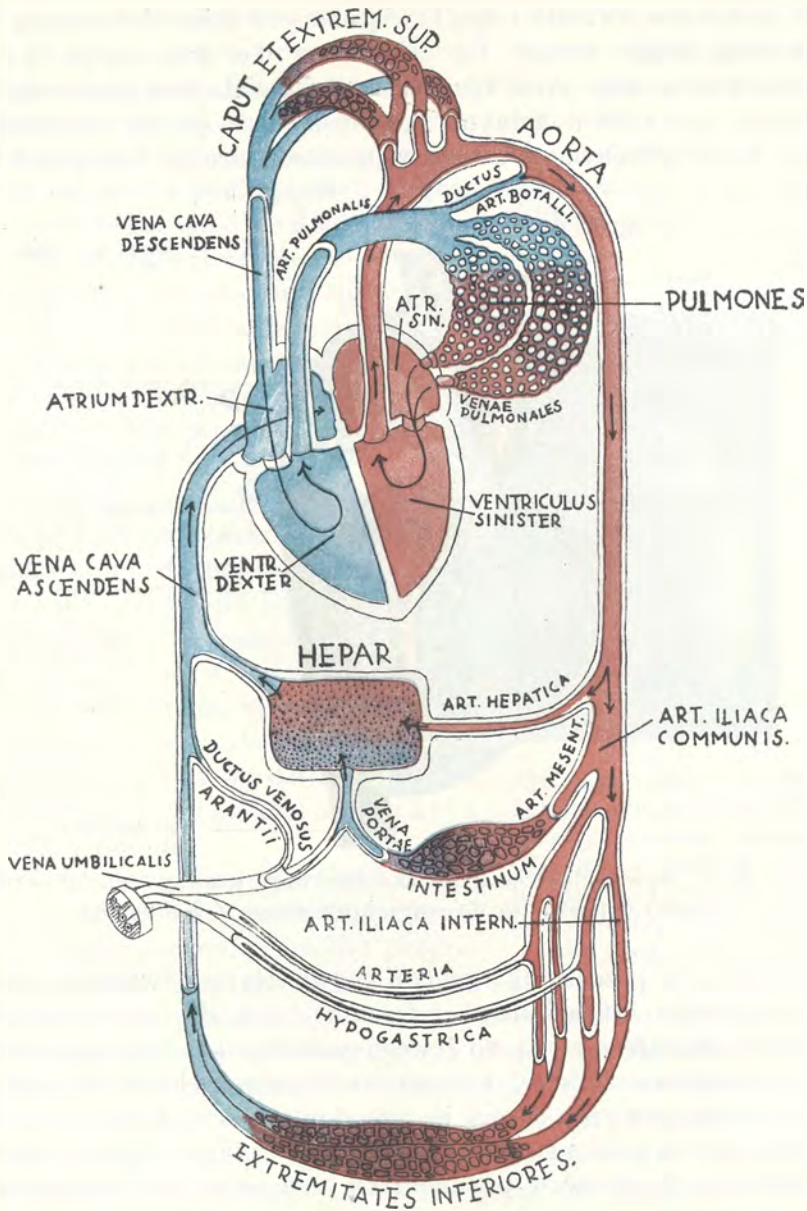
Charakterystyczną różnicą w krążeniu krwi między ustrojem zarodkowym a organizmem w życiu pozamacicznym jest fakt, że w zarodku nie ma tak wyraźnego rozdziału między krążeniem żylnym i tętniczym, a obieg mały (między sercem a płucami) ma wobec ówczesnego niedorozwoju płuc zupełnie inne znaczenie. Poza tym ogromną rolę grają dopływy od łożyska do płodu i odwrotnie.



Ryc. 608. Schemat krążenia krwi przed urodzeniem. Według American Textbook of obstetrics z Bromana, zmodyfikowane.

Podamy krótko obieg krwi między matką a płodem i wśród embriona (Ryc. 607, 608, 609). Od łóżyska płynie krew do zarodka przez żyłę pępkową; jest to z całego obiegu najczystsza krew tętnicza.

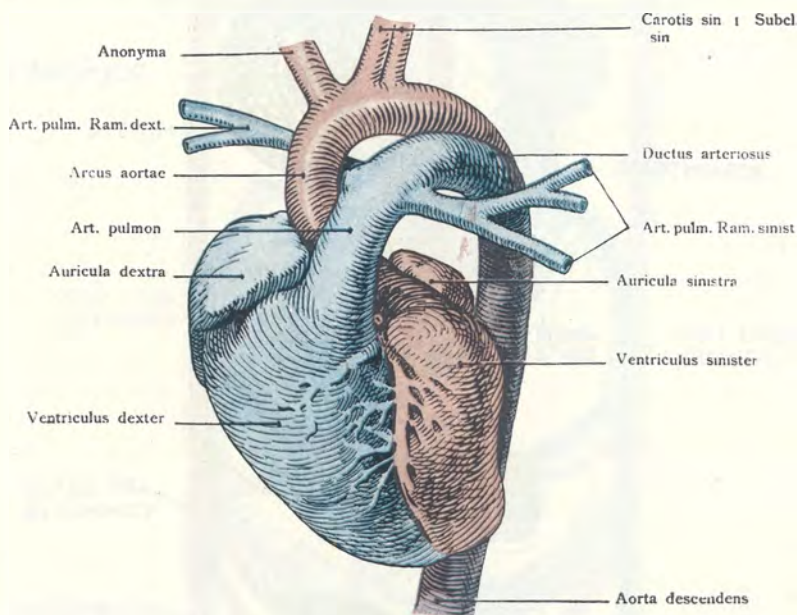
Żyła ta wchodzi na dolną powierzchnię wątroby. U młodszych zarodków cała doprowadzona tu krew przechodzi przez obieg wątrobowy.



Ryc. 609. Schemat krążenia krwi po urodzeniu. Według American Textbook of obstetrics z *Bromana*, zmodyfikowane.

U starszych zarodków (zarodek około 10 mm) przy wniecie wątroby prąd się rozdziela. Jedna jego część przebywa krążenie wątrobowe, druga je omija i przez przewód żylny Arantiusa (*ductus venosus Arantii*) odpływa wprost do żyły głównej dolnej, gdzie łączy się z tą krwią, która przebyła krążenie wątrobowe. W żyłę dolnej

mięsza się ta krew z czysto żylną krwią idącą od dolnych kończyn. Przez żyłę główną dolną dostaje się cała krew do prawego przedsionka. Jest to więc krew tętnicza, która weszła żyłą pępkową, a dalej płynęła przewodem żylnym Arantiusa, lecz potem zmieszała się z żylną, która przebyła krążenie wątrobowe, oraz z krwią z dolnych odnóży.



Ryc. 610. Serce noworodka nastrykane. Przewód tętniczy (*ductus arteriosus Botalli*) doprowadza do aorty krew żylną. Z Kollmanna.

W prawym przedsionku mocno rozwinięta zastawka żyły głównej dolnej (zastawka Eustachiusza) zwraca tę krew do otworu owalnego, przez który dostaje się ona do lewego przedsionka. Przy jego skurczu krew ta przepływa do lewej komory, skąd znów wchodzi do aorty. Ale do przedsionka prawego mamy jeszcze dopływ krwi żyłnej przez żyłę główną górną (*vena cava superior*); krew idąca od głowy, szyi i odnóży górnych. Ta krew w późniejszej, zwłaszcza embrionalnych stadiach, zmieszana nieco z krwią z żyły głównej dolnej, wchodzi przez ujście przedsionkowo-komorowe do prawej komory. Krew wypchnięta z niej do tętnicy płucnej dochodzi częścią do płuc i wraca do lewego przedsionka, — druga jednak, większa część tej krwi dostaje się przez przewód Botalla (Ryc. 610, 611, por. str. 268), tj. przez gałąź tętniczą 6-go łuku skrzelowego do aorty.

Do lewego więc przedsionka dostała się krew zarówno z płuc, jak z prawego przedsionka, która tam, jak pisałem, wpłynęła przez otwór owalny. Stąd przechodzi krew do komory lewej, a przez aortę do

dużego obiegu embriona. Po drodze włącza się w ten tor krew, którą wiedeź od tętnicy płucnej przewód Botalla. Krew, idąca przez aortę zaopatruje cały ustrój, tzn. dochodzi do górnych części organizmu, do narządów trzewiowych oraz odnóży górnych i dolnych.

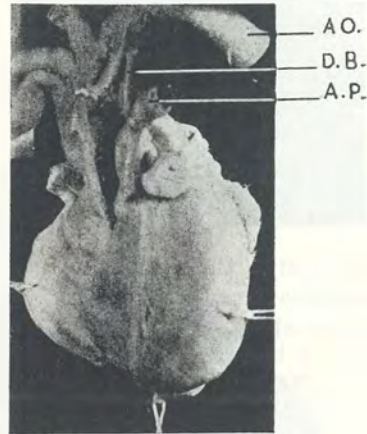
Naczynia tętnicze pępkowe, odchodzące od aorty, względnie od tętnicy podbrzusnej, biegnące obok owodni, a później pęcherza moczowego, dochodzą do sznura pępkowego i w nim do łożyska. W ten sposób krążenie jest zamknięte.

Po porodzie dokonywują się w układzie krwionośnym noworodka daleko idące zmiany: żyła pępkowa zarasta i zamienia się na więzadło obłe wątroby (*ligamentum teres hepatis*). Tętnice pępkowe też zarastają, a po porodzie odnaleźć je można w ustroju na przedniej ścianie brzusznej obok pęcherza w postaci jakby powrózków, zdążających do pępka jako więzadła pęcherzowo-pępkowe (*ligam. vesico-umbilicale laterale*). Przewód żylny Arantiusa (*ductus venosus Arantii*) zatracą światło, które tkanka łączna zarasta i pozostaje jako pasmo lite. To samo staje się z przewodem Botalla, przechodzącym w więzadło Botalla (*ligamentum Botalli*).

Otwór owalny (*foramen ovale*) zamyka się ostatecznie, ponieważ jego zastawka (*valvula foraminis ovalis*) przyrasta do przegrody międzyprzedsionkowej.

Wszystkie te przemiany w okresie bezpośrednio poporodowym, które tu wymienilem, to są uwstecznienia urządzeń embrjonalnych. Żeby wobec tego czynności krążenia odbywać się mogły prawidłowo, muszą ujawnić się przystosowania do nowych czynności. Dokonywa się to przede wszystkim w płucach, które wskutek rozpoczęcia czynności oddechowych napowietrzają się, a ich naczynia, więc tętnice i żyły płucne zyskują pokaźne światło i w ten sposób organizuje się małe krążenie ustroju.

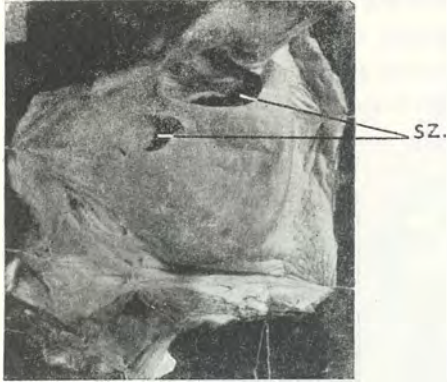
Wskutek tych wszystkich zmian oddziela się krążenie żyłne od tętniczego. Krwi mieszanej tętniczej i żyłnej w prawidłowych, a nie patologicznych stosunkach nie mamy. Krążenie wątrobowe, które stało niejako na pograniczu między tętnicznym i żylnym, zostaje ostatecznie włączone w duży obieg krwionośny, a dopływ główny, tj. żyła wrotna, po zaniku żyły pępkowej nie wprowadza już więcej do wątroby krwi tętniczej.



Ryc. 611. Serce niemowlęcia 27-dniowego; widoczny rozcięty otwarty przewód tętniczy Botalla. A.O. — aorta, D.B. — ductus Botalli, A.P. — art. pulmonalis. Według preparatu zakładu anat. patol. U. J.

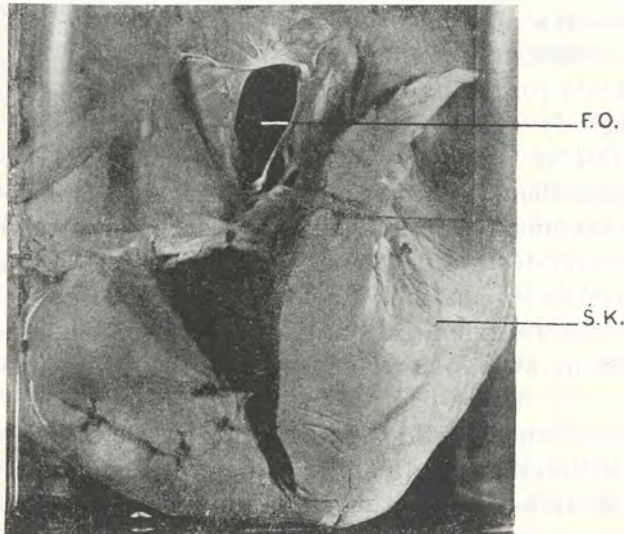
ZBOCZENIA ROZWOJOWE SERCA I GŁÓWNYCH PNI NACZYŃ KRWIONOŚNYCH

Do działu zboczeń rozwojowych zaliczyć należy takie płody, u których nie wytwarza się serce. Płody takie nazywamy bezsercowymi (*acardiaci*). Kilku dawniejszych autorów podawało, że brak serca w ciele zarodka jest zjawiskiem pierwotnym. Należy przez to rozumieć, że zboczenie to jest wynikiem braku zawiązka danego narządu. Inni embriologowie uważają ten pogląd za nieprawdopodobny, sądząc, że nie do pomyślenia jest życie zarodka bez krążenia. Wiemy już z embriologii ogólnej, że u bliźniąt ze wspólnym łożyskiem i połączeniami między krążeniem obu płodów, może jeden płód, jedno z bliźniąt przepędzać krew pod prąd krążenia drugiego płodu. Wynikiem pracy serca z przeszkodami bywa zanik tego organu. W tych przypadkach należy uważać brak serca jako zjawisko wtórne, oparte nie na predyspozycji wewnętrznej, ale na zewnętrznym czynniku działania na krążenie serca drugiego płodu.



Ryc. 612. Część przegrody międzyprzedsionkowej z niedomkniętą błoną zasłaniającą otwór owalny. SZ. — szczeliny w błonie zarastającej otwór owalny. Według preparatu zakładu anat. patol. U. J.

Innym zbočeniem rozwojowym serca jest jego przemieszczenie w ustroju na prawą stronę zarodka (*dextrocardia*), które pojawia się najczę-



Ryc. 613. Serce ludzkie częściowo rozcięte, dla uwidocznienia niezamkniętego otworu owalnego. F. O. — *foramen ovale* — niekompletnie zarośnięte, Ś. K. — ściana komory. Według preparatu zakładu anat. patol. U. J.

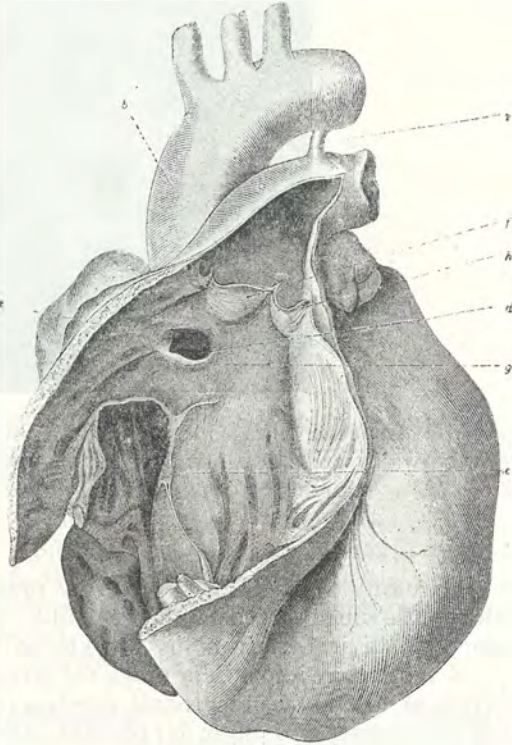
ściej przy ogólnym przewrotnym układzie wnętrzości (*situs viscerum inversus totalis* — por. str. 152).

Inny typ przemieszczenia serca stanowi ułożenie go poza workiem osierdziowym np. w klatce piersiowej (*ectopia cordis pectoralis*), albo na zewnątrz jej przy braku częściowym żeber albo mostka (*ectopia cordis externa*). Dalej przy równoczesnej przepuklinie przepony serce może przedostać się do jamy brzusznej (*ectopia cordis abdominalis*) lub wreszcie przesunąć się do szyi (*ectopia cordis cervicalis*).

Zboczenia rozwojowe przegród w sercu.

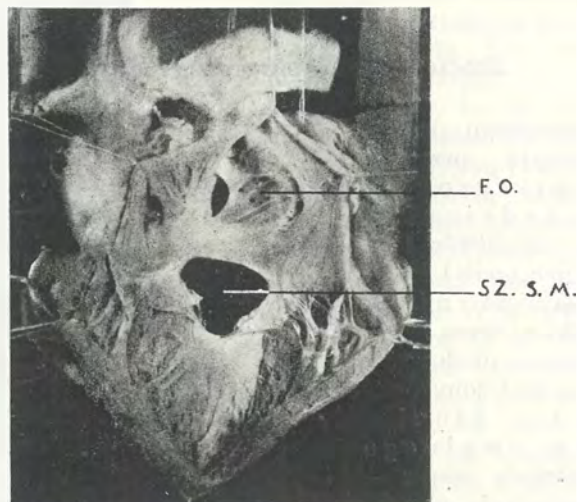
Jak z przebiegu prawidłowego rozwoju przegród wiadomo, w przegrodzie międzyprzedsionkowej tworzy się otwór tzw. owalny (*foramen ovale*), który utrzymuje łączność między obu przedsionkami serca przez cały okres życia płodowego. Otwór ten zaopatrzony jest w zastawkę błoniastą otworu owalnego (*valvula foraminis ovalis* — ryc. 588). Zamknięcie otworu owalnego rozpoczyna się z początkiem oddychania noworodka. Wtedy to krew napływa obficie z krążenia płucnego do przedsionka lewego, a przez to tamuje przepływ krwi z przedsionka prawego do lewego. Również błoniasta część zastawki przyciśnięta do brzeгу otworu owalnego przyrasta do jego obramowania, a zastawka ta uzupełnia przegrodę międzyprzedsionkową.

Zamknięcie przegrody dokonuje się w pierwszych miesiącach życia pozapłodowego. W pierwszych dwóch tygodniach proces ten nie jest jeszcze doprowadzony do końca. W ogromnej większości przypadków (około 80%) zamknięcie kończy się w 3-cim miesiącu życia pozapłodowego. Jeśli to nie nastąpi, otwór owalny stanowi nadal komunikację międzyprzedsionkową.



Ryc. 614. Serce ludzkie rozcięte; widoczny ubytek w przegrodzie międzyprzedsionkowej. *a* — podwójny koniuszek serca, *b* — aorta, *c* — tylna ściana przestrzeni prowadzącej do aorty, *d* — otwór w przegrodzie międzyprzedsionkowej, *e* — prawa zastawka aorty widoczna przez otwór w przegrodzie, *f* — prawa zastawka tętnicy płucnej, *g* — włóknista listwa obejmująca otwór i przechodząca w prawą zastawkę aorty, *h* — otworki w zastawkach tętnicy płucnej, *i* — ścięgno tętnicze (powstałe z przewodu tętniczego Botalla). Według Rokitanskiego z Schwalbego.

Niezamknięcie otworu owalnego jest zбочeniem bardzo częstym, a jego stopień i natężenie bywa stosunkowo różne. Najczęściej komunikacja ogranicza się do małego otworku idącego od strony prawej i tylnej do lewej przedniej. Zdarzają się jednak niedomknięcia tak szerokie, że przez nie da się przesunąć nawet 2 palce. Na ryc. 612 widać wyciętą przegrodę międzyprzedsionkową i otwór owalny z błoną, w której są dwa otworki: jeden podłużny szczelinowaty, drugi zaś z boku okrągławy. Są to niedomknięcia błony zasłaniającej otwór.



Ryc. 615. Anomalie przegród serca: częściowy brak przegrody międzykomorowej i otwór owalny częściowo otwarty. *F. O.* — *foramen ovale* niekompletnie zarośnięte, *SZ. S. M.* — szczelina w *septum membranaceum*. Według preparatu zakładu anat. patol. U. J.

Ogromny niezamknięty otwór w przegrodzie przedsionkowej serca dorosłego człowieka przedstawia ryc. 613: po prawej stronie otworu owalnego rozpięta jest część błony zwykle go zasłaniającej.

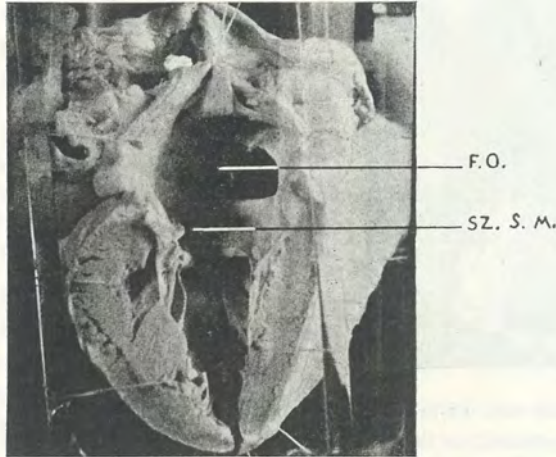
Z tą nieprawidłowością mogą się łączyć i inne w obrębie serca, a przede wszystkim ubytki w przegrodzie międzyprzedsionkowej poza otworem owalnym, najczęściej w dolnym jej odcinku, albo niezarośnięcia przewodu Botalla. Osobniki z takimi zбочeniami mogą mimo poważnych nieraz dolegliwości doczekać się nawet późniejszego wieku. Niektórzy autorowie podają, że ludzie tacy łatwiej i dłużej mogą nurkować i w ogóle wstrzymać oddech.

Zбочenia w rozwoju przegrody międzykomorowej mogą występować jako małe otwory w tej przegrodzie. Na ryc. 614 widać otwarte serce z początkiem głównych pni naczyniowych oraz otwartą tętnicę płucną. U jej podstawy widoczne są zastawki półksiężycowate. Poniżej środkowej zastawki widoczny jest dość duży otwór (Ryc. 614) w przegrodzie międzykomorowej. W innych przypadkach braku w przegrodzie iść mogą znacznie dalej, aż do zupełnego jej niewytworzenia.

Ryc. 615 i 616 dają obraz kombinacji niedomkniętego otworu owalnego w przegrodzie międzyprzedsionkowej z ubytkiem w obrębie przegrody międzykomorowej. Jasnym jest, że w ten sposób nie są wyodrębnione objęgi

krwi mały i duży, co prowadzi do daleko posuniętych zaburzeń czynnościowych. Sinica występująca u tak obciążonych osobników i krótkotrwałość ich życia są wynikiem tych zaburzeń rozwojowych.

Brak odcinka przedniego przegrody stać może w związku z niezrośnięciem przegrody międzykomorowej z przegrodami między tętnicą płucną a aortą. Nieprawidłowości rozwoju przegrody między aortą a tętnicą płucną mogą być następstwem niedorozwoju tej przegrody, w innych zaś przypadkach przesunięcia jej bardziej na jedną lub drugą stronę, skutkiem czego zwięk-



Ryc. 616. Częściowy brak przegrody międzykomorowej i międzyprzedsionkowej. F. O. — foramen ovale niezamknięte, SZ. S. M. — szczelina w septum membranaceum. Według preparatu zakładu anat. patol. U. J.

sza się światło aorty lub tętnicy płucnej. Zboczenia tego rodzaju powodują zaciśnięcie jednego z tych naczyń. Gdy przegroda przesunie się na korzyść światła aorty, wtedy tętnica płucna zostaje zaciśnięta i tworzy się cieśń tej tętnicy (*stenosis arteriae pulmonalis*), a odwrotnie przy przesunięciu przegrody na korzyść tętnicy płucnej powstaje cieśń aorty.

Nadliczbowe zastawki półksiężycowate. W rozdziale o powstawaniu głównych tętnic, aorty i tętnicy płucnej, omawiałem powstawanie zastawek półksiężycowatych przy procesie rozdzielania wspólnego pnia tętniczego. Wiemy, że znajdują się w nim 4 zastawki (por. str. 261), z których dwie w czasie podziału pnia zostają przepołowione; powstaje zatem 6 zastawek: 3 z nich wejdą w obręb aorty, a 3 w obręb tętnicy płucnej.

Czasem pojawiają się zastawki nadliczbowe. Ryc. 617 wyobraża otwartą i rozłożoną tętnicę płucną, a w niej na ścianie 4 zamiast 3 zastawek półksiężycowatych. Jest to fotografia z zakładu anatomii patologicznej Uniw. Jagiell. Powstanie tej nieprawidłowości można, moim zdaniem, wytłumaczyć tak, że nie jedna, ale dwie zastawki uległy podziałowi, względnie że druga zastawka podzieliła się jeszcze wtórnie w obrębie tętnicy płucnej.

W niektórych przypadkach dochodzi do zamknięcia zupełnego tętnicy płucnej (*atresia art. pulmonalis*), która robi wrażenie litego powrózka. Przy mocniejszym zaciśnięciu światła tętnicy płucnej krew nie może przebyć ma-

lego obiegu i przyjmuje w całym ustroju charakter żylny, a noworodki takie nie mogą utrzymać się dłużej przy życiu. Natomiast przy słabszych zwężeniach tętnicy płucnej sprawa obiegu krwi może uregulować się przez rozszerzenie przewodu Botalla. Niekiedy, choć



Ryc. 617. Nadliczbowa (4-ta) zastawka tętnicy płucnej; w każdą zastawkę włożony jest patyczek. Według preparatu zakładu anatomii patologicznej U. J.

zresztą rzadko, może dokonać się w rozwoju przemieszczenie głównych pni tętniczych. Wiadomo, że wspólny pień tętniczy rozdziela się na tętnicę płucną i aortę przez wytworzenie przegrody, która powstaje z dwóch wałów podłużnych, wyrastających wzdłuż wspólnego pnia w jego świetle. Jeżeli te przegradzające wały ułożą się inaczej, dochodzi do przemieszczenia pni, tak że tętnica płucna wychodzi z komory lewej, a aorta z komory prawej. Osobniki takie nie mogą utrzymać się przy życiu.

Jak pisaliśmy poprzednio, łączność między aortą a tętnicą płucną utrzymuje w życiu zarodkowym przewód Botalla.

Trwałość drożności tego przewodu w największej liczbie przypadków kończy się w 3-cim tygodniu po urodzeniu noworodka. Zarastanie zupełne zasadniczo dokonywa się w biegu trzeciego miesiąca życia pozamacicznego. W przypadkach zwężenia tętnicy płucnej zarośnięcie przewodu Botalla występuje już w życiu zarodkowym. Utrzymanie drożności tego przewodu może stanowić nawet u dorosłych nieprawidłowość organizacyjną samoistną bez

komplikacji z innymi zбочeniami układu krążenia. Według danych Meyera spotyka się przewód Botalla drożny w stosunkowo dużym procencie.

VII. ROZWÓJ UKŁADU CHŁONNEGO

Naczynia chłonne.

Układ naczyń chłonnych u zwierząt i u człowieka był gruntownie badany co do swego powstania i organizacji, ale niemniej szereg faktów pozostał dotąd sporny.

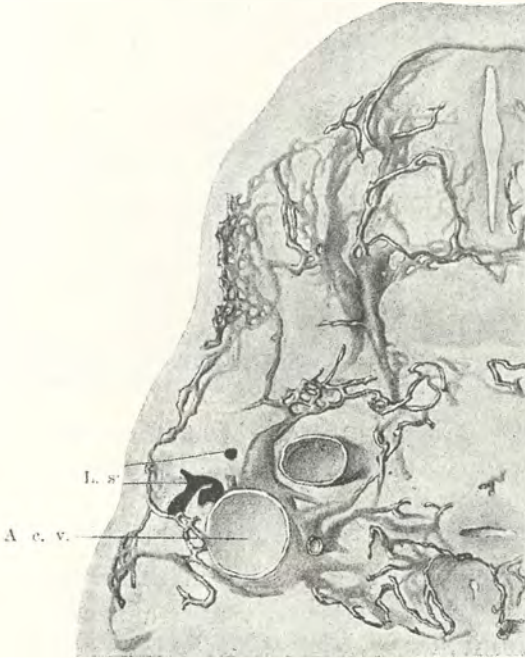
W zarodkach zwierząt kręgowych w układzie chłonnym, czyli limfatycznym, dadzą się wyróżnić pewne typy składników, mianowicie: drobne wąskie naczynka, zbiorniki w postaci tzw. worków chłonnych i cystern oraz tzw. serc limfatycznych, większe pnie limfatyczne i węzły czyli gruczoły chłonne.

Badania nad rozwojem naczyń chłonnych wydawały się bezowocnymi jak długo panowało zapatrywanie, że naczynia chłonne rozpoczynają się w szczelinach tkanek i dopiero w dalszym swym przebiegu przybierają cechy naczyń. Dopiero wyniki poszukiwań badaczy amerykańskich ogłoszone na początku tego wieku wpłynęły na zmianę poglądów. Okazało się bowiem, że naczynia chłonne kończą się ślepo, posiadają wszędzie ścianki i są genetycznie związane z żyłami. Jakkolwiek te stosunki nie zostały jeszcze zbadane we wszystkich szczegółach i nie doznały powszechnego uznania, to badania porównawcze dokonane na niższych kręgowcach przemawiają za słuszością badaczy amerykańskich i rzucają zarazem światło na ułożenie głównych pni. Podobnie jak pnie żyłne, mianowicie żyły zasadnicze (kardynalne) — przednia i tylna — uchodzą symetrycznie do przewodów Cuviera, tak też i odpowiadające im pnie limfatyczne szyjne i podkręgowo zbiegają się symetrycznie po każdej stronie przy ujściu żył do przewodów Cuviera. U większości zwierząt ssących i człowieka wytwarza się z parzystych pni podkręgowych nieparzysty przewód piersiowy, który uchodzi do żyły podobojczykowej po stronie lewej. Pnie szyjne natomiast zachowują także u zwierząt ssących i człowieka położenie symetryczne i ujścia do żył szyjnych. W tych właśnie miejscach rozpoczyna się rozwój układu limfatycznego wyprzedzony kompletnym rozwojem embrjonalnym naczyń krwionośnych¹⁾.

¹⁾ U niższych kręgowców układ naczyń chłonnych składa się z większej ilości pni wzdłużnych w tułowiu oraz łączy się poza normalnymi ujściami dodatkowo jeszcze z żyłami za pośrednictwem samodzielnie kurczących się serc limfatycznych, które wtłaczają limfę do żył. Serca mieszczą się u ryb w końcu

W rozwoju układu limfatycznego można wyróżnić dwa okresy:

W okresie pierwszym wytwarzają się około ujścia żył do przewodu Cuviera liczne odnogi, które łącząc się ze sobą, tworzą siatkę (Ryc. 618) i w niej zatoki o kształcie woreczków wypełnione krwią. Podczas dalszego rozwoju część naczyń wybujających z żył zanika. Pozostaje tylko jedno ujście, w którym powstają zastawki, umożliwiające



Ryc. 618. Część przekroju przez zarodek świni długości 11 mm, z nastrzykanymi żyłami. A c. v. — *vena cardinalis anterior*, L. s — zawiązki naczyń limfatycznych. Według F. R. Sabin.

przepływ płynu w kierunku do żył, a zabezpieczające przed cofaniem się limfy wpływającej do żyły lub wpływaniem krwi żyłnej do układu limfatycznego.

W drugim okresie rozwoju rozrastają się z woreczkowatych zawiązków naczyń chłonne, głównie wzdłuż istniejących już naczyń krwionośnych i nerwów, tworząc naczyń większe i połączone z nimi odgałęzienia aż do drzewkowatych zakończeń. Równocześnie znika z nowoutworzonych naczyń chłonnych krew, którą zastępuje przejrzysty płyn zwany limfą. Dopiero później powstają w naczyniach chłonnych zastawki dopuszczające przepływ limfy tylko w kierunku dośrodkowym.

Prócz woreczków szyjnych badacze amerykańscy przyjmują we wczesnych okresach rozwojowych istnienie je-

szcze innych woreczków, które powstają ich zdaniem z żył jamy brzusznej. Mianowicie w miednicy leżą parzyste woreczki biodrowe (*sacci iliaci*) oraz nieparzysty woreczek pozaotrzewnowy (*saccus retroperitonealis*), a między obu pranerczami i nerkami nieparzysty zbiornik mleczny (*cisterna chyli* — ryc. 619). Do tych woreczków uchodzą naczynia chłonne ze wszystkich narządów jamy brzusznej, zwłaszcza jelita, a same woreczki stoją w łączności z przewodem piersiowym (*ductus thoracicus*). Pierwotny związek woreczków z żyłami zostaje oczywiście przerwany. Zawiązki wo-

ogona, u żab, gadów i niektórych ptaków po bokach okolicy krzyżowej. Worki limfatyczne, jakie istnieją np. u żab pod skórą, powstają z łączących i rozgałęziających się naczyń chłonnych.

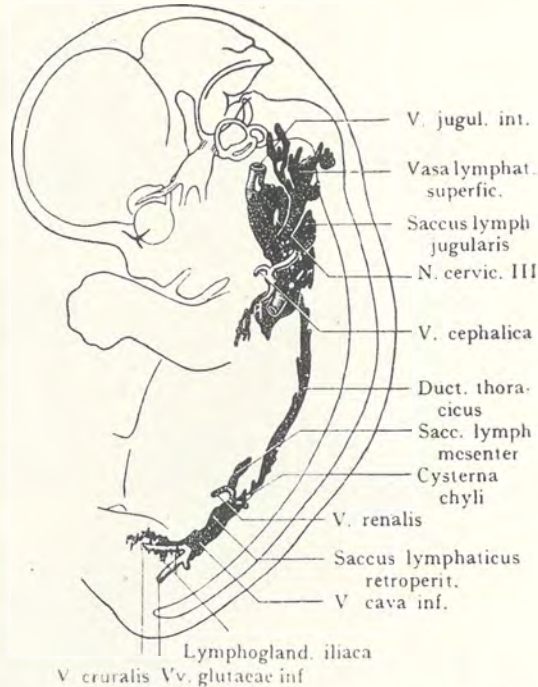
reczków tułowiowych zachowywałyby się inaczej jak woreczki szyjne, chociaż stwierdzono, że u niektórych małp dorosłych i wyjątkowo u człowieka naczynia chłonne miały ujścia do żyły głównej dolnej względnie do jej dopływów. Wspomniany powyżej przewód zdąża w kierunku dogłowym zbierając limfę ze wszystkich okolicznych terenów. Uchodzi potem do układu żylnego na pograniczu między żyłą podobojczykową a wewnętrzną szyjną.

Nie będę szeroko opisywał powstawania i rozgałęziania się poszczególnych naczyń chłonnych u zarodka; wspomnę tylko o paru głównych pniach:

Pnie boczne (*trunci laterales*), tak częste u kręgowców niższych, albo nie tworzą się u ssaków, a także i u człowieka, albo istnieją jakiś czas jako twory przejściowe. Także większe pnie limfatyczne szyjne nie tworzą się zwykle u człowieka, a naczynia drobniejsze szyjne uchodzą wprost do żył lub do przewodu piersiowego. Przy organizacji naczyń limfatycznych szyjnych (Clark, Hoyer) mają mieć ważne znaczenie także worki limfatyczne szyjne, z których potem powstają naczynia i węzły limfatyczne.

Co do obwodowych naczyń chłonnych w skórze człowieka, zasługują na uwagę wyniki badań, które opierają się na obrazach uzyskanych przez nastrzykanie zarodka (Broedel i Ewans). Ryc. 620 daje obraz pięknego rozmieszczenia naczyń limfatycznych w skórze 5.5 cm-go zarodka ludzkiego. Sieć ich omija jednak np. okolice ciemieniową, małżowinę uszną i najbardziej przednią część twarzy.

Z układem naczyń chłonnych są ściśle związane jeszcze węzły limfatyczne (*nodi lymphatici s. lymphoglandulae*), nazwane dawniej niewłaściwie gruczołami. Są one charakterystyczne dla zwierząt ssących i człowieka, u których znajdują się w wielkich ilościach (u psa — 60, bydła — 300, człowieka około 450) umieszczone na drodze i w przebiegu naczyń chłonnych. Podczas dalszego rozwoju tworzą się w ścianach worków, względnie w oczkach splotów włókien łącznotkankowych grudki



Ryc. 619. System limfatyczny zarodka ludzkiego długości 30 mm. Według F. R. Sabin z Corninga.

i pasma wypełnione białymi ciałkami krwi, czyli limfocytami, które się rozmnażają i dostają do obiegu. Jako wyodrębniające się narządy węzły mają swój własny obieg krwionośny i ściany czyli pochewkę utworzoną z tkanki łącznej. Do zupełnej doskonałości węzły dochodzą pod koniec życia płodowego, a nawet i później jeszcze podczas wzrostu organizmu.



Ryc. 620. Powierzchnowe naczynia limfatyczne zarodka ludzkiego długości 5,5 cm, wypełnione powietrzem. *a-b* — przestrzeń bez naczyń limfatycznych. Według *Malla*.

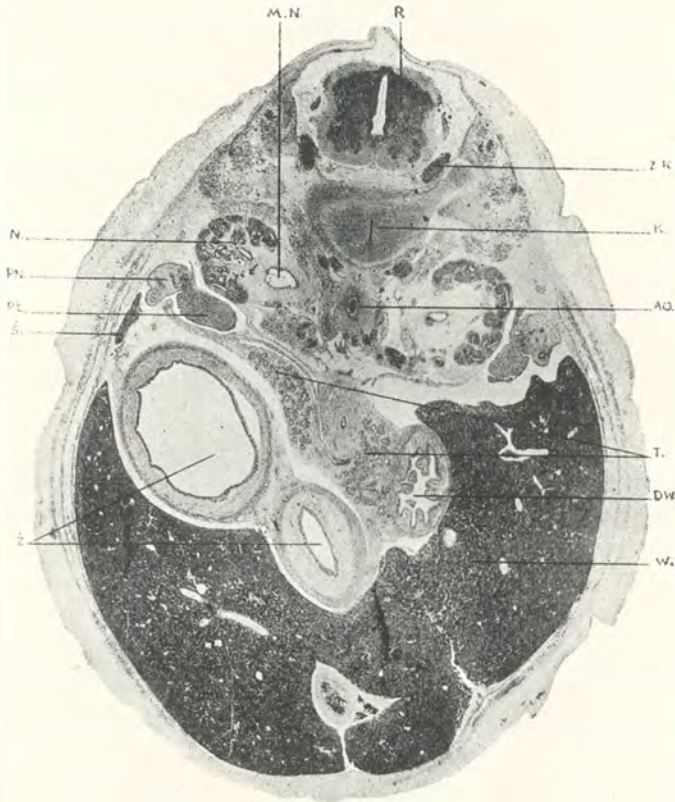
siąca z blaszek sieci wyodrębnia się zawiązek śledziony, w taki sposób, że tylko wnęka śledziony utrzymuje łączność z blaszką grzbietową sieci (Ryc. 622). Na brzegach śledziony zarodkowej zarysowują się wyraźnie tzw. wręby (*incisurae*), które wyrównują się później częściowo, pozostawiając tylko w pewnych miejscach płytkie karby. Już w końcu pierwszego okresu rozwoju śledziony, przy końcu 2-go miesiąca życia płodowego widać jądra komórek nabłonka mezodermalnego bardzo intensywnie się barwiące tak, że narząd w preparacie histologicznym wygląda ciemno zabarwiony; uderza to zwłaszcza przy porównaniu z komórkami mezenchymatycznymi.

Mezodermalny nabłonek przewędrował częściowo w głąb narządu, częścią łącznie z tkanką mezenchymatyczną tworzy pochewkę śledziony (*capsula lienis*).

Rozwój śledziony.

Początek embrionalnego rozwoju śledziony sięga końca pierwszego, względnie początku drugiego miesiąca życia śródmacicznego. Do stworzenia tego narządu zarodek zużytkowuje komórki mezodermalne. Proces tworzenia śledziony dokonywa się w grzbietowej blaszce sieci wielkiej (*omentum majus* — ryc. 621). W rozdziale o rozwoju otrzewnej zobaczymy (str. 301), że sieć wielka powstaje z krezki grzbietowej poza wielką krzywizną żołądka i dwunastnicy. Otóż w grzbietowej blaszce torby sieci wielkiej widać w tyle za wielką krzywizną żołądka, u zarodków ludzkich, mających około 12 mm długości, wytwarzanie się węzła komórek mezenchymatycznych z udziałem elementów nabłonkowych, pochodzących z powierzchni otrzewnej. W początku trzeciego mie-

Pierwszą fazę rozwoju kończy wzrost naczyń krwionośnych od strony tzw. wnęki śledziony w niezróżnicowany mięsz mezenchymatyczny; wrastają mianowicie dwie żyły i jedna tętnica. Jedna z tych żył wchodzi zupełnie samodzielnie, druga towarzyszy tętnicy. Obie żyły śledzionowe odgałęziają się od żyły wrotnej (*vena portae*) i oddają liczne



Ryc. 621. Przekrój poprzeczny przez zarodek ludzki długości ok. 27 mm. AO. — aorta, DW. — dwunastnica, K. — trzon kręgu, M. N — miedniczka nerkowa, N. — nerka, PL. — gruczoł płciowy, PN. — pranercze, R — rdzeń, Ś. — śledziona, T. — trzustka, W. — wątroba, ZK — zwój kręgowy, Z. — żołądek. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

gałązki, które wielokrotnie się ze sobą krzyżują i tworzą charakterystyczną sieć. Tętnica też się rozgałęzia, ale jej gałązki w spotkaniu z żyłami rozwidlają się, obejmując swymi odnogami gałązkę spotkanej żyły. Ta sieć naczyniowa rozdziela niezróżnicowany dotąd mięsz mezenchymatyczny na zraziki, które się wydłużają i krzyżują tworząc beleczkowaty zrąb siatkowy miazgi mezenchymatycznej.

Ażeby ułatwić opis drugiej fazy rozwojowej, tj. różnicowanie śledziony, przypomnijmy sobie z histologii główne szczegóły jej budowy. Śledziona wyróżnia się od innych narządów: 1) charakterystycz-

nym układem naczyń krwionośnych w stosunku do mięszu tego narządu oraz budową tych naczyń (pochewki tętniczek, zatoki żyłne), 2) przystosowaniem narządu do tworzenia ciałek krwi, 3) zawartością dużej liczby leukocytów i organizacją ich w tzw. węzły limfatyczne, czyli ciała Malpighiego, ze specyficznym ich unaczynieniem.

Odnosnie do pierwszego punktu, tj. zachowania się naczyń krwionośnych, wiadomo, że już w 3—4-tym miesiącu życia zarodkowego sieć naczyń włosowatych i żylnych bardzo się rozgałęzia. Początkowo sieć żylna i tętnicza pozostają z sobą w pewnej łączności, jednak z biegiem rozwoju — jak to wykazują prace Barta, Hartmanna, Ono — układ żylny i tętniczy wyodrębniają się zupełnie, a sieć zbudowana z beleczek mięszu oddziela je w ten sposób od siebie, że naczynia żyłne i tętnicze nie przechodzą w siebie. Natomiast z badań metodą nastrzykiwania naczyń krwionośnych wynika według Ono, że te układy nie są szczelnie zamkniętymi systemami, a ciecz wstrzykiwana wypływa częściowo do przestrzeni międzybeleczkowych zrębu mięszowego, gdzie istnieją zatoki krwi. Zatoki te mogą zupełnie być pozbawione ścianek, a wtedy grupy ciałek krwi leżą wprost między beleczkami mięszu (Ono).

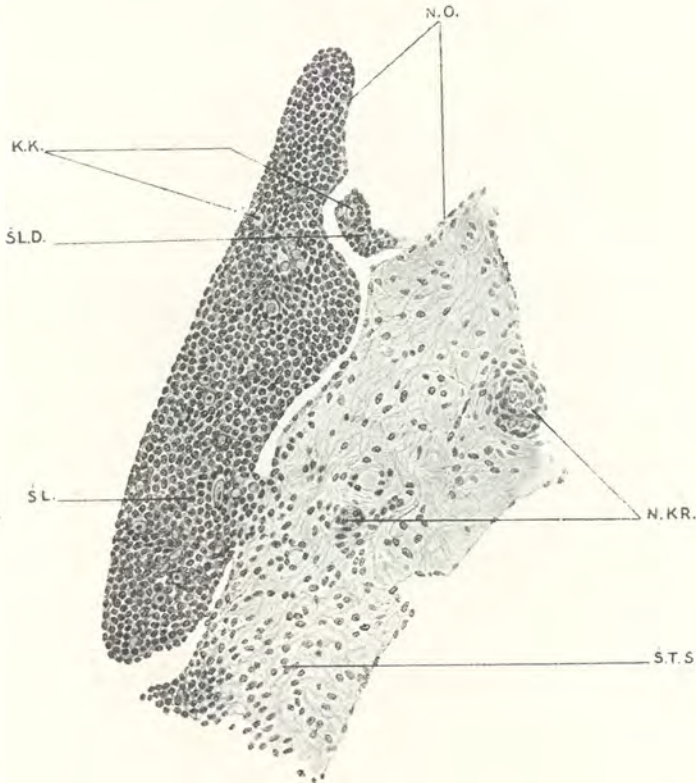
Drugą właściwością naczyń krwionośnych w śledzionie są pochewki czyli osłonki na powierzchni ścian tętniczek śledziony. Nie są to twory śródbłonna, ale zawdzięczają swe powstanie na powierzchni ścian tętnic gęstej sieci mezenchymatycznej otaczającej tętniczki włosowate.

Rozwój organizacyjny śledziony przygotowuje ten narząd do produkcji ciałek krwi. Znamieniem rozpoczęcia akcji jest pojawienie się komórek wolnych, nie włączonych w jakikolwiek zespół wśród mezenchymatycznego mięszu śledziony. Komórki te mają zasadowy charakter barwności, a w ich powstaniu z komórek mezenchymatycznych dadzą się wykazać wszystkie stadia przejściowe. W biegu tego różnicowania można wykazać stopniowe zwiększanie się zasadowości w plazmie, a organizowanie się grudek i bryłek chromatynowych w jądrach. Tą drogą tworzą się wielkie limfocyty, z których przez podział powstają normoblasty (por. str. 223 w embriologii ogólnej), które przechodzą potem w erytrocyty, albo wprost z limfocytów tworzą się ciała krwi czerwone. Tworzenie się ciałek krwi w śledzionie przebiega w początkowych okresach zasadniczo pozanaczyniowo. Potem proces ten odbywać się może także wśród zatok naczyniowych.

U człowieka okres akcji twórczej, której wynikiem jest produkcja ciałek krwi, jest znacznie bardziej ograniczony niż u innych ssaków: trwa on zasadniczo do 5—6-go miesiąca życia zarodkowego.

Wreszcie doniosłe znaczenie ma charakter limfoidalny śledziony. W życiu zarodkowym daje się stwierdzić, że wolne komórki o charakterze limfoidalnym pojawiają się w zarodkach ludzkich

i to w coraz zwiększającej się ilości po ukończeniu okresu tworzenia ciałek krwi czerwonych, a więc np. po 6-tym miesiącu życia zarodkowego. Ponieważ zużywanie ich w tym okresie do tworzenia erytrocytów już ustalo, przeto produkcja limfocytów podnosi tylko znaczenie śledziony jako narządu limfoidalnego, a leukocyty przepelniają wówczas sieć miąższu śledzionowego. Przede wszystkim układają się komórki lim-



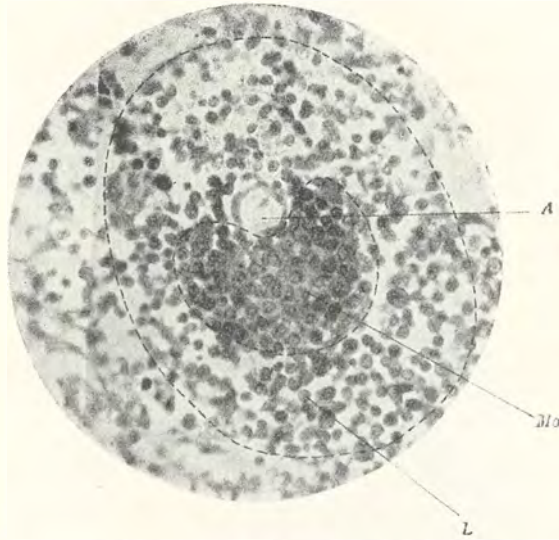
Ryc. 622. Przekrój poprzeczny przez zawiązek śledziony zarodka ludzkiego długości ok. 27 mm. K. K. — komórki krwi, N. K.R. — naczynia krwionośne, N. O. — nabłonek otrzewnowy, Ś. T. S. — ściana torby sieciowej, ŚL. — zawiązek śledziony, ŚL. D. — zawiązek dodatkowej śledziony. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

foidalne wzdłuż przebiegu tętnic, ale żadna ścianka nie otacza tych zbiorowisk, — przeciwnie same leukocyty uszczelniają niejako ścianki tętniczek, głównie w obrębie ich rozgałęzień.

Tworzenie pochewek limfoidalnych w niektórych miejscach gałązek tętniczych może ewentualnie w 5—8 miesiącu życia zarodkowego być pierwszym zawiązkiem węzłów limfatycznych czyli ciałek Malpighiego. Są to zbiorowiska leukocytów w okolicy tętniczki zaopatrzone w podwójną sieć gałązek tętniczych. Dookoła wytworzonego zbiorowiska leukocytów otaczających tętnicę, przez włosowate odgałę-

zienia tej tętniczki tworzy się siatka, tzw. zewnętrzna, otaczająca taki węzeł. Potem (w 8-mym miesiącu) powstają nowe włosowate odgałęzienia tętniczki, które wnikają w sam węzeł leukocytów i tworzą jego siatkę wewnętrzną.

Ryc. 623 uwidacznia takie zbiorowisko leukocytów: wewnątrz widać światło przeciętej tętnicy, linią przerywaną oznaczona jest granica przyszłego ciała Malpighiego, a większy obwód zewnętrzny podobnie naszkicowany zaznacza pochewkę pierwotną limfatyczną.



Ryc. 623. Zawiązek ciała Malpighiego. Fragment przekroju przez zarodek ludzki długości 23 cm. A — arteria centralis, L — otoczka limfatyczna, Ma — ciało Malpighiego. Według Ono.

W ten sposób zapoznaliśmy się z rozwojem śledziny drogą różnicowania charakterystycznych jej składników, a mianowicie: z rozwojem mięszu śledziny, jej układu naczyniowego z narządami limfatycznymi oraz akcją tworzenia w śledzienie ciałek krwi.

Rozrost śledziny trwa przez cały czas życia zarodkowego i dochodzi przed urodzeniem się zarodka do długości 47 mm; ciężar śledziny noworodka dochodzi 10—11 gr.

W życiu pozazarodkowym trwa wzrost do 18, względnie czasem do 25 roku życia, a ciężar śledziny osiągnąć może około 170 gr.

VIII. ROZWÓJ JAMY CIAŁA

Jama ciała i jej podział na jamę brzuszną, piersiową i osierdziową. Błona surowicza jamy ciała. Różnicowanie otrzewnej, opłucnej i osierdzia. Powstawanie i organizacja przepony.

Omawiając powstawanie i różnicowanie listków zarodkowych, w szczególności mezodermy, mówiliśmy (por. str. 200 Embr. og.), że u kręgowców wyższych, a więc u owodniowców powstaje jama ciała przez rozszczepienie mezodermy (jako schizocoel). Ta śródembrionalna szczelina parzysta pojawia się najpierw w górnym odcinku zarodka w otoczeniu serca płodowego, następnie wzdłuż zawiązka jelita, a zatem coraz dalej ku stronie ogonowej.

Rozszczepienie, które jest podstawą powstawania między tymi blaszkami jamy, najczęściej nie tworzy jej od razu jednolitej, dużej, lecz początkowo są to drobne szczelinki w okolicy serca, wątroby, czy też otoczenia jelit; zlewają się one potem w coraz większą parzystą jamę jednolitą. Jama ciała jest wysłana tkanką łączną i nabłonkiem mezodermalnym, które tworzą na powierzchni jej ściany otrzewną.

Rozwój histologiczny błony wyścielającej jamę ciała wiąże się ściśle z różnicowaniem mezodermy. Wiadomo z embriologii ogólnej, że jama ciała w początku jej rozwoju tworzy się w obrębie mezodermy, która stanowi jej ścianę. Mezoderma w tym okresie ma charakter tkanki nabłonkowej, a jej komórki tworzą zwarty zespół w 2-ch płytach mezodermalnych. W późniejszym okresie rozwoju, gdy listek mezodermalny tworzy mezenchymę (por. str. 201—203 Embr. og.), poszczególne elementy komórkowe mezodermalne wywędrowują z tego zespołu, znanego pod nazwą blaszki trzewiowej, w przestrzeń między mezoderma, otaczającą cewkę jelitową i entodermę (Ryc. 230 p. v.), oraz z mezodermy stanowiącej blaszkę ścienną jamy ciała w kierunku ektodermy (Ryc. 230 p. p.). Komórki opuściły zatem układ zwarty i tworzą wypustki charakteryzujące tkankę łączną oraz substancję międzykomórkową. Obecnie warstewka ta stanowi podkład pod nabłonkiem mezodermalnym, który utrzymuje nadal układ zwartych komórek, ale elementy te w miarę jak rozrasta się jama ciała, ulegają spłaszczeniu.

Tak więc błona surowicza, wyścielająca jamę ciała, składa się z warstwy powierzchniowej, złożonej z komórek nabłonkowych po większej

części płaskich i podkładu komórek mezenchymatycznych, a zatem tkanki łącznej. Wśród niej, w obrębie istoty międzykomórkowej tworzą się włókienka i układają w pęczki biegnące w różnych kierunkach.

Fizjologicznym zadaniem tych szczelin jest oddzielanie wzajemne narządów lub odgradzanie ich od zewnętrznej ściany ciała.

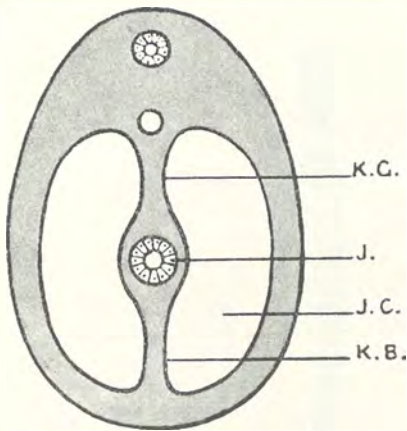
Przyjrzyjmy się teraz jak cewka przewodu pokarmowego zachowuje się w swym przebiegu przez jamę ciała zarodka. Odcinki cewki przewodu pokarmowego, głowowy i przygłowowy, biegną wśród tkanki mezenchymatycznej. W odcinku dalszym, gdzie układ metameryczny ma swój wyraz w organizacji segmentalnej kręgów, widać cewkę przewodu pokarmowego, biegnącą między obu częściami parzystej jamy ciała. Pomyślmy teraz, że te dwie jamki zbliżają się wzajemnie od strony prawej i lewej zarówno w grzbietowej jak i brzusznej części tułowia. Ostatecznie oddziela je tylko wąskie listwowe pasmo, biegnące w osi symetrii ciała. Pasma to nosi nazwę krezki (*mesenterium*); rozróżniamy kreskę grzbietową (*mesenterium dorsale*) i kreskę brzuszną (*mesenterium ventrale*). Pisałem poprzednio, że jama ciała wysłana jest nabłonkiem, który przechodzi oczywiście na obie powierzchnie krezek. Krezka grzbietowa rozpoczyna się po stronie grzbietowej od części przykręgosłupowej, tworząc szeroką listwę dwublaszkową. Dwie jej blaszki dochodzą do grzbietowej strony cewki jelitowej, obejmują ją, oddalając się od siebie, a po przeciwnej jej stronie łączą się znów w duplikaturę tworząc kreskę brzuszną. Ta ostatnia doszedłszy do wewnętrznej powierzchni przedniej ściany brzucha znów się rozszczepia na dwie oddzielne blaszki, które przechodzą na ścianę przednią brzucha tworząc otrzewną ścienną.

Tak więc jak widać ze schematu podanego (Ryc. 624) jama brzuszna jest jamą parzystą, tzn. że jest rozdzielona na dwie jamy, leżące wewnątrz ciała ustroju po obu bokach listwowych krezek. Całkowity rozdział na dwie leżące obok siebie oddzielne przestrzenie, czyli zupełna parzystość jamy ciała sięga od strony głowowej mniej więcej do poziomu przyszelej dwunastnicy. Od tego miejsca już bardzo wczesnie zanika kreska brzuszna (Ryc. 625), a wtedy od przodu, przed jelitem widać jednolitą jamę nieparzystą.

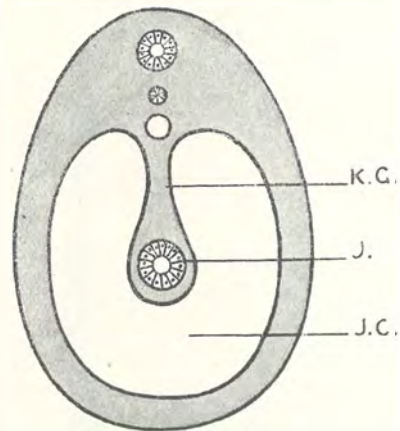
U zwierząt kręgowych jama ciała staje się obszerna; mieści się w niej przewód pokarmowy wraz z przynależnymi doń wielkimi gruczołami, narządy oddechowy i centralny krążenia, nadto otrzewna pozostaje w ścisłym związku z narządem moczowym i płciowym. Z biegiem rozwoju wyodrębniają się w jamie ciała przestrzenie, stanowiące pomieszczenie oddzielnych narządów tworząc tak z pierwotnej, powyżej opisanej wspólnej jamy trzy oddzielne, mianowicie: jamę brzuszną, czyli otrzewnową, piersiową czyli oplucnową i osierdziową.

Cewka przewodu pokarmowego przechodzi od odcinka głowowego

ciała aż do końca tułowia. Cewka jelitowa jest przedłużeniem jelita głowowego i skrzelowego, które nie są otoczone wolną przestrzenią, ale tkwią w masie tkanki mezenchymatycznej. Odcinek ten przechodzi potem w jelito idące przez przyszlą jamę opłucnową i tu już jest ono umocowane na krezce wraz z wytworzoną z cewki jelitowej środkową częścią dróg oddechowych (związek tchawicy). Krezka tej części cewki przewodu pokarmowego nosi nazwę krezki przelyku (*mesoeso-*



Ryc. 624. Schemat przedstawiający parzystą jamę brzuszną. *J.* — jelito, *J. C.* — jama ciała, *K. B.* — krezka brzuszna, *K. G.* — krezka grzbietowa. Według *Prentissa* z *Shumwaya*, nieco zmieniony.



Ryc. 625. Schemat przedstawiający nieparzystą jamę ciała. *J.* — jelito, *J. C.* — jama ciała, *K. G.* — krezka grzbietowa. Według *Prentissa* z *Shumwaya*, nieco zmieniony.

phagum). Przedłużeniem tej listwy ku brzusznej stronie ciała jest krezka ustalająca położenie tchawicy i płuc i znana jako krezka płučna (*mesopulmonum*). Począwszy od tego miejsca w dół zaczyna się część przewodu pokarmowego, która biegnie we właściwej jamie brzusznej, czyli jamie otrzewnowej.

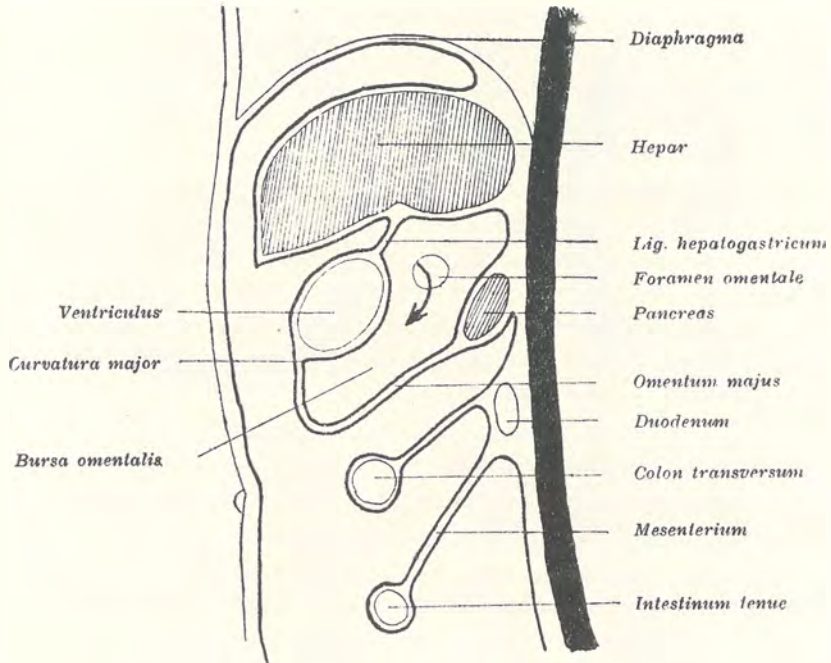
Przystępujemy więc obecnie do opisu tej właśnie jamy ciała i zachowania się w niej błony surowiczej, wyścielającej jamę brzuszną.

A) Jama brzuszna (otrzewnowa), zachowanie się w niej otrzewnej.

a. Stosunek otrzewnej do żołądka, dwunastnicy i trzustki.

Jak wynika z uwag poprzednich, jama brzuszna jest częścią jamy ciała, a więc wyściela ją błona surowicza: otrzewna ściana (*peritoneum parietale*), która przechodzi w kreskę grzbietową, otaczającą i przytrzymującą żołądek, łączący się z przelykiem. Jest to krezka grzbietowa żołądka (*mesogastrium*), która z kolei przechodzi

w krezkę dwunastnicy (*mesoduodenum*). Dalszy ciąg krezki wspólny dla całego jelita nosi nazwę wspólnej krezki jelitowej (*mesenterium commune*). Ta część krezki przyrasta do tylnej ściany jamy brzusznej na stosunkowo krótkim odcinku, tworząc tzw. korzeń krezki (*radix mesenterii*), który zaczyna się od 2-go kręgu lędźwiowego, biegnie skośnie ku dołowi na prawo, a kończy się na wysokości prawego stawu krzyżowo-lędźwiowego (*art. sacroiliaca*).



Ryc. 626. Schemat pierwotnego przebiegu otrzewnej w okresie wykształcania się sieci większej (przekrój w płaszczyźnie strzałkowej). Według Hertwiga z Bochenka.

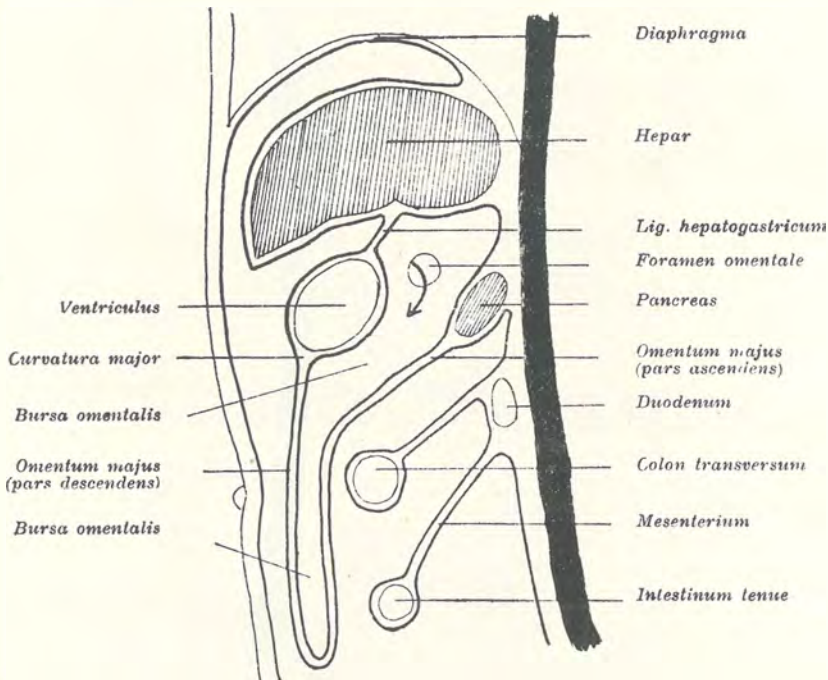
Jelito grube umocowane jest na krezce jelita grubego (*mesocolon ascendens, transversum, descendens, sigmoideum* i *mesorectum* — ryc. 465). Wzdłuż krezki dochodzą do jelita naczynia krwionośne, biegnące od aorty¹⁾, które je odżywiają (Ryc. 463).

W biegu rozwoju zarodkowego, w wyliczonych powyżej odcinkach krezki grzbietowej jelita dokonywują się zmiany charakterystyczne, które odbijają się na ustosunkowaniu poszczególnych odcinków jelita i ich krezek.

Bardzo ważne są zmiany dokonywujące się w krezce żołądka. Wiadomo z opisu jego rozwoju, że żołądek wykonywa obroty opisane do

¹⁾ Naczyń tych nie będę wyliczał, pozostawiając to nauce anatomii.

kładnie powyżej (por. str. 132). Po ich zakończeniu krzywizna wielka, zwrócona poprzednio przy położeniu strzałkowym żołądka ku kręgosłupowi, zwraca się u zarodka ku dołowi (strona ogonowa) i układa w pozycji czołowej. W związku z tym zwrotem żołądka zostaje przemieszczona krezka grzbietowa żołądka, gdyż jej przyczep do niego przesuwają się razem z wielką krzywizną, a sama krezka, która leżała w płaszczyźnie symetrii ciała embrionalnego, jest wtedy ustawiona w płaszczyźnie

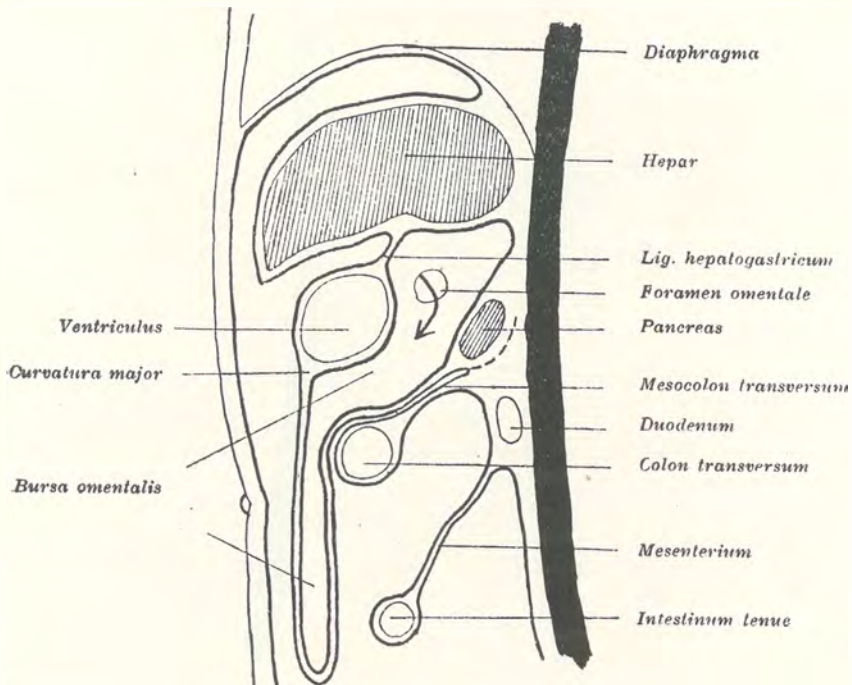


Ryc. 627. Schemat przebiegu otrzewnej po wykształceniu się sieci większej, a przed sklejeniem się jej z kreską okrężnicy poprzecznej. Według Hertwiga z Bochenka.

poziomej. Krezka ta tworzy poza żołądkiem wypuklenie zsuwające się ku dołowi (por. ryc. 466). Ma się wrażenie, jakby w tej wypukłej i zmienionej w worek części krezki jakiś ciężar ściągał ją coraz mocniej w dół. Ściany tego worka zwiększają się, a sam worek obsuwa się ponad pętlami jelitowymi, które pokrywa jakby fartuchem (Ryc. 626, 627, 628). Jest to tak zwana sieć większa (*omentum majus*). W sieci tej dadzą się wyróżnić dwie ścianki: przednia i tylna, każda złożona z dwóch blaszek. Żeby to zrozumieć, trzeba pamiętać, że krezka składa się z dwóch blaszek: jednej, która obrastając żołądek pokrywała lewą jego ściankę, i drugiej pokrywającej prawą. Kiedy krezka rozrosła się powierzchniowo i wytworzyła torbę z wypukłej części, to zarówno górna jak i dolna jej ściana jest zdwojeniem otrzewnej. Obie te ścianki

sieci rozdziela światło szczelinowate, które zarasta u dziecka po urodzeniu.

Do światła tego worka wejść można od prawej strony ciała. Wejście to ogranicza od przodu więzadło wątrobowo-dwunastnicze (*lig. hepato-duodenale*), a od tyłu i od strony prawej więzadło łączące wątrobę z prawą nerką (*lig. hepato-renale*). To wejście do sieci nosi nazwę otworu sieciowego (*foramen epiploicum Winslowi*). Torba sie-



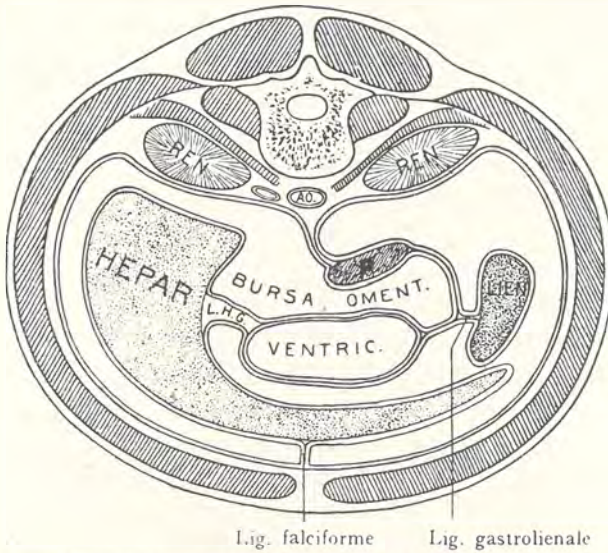
Ryc. 628. Schemat przebiegu otrzewnej w okresie sklejanja się sieci większej z kreską okrężnicy poprzecznej. Sieć większa i kreska okrężnicy leżą tuż przy sobie. Według Hertwiga z Bochenka.

ciowa rozrasta się ku lewej stronie w dół oddzielając — w okresie między 4—8 miesiącem życia zarodkowego — jelita leżące w jamie brzusznej od wątroby; w ostatnich dwóch miesiącach zrasta jeszcze bardziej ku dołowi, ewentualnie aż ku spojeniu łonowemu i oddziela jelita od przedniej ściany brzucha. Utkanie ścianki sieci jest częścią błoniaste, częścią gąbczaste i wykazuje duże przestrzenie limfatyczne.

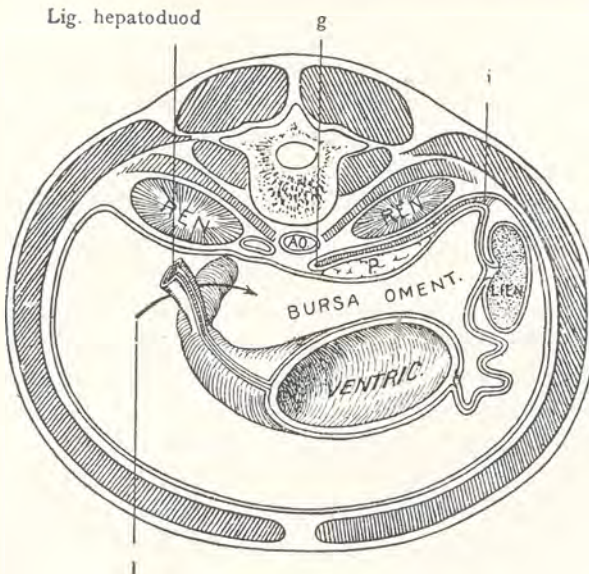
Narząd ten ma fizjologicznie znaczenie ochronne przed mechanicznym uciskiem jelit, a prawdopodobnie jako narząd chłonny chronić ma otrzewną przed zakażeniem.

Rzut oka na schemat przekroju przez brzuszną część zarodka (Ryc. 629 i 630) ułatwi zrozumienie organizacji torby sieciowej. Widać, że

torba, do której wejść można przez otwór sieciowy, ma w swej ścianie przedniej ujęty żołądek, w ścianie tylnej mieści się trzustka, w prawej



Ryc. 629. Rozwój torby sieciowej (*bursa omentalis*); schemat pierwszy. Ao. — aorta, L. H. G. — *ligamentum hepato-gastricum*, P — *pancreas*. Według Corninga.



Ryc. 630. Rozwój torby sieciowej; schemat drugi. g — pierwotna linia przyczepu krezki żołądkowej (*mesogastrium dorsale*), i — wtórna linia przyczepu *mesogastrium dorsale* (= *ligamentum phrenico-lienale*). Strzałka l prowadzi pod więzadłem wątrobowo-dwunastniczym (*ligamentum hepato-duodenale*) do otworu sieciowego i do przedsionka torby sieciowej. P — *pancreas*. Według Corninga.

wątroba, wreszcie ścianka lewa ograniczona jest więzadłem żołądkowo-śledziowym (*lig. gastro-lienale*) i samą śledzioną.

Ściany te są początkowo zupełnie wolne. Później w tylnej ścianie sieci zrasta się jej otrzewna z otrzewną ścienną jamy brzusznej w okolicy trzustki. Przez zrost gruczoł ten został przytwierdzony do grzbietowej ściany jamy brzusznej w okolicy kręgosłupa, a gdy część otrzewnej ściennej, zrosniętej w tyle za trzustką zaniknie, trzustka przechodzi niejako biernie poza otrzewną. Opisany powyżej proces uwidoczniiony jest na ryc. 621.

b. Stosunek otrzewnej do wątroby.

Przednia krezka brzuszna (*mesogastrium ventrale*) jest to twór błoniasty, łączący dawniej przednią, a po zwrotach żołądka górną część jego, tzw. krzywiznę mniejszą (*curvatura minor*) z przednią ścianą brzuszną. Krezka ta przechodzi z małej krzywizny żołądka na dwunastnicę. W tej przedniej krezce wytwarza się wątroba, jak o tym przy opisie rozwoju przewodu pokarmowego była mowa (Ryc. 471). Wskutek powstawania tego gruczołu wśród krezki jej rozsunięte blaszki pokrywają powierzchnię wątroby, a że dzieje się to w środkowym odcinku krezki, przeto rozróżnić w niej można teraz trzy części: pierwsza część między żołądkiem, wzgl. dwunastnicą a wątrobą, tzw. więzadło wątrobowo-żołądkowo-dwunastnicze (*ligamentum hepato-gastro-duodenale*), które też nosi nazwę sieci mniejszej (*omentum minus*). Druga część otacza wątrobę jako jej pochewka (*capsula hepatis*), trzecia wreszcie łączy wątrobę z przednią ścianą brzuszną, tworząc więzadło wieszadłowe wątroby, albo sierpowate (*lig. suspensorium hepatis sive falciforme*). Dolnym brzegiem tego więzadła biegnie żyła pępkowa (*vena umbilicalis*), która zarasta po urodzeniu się zarodka, tworząc tzw. więzadło oble wątroby (*lig. teres*).

Musimy jeszcze poświęcić kilka słów więzadłu wątrobowo-żołądkowo-dwunastniczemu. W obrębie tej sieci mniejszej, w jej doogonowym odcinku leży początkowo woreczek żółciowy i objęte są nim żyły pępkowo-krezkowe. Kiedy później na tym odcinku zanika otrzewna, wtedy część dolna pęcherzyka żółciowego i wspomniane żyły leżą wprost w jamie ciała. Natomiast w sieci mniejszej pozostaje przewód żółciowy (*ductus choledochus*), tętnica wątrobową i żyła wrotna (*vena portae*).

Zaznaczyć jeszcze musimy zmianę położenia sieci mniejszej. W początkowym okresie rozwoju więzadło wątrobowo-żołądkowo-dwunastnicze ma przebieg strzałkowy, ale po dokonanych zwrotach żołądka i poziomym ułożeniu krzywizny mniejszej także i wspomniane więzadło przyjmuje położenie poziome.

Jak z anatomii wiadomo, wątroba jest ustalona w jamie brzusznej przez otrzewną, która łączy ją z sąsiednimi narządami. Prócz omówio-

nego połączenia z żołądkiem i z dwunastnicą wchodzi w rachubę przymocowanie jej do przepony. I tak część otrzewnej stanowiąca osłonę wątrobową przechodzi na przeponę z górnej i tylnej powierzchni wątroby, tworząc więzadło wieńcowe wątroby (*ligamentum coronarium hepatis*). Boczne odcinki tego więzadła mają kształt trójkątny i noszą nazwę trójkątnych więzadeł wątroby (*ligamentum triangulare dextrum et sinistrum*). W jaki sposób powstało więzadło wieńcowe objaśnia nam przebieg oddzielania się wątroby od przepony. Wątroba wytworzyła się — jak to opisywałem (por. str. 144) mówiąc o przewodzie pokarmowym — w obrębie przegrody poprzecznej (*septum transversum*), do której wrasta entoderma z dwunastnicy oraz rozrasta się tak, że nie zajęta przez nią zostaje tylko powierzchowna górna warstwa przegrody poprzecznej. Warstwa ta jest materiałem do wytworzenia przepony. W początkowych okresach rozwoju wątroby przegroda poprzeczna zrosnięta jest z przednią ścianą brzuszną zarodka (Ryc. 448). Otóż w późniejszym okresie rozwoju wrasta z dolnej powierzchni wątroby otrzewna między przednią ścianą brzuszną, a część przegrody poprzecznej, w której się rozwinęła wątroba. Tak wrastająca otrzewna oddziela wątrobę od przedniej ściany brzucha, a potem przebiega dalej w kierunku poziomym aż dojdzie ku stronie grzbietowej, przy czym oddziela powierzchowną warstwę przegrody poprzecznej, a więc przyszlą przeponę od wątroby. W tym właśnie miejscu przechodzi otrzewna z przepony na wątrobę, tworząc więzadło wieńcowe wątroby, względnie jego górną blaszkę, tzw. więzadło wątrobowo-przeponowe (*lig. hepato-phrenicum*). Dolną blaszkę więzadła wieńcowego stanowi blaszka przebiegająca z dolnej powierzchni wątroby na nerkę prawą, jako więzadło wątrobowo-nerkowe (*lig. hepato-renalē*).

c. Stosunek otrzewnej do jelita cienkiego i do jelita grubego.

Krezka jelita cienkiego jest — jak o tym poprzednio była mowa — przytwierdzona do wspólnej krezki (*mesenterium commune*). We wczesnych okresach rozwoju jest ono ułożone w płaszczynie symetrii zarodka w postaci tzw. pętli pępkowej albo pierwotnej, złożonej z ramienia zstępującego ku pępkowi i wstępującego w kierunku kręgosłupa (por. ryc. 463). Mocny i szybki wzrost ramienia zstępującego powoduje także rozrost krezki, która stając się dłuższą zapewnia jelitu wybitną swobodę ruchów. Pętla wstępująca, a więc dolna, rozrasta się słabo i zostaje przesunięta ku gorze (Ryc. 465). Ponieważ w tym odcinku wytwarza się jelito ślepe i dalszy ciąg jelita grubego, przeto spotykamy je w tym okresie rozwoju w górnej części jamy brzusznej na poziomie wielkiej krzywizny żołądka. Potem jednak odsuwa się jelito ślepe w dół (Ryc. 466), dochodząc z czasem do zagłębienia w okolicy prawego talerza biodrowego, a równocześnie przez rozrost odcinka, leżącego bezpośrednio powyżej jelita ślepego, wytwarza się jelito wstępujące, na ra-

zie na dość luźnej krezce. To swobodne ustawienie jelita grubego niebawem się kończy: krezka кишки wstępującej i pokrywająca ją otrzewna trzewiowa zrasta się z otrzewną ścienną, wskutek czego jelito wstępujące staje się cakiem unieruchomione aż po zgięcie prawe (*flexura dextra*) w przeciwstawieniu do zupełnie swobodnego jelita ślepego.

Krezka okrężnicy (*mesocolon*) po ułożeniu jej poprzecznym zrasta się mocno z otrzewną ścienną w płaszczyźnie poziomej od brzegu dwunastnicy po lewą nerkę, sięgając aż do zgięcia śledzionowego (*flexura coli lienalis*). Zgięcie to we wcześniejszych okresach leżało w strzałkowej płaszczyźnie symetrii zarodka, potem przesunęło się na lewo w okolicę śledziony. Począwszy od tego zgięcia rozpoczyna się znów przyrastanie zupełnie krezki i otrzewnej trzewiowej do otrzewnej ściennej, wskutek czego górny odcinek jelita grubego zstępującego zostaje unieruchomiony. Natomiast dalszy (idąc ku dołowi) odcinek, tj. jelito esowate (*colon sigmoideum*) ma długą kreskę esicy (*mesocolon sigmoideum*).

Ostatnia część jelita, tzw. jelito końcowe, czyli odbytnica, jest niezupełnie otoczone przez błonę surowiczą, tj. otrzewną. Licząc odbytnicę od wysokości mniej więcej 3-go kręgu krzyżowego w dół, można powiedzieć, że górny jej odcinek otoczony jest od przodu i z obu boków przez otrzewną (Ryc. 528 i 530), niższy zaś ma otrzewną tylko od strony przedniej, a dolna jego część (jedna trzecia całości tegoż) wcale nie jest otoczona przez otrzewną. Krezka odbytnicy (*mesorectum*) — jeżeli przyjmujemy jej istnienie, co zależy od tego, odkąd liczymy jelito jako odbytowe — obejmuje tylko najwyższy odcinek odbytnicy na przejściu w kreskę esicy.

Ku przodowi otrzewna w ustrojach męskich schodzi z odbytnicy w głąb miednicy, a następnie podnosi się ku górze pokrywając tylną ścianę pęcherza (Ryc. 551). Zagłębienie istniejące między odbytnicą a pęcherzem moczowym, pokryte otrzewną, nosi nazwę zagłębienia odbytniczopęcherzowego (*excavatio rectovesicalis* — ryc. 551, OD.-P.). Po bokach tego zagłębienia tworzą się u zarodka fałdy otrzewnowe, które noszą nazwę fałdów odbytniczopęcherzowych (*plicae recto-vesicales*).

Inaczej wygląda organizacja stosunków tych w ustroju żeńskim (Ryc. 529). Wiadomo nam, że przewody Müllera, mające utworzyć macicę i pochwę, zbliżają się do siebie w swych odcinkach dolnych i zrastają tworząc tzw. przewód maciczno-pochwowy (por. str. 202), który widać w początku 3-go miesiąca życia zarodkowego. Przewód przebiega niemal równolegle do кишки odbytovej i leży między nią a zawiązkiem pęcherza moczowego. Mówiliśmy, że przewód ten ujmuje gruba warstwa tkanki mezenchymatycznej, która nie tylko go obrasta, ale i rozrasta się szeroką listwą na oba boki wspomnianego zawiązka macicy i pochwy. Ta warstwa tkanki łącznej dostarcza materiału do uzupełnienia budowy

przyszłej macicy (por. str. 204), ale także na bocznych stronach przewodu tworzy grubą płytowatą błonę więzadlową, tzw. więzadło szerokie (*ligamentum latum*).

Tak więc przestrzeń odpowiadająca u zarodków męskich zagłębieniu odbytniczo-pęcherzowemu, zostaje rozdzielona u zarodków żeńskich przez wzrost przewodu maciczo-pochwowego i płyty mezenchymatycznej, która mu towarzyszy, na dwa zagłębienia (Ryc. 529 V.-UT., R.-UT.): odbytniczo-maciczne (*excavatio recto-uterina sive cavum Douglasi*) i pęcherzowo-maciczne (*excavatio vesico-uterina*). Przegrodę tę stworzyło więzadło szerokie macicy wraz z ujętą weń macicą i pochwą.

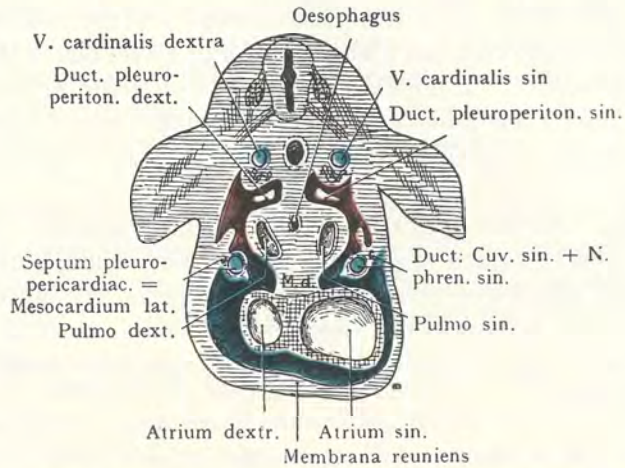
Wieżadło szerokie porasta nabłonek otrzewnowy. Wężadło to jak i tkanka, pokrywająca macicę od strony jamy ciała, stanowią potem jednolitą błonę surowiczą tworzącą, jako otrzewna, wysłanie jamy brzusznej. Nie będę tu opisywał dalszego różnicowania więzadła szerokiego. Powstające przy tym więzadła jajnikowe i specjalne maciczne znane nam są z anatomii.

B) Jama osierdzia i jama piersiowa, czyli opłucnowa; zachowanie się w nich błony surowiczej.

Po omówieniu stosunków jamy brzusznej zarodka przechodzimy do opisów wyodrębnienia jamy osierdziowej i piersiowej czyli opłucnowej z jamy ciała.

Podział pierwotnej jamy ciała dokonywa się w związku z powstaniem serca zarodkowego, którego genezę poznaliśmy w embriologii ogólnej (por. str. 215) i co omówione jest obszernie w rozdziale o rozwoju układu krążenia (por. str. 205 i nast.). Serce zarodkowe mieści się w jamie ciała, mianowicie w jej przestrzeni zbliżonej do głowy embriona. Tkanka mezenchymatyczna przytwierdza serce początkowo przy obu ujściach, tzn. żylnym i tętnicznym. Jak wiemy, od strony ogonowej dochodzą do niego naczynia krwionośne: od pęcherzyka żółtkowego żyły pępkowo-krezkowe, a od łożyska żyły pępkowe. Otóż w okolicy wejścia żył do zarodka i przejścia ich do serca gromadzi się masa tkanki mezenchymatycznej, która od przedniej ściany zarodka układa się lawą w płaszczyźnie poprzecznej, stanowiąc tzw. przegrodę poprzeczną (*septum transversum*). Wśród tej przegrody przebiegają wspomniane naczynia krwionośne żyłne od pęcherzyka żółtkowego, a później wrasta do niej tkanka nabłonkowa entodermalna, ażeby wśród masy mezenchymatycznej zorganizować miąższ wątrobowy (Ryc. 448). Przegroda poprzeczna rośnie od strony brzusznej i ogonowej ku grzbietowej w kierunku dogłowowym. Ponad tą przegrodą, którą nazywamy też przeponą pierwotną (*diaphragma primitivum*), leży od strony brzusznej serce, poza nim ku stronie grzbietowej płuco, natomiast w dolną

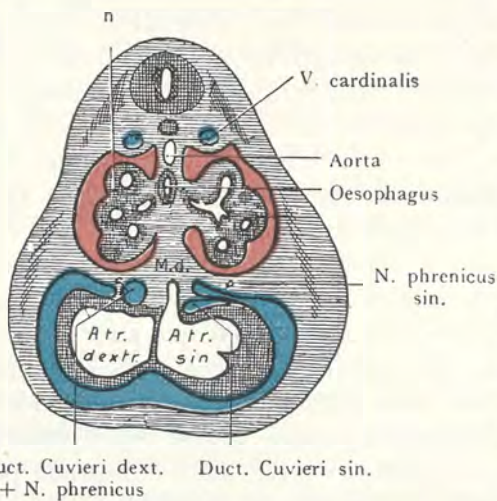
część tej przegrody wrosnięta jest wątroba; poniżej leżą pętle jelit. Przepona pierwotna zespała brzuszną ścianę zarodka z obu bocznymi ścianami jego ciała, nie dochodzi ona jednak do ściany grzbietowej. W ten sposób przednia czyli brzuszna część jamy ciała jest obecnie rozdzie-



Ryc. 631. Rozdział jamy osierdziej i opłucnej. Schemat 1. *M. d.* — *mesocardium dorsale*. Według *Corninga*.

lona na jamę osierdziejową (*coeloma pericardiale*) i jamę brzuszną właściwą, czyli jamę otrzewnową (*coeloma peritoneale*). Ku stronie grzbietowej natomiast przestrzeń przeznaczona na pomieszczenie płuc

(*coeloma pleurale*) i jama otrzewnowa pozostają w łączności po prawej i lewej stronie. Otwory, łączące obie te części jamy ciała, pozostają przez dłuższy czas życiowego nie zamknięte, tak że ewentualnie dokonać się może przemieszczenie pętli jelitowej z jamy otrzewnowej do jamy opłucnowej. Mówimy wtedy o przepuklinie przeponowej (*hernia diaphragmatica* — ryc. 494).

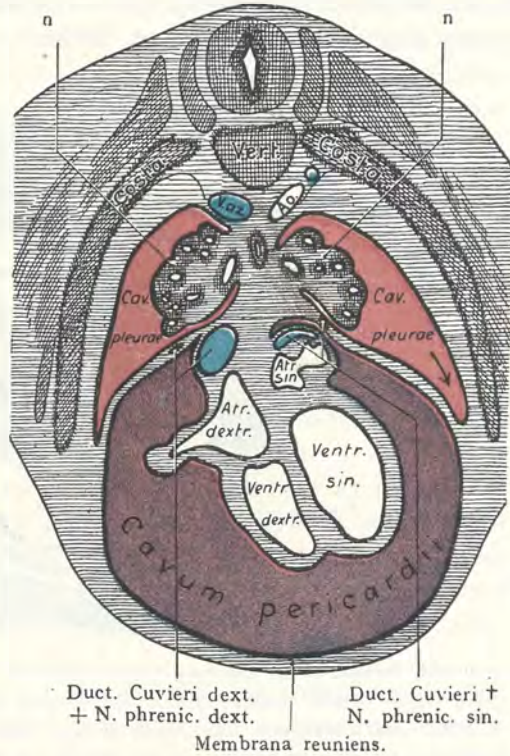


Ryc. 632. Rozdział jamy osierdziej i opłucnej. Schemat 2. *n* — płuco, *M. d.* — *mesocardium dorsale*. Według *Corninga*.

Dotychczas więc od strony przedniej, tj. brzusznej mamy oddzieloną jamę osierdziejową od jamy otrzewnowej; natomiast brak jest rozdziału jamy

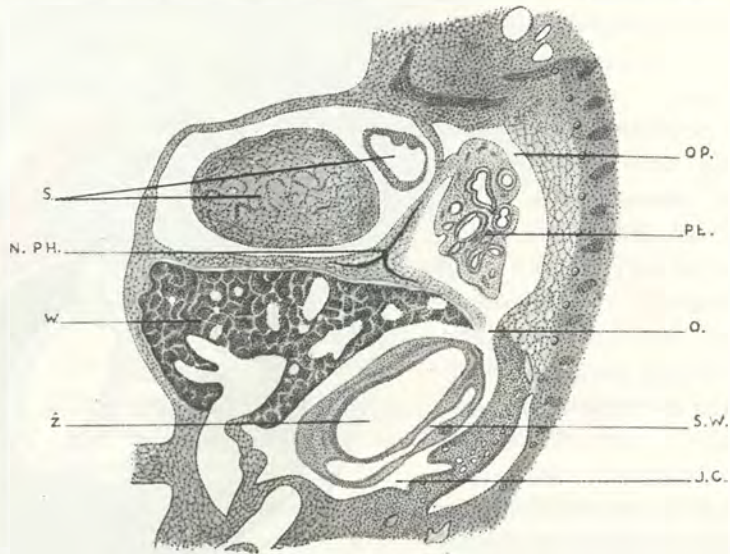
osierdziejowej od opłucnowej oraz rozgraniczenia jamy opłucnowej od otrzewnowej. Wyodrębnienie jamy właściwego osierdzia od jamy opłucnej dokonywa się w następujący sposób: w bocznych ścianach górnej części jamy ciała biegną duże pnie żyłne, tzw. przewody Cuviera (por. str. 272), które powstały ze złączenia się żył szyjnych (*v. jugulares*) i żył zasadniczych (*v. cardinales*). Przewody Cuviera, jak wspomniałem powyżej, biegną ku sercu w bocznych ścianach górnego odcinka jamy ciała. Po pewnym czasie przesuwa się one z boków ku środkowej płaszczyźnie ciała, pociągając za sobą dwa fałdy błony surowiczej (Ryc. 631), które ustawiają się podobnie jak kulisy, wsuwają się jako błona opłucnowo-osierdziowa (*membrana pleuropericardiaca* — ryc. 632 i 633) między przestrzeń otaczającą zawiązki płuc, leżące od strony grzbietowej, a zawiązek serca od strony brzusznej (Ryc. 632). Te ustawione jak kulisy błony idą od bocznych i boczno-grzbietowych ścian jamy ciała ukośnie, trójkątnie ku tylnemu brzegowi przegrody ciała, tj. *septum transversum*—ryc. 631. Pomyślmy teraz, że błona opłucnowo-osierdziowa będzie się odszczepiać z jednej strony od ścianki grzbietowej i ścian bocznych, z drugiej od przegrody poprzecznej, a dalej od przedniej i górnej ściany jamy ciała, — to z czasem otoczy ona zawiązek serca, tworząc rodzaj worka dookoła serca; jest to tzw. worek osierdziowy. Tymczasem postępuje naprzód rozrost płuc, którego wynikiem jest obrośnięcie worka osierdziowego. Rzut oka na ryc. 633 i 490 uwidacznia nam późniejszy okres rozwojowy osierdzia i ustosunkowanie do płuc. Widać tu, jak oba płuca utrzymane przez swą wnękę obejmują worek osierdziowy.

Pozostaje nam jeszcze zastanowić się nad zupełnym wyodrębnieniem jamy opłucnowej. Mówiliśmy, że między ścianą grzbietową jamy ciała, a brzegiem grzbietowym przepony pierwotnej, tworzonej przez



Ryc. 633. Rozdział jamy osierdzia i opłucnej. Schemat 3. Ao. — aorta, n — płuco. V. az. — *vena azygos*. Strzałka wskazuje kierunek rozrostu jamy opłucnej. Według Corninga.

przegrodę poprzeczną, pozostały po obu bokach kręgosłupa otwory łączące jamę opłucnową z jamą otrzewnową (Ryc. 634). Jest to stan przejściowy. Przepona pierwotna zostaje uzupełniona od strony grzbietowo-bocznej przez wytworzenie po obu stronach krezki grzbietowej fałdów błony surowiczej, tzw. błony opłucno-otrzewnowej (*membrana pleuro-peritonealis*), która zespała się też z listwą wytworzoną od strony dogłowej pranercza. Błona więc opłucnowo-otrzewnowa łącz-



Ryc. 634. Przekrój strzałkowy przez zarodek ludzki, długości 16 mm. J. C. — jama ciała, O. — otwór między jamą opłucnową a jamą ciała, O.P. — jama opłucnowa, N. PH. — *n. phrenicus*, P.L. — płuco, S. — serce, S. W. — sieć wielka, W. — wątroba zrośnięta od góry z przeponą, od przodu ze ścianą przednią brzucha, Ż. — żołądek. Według Keibla i Malla.

nie z listwą wierzchołka pranercza zrastają się z krezką grzbietową oraz z tylnymi brzegami przegrody poprzecznej i w ten sposób zamykają najpierw po prawej, potem po lewej stronie otwory łączące jamę opłucnową z jamą otrzewnową. Tak dokonywa się uzupełnienie przepony pierwotnej, która przez to staje się ostateczną przeponą, a zarazem obie wspomniane jamy — opłucnowa i otrzewnowa — zostają zupełnie wyodrębnione.

Skoro poznaliśmy już powstawanie całkiem wyodrębnionej jamy opłucnowej, należy rozpatrzyć jak się w niej kształtują stosunki w miarę rozwoju płuc. Podobnie jak inne części jamy ciała, jama opłucnowa wysłana jest błoną surowiczą, którą nazywamy opłucną ścienną (*pleura parietalis*). Błona ta, jak i w innych okolicach ciała, przechodzi od strony kręgosłupa w krezkę, biegnącą ku przelykowi, który zostaje nią objęty, a potem obejmuje znów tchawicę. Ta część krezki, która

obejmuje przelyk, nosi tu nazwę śródpiersia tylnego (*mediastinum posterius*). Krezka biegnąca od tchawicy ku przodowi, tzw. śródpiersie przednie (*mediastinum anterius*) obejmuje worek osierdziowy wraz z sercem. Z opisu rozwoju płuc wiemy (por. str. 162), że powstają one jako kolbkowate rozszerzenia embrionalnej tchawicy. Otóż rozszerzenia te pokrywa wypuklona przez nie błona surowicza, tworząc tzw. opłucną płuca (*pleura visceralis*). Między opłucną ścienną i opłucną płuca leży parzysta jama opłucnowa (*cavum pleurae*), a tylko przez pośrednictwo tzw. więzadła płucnego (*ligamentum pulmonale* — ryc. 633) łączą się obie te części opłucnej koło tzw. wnęki płuca.

Odnośnie do bliższych szczegółów i nazw opłucnej ściennej z różnych okolic ścian jamy opłucnowej odsyłamy czytelnika do anatomii.

Rozwój przepony.

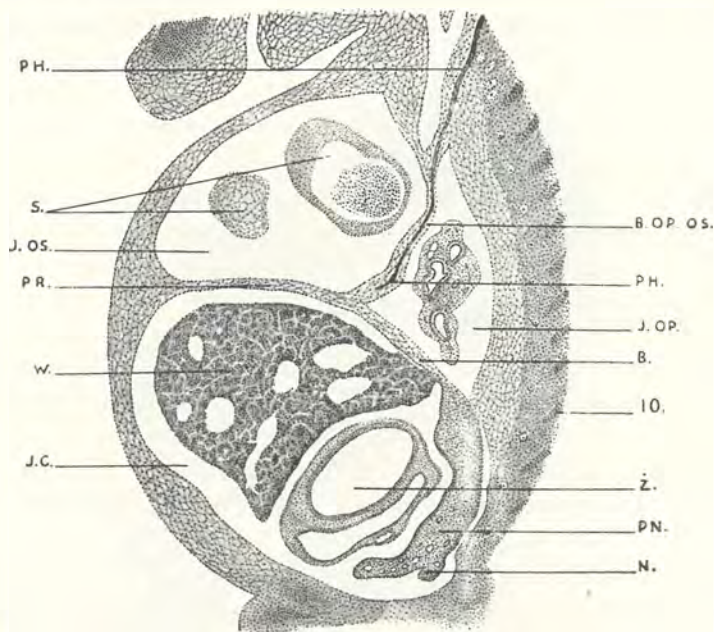
W jaki sposób powstaje przepona, były już o tym wzmianki w poprzednich rozdziałach; pragnę jednak złączyć te wiadomości w jednolity obraz.

Zawiązkiem przepony jest przegroda poprzeczna (*septum transversum*). Przegroda ta powstaje z tkanki mezenchymatycznej, która wrasta do jamy ciała jako wał łączący jej boczne ściany ze ścianą przednią w okolicy wejścia do zarodka żył pępkowych. Wał ten posuwa się w głąb jamy ciała ku stronie grzbietowej, ale do niej nie dochodzi i łączy się tylko z kreską grzbietową jelita.

Przegroda, która się wytworzyła nie jest zupełną (*diaphragma primitivum* — por. ryc. 634). Poza brzegiem zdążającym, lecz nie dochodzącym do grzbietowej ścianki jamy ciała, pozostają dwa niedomknięcia, otwory, które łączą jamę opłucnową i otrzewnową. Przegroda poprzeczna nie zostaje zużyta w całości do rozgrodzienia jamy ciała na jamę osierdziowo-opłucnową i otrzewnową. Część jej dolna przechodzi w usługi wątroby. W niej to (por. str. 144) rozrasta się entoderma pochodząca z wrastających wypukleń nabłonka dwunastnicy i tworzy mięsz wątrobowy. Natomiast górna warstwa zostaje przeznaczona do stworzenia przepony.

W rozdziale o otrzewnej, mianowicie o jej stosunku do wątroby, czytaliśmy, że otrzewna, osłaniająca wątrobę od dołu, wrasta między nią a przednią ścianą jamy otrzewnowej i oddziela wątrobę od przedniej ściany jamy brzusznej (Ryc. 471 i 635). Następnie odgranicza tę część przegrody poprzecznej — w której rozrosła się entoderma, tworząc mięsz wątrobowy — od powierzchniowej warstwy przegrody poprzecznej, z której powstaje właściwa przepona. Otrzewna przechodząc w tyle z przepony na wątrobę tworzy więzadło przeponowo-wątrobowe (por. str. 305).

Uzupełnienie przepony od strony grzbietowej po obu stronach krezki grzbietowej wytwarzają fałdy błony surowiczej, tzw. błony opłucnowo-otrzewnowe, zespolone z listwą pranercza. Te uzupełnienia od strony grzbietowej skuteczniają tym samym odgraniczenie zupełne jamy opłucnowej od otrzewnowej.



Ryc. 635. Przekrój strzałkowy przez zarodek ludzki długości 14 mm. *B. OP. OS.* — błona opłucnowo-osierdziowa, *B.* — przegroda opłucnowo-otrzewnowa, *J. C.* — jama ciała, *J. OP.* — jama opłucnowa, *J. OS.* — jama osierdzia, *N.* — nerka, *PH.* — *n. phrenicus*, *PN.* — pranercze, *PR.* — przepona, *S.* — serce, *W.* — wątroba, *Ż.* — żołądek, *IO.* — 10. żebro. Według Keibla i Malla.

Przemieszczenie przepony.

Przepona w obrębie jamy ciała ulega w biegu życia zarodkowego przemieszczeniu bardzo daleko idącemu. W najwcześniejszych okresach rozwoju tego narządu w zarodkach ludzkich długości 2 mm przepona jest ustawiona na wysokości pierwszych odcinków ciała, bezpośrednio poniżej zawiązka czaszki, a zatem w górnej okolicy szyjnej. W miarę jak postępuje rozwój, przepona zstępuje ku dołowi, dochodząc u zarodka 24-milimetrowego do pogranicza części piersiowej i lędźwiowej. Z tym zstępowaniem związany jest pewnego rodzaju obrót przepony, kolejno koło dwóch jej punktów. Najpierw ma się wrażenie, że płaszczyzna przepony obraca się koło punktu ustalenia przy ścianie grzbietowej, tak że odcinek brzuszny obsuwa się ku dołowi. Później gdy zarodek jest znacznie starszy, obniża się odcinek grzbietowy płaszczyzny przeponowej jakby dokoła przyczepu przy ścianie brzusznej.

Różnicowanie przepony zaczyna się już w drugim miesiącu życia zarodkowego. Kiedy przepona umieszczona jest mniej więcej na poziomie 4-go miomeru, wrastają do niej mioblasty pochodzące z 3-go i 4-go miomerów szyjnych i rozprzestrzeniają się wśród tkanki mezenchymatycznej, z której zbudowany jest ówczesny związek przepony. Mioblasty te tworzą w obrębie całej powierzchni przepony włókna mięsne. W późniejszym okresie rozwoju w częściach środkowych płaszczyzny przeponowej tkanka mięsna ulega rozpadowi, a pozostająca tutaj część, zbudowana z tkanki łącznej, przybiera charakter ścięgnisty, tworząc ośrodek ścięgnisty (*centrum tendineum diaphragmatis*).

Mięsień przeponowy unerwia nerw przeponowy (*nervus phrenicus*). Odchodzi on od czwartej pary nerwów szyjnych i biegnie jak wiadomo w dół do przepony. Przebiega najpierw w bocznej ścianie zarodka w odcinku pod głową, następnie spotykamy go na zewnątrz od przewodu Cuviera i koło żyły górnej głównej, wreszcie na pograniczu błony opłucnowo-osierdziowej i błony opłucnowo-otrzewnowej. W tym miejscu wchodzi do przepony.

Znamienny przebieg nerwu przeponowego, odchodzącego od części szyjnej rdzenia, a schodzącego tak daleko w dół, nie jest trudny do zrozumienia, gdy uprzytomnimy sobie powyżej opisane zstępowanie przepony.

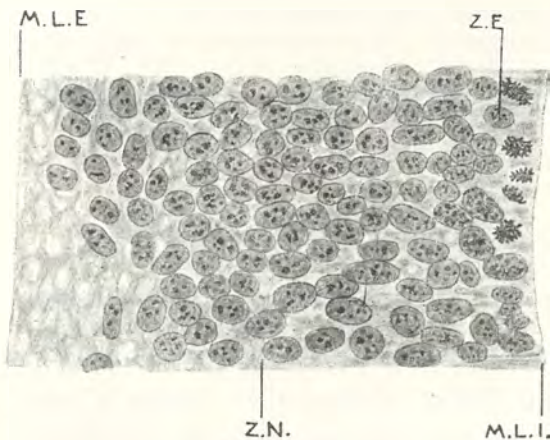
IX. ROZWÓJ UKŁADU NERWOWEGO

Wiadomo z anatomii, że układ nerwowy możemy podzielić na część centralną i obwodową. Pierwszą stanowi rdzeń i mózg, część zaś obwodową wszystkie nerwy zaopatrujące narządy ustroju. Embriologia szczegółowa układu nerwowego wiąże się genetycznie z pierwotnym prymitywnym narządem nerwowym zarodka, tj. z cewką rdzeniową czyli nerwową. Pochodzenie jej poznaliśmy w embriologii ogólnej. Wiemy, że zawiązek układu nerwowego utworzyła ektoderma; ten listek zarodkowy stanowi materiał, z którego powstają narządy przyjmujące, przewodzące i przetwarzające podniety ze świata zewnętrznego.

Nasze rozważania zaczniemy od opisu rozwoju centralnej części układu nerwowego, a więc rdzenia i mózgu.

Rozwój rdzenia pacierzowego.

Opierając się na wiadomościach z zakresu embriologii ogólnej przyjmujemy jako znany fakt tworzenia się cewki rdzeniowej i powstającego w niej kanału centralnego. Cewka rdzeniowa jest bezpośrednim zawiązkiem rdzenia. Już bardzo wcześnie w tym narządzie pierwotnym kształtu cewkowatego można zauważyć w przekroju poprzecznym szparkowate światło: centralny kanał nerwowy. W ścianie cewki nieco późniejszego okresu rozwoju zaznacza się podłużnym rowkiem połowa prawa i lewa. W czasie zna-



Ryc. 636. Część przekroju poprzecznego przez rdzeń 12-dniowego królika. M. L. E. — membrana limitans externa, M. L. I. — membrana limitans interna, Z. E. — zona ependymalis, Z. N. — zona nuclearis. Według preparatu z układu biol.-embriol. U. J.

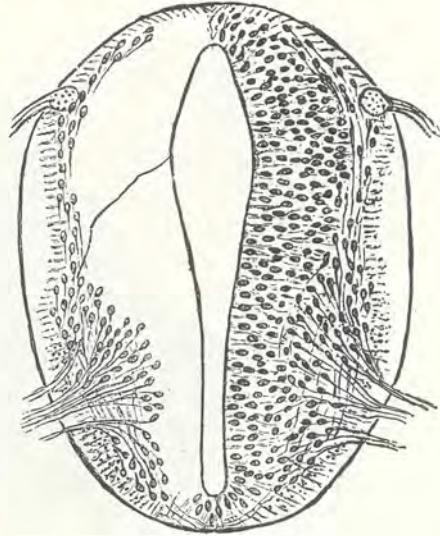
tego z embriologii ogólnej zamykania się fałdów ryńienki rdzeniowej widać wyraźnie, że znaczna liczba komórek zwróconych ku światłu ryńienki znajduje się

w okresie podziałów kariokinetycznych. Kiedy rynienka zamknie się w cewkę nerwową, komórki te znajdują się po stronie zwróconej do światła kanału centralnego. Wynikiem tych podziałów komórkowych jest zwiększanie się w bocznych ścianach rdzenia liczby komórek, a w miarę postępu wzrostu boczne ściany młodego rdzenia stają się coraz grubsze. W tym okresie, tj. w czasie rozwoju rdzenia możemy wyróżnić ściankę grzbietową, czyli pokrywową, dwie boczne ścianki, albo inaczej boczne płyty, oraz ścianę brzusznią, wzgl. podstawową. Płytką grzbietową jest zupełnie cienka, a w niektórych stadiach złożona nawet tylko z dwóch warstw komórkowych.

Przejdźmy teraz krótko budowę histologiczną ściany rdzenia zarodkowego (Ryc. 636). Od strony światła kanału centralnego wytworzyła się delikatna błonka o charakterze bezpostaciowej warstewki kitowej, — jest to wewnętrzna błonka graniczna (*membrana limitans interna*). Nad nią leży cienki pokład komórek nabłonkowych o pewnej liczbie elementów w stadium mitozy, — jest to warstwa tzw. komórek wyściełających (*zona ependymalis*); otacza ją gruba warstwa komórkowa o stosunkowo dużych jądrach umieszczonych w środku komórek. Warstwę tę nazywamy warstwą jądrzastą (*zona nuclearis sive intermedia*). Ścianę rdzenia od zewnątrz pokrywa znów warstewka bezpostaciowa jako błona graniczna zewnętrzna (*membrana limitans externa*).

Komórki, o których rozłożeniu na warstwy mówilem, ulegają począwszy od 5-go tygodnia życia zarodkowego różnicowaniu w dwóch kierunkach: 1) na komórki nerwotwórcze — neuroblasty, 2) komórki zrębowe — spongioblasty.

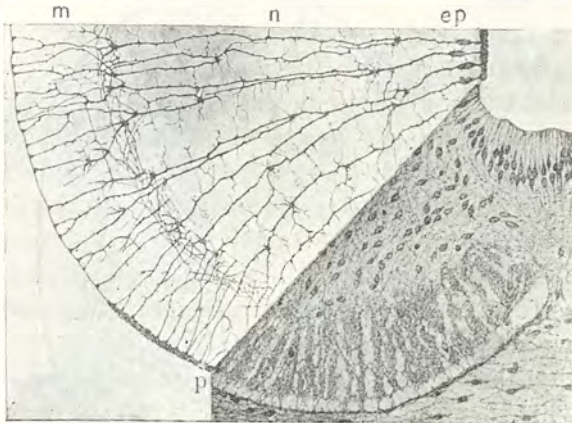
Różnicowanie pierwszej kategorii komórek, tj. elementów nerwotwórczych (neuroblastów) w komórki nerwowe, obserwować można w warstwie środkowej (jądrzastej). Polega ono przede wszystkim na tracaniu zdolności podziału komórek, a oprócz tego na wytwarzaniu przez ich protoplazmę rozrastających się energicznie i rozgałęzionych wypustek komórkowych. Układ tych wypustek nosi nazwę neurytu i den-



Ryc. 637. Schemat przedstawiający ułożenie neuroblastów i spongioblastów 4-tygodniowego zarodka ludzkiego. Po prawej stronie zaznaczono tak neuroblasty, jak i spongioblasty, po lewej tylko neuroblasty. Według Hisa z Keibla i Malla.

drytów. Komórkę nerwową wyposażoną w neuryt i dendryty nazywamy neuronem. Wypustki neuronu rozgałęziają się częścią wśród rdzenia, częścią wydobywają się na zewnątrz tworząc włókna nerwowe zdążające ku obwodowi ciała.

Druga kategoria elementów wchodzących w skład rdzenia, tzw. z ręb o w y c h (spongioblasty), powstaje z części elementów warstwy jądrzastej i z elementów wyścielejających kanał nerwowy, tj. komórek



Ryc. 638. Rozwój zrębu neuroglii. Przekrój poprzeczny rdzenia zarodka świnii długości 30 mm. Dobrze rozwinięte wypustki, które łączą komórki neuroglii ze sobą, nie są widoczne w dolnej części ryciny, barwionej według *Golgiego*. Górna część ryciny, zestawiona z preparatu barwionego według *Bendy*. ep — warstwa komórek ependymy, m — warstwa brzeżna, n — warstwa jądrzasta, p — pia mater. Według *Hardesty z Keibla i Mallia*.

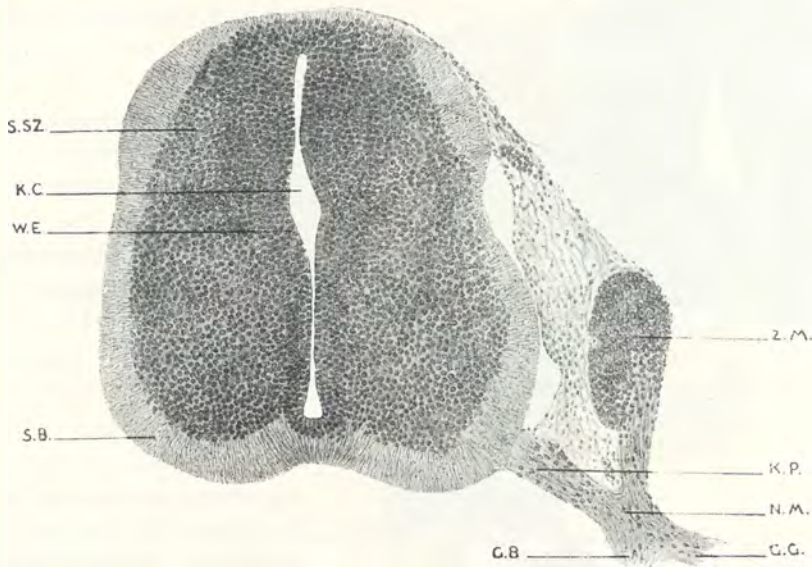
ependymatycznych (Ryc. 637). W biegu różnicowania i one tworzą rozgałęzione układy cienkich wypustek oplatających siecią komórki nerwowe. Są to komórki tzw. glii. Wypustki ich dochodzące pod zewnętrzną powierzchnię rdzenia tworzą rusztowanie dla włókien nerwowych stworzonych przez neuroblasty (Ryc. 638). Zarówno te włókna nerwowe jak i te, które zdążając od zewnątrz z obwodu ciała wchodzą do rdzenia, przebiegają przez sieć glii, utworzoną w rdzeniu.

W miarę różnicowania się składników rdzenia zaznacza się wyraźny podział

makroskopowy na dwa typy substancji: 1) rdzennej, tzw. substancji szarej, zawierającej elementy komórkowe nerwowe, tj. ciała komórkowe z jądrami i wypustki bez otoczek i 2) substancji białej złożonej z włókien nerwowych z otoczkami (Ryc. 639). Ta nazwa «białej substancji» wywodzi się od tworzącej się w osłonce włókien białej substancji myelinowej. W szarej substancji, gdzie nagromadzone są komórki, nie ma myeliny.

Zgrupowanie substancji szarej i białej oraz zmiany w wyglądzie i rozmiarach centralnego kanału obserwować można badając następujące po sobie stadia rozwojowe: w zarodkach ludzkich wczesnych okresów (około 15—20 mm — a więc z końca 2-go miesiąca) widać na przekrojach (Ryc. 639) wydłużony w kierunku grzbietowo-brzusznym stosunkowo obszerny szczelinowaty kanał otoczony odgraniczoną ostrą warstwą komórek ependymatycznych. W późniejszych stadiach można zauważyć, że wewnętrzne brzegi kanału centralnego nerwowego zbliżają

się do siebie najpierw od strony grzbietowej i zrastają ze sobą (Ryc. 641), a potem widać ten sam proces od strony brzusznej, czego wynikiem jest znaczne zmniejszenie światła kanału nerwowego. Równocześnie rozpoczyna się proces tworzenia rogów substancji szarej, i to w następujący sposób: komórki ependymatyczne oraz elementy warstwy jądrzastej rozmnażają się energicznie, a wytworzone tak nowe komórki nerwowe gromadzą się najpierw w dwóch grupach do przodu od kanału central-



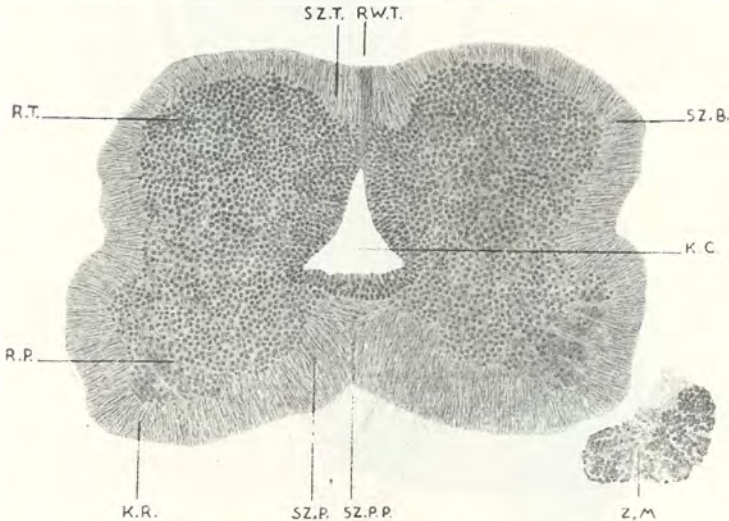
Ryc. 639. Przekrój przez rdzeń zarodka ludzkiego długości 13 mm. *G. B.* — gałąź brzuszna, *G. G.* — gałąź grzbietowa, *K. C.* — kanał centralny, *K. P.* — korzonek przedni, *N. M.* — nerw rdzeniowy, *S. B.* — substancja biała, *S. SZ.* — substancja szara, *W. E.* — warstwa komórek ependymy, *Z. M.* — zwój międzykręgowy. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

nego, czyli po stronie brzusznej, tworząc tzw. rogi przednie substancji szarej. W późniejszym stadium powstają tak samo dwie grupy komórek nerwowych po stronie tylnej, tj. grzbietowej centralnego kanału nerwowego, tworząc rogi tylne substancji szarej (Ryc. 640 i 641).

W obrębie rogów przednich gromadzą się komórki nerwowe, które mają charakter elementów ruchowych. Wypustki tych komórek mogą od razu opuszczać rdzeń i zdążać ku obwodowi w celu zaopatrzenia włókien mięsnych, a więc narządów ruchowych. Wypustki innych komórek rogów przednich przechodzą z substancji szarej do substancji białej, stanowiącej tzw. sznury rdzenia, i biegną w niej po tej samej stronie rdzenia, po której leżą komórki. Trzecia wreszcie kategoria komórek wysyła włókna nerwowe, które przechodzą na przeciwną

w linii osiowej nie rozrasta się i zachowuje się biernie, przeto wynikiem tego jest tworzenie się głębokiej szczeliny podłużnej przedniej (*fissura mediana anterior* — ryc. 640). Po stronie grzbietowej natomiast rozrost sznurów tylnych jest znacznie słabszy; między nimi zaznacza się płytki rowek tylny (*sulcus longitudinalis posterior*).

Co do rozmiarów objętościowych rdzenia zarodkowego stwierdzić należy, że najmocniejszy rozrost w grubość dokonywa się w tych odcin-



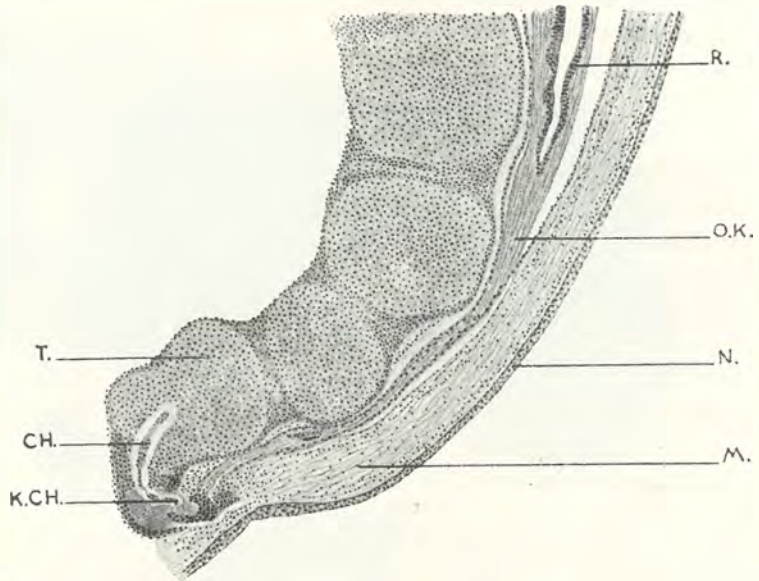
Ryc. 641. Przekrój przez rdzeń zarodka ludzkiego z połowy 3-go miesiąca. K. C. — kanał centralny, K. R. — korzonki ruchowe, R. P. — róg przedni, R. T. — róg tylny, R. W. T. — rowek tylny, SZ. B. — sznur boczny, SZ. P. — sznur przedni, SZ. P. P. — szczelina podłużna przednia, SZ. T. — sznur tylny, Z. M. — zwój międzykręgowy
Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

kach rdzenia, w których leżą ośrodki zaopatrujące odnóża górne i dolne. W tych miejscach powstaje zgrubienie karkowe (*intumescencia cervicalis*) i lędźwiowe (*intumescencia lumbalis*) — jako wynik zwiększenia liczby komórek w substancji szarej oraz liczby włókien nerwowych w białej, czyli sznurach przede wszystkim przednich.

Odnosnie do długości rdzenia pacierzowego, wiemy, że wzrost jego postępuje początkowo równolegle ze wzrostem kręgosłupa, jednakże już w końcu 3-go i w 4-tym miesiącu życia zarodkowego rozpoczyna się zjawisko tzw. wstępowania rdzenia (*ascensus medullae spinalis*). Ma się wtedy wrażenie, jakoby rdzeń pacierzowy przesuwiał się w kierunku dogłowym. Początkowo rdzeń kończył się rodzajem stożka dochodzącego do końca stołu kręgowego. Potem jednak można stwierdzić, że np. w 3-cim miesiącu, jak widać na ryc. 642, w ostatnich 3 kręgach rdzenia już nie ma, a w okresie porodu sięga on zaledwie do 3-go kręgu lędźwiowego. Zjawisko to polega na zahamowaniu wzrostu rdzenia, pod-

czas gdy stos kręgowy rośnie dalej. Jest to więc tylko bierne przesuwanie się rdzenia wskutek nierównomierności wzrostu rdzenia i kręgosłupa.

We wczesnych okresach rozwoju końcowy stożkowaty odcinek rdzenia jest połączony za pomocą nabłonka z końcowym jelitem i z odcinkiem dolnym struny grzbietowej. Przy nierównomiernym wzroście w długość kręgosłupa i rdzenia rozciąga się dolny odcinek tego ostat-



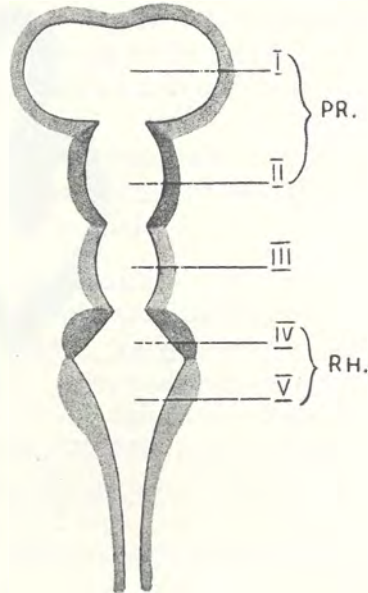
Ryc. 642. Końcowa część rdzenia zarodka ludzkiego, długości 43 mm, wykazująca tzw. wstępowanie rdzenia. CH. — chorda, K. CH. — końcowa część struny grzbietowej, M. — mezenchyma, N. — naskórek, O. K. — «ogon koński», R. — rdzeń, T. — trzon ostatniego kręgu. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

niego, tak że zatracą on swoją strukturę. Ostatni odcinek tworzy tzw. nitkę końcową (*filum terminale*), a w nieco wyżej leżącym odcinku rozrasta się czasowo kanał rdzenia w dość obszerną końcową jamkę (*ventriculus terminalis*).

We wczesnych okresach embrionalnych nerwy odchodzące także od dolnych odcinków rdzenia biegły prostopadle do niego, wprost do otworów międzykręgowych. W miarę jak rdzeń w kanale kręgowym przesuwał się biernie w kierunku głowy, nerwy odchodzące od rdzenia szły już nie pod kątem prostym, ale coraz więcej ostrym. Później biegną one wprost nawet równoległe do końcowej nitki rdzenia, tworząc łącznie z nią tzw. ogon koński (*cauda equina*). Pragnę zauważyć tu jeszcze, że końcowy odcinek rdzenia może być często siedliskiem pewnych nieprawidłowości, np. tworów pęcherzykowatych. Może to wynikać z nienormalnego zamykania się rynienki nerwowej w kilka czy kilkanaście krótkich cewek.

Rozwój mózgu.

Drugą częścią centralnego układu nerwowego jest mózg, który rozwija się z przedniej części cewki nerwowej. Cewka ta zamyka się, jak wiemy, dzięki zrostowi fałdów rdzeniowych i kończy się ślepo w odcińku zarodka wysuniętym najwięcej ku przodowi. W początkowych okresach rozwoju mózgu najbardziej uderzającym zjawiskiem jest mocne a nierównomierne rozszerzanie się światła cewki nerwowej, stanowiącego przedłużenie centralnego kanału nerwowego. Wynikiem tego jest wytworzenie trzech kolejno za sobą leżących pęcherzyków nerwowych, z których dwa przednie są prawie kuliste, ostatni natomiast, przechodzący w rdzeń, ma wygląd podłużny. Światło tych pęcherzyków stanowi zawiązek komór mózgowych. W rozwoju mózgu jest to okres tzw. trzech pęcherzyków mózgowych (idąc od strony rdzenia są to *rhombencephalon*, *mesencephalon* i *prosencephalon*). Stadium to trwa stosunkowo krótko i przechodzi w okres pięciu pęcherzyków mózgowych. To przejście ze stadium trzech, w stadium pięciu pęcherzyków dokonywa się w ten sposób, że w okresie trzech pęcherzyków pierwszy z nich (*prosencephalon*) i trzeci (*rhombencephalon*) dzielą się każdy na dwa potomne pęcherzyki, tworząc tą drogą 5 pęcherzyków mózgowych (Ryc. 643).



Ryc. 643. Schemat przedstawiający 5 pęcherzyków mózgowych. I — kresomózgowie (*telencephalon*), II — międzymózgowie (*diencephalon*), III — śródmózgowie (*mesencephalon*), IV — tyłomózgowie (*metencephalon*), V — rdzeniomózgowie (*myelencephalon*), PR. — *prosencephalon*, RH. — *rhombencephalon*.

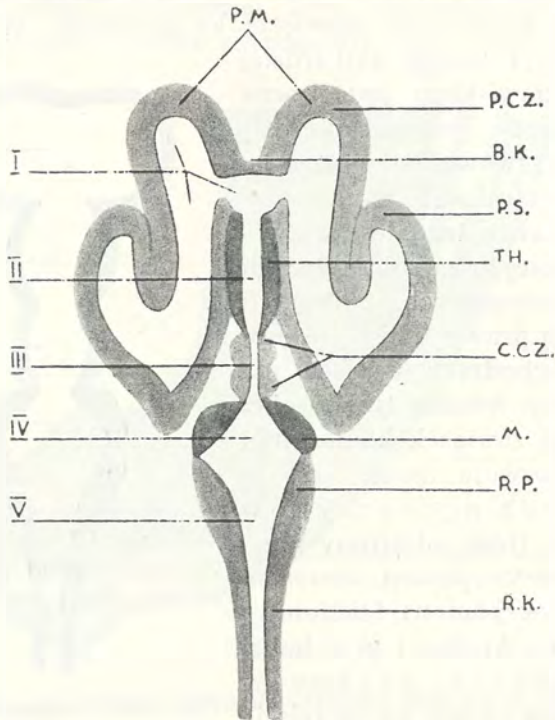
Według Bromana.

Posuwając się od znanego już nam rdzenia ku wierzchołkowi głowy wyróżnić możemy:

- 1) Pęcherzyk piąty, czyli rdzeniomózgowie (*myelencephalon*), który powstał jako tylna część dawnego 3-go pęcherzyka,
- 2) Pęcherzyk czwarty, czyli tyłomózgowie (*metencephalon*), powstał on jako przednia część dawnego 3-go pęcherzyka,
- 3) Pęcherzyk 3-ci, czyli śródmózgowie (*mesencephalon*), wytworzone z dawnego pęcherzyka środkowego,
- 4) Pęcherzyk drugi — międzymózgowie (*diencephalon*),
- 5) Pęcherzyk pierwszy, czyli kresomózgowie (*telencephalon*).

Oba ostatnie pęcherzyki powstały z podziału pierwotnego pęcherzyka pierwszego (*prosencephalon*).

Dalsze różnicowanie mózgu da się sprowadzić do pewnych ogólnych zmian morfologicznych w obrębie wyżej wymienionych pęcherzyków:



Ryc. 644. Schemat przedstawiający jakie części mózgu rozwijają się z 5 pęcherzyków mózgowych. I — kresomózgowie, II — międzymózgowie, III — śródmózgowie, IV — tyłomózgowie, V — rdzeniomózgowie, B. K. — blaszka krańcowa, C. CZ. — ciała czworaczne, M. — mózdzek, P. CZ. — płat czołowy, P. M. — półkule mózgowe, P. S. — płat skroniowy, R. K. — rdzeń kręgowy, R. P. — rdzeń przedłużony, TH. — *thalamus*. Według *Bromana*.

a) Przede wszystkim jak w różnicowaniu tyłu narządów, tak i w mózgu można zaobserwować nierównomierny wzrost organu, a więc tu poszczególnych pęcherzyków, zarówno co do pojemności ich światła jak i grubości ich ścian.

b) Oś, wzdłuż której ułożone są kolejno za sobą pęcherzyki, może zbaczać od linii prostej, a powstałe tą drogą krzywizny zmieniają wzajemny stosunek topograficzny pęcherzyków, utrzymując jednak płaszczyznę symetrii w osi pierwotnej (Ryc. 644).

c) Wskutek mocniejszego rozrostu powierzchni zewnętrznych mogą wytwarzać się pofałdowania tychże,

a co za tym idzie zagłębienia, rowki (*sulci*) i wzniesienia (*gyri*). Rowki nie wtlaczają się tak głęboko w miąższ tkanki nerwowej, żeby się to zaznaczało jako wypuklenie w obrębie światła ewentualnych komór mózgowych.

d) W innych razach wpuklenia ściany otaczającej komorę mózgową idą głębiej, a wtedy następuje częściowe zaciśnięcie światła komory mózgowej, odpowiadające tym szczelinom (*fissurae*).

e) Wreszcie możliwe są wciśnięcia w głąb miąższu mózgowego samej powierzchni mózgu, zawierającej substancję szarą, przez co pojawiają się wśród substancji białej jądra substancji szarej (*nuclei*).

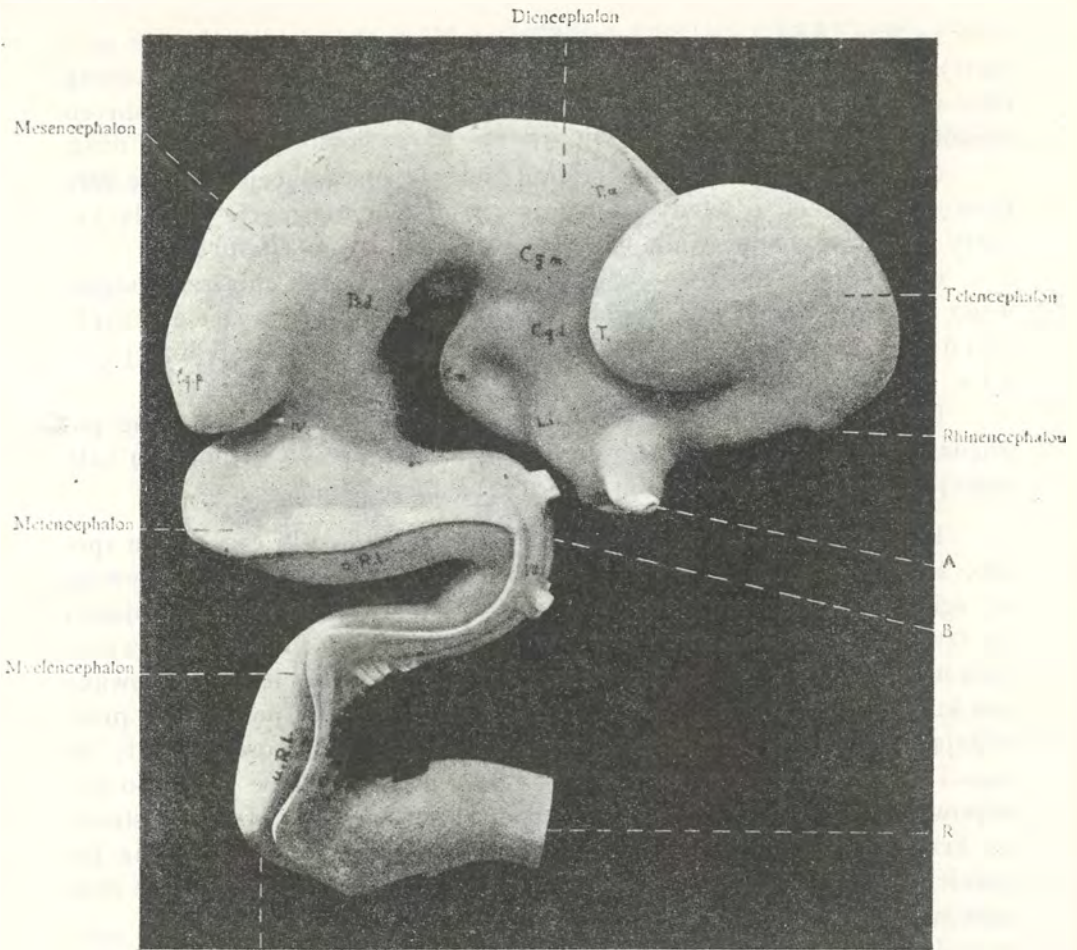
f) W organizacji mózgu możliwe są także połączenia wtórne pomiędzy różnymi częściami, czy to — co jest rzadsze — za pomocą substancji szarej, czy też częścię przez substancję białą.

Pęcherzyki mózgowo ułożone są tylko przez krótki czas w ten sposób, że leżą w głównej prostej osi zarodka. Już wcześniej dokonywują się zgięcia narządu mózgowego (Ryc. 645 i 646). Najwcześniej pojawia się tzw. zgięcie szczytowe w obrębie śródmózdzia (*mesencephalon*) na poziomie zakończenia struny grzbietowej. Zgięcie to skierowane jest ku stronie brzusznej zarodka, tak że dwa pierwsze pęcherzyki przybliżają się niejako ponad struną grzbietową do dwóch ostatnich, tj. do 4-go i 5-go pęcherzyka. Drugą krzywizną jest zgięcie mostowe, odpowiadające pozycji mostu. Po stronie brzusznej leży wypukła strona tej krzywizny. Trzecie wreszcie, to tzw. zgięcie karkowe na pograniczu rdzenia pacierzowego i 5-go pęcherzyka mózgowego, które również wygina się ku stronie brzusznej.

Po tych ogólnych uwagach możemy teraz przejść do szczegółowego omówienia różnicowania każdego z pęcherzyków, wychodząc z założenia, że w początku rozwoju miały one mniej więcej jednakowo grube ścianki. Przy opisach powinniśmy omawiać los oddzielnych ścianek, a więc podstawy, czyli dna pęcherzyka, ścianek bocznych i ścianki wierzchniej. Dalej uwzględnić musimy zachowanie się światła danych pęcherzyków, ich rozszerzenie lub następnie zaciskanie tegoż światła przez rozrost ścianki pęcherzyka.

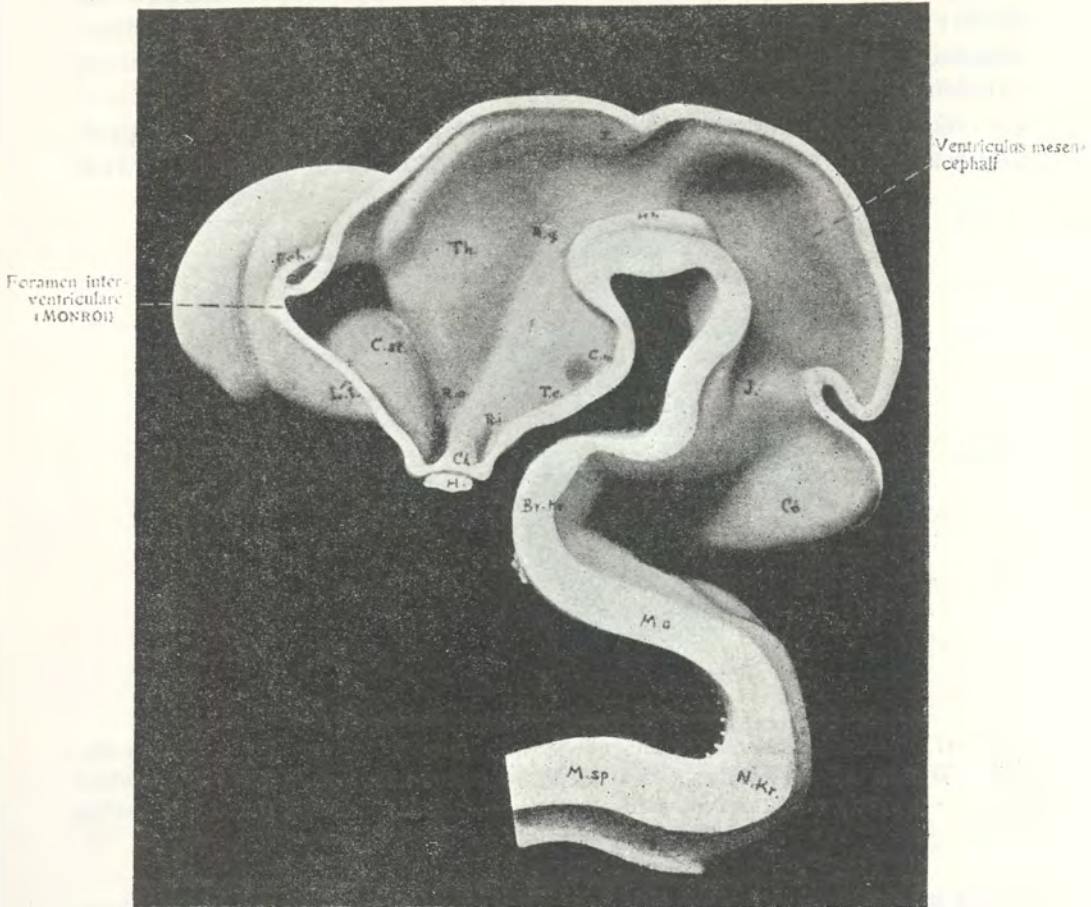
Bieg zmian poszczególnych rozpatrzymy idąc od strony rdzenia:

Piąty pęcherzyk — rdzeniemózgowie (*myelencephalon* — ryc. 486 R. P., i ryc. 647, 649) stanowi odcinek mózgu między krzywizną karkową a mostową, łączy się więc bezpośrednio z rdzeniem, którego światło — kanał nerwowy centralny — otwiera się wprost do rdzeniemózgowia, tworząc tu tzw. czwartą komorę mózgową. Rdzeniemózgowie jest tworem rozdzielonym przez rowek środkowy podłużny (*sulcus longitudinalis sive medianus*) na połowę prawą i lewą. Twór ten stanowi e m b r i o n a l n y rdzeń przedłużony. Do początku drugiego miesiąca życia plo-



Ryc. 645. Model prawej połowy mózgu zarodka ludzkiego długości 13,6 cm, widziany z prawej strony. Cienka blaszka pokrywająca IV. komorę jest usunięta. A — odcięta szypuła pęcherzyka ocznego, B — zgięcie mostowe, C. m. — corpora mammillaria, C. g. m. — corpus geniculatum mediale, C. g. l. — corpus geniculatum laterale, C. g. p. — corpus quadrigeminum post., g — zgięcie karkowe, L. i. — lobus inferior, o. R. l. — górna «warga rombowa», Ped. — pedunculus corporis striati, R — medulla spinalis, T. — lobus temporalis, T. a. — tuberculum anterius, u. R. l. — dolna «warga rombowa». Według Hisa i Zieglera z Bromana.

dowego rozwój rdzeniomózgowia nie różni się od rozwoju reszty rdzenia. W drugim miesiącu zaczynają już zarysowywać się różnice. Dno pęcherzyka i jego boczne ścianki stają się grubsze. Powierzchnia dna jest płaska i sięga dogłowowo do rowka poprzecznego (*sulcus transversus*), który stanowi przednią granicę tego pęcherzyka. Także ściany boczne pęcherzyka rozsuwają się na boki i dopomagają do rozszerzenia jego spłaszczonej podstawy. W stosunku do rdzenia podstawa ta odpowiada teraz przednim i bocznym sznurom rdzenia. Wiemy, że przednie

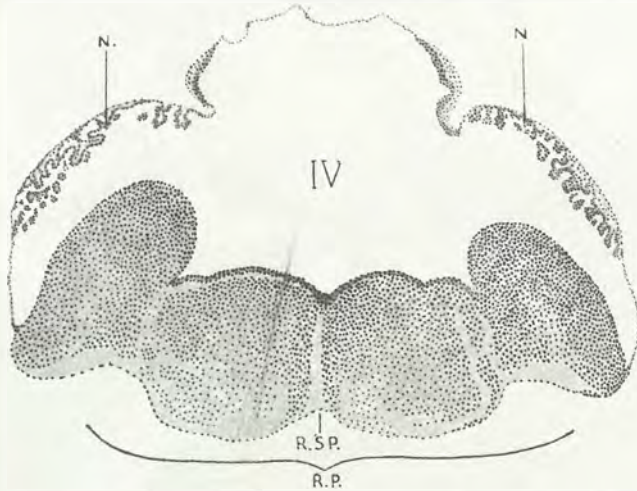


Rys. 646. Model prawej połowy mózgu zarodka ludzkiego długości 13,6 cm, widziany od strony lewej. *Br. Kr.* — zgięcie mostowe, *Cb.* — cerebellum, *Ch.* — chiasma nerv. opt., *C. m.* — corpora mammillaria, *C. st.* — corpus striatum, *F. ch.* — fissura chorioidea, *H.* — hypophysis, *Hb.* — tegmentum, *J.* — isthmus, *L. t.* — lamina terminalis, *M. o.* — medulla oblongata, *M. sp.* — medulla spinalis, *N. Kr.* — zgięcie karkowe, *R. i.* — recessus infundibuli, *R. g.* — recessus geniculi, *R. o.* — recessus opticus, *Th.* — thalamus, *T. c.* — tuber cinereum, *Z.* — epiphysis. Według Hisa i Zieglera z Bromana.

sznury leżą w rdzeniu do przodu przed substancją szarą, to znaczy po stronie brzusznej rdzenia, a boczne na powierzchni bocznej substancji szarej. Tu w rdzeniu przedłużonym sznury przednie i boczne przechodzą przez substancję szarą i to tak, że rozszczepiają ją w oddzielne grupy, tzw. jądra substancji szarej, które zatem leżą w sznurach przednich i bocznych. Przednie sznury, zawierające jądra substancji szarej (*nuclei arcuati*) są przez nie wypuklone na zewnątrz i tworzą tzw. piramidy. Część włókien tych przednich sznurów piramid przechodzi na drugą

stronę rdzenia do piramidy przeciwległej, tworząc makroskopowo widoczne skrzyżowanie piramid (*decussatio pyramidarum*). W bocznych sznurach znajdują się też jądra substancji szarej, tzw. jądra boczne (*nuclei laterales*).

Grupy komórek czuciowych w rdzeniu przedłużonym są także przemieszczone do sznurów bocznych, tworząc w nich wypuklenia, tzw.



Ryc. 647. Przekrój przez rdzeniomózgowie (*myelencephalon*) zarodka ludzkiego długości 33 mm. IV — komora czwarta, N. — błona naczyniowa (*tela chorioidea*), R. P. — przyszy rdzeń przedłużony, R. S. P. — rowek środkowy podłużny. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

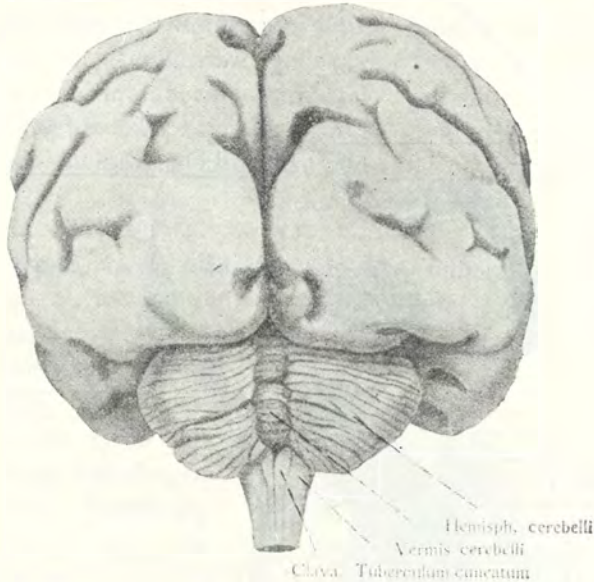
oliwki (*olivae*). W sznurach tylnych pojawiają się również jądra tworząc zgrubienia pałkowate (*clavae*) i stożkowate (*tubercula cuneata* — ryc. 648).

Po opisanii organizacji podstawy i bocznych ścian embrionalnego rdzenia przedłużonego pozostaje mi omówienie ściany grzbietowej komory czwartej mózgu. Ta powłoka komory mózgowej pozostaje nadal cieniutką warstewką komórek nabłonkowych zarodkowych, umocowaną na zgrubiałym brzegu bocznej ścianki pęcherzyka mózgowego (Ryc. 647). Błonka ta zrasta się z oponą miękką (*pia mater*), leżącą nad nią tworząc mocno unaczynioną kosmkowatą błonkę, tzw. błonę naczyniową (*tela chorioidea ventriculi quarti*).

Pęcherzyk czwarty, czyli tyłomózgowie (*metencephalon*) zaczyna się od rowka poprzecznego na dnie komory czwartej i sięga do zgięcia mostowego. Światło tyłomózgowia wchodzi w skład komory czwartej (Ryc. 649).

Charakterystyczną cechą różnicowania tyłomózgowia jest ogólne mocne zgrubienie wszystkich ścian tego pęcherzyka, i to tak wydatne, że

powstaje stąd pierścień na mózgu oddzielający rdzeń przedłużony zarodka od przednich pęcherzyków mózgowych. Zastanówmy się teraz, jakie składniki mózgu powstają wskutek przeobrażenia ścian tyłomózgowia. Dno tego pęcherzyka grubiejac mocno, tworzy zawiązek mostu Varola (*pons Varoli* — ryc. 649, 665, 666), tworzącego symetrycznego, stanowiącego jakby poprzeczną płaszczyznę podstawową. Na dolnej (brzu-



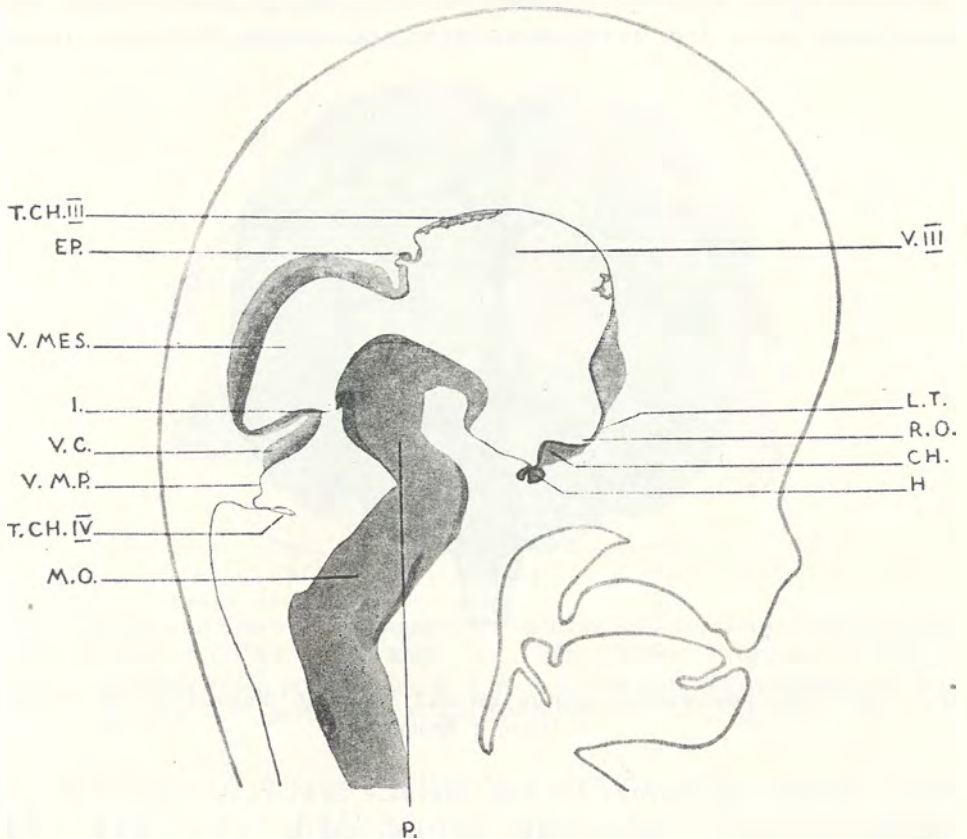
Ryc. 648. Tylna powierzchnia mózgu zarodka ludzkiego długości 39 cm. Według *Retziusa z Bromana*.

szej) powierzchni tworzy się dość szerokie rowkowate zagłębienie podłużne, wyznaczające płaszczyznę symetrii, jest to tzw. rowek podstawowy (*sulcus basilaris* — ryc. 657). Po obu jego stronach organizują się w głębi mostu w dwóch grubych wiązках sznury nerwowe, wiodące drogi nerwowe od mózgu w kierunku piramid rdzenia.

Boczne ściany tyłomózgowia dostarczają materiału do utworzenia połączeń nerwowych, zdążających od mózdzku do rdzenia przedłużonego (*crura cerebelli ad medullam oblongatam*) i do mostu Varola (*crura cerebelli ad pontem*). Część zwężona, odcinająca się nieco od reszty tego pęcherzyka (*isthmus metencephali* — ryc. 646) i stanowiąca przedni jego odcinek, wytwarza z bocznych ścian połączenia mózdzku z mózgiem (*crura cerebelli ad cerebrum*).

Powała, tj. górna ściana pęcherzyka również mocno grubiej, tworząc wał zawierający materiał na organizację mózdzku. Ten wał ma w części środkowej mniejszą szerokość: tam właśnie ukazują się podłużne wręby i część ta tworzy w biegu rozwoju *roba mózdzku* (*vermis cerebelli* — ryc. 648). Boczne części tego wału natomiast dostarczają

materiału do utworzenia p ó ł k u ł m ó ź d ż k o w y c h. Łącznie z tworzeniem się zewnętrznej postaci mózdzku organizuje się jego budowa wewnętrzna, a więc substancja biała i szara. W szóstym miesiącu dokonuje się mocny wzrost substancji białej. Układa się ona w mózdzku



Ryc. 649. Przekrój strzałkowy przez głowę zarodka ludzkiego długości 43 mm. CH. — chiasma, EP. — epiphysis, H. — hypophysis, I. — isthmus, L. T. — lamina terminalis, M. O. — medulla oblongata, P. — pons, R. O. — recessus opticus, T. CH. III — tela chorioid. ventr. III, T. CH. IV — tela chorioid. ventr. IV, V. C. — vermis cerebelli, V. MES. — ventr. mesencephali, przyszły aquaed. Sylvii, V. M. P. — velum medullare posterius, V. III — ventriculus III. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

odwrotnie niż w rdzeniu. Tam otaczała ona substancję szarą, w mózdzku natomiast warstwę korową tworzy substancja szara. Substancja szara jest nagromadzona w korze i prócz tego tworzy oddzielne jądra, które otacza substancja biała. Największe z nich jest tzw. jądro zębate (*nucleus dentatus*).

Z mózdzkiem łączą się morfologicznie i genetycznie płytki substancji nerwowej — dwa tzw. żagielki, z których jeden w postaci cien-

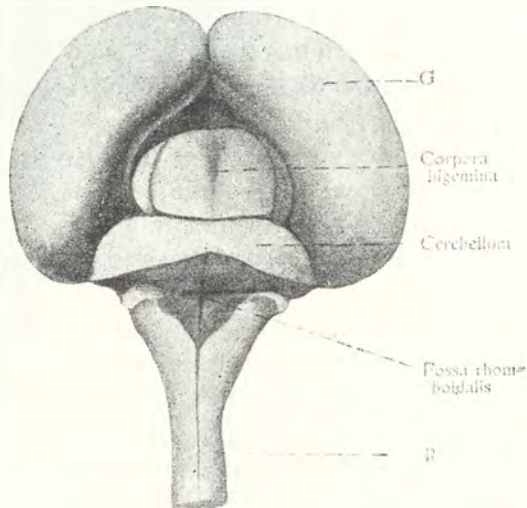
kiej blaszki nerwowej stanowi pomost ku tyłowi, dopomagając do uzupełnienia powały części przedniej komory czwartej.

Jest to tzw. żągielek mózdkowy tylny (*velum medullare posterius* — ryc. 649), który dochodzi do błony naczyniowej komory czwartej (*tela chorioidea ventriculi quarti*). Drugi odchodzi od przedniego brzegu robaka mózdkowego tworząc żągielek przedni mózdkowy (*velum medullare anterius*).

Streszczając opis różnicowania tyłomózgowia dochodzimy do następujących danych: z podstawy pęcherzyka tworzy się most Varola, ze ścian bocznych ramiona łączące mózdek z rdzeniem, mostem i mózgiem, z powały pęcherzyka żągielek tylny, robak, półkule mózdku oraz żągielek przedni. Światło pęcherzyka stanowi przednią część komory czwartej.

Pęcherzyk trzeci, czyli śródmózgowie (*mesencephalon*) jest częścią środkową mózgu. Śródmózgowie jest najbardziej konserwatywnym pęcherzykiem mózgowym. Światło jego stanowi przez pierwsze trzy miesiące życia płodowego szeroki kanał (Ryc. 646, 649). Od czwartego miesiąca życia płodowego ściany tego kanału grubieją coraz mocniej. Nowo wytworzone warstwy nakładają się na zewnętrzną powierzchnię ścianki, która równocześnie grubieje od wewnątrz, zaciskając tymi nowymi warstwami coraz mocniej światło kanału. Staje się on coraz węższy, tworząc wodociąg Sylwiusza (*aquaeductus Sylvii*).

Zgrubiałe ścianki pęcherzyka stanowią szczególnie masywne otoczenie tego kanału. W podstawowej ścianie pęcherzyka jeszcze przed mocniejszym zróżnicowaniem ścian powstają jądra nerwów okoruchowych. Niedługo później ścianka podstawowa pęcherzyka i dolna część bocznych ścian jego grubieją mocno, tworząc tzw. konary mózgowe (*pedunculi cerebri* — ryc. 657, 658), które powstały jako potężne wiązki pni nerwowych, idące od półkul mózgu do rdzenia przedłużonego i rdzenia pacierzowego oraz w przeciwnym kierunku. Między grupą nerwów, zdążających tędy do mózgu i grupą nerwów, biegnących u pod-



Ryc. 650. Mózg zarodka ludzkiego długości 49 mm, widziany od strony tylnej. G — półkula mózgowa, R — rdzeń. Według Hochstettera z Bromana.

stawy konarów, organizuje się warstwa substancji szarej. Widać to doskonale — makroskopowo — na poprzecznym przekroju konarów.

Obydwa te konary mózgowie układają się do siebie pod ostrym kątem otwartym ku przedniej stronie mózgu. Między obu konarami leży substancja nerwowa poprzątkowana gęsto naczyniami krwionośnymi, — jest to tzw. substancja dziurkowata tylna (*substantia perforata posterior*). Górne części bocznych ścian i powąła otaczająca kanał, zwany wodociągiem Sylwiusza, grubiej również tworząc w 3-cim miesiącu na górnej ścianie na razie dwa wzniesienia, tzw. ciała bliźniacze (*corpora bigemina* — ryc. 650); w 4-tym natomiast zaznaczają się drugie dwa wzniesienia, zamieniając w ten sposób ciała bliźniacze w czworacze (*corpora quadrigemina*).

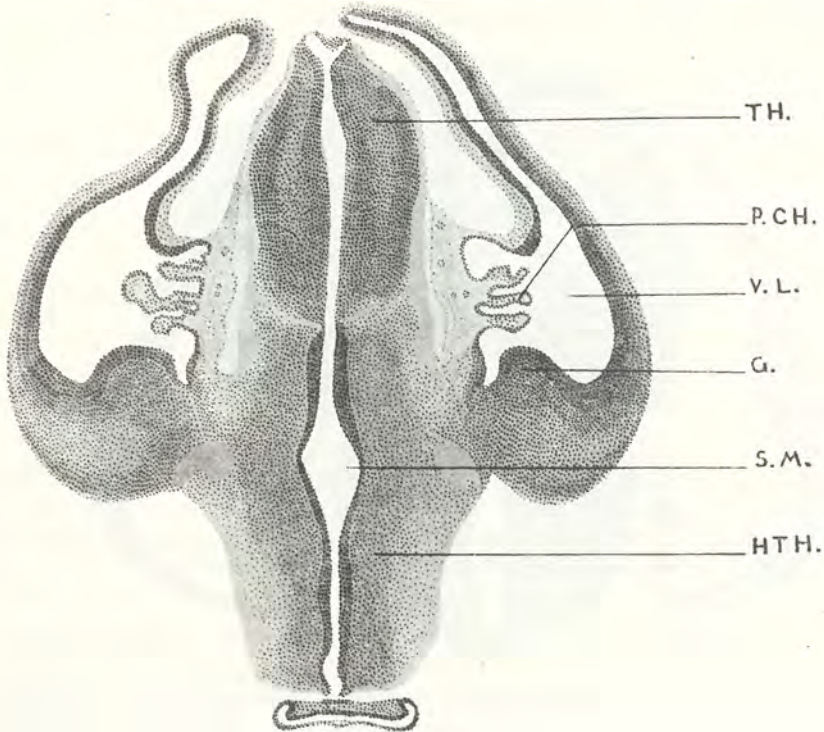
Streszczając opis rozwoju śródmózdzia możemy powiedzieć: podstawa i dolne części ścian bocznych tworzą konary mózgowie i blaszkę dziurkowaną, zaś powąła i górne części bocznych ścianek — blaszkę czworaczą, a światło tworzy wodociąg Sylwiusza.

Drugi pęcherzyk mózgowy, czyli międzymózgowie (*diencephalon*) leży od przodu przed śródmózgowiem, lecz przednią granicę tego pęcherzyka mózgowego trudno ściśle oznaczyć. Światło wodociągu Sylwiusza przechodzi wprost w światło międzymózgowia, które tworzy szczelinową, ale głęboką jamkę, tzw. trzecią komorę mózgową (Ryc. 649, V. III); łączy się ona przez pośrednictwo wodociągu Sylwiusza z 4-tą komorą mózgową w obrębie rdzenia przedłużonego.

Istota różnicowania międzymózgowia polega na grubieniu bocznych ścian, natomiast dno, a przede wszystkim powąła pozostają cienkimi.

Dno komory trzeciej staje się nieznacznie grubsze w biegu swego rozwoju. Tylną część tej dolnej ścianki zużył zarodek do wytworzenia części sutkowej (*pars mammillaris*), a przednią do wytworzenia części ocznej podwzgórkowej (*pars optica hypothalami*). W obrębie tylnej, a więc sutkowej części tej podstawowej płyty zrasta w dół uchylek lejkowy (*recessus infundibularis* vel *infundibulum* — ryc. 437, 486, 646, 665), którego dolny odcinek stanowi część materiału do utworzenia przysadki mózkowej. Rozwój i organizację tego niezmiernie ważnego narządu omówimy poniżej oddzielnie. Na razie zaznaczam, że oglądając mózg od dolnej jego powierzchni, widzimy sterzący w kierunku dolnym twór stożkowy, zawierający wewnątrz uchylek lejkowy, tzw. uchylek lejka (*recessus infundibuli*); bezpośrednio poza nim leży zgrubienie popielate (*tuber cinereum*). Poza nim w tyle wytwarzają się przez wypuklenie sutkowej części dna trzeciej komory dwa wzniesienia guzkowate, które noszą nazwę ciałek sutkowych (*corpora mammillaria* — ryc. 657). Boczne ściany międzymózgowia cechuje mocne zgrubienie nablonka wy-

ścielającego wewnętrzną powierzchnię ścianki komory. Wynikiem tego zgrubienia jest wytworzenie w komorze po obu stronach bocznych w z g ó r k a o c z n e g o (*thalamus opticus* — ryc. 646, 651), który rosnąc ku światłu zaciska je, nadając komorze zupełnie szczelinowaty wygląd (Ryc. 652). Do tych wzgórków wrastają włókna nerwowe, które rozdzielają substancję szarą na oddzielne jądra (*nucleus anterior, medialis etc.*).



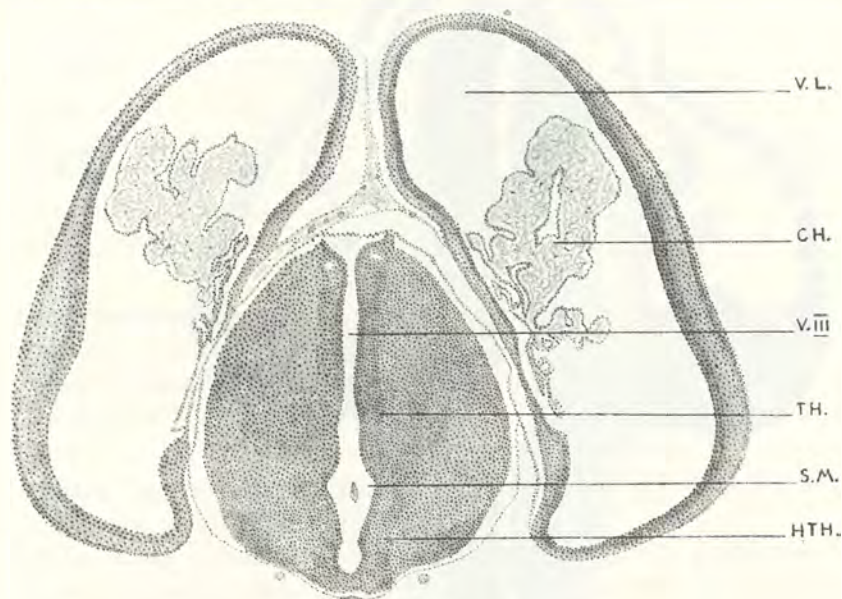
Ryc. 651. Przekrój czolowy przez międzymózgowie (*diencephalon*) zarodka ludzkiego długości 27 mm. G. — wzgórek zwojowy, HTH. — *hypothalamus*, P. CH. — *plexus chorioideus*, S. M. — *sulcus Monroi*, TH. — *thalamus opt.*, V. L. — *ventriculus lateralis*. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

Część ściany bocznej wypukła się po obu stronach (jak będziemy o tym dokładniej mówić przy rozwoju narządów zmysłowych) jako tzw. komory oczne (*ventriculi optici*). Te twory zaczynają się jako szypuły oczne, które się potem rozszerzają w rodzaju stożków.

Górna ścianka czyli powała międzymózdzia pozostaje w biegu rozwoju zupełnie ciekłą błoną utkania nabłonkowego. Komórki nerwowe nie rozwijają się w tej błonie, natomiast wrasta w nią unaczyniona błona z tkanki łącznej i posuwa się dwoma pasmami równoległe do linii środkowej, a w odcinku przednim zespała się z naczyniówką mózgową bocznych komór. Cała ta mocno unaczyniona błona stanowi naczyniówkę trzeciej komory mózgowej (*tela chorioidea ventriculi ter-*

tii — ryc. 649). W tym kierunku stosunki embriologiczno-anatomiczne przypominają nam organizację powały czwartej komory mózgowej.

Tyłna część płytki pokrywowej (górnjej ścianki) nie bierze udziału w tworzeniu naczyńiówki, lecz wypukła się ku tyłowi i dostarcza materiału do wytworzenia szyszynki (*epiphysis* — ryc. 649 EP.). Jest to początkowo woreczek ślepy (*diverticulum pineale*), który zawiera w środku światło (*recessus pinealis*); jest on zbudowany z tkanki nabłonkowej, a rozwój jego opisujemy poniżej.



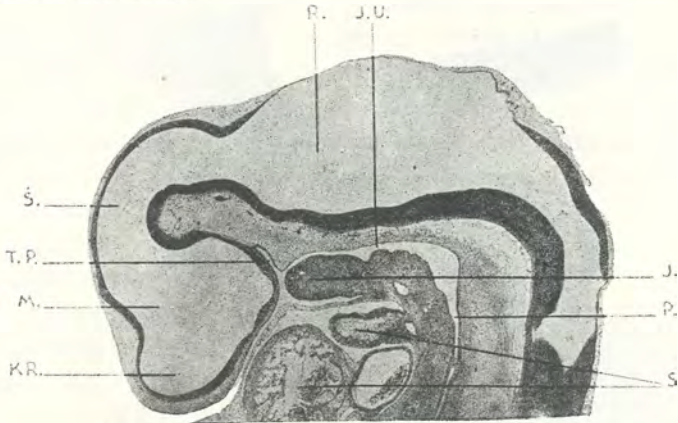
Ryc. 652. Przekrój przez międzymózdze i część półkul mózgowych zarodka ludzkiego długości 33 mm. CH. — *plexus chorioideus*, HTH. — *hypothalamus*, S. M. — *sulcus Monroi*, TH. — *thalamus*, V. L. — *ventriculus lateralis*, V. III — *ventriculus tertius*. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

Przysadka mózgowa i szyszynka.

Obydwa te narządy, które, jak czytaliśmy, związane są genetycznie z międzymózgiem, opisuję oddzielnie, gdyż nie chciałem przez dłuższe omawianie ich różnicowania przerywać opisu całokształtu rozwoju międzymózgowia.

Przysadka mózgowa (*hypophysis*) jest narządem, na organizację którego składają się dwa zawiązki, a z nich jeden pozostaje w związku genetycznym z przewodem pokarmowym i z nabłonkiem ektodermalnym, sięgającym jeszcze do tego odcinka jamy ustnej (Ryc. 653). Ma on wytworzyć płat przedni przysadki. O tym związku była mowa w rozdziale o przewodzie pokarmowym (por. str. 128 i 129). Druga część tworzy się z międzymózgowia. W końcu pierwszego miesiąca życia za-

rodkowego z dna komory trzeciej wytwarza się lejkowate wypuklenie (*recessus infundibularis*), rosnące ku dołowi. Wyróżnić się w nim da-
dzą: część górna, zawierająca światło i część dolna stanowiąca tylny płat
przysadki (*lobus posterior hypophyseos*). Ten płat układa się bezpośrednio na płacie przednim (str. 129), który opisałem jako pęcherzyk, wy-
tworzony na końcu szypułki wypuklonej z ektodermy przewodu pokar-
mowego (Ryc. 437, 486).



Ryc. 653. Fotografia przedniej części przekroju podłużnego przez zarodek ludzki z początku 2-go miesiąca. *J.* — język, *J. U.* — jama ustna, *K.R.* — kresomózgowie, *M.* — międzymózgowie, *P.* — przelyk, *R.* — rdzeniomózgowie, *S.* — serce, *Ś.* — śród-
mózgowie, *T. P.* — torebka przysadki. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

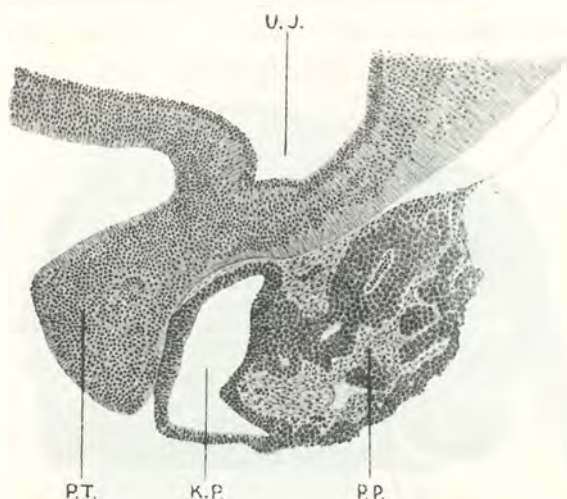
Różnicowanie tego narządu, złożonego z dwu zawiązków, odbywa się w sposób następujący (Ryc. 654):

Płat przedni przysadki ukształtował się przy pierwszym akcie tworzenia w postaci pęcherzyka (por. str. 128), podczas gdy szypułka łącząca go z przewodem pokarmowym zanika (Ryc. 437 CZ. G.).

Pęcherzyk ten, czyli woreczek przysadki, ma światło w postaci szerokiej szczeliny — tzw. komory przysadki (Ryc. 654 K. P.). Przednia ścianka tego pęcherzyka grubieje i produkuje sznury nabłonkowe wrastające w tkankę łączną. Te pączkowate sznury nabłonkowe zespala się wielokrotnie ze sobą i ostatecznie powstaje twór o charakterze pęcherzykowo-gruczolowym poprzegradzany tkanką mezenchymatyczną. Tylna ścianka woreczka pozostaje cienka, tworzy jednak wpuklenia gruczolowate wrastające w tylny płat przysadki. Z tylnej ściany komory powstaje tzw. płat środkowy (*pars intermedia hypophyseos*).

Górny odcinek płatu przedniego posiada wcięcie tworzące rodzaj rynienki, w której układa się potem zrastająca w dół część mózgowia, mająca wytworzyć płat tylny przysadki. Ten górny odcinek płatu przedniego tworzy tzw. wyrostek lejkowaty (*processus infundibularis hypophyseos*).

Tyłny płat przysadki mózgowej (Ryc. 654 P. T.) pochodzenia nerwowego związany jest genetycznie z dolną ścianką komory trzeciej. Jak pisałem powyżej, z tej blaszki wytwarza się wypuklenie lejkowe zrastające w dół i dochodzące w okolice przyszłego siodła tureckiego. Tu spotyka się dolna część tego lejka z woreczkiem przysadki



Ryc. 654. Przysadka mózgowa zarodka ludzkiego dług. 43 mm w przekroju strzałkowym. K. P. — komora przysadki, P. P. — płat przedni, P. T. — płat tylny, U. J. — uchylek lejka. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

mózgowej, który dorósł od przewodu pokarmowego i układa się na tylnej jego ściance wsuwając się w jego wcięcie pochewkowate. Dolny odcinek lejkowego wgłębienia międzymózdzia produkuje elementy komórkowe zrębowe (*glia*). Układają się one poza płatem średnim jako płat tylny, mający ku dołowi kształt palki. Górny odcinek tworzy rodzaj szypuły. W dolnym odcinku, mającym kształt palki, spotyka się prócz zrębowej tkanki liczne włókna nerwowe, grupy komórek barwnikowych i grupy elementów nabłonkowych, które powstały z wypukleń nabłonka, tworzącego pierwotną tylną ściankę pęcherzyka przysadki.

Znaczenie biologiczne przysadki mózgowej ujawnia się w wydzielaniu wewnętrznym hormonów działających bardzo wszechstronnie zarówno bezpośrednio, jak też przez pobudzanie do produkcji hormonów powstających w innych narządach. Omawianie tych czynności szczegółowe nie należy do embriologii. Dla orientacji chcę raczej tylko wyliczyć te różnorodne fizjologiczne czynności. Płat przedni przysadki produkuje hormony wzrostowe, kierujące przemianą węglowodanów i tłuszczów, hormon oddziałujący na tarczycę (*thyreotropowy*), hormony kierujące czynnościami płciowymi i innych gruczołów dokrewnych.

Plat środkowy częściowo wraz z tylnym produkują hormony zmian barw u ryb, płazów i gadów.

Plat tylny wytwarza hormony współdziałające przy regulacji ciśnienia naczyniowego i wydzielania moczu.

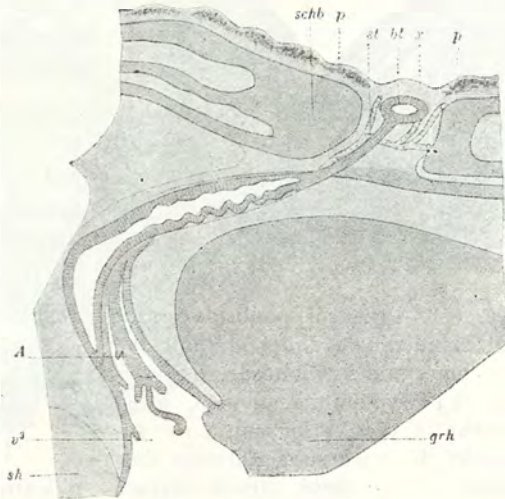
Szyszynka.

Szyszynka (*gl. pinealis sive epiphysis*) jest narządem, który powstaje u zarodka 8 mm długości z blaszki pokrywowej trzeciej komory mózgowej, mianowicie z tej części, która leży przy tylnym jej brzegu. Ta cienka warstewka wypukła się, tworząc kieszonkę, uchyłek (*diverticulum pineale*), wznoszący się początkowo prawie prostopadle w górę, a potem pochylający się ku tyłowi, ku wzgórkom czworaczym. Bezpośrednio poza szyszynką leży spoidło tylne (*commissura posterior*), zespalające ze sobą obydwie wzgórki oczne.

Ścianki uchyłka, stanowiącego zawiązek szyszynki, są zbudowane z wysokiego nabłonka walcowatego. Kieszonka cała pogłębia się, a uchyłek przechodzi w jamkę szyszynki (*ventriculus pinealis*). Jest ona jednak tworem przejściowym. Komórki ścianek rozmnażają się energicznie, a z tego materiału organizują się dwa płaty, które zaciśkają jamę szyszynki, zmieniając ten narząd w twór zbity, bryłkowy (Ryc. 649).

Histologiczna budowa szyszynki wykazuje, jak pisałem powyżej, początkowo komórki o charakterze nabłonkowym. Potem jednak komórki się rozluźniają i różnicują w dwóch kierunkach: albo tworzą liczne rozgałęzione wypustki, albo też zachowują kształt zaokrąglony, a plazma ich staje się ziarnistą. Równocześnie zjawia się mnóstwo cienkich włókien między komórkami. Cała tkanka robi wrażenie neuroglii, a więc znów zrębowych zespołów komórkowych.

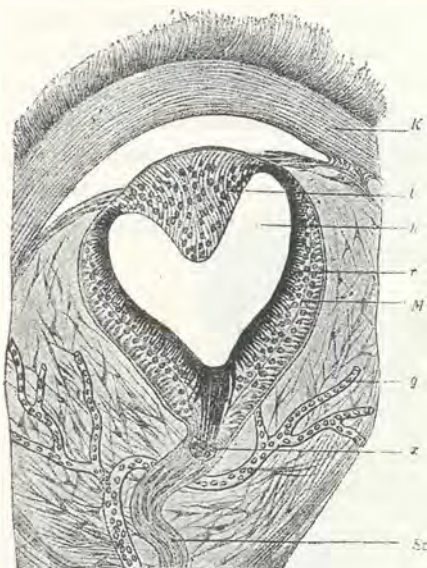
Dookoła całego narządu tworzy się cienka warstwa z tkanki łącznej, mocno unaczyniona, wchodząca płatami w głąb organu.



Ryc. 655. Schematyczny przekrój przez nasadkę mózgową (epifizę) kameleona *Chamaeleon vulgaris*. A — początkowy odcinek nasadki, bl — pęcherzykowaty końcowy odcinek nasadki, grh — kresomózgowie, p^o — pigment skóry, schb — kość ciemieniowa z otworem ciemieniowym, sh — wzgórek wzrokowy, st — powrózkowata środkowa część nasadki, v³ — komora trzecia, x — przezroczyste miejsce skóry. Według Baldwinina Spencera z Hertwiga.

Szyszynka rozwija się i rośnie przez ciąg życia śródmacicznego i w pierwszych latach dzieciństwa. Kolo 7-go roku życia rozpoczyna się tak zwana inwolucja, czyli uwsteczzenie tego narządu. Liczba komórek zmniejsza się, ilość włókien rośnie, potem cały narząd ulega zbliznowaceniu, przy czym tkanka zrębowa (*glia*) rozrasta się na miejsce dawnej

gruczołowej. Dalszym objawem uwstecznienia są miejscowe zmineralizowania, charakterystyczne utworzeniem ziarn wapniowych, tzw. piasku mózgowego (*acervulus*), układającego się powyżej opisanej tkanki w postaci współśrodkowych płytek wapiennych.



Ryc. 656. Przekrój podłużny przez oko ciemieniowe *Hatteria punctata*. *g* — naczynie krwionośne, *h* — jama oka wypełniona płynem, *K* — otoczka z tkanki łącznej, *l* — soczewka, *M* — warstwa ziarnista siatkówki, *r* — część odpowiadająca siatkówce, *St* — szypulka oka ciemieniowego odpowiadająca nerwowi wzrokowemu, *x* — komórki w szypulce oka ciemieniowego. Według *Baldwina Spencera* z *Hertwiga*.

powalę, idące w kierunku pęcherzyka i obejmujące jego szypułkę. Pęcherzyk i tu jest umieszczony w ciemieniowej okolicy czaszki, mniej niż jej inne części osłoniętej od wpływów światła zewnętrznego (Ryc. 655).

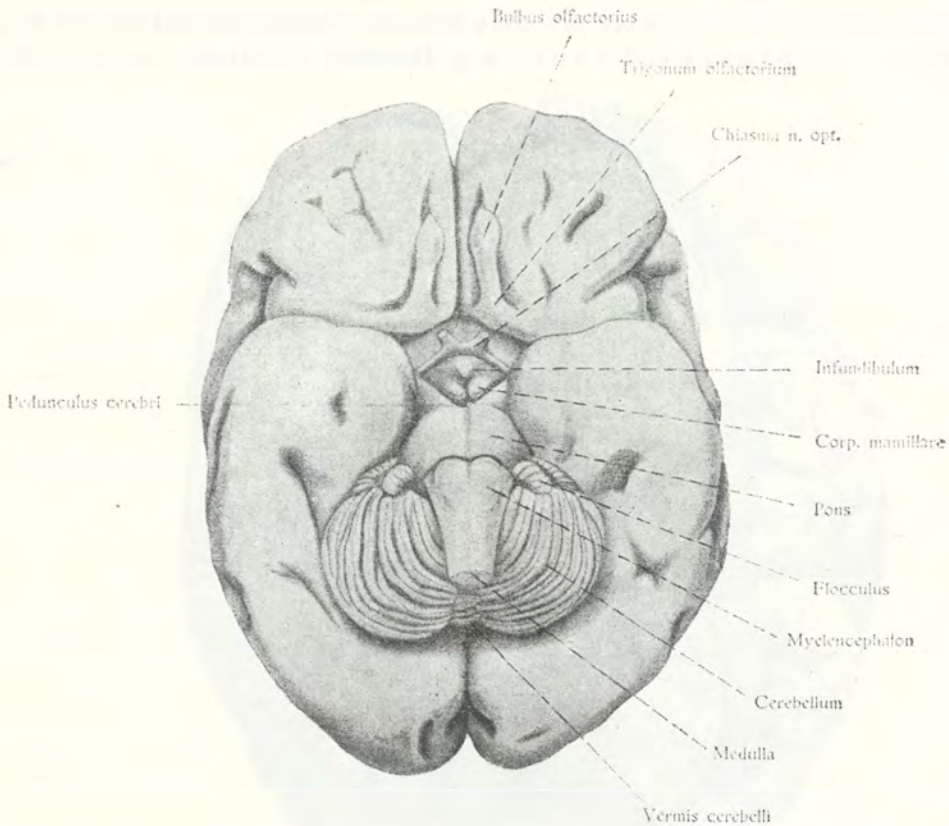
Wreszcie trzecią kategorię budowy szyszynki stanowią obrazy spotykane np. u innych gadów (*Hatteria* — ryc. 656), których szyszynka przybiera postać tzw. oka ciemieniowego. Pęcherzyk przyjmuje tu kształt wydłużony, gruszkowaty, a umieszczony jest pod powierzchnią ciała w okolicy ciemieniowej. Jego przednia ścianka grubieje częściowo, a złożona z wysokich, prawie pryzmatycznych komórek okazuje podobieństwo do soczewki. Ściany boczne i tylne pęcherzyka zbudowane są z wielowarstwowo-

Organizacja szyszynki u gadów przybiera inny typ niż u zwierząt ssących. Zasadniczą różnicę stanowi mocne oddalenie tego narządu od międzymózdzia, z którym złączony jest pęcherzyk szyszynki za pośrednictwem długiej szypuły. Pęcherzyk, np. u gada *Platydictylus*, zbudowany jest z komórek cylindrycznych migawkowych, a szypulka stanowi wąski przewód ze światłem. Jest on wtedy umieszczony w pewnego rodzaju rozstępie dachu czaszkowego, ewentualnie łusek pokrywających skórę czaszki.

U innych gatunków gadów, np. u kameleona, pęcherzyk szyszynki połączony jest częściowo z międzymózdzem litą szypułką, mającą pewne zewnętrzne podobieństwo do nerwu wzrokowego. Od strony górnej międzymózdzia widać lejkowate wypuklenie

wego nablonka, zawierającego częściowo komórki barwnikowe i pozostają w związku z włóknistą budową szypuły imitującej nerw wzrokowy.

Według poglądu wielu embriologów narząd ten stanowi nieparzysty organ wzrokowy, będący pewnego rodzaju narządem szczątkowym.

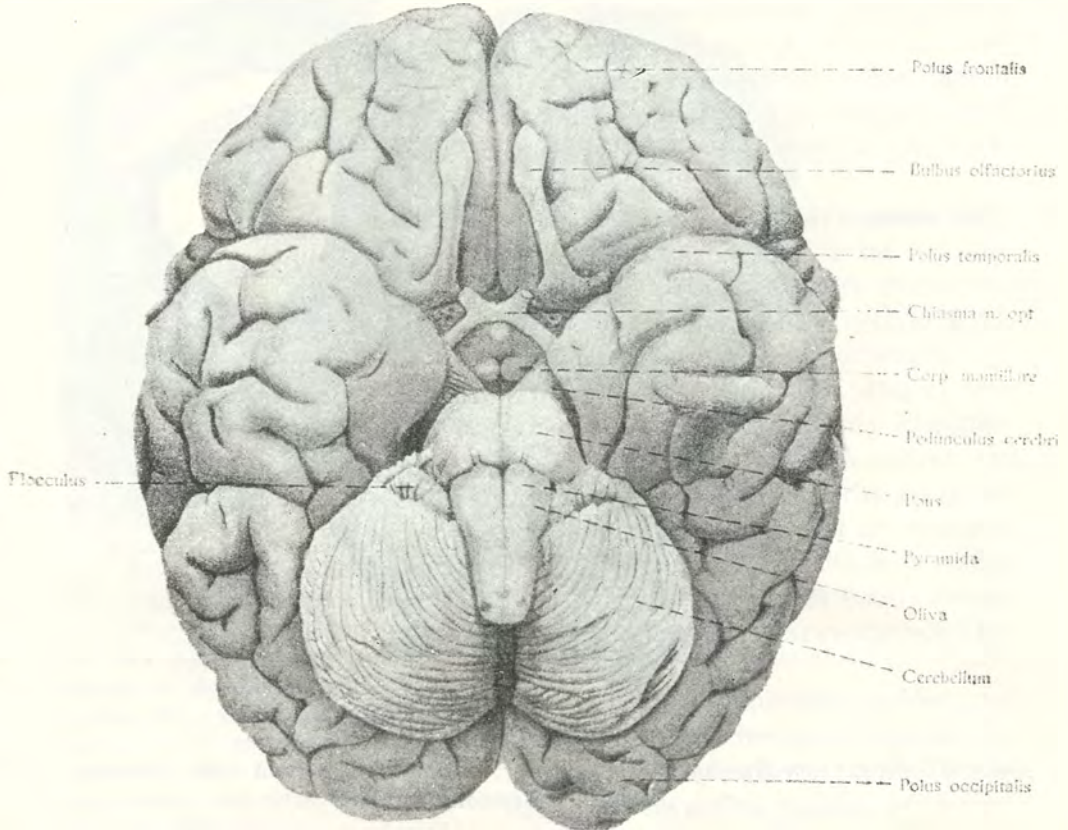


Ryc. 657. Mózg zarodka ludzkiego długości 39 cm widziany od dołu. Według Retziusa z Bromana.

Streszczając wywody o rozwoju międzymózgowia, stwierdzam, że jego podstawę stanowi część sutkowa i oczna podwzgórkowa. Jest to dno trzeciej komory. W skład części sutkowej, schodzącej w dół, wchodzi też zgrubienie popielate i lejkowaty uchylek łączący się z przysadką mózgową. Ściany boczne tworzą wzgórki oczne. Cienka ścianka górna mocno unaczyniona stanowi powalę trzeciej komory mózgowej, która tworzy światło pęcherzyka międzymózgowia.

Pierwszy pęcherzyk mózgowy, czyli kresomózgowie (*telencephalon*), jest odcinkiem końcowym centralnego układu nerwowego najbardziej ku przodowi wysuniętym. Już w końcu pierwszego miesiąca ściany boczne kresomózgowia wypuklają się na boki i ku przodowi, przy czym powstają

zawiązki bocznych pęcherzyków, czyli dwóch półkul mózgowych, które obecnie wysuwają się przed pierwotne kresomózgowie. Światło tych dwóch bocznych pęcherzyków stanowi pierwszą i drugą komorę mózgową, a między nimi leży światło pierwszego pęcherzyka pierwotnego (*ventriculus impar sive cavum Monroi* — ryc. 646). Od przodu światło jego ograniczone jest przez przednią ściankę centralnego układu nerwowego, tzw. blaszkę krańcową (*lamina terminalis* — ryc. 646,

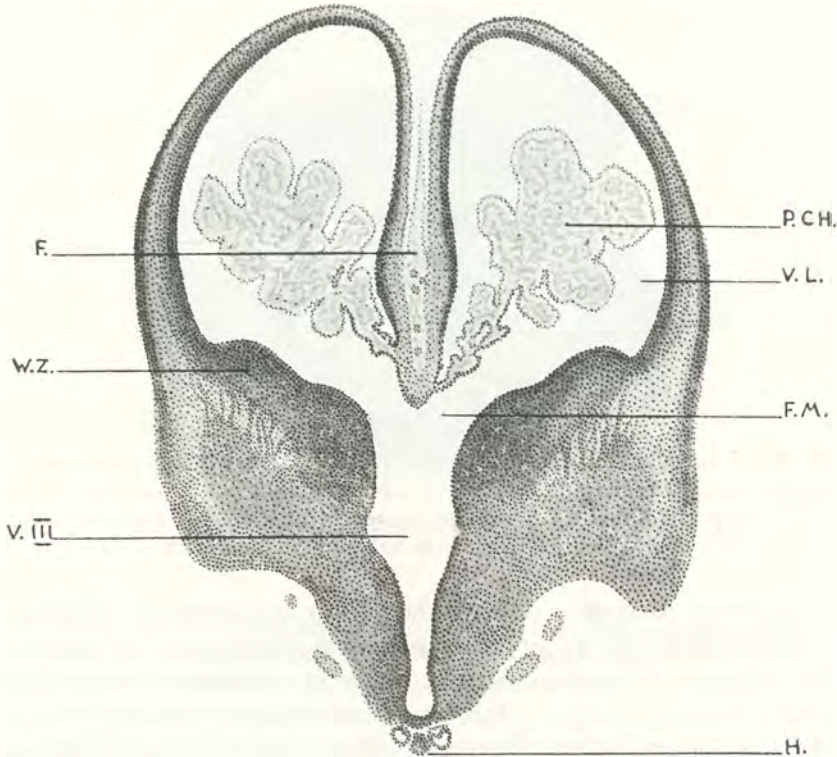


Ryc. 658. Mózg zarodka ludzkiego długości 53 cm (już donoszonego) widziany od dołu. Według *Retziusa z Bromana*.

649). Z jamy Monroego prowadzą dwa oddzielne otwory, tzw. o t w o r y międzykomorowe (*foramina Monroi*) do komór bocznych (Ryc. 644, 659).

Podział na dwie półkule jest wzmocniony nieco później przez wrost od strony przedniej i górnej między te dwa pęcherzyki, listwy sierpowatej z tkanki łącznej, stanowiącej później wyrostek opony twardej. Wrastając od przodu listwa ta przesuwą blaszkę krańcową (*lam. terminalis*) ku stronie tylnej, a zarazem wytwarza przegrodę materialną między obu półkulami (Ryc. 659).

Dalszy rozwój kresomózgowia da się sprowadzić do następujących momentów: 1) mocny i nierównomierny, a różnie nasilony rozrost półkul mózgowych u różnych gatunków zwierząt, 2) tworzenie wpukleń powierzchni mózgu, które powodują ewentualne zmiany wewnętrzne w komorach mózgowych, 3) wytwarzanie spoidła między obu półkulami wskutek przechodzenia wiązek włókien nerwowych, zdążających ze ścian komory prawej do lewej i odwrotnie.

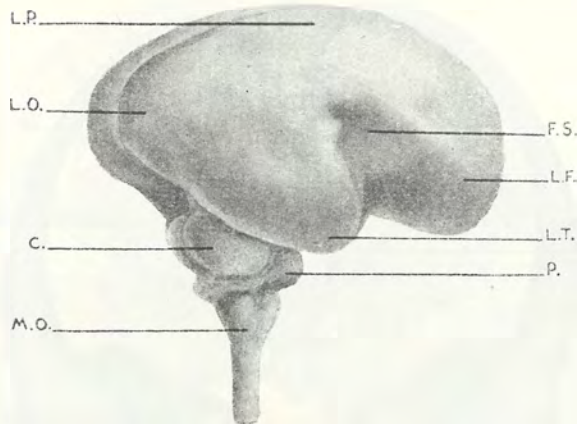


Ryc. 659. Przekrój czolowy przez kresomózgowie zarodka ludzkiego długości 33 mm
F. — *falx cerebri*, *F. M.* — *foramen Monroi*, *H.* — *hypophysis*, *P. CH.* — *plexus chorioideus*, *V. L.* — *ventriculus lateralis*, *V. III.* — *ventriculus tertius*, *W. Z.* —
 wzgórek zwojowy (*corpus striatum*). Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

Rozrost półkul bocznych mózgowych powoduje obrastanie od góry części centralnej mózgu, tak że po obu stronach powstają dwie półkule mózgu posuwające się, jak na ryc. 657 i 658 widać, ku górze jako płat ciemieniowy i czołowy (*lobus parietalis* i *lobus frontalis*), — ku dołowi jako płat skroniowy (*lobus temporalis*), a wreszcie ku tyłowi jako płat potylicowy (*lobus occipitalis*). Im mocniej rozwinięty jest mózg, — co się widzi u zwierząt stojących filogenetycznie wyżej, tym dalej ku tyłowi sięgają półkule mózgowie, tym większa część osiowa mózgu przykryta jest przez rozrośnięte ku tyłowi półkule. Wzrost

półkul ma charakter przede wszystkim powierzchniowy, przeto widzimy, że powierzchnia mózgu z gładkiej staje się jakby pokarbowana, innymi słowy jakby pokryta z a k r ę t a m i (*gyri*) porozdzielanymi przez b r u z d y (*sulci*). Wynikiem tego jest znaczne zwiększenie powierzchni mózgu.

Prócz tych dość powierzchniowych wgłębień bruzdkowatych, wchodzących dość płytko w głąb miąższu mózgowego, tworzą się w biegu rozwoju mózgu głęboko drążące s z c z e l i n y (*fissurae*), którym odpowia-



Ryc. 660. Mózg zarodka ludzkiego długości 143 mm (z czwartego miesiąca). C. — cerebellum, F. S. — *fissura Sylvii*, L. F. — *lobus frontalis*, L. O. — *lobus occipitalis*, L. P. — *lobus parietalis*, L. T. — *lobus temporalis*, M. O. — *medulla oblongata*, P. — *pons*. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

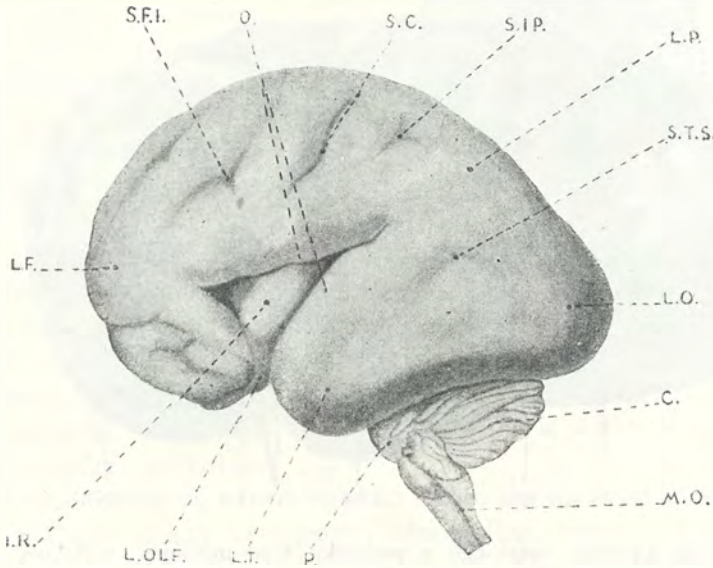
dają wyniosłości sterczące do światła komór mózgowych. Objaśnia się to tak: czytaliśmy już, że półkule mózgowe zawierają wewnątrz tzw. komory mózgowe pierwszą i drugą. Szczeliny mózgowe tworzą wgniecenia ściany zewnętrznej w głąb, w światło komór mózgowych, które staje się przez to zaciśnięte. Poszczególnym szczelinom odpowiadają zatem wyniosłości w świetle komór mózgowych.

Przejdźmy teraz szczegółowo te zjawiska, które kształtują stosunki morfologiczne kresomózgowia.

Już z poprzednich uwag wynika, że przegroda sierpowata wciska się między półkule, tworząc s z c z e l i n ę p o d l u ż n ą m ó z g u (*fissura longitudinalis cerebri* albo *fissura magna*). Rozdziela ona całkowicie półkule: powierzchnia każdej z nich zwrócona ku przegrodzie (wzgl. szczelinie) jest płaska, natomiast powierzchnia zewnętrzna, zwrócona ku pokrywowym kościom czaszki, jest wypukła (Ryc. 659). Ponieważ szczelina ta dzieli półkule całkowicie, a do komór osiowych mózgu nie dochodzi, przeto nie tworzy w komorach żadnego wgniecenia.

Inne szczeliny odnoszą się do obu półkul. We wczesnym okresie rozwoju (pierwsza połowa 2-go miesiąca życia zarodkowego) od zewnętrznej strony każdej półkuli powstaje tzw. s z c z e l i n a b o c z n a

mózgu, inaczej szczelina Sylwiusza (*fissura cerebri lateralis* vel *fissura Sylvii* — ryc. 660). Początkowo widać tylko od zewnątrz, że po obu stronach półkul mózgu, nieco od strony podstawy pęcherzyka, ściana boczna zapada się w głąb. To zapadnięcie rozszerza się ku górze i przodowi. Zapadła część ścianki nosi nazwę wyspy Reila (*insula Reilii* — ryc. 661 i 662). Brzegi półkuli mózgowej otaczającej tę wyspę obrastają ją, tak że niejako biernie wsuwa się ona pod zrastające



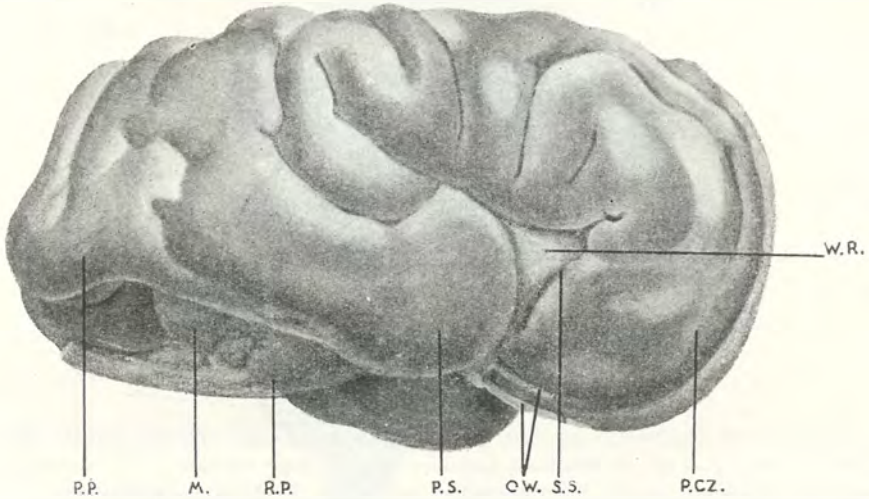
Ryc. 661. Mózg zarodka ludzkiego z 6-go miesiąca widziany od strony lewej. C. — cerebellum, I. R. — insula Reilii, L. F. — lobus frontalis, L. O. — lobus occipitalis, L. OLF. — lobus olfactorius, L. P. — lobus parietalis, L. T. — lobus temporalis, M. O. — medulla oblongata, O. — operculum, P. — pons, S. C. — sulcus centralis, S. F. I. — sulcus frontalis inferior et praecentralis inferior, S. I. P. — sulcus interparietalis, S. T. S. — sulcus temporalis superior. Według Retziusa z Weissenberga.

się płatowate krawędzie otaczających części mózgu, które stanowią rodzaj wieczka (*operculum insulae*).

Wyspa Reila w początkowych okresach rozwoju złożona jest z samej substancji szarej, a więc komórek nerwowych. Komórki te rozmnażają się mocno, dzięki czemu ognisko substancji szarej wzrasta. Wewnątrz wyspy powstaje tzw. wzgórek zwojowy (Ryc. 659), do którego wrastają potem włókna nerwowe, a więc substancja biała, która dzieli jednolite ognisko substancji szarej na poszczególne jądra: jądro ogoniaste (*nucleus caudatus*), w którym można odróżnić głowę (*caput*) i ogon (*cauda*), dalej jądro przegródkowe (*claustrum*) i jądro soczewkowate (*nucleus lentiformis*). Te jądra substancji szarej łącznie z substancją białą stanowią tzw. ciało prążkowane (*corpus striatum* — ryc. 663). Leży ono w sąsiedztwie znanego już nam

wzgórka ocznego (por. str. 331). To ciało prążkowane rozwija się częściowo w obrębie wyspy Reila, a w dalszym rozwoju zmienia nieco położenie w stosunku do sąsiadującego z nim wzgórka ocznego.

Szczelina Sylwiusza jest jedyną szczeliną wpuklającą się od strony zewnętrznej półkul mózgowych, wszystkie inne wpuklają się od strony wewnętrznej, tzn. od szczeliny podłużnej mózgu. Równoległe do krawędzi górnej półkul mózgowych powstaje wpuklenie ściany od strony prze-



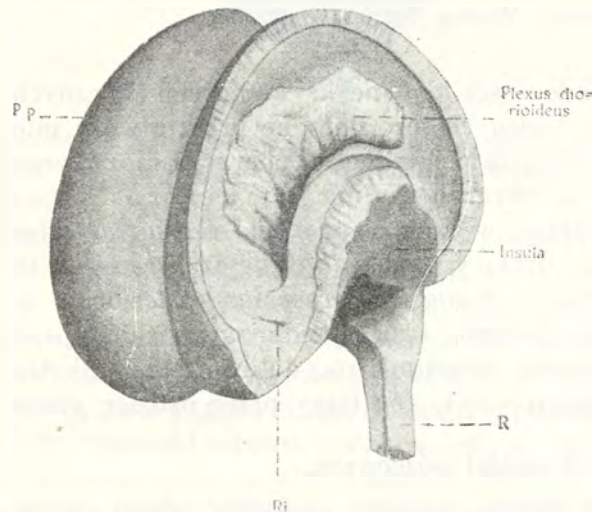
Ryc. 662. Mózg zarodka ludzkiego z początku 8-go miesiąca, widziany od strony prawej. M. — mózdzek, O. W. — opuszki węchowe, P. CZ. — płat czołowy, P. P. — płat potyliczny, P. S. — płat skroniowy, R. P. — rdzeń przedłużony, S. S. — szczelina Sylwiusza, W. R. — wyspa Reila. Według preparatu zakładu biol.-embr. U. J

grody półkul tworząc szczelinę Ammona, inaczej zwaną szczeliną hipokampa (*fissura hippocampi*). Szczelina ta biegnie łukowato ku dołowi, ku płatowi skroniowemu. Tworzy ona odpowiednie wpuklenie mięszu mózgowego, zaciskające światło komory i schodzące w dół do płatu skroniowego. To wpuklenie stanowi zwój sklepieniowy (*gyrus fornicatus*), którego dolna część nosi nazwę rogu Ammona (*cornu Ammonis*).

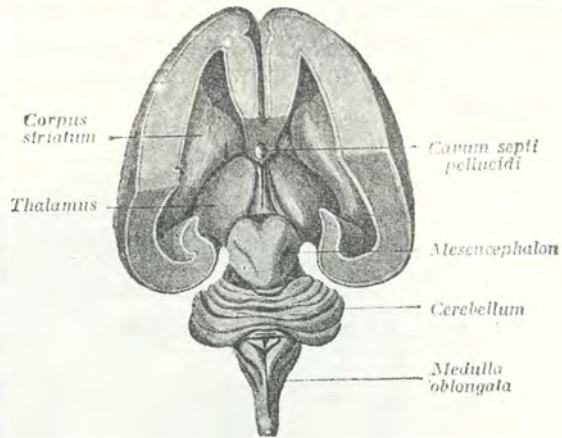
Poniżej szczeliny Ammona biegnie równoległe szczelina naczyńwki (*fissura chorioidea*). Jest to wpuklenie tworzące się w ścianie wewnętrznej półkul, w odcinku dolnym, gdzie ścianka ta jest niezmiernie cienka, mocno unaczyniona. Komórki tej ścianki, mające charakter nabłonkowy, rozmnażają się, powierzchnia jej rośnie, a wtedy ta pofalowana błona wrasta do światła komory pierwszej i drugiej (Ryc. 659 i 664). Trzy do czterech fałdów, ułożonych obok siebie lub pod sobą znamionuje naczyniówkę bocznych komór (*tela chorioidea ventriculi lateralis*). Posuwa się ona ku przodowi światła ko-

mory i przez otwory międzykomorowe łączy się z naczyniówką komory międzymózdzia, tj. trzeciej komory. Przechodząc w drugą stronę ku tyłowi, zdąża naczyniówka tą samą drogą, co zwój sklepieniowy (*gyrus fornicatus*) i róg Ammona, a więc ku płatowi skroniowemu.

Z ostatnich uwag o wciśnięciu w światło komór bocznych wpukleń substancji mózgowej widać, że przedłużenie światła bocznej komory w płacie skroniowym jest zaciśnięte przez róg Ammona i przez pasmo naczyniówki, które się na nim układa. Wynika stąd, że omówione powyżej dwie szczeliny mózgowe, tj. szczelina hipokampa i szczelina naczyniówki, widoczne na powierzchniach znajdujących się między półkulami mózgowymi, ułożone są równoległe do siebie i w niewielkiej stosunkowo odległości. Część ściany komorowej obu półkul, która oddziela od siebie obie te szczeliny, nosi nazwę zwoju zębatego (*gyrus dentatus*).



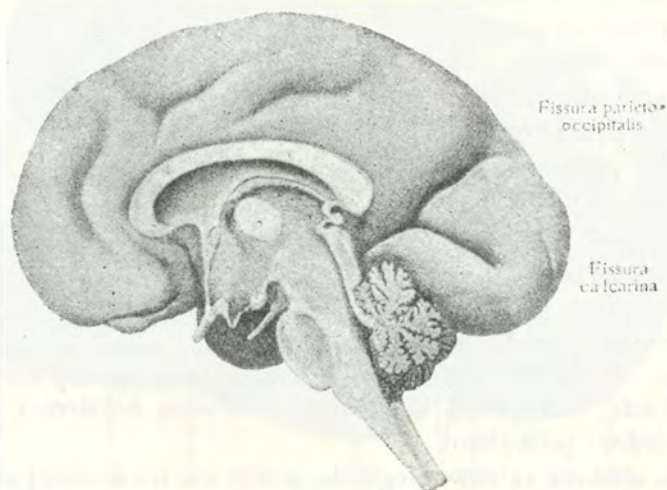
Ryc. 664. Mózg zarodka ludzkiego długości 49 mm, widziany od przodu nieco z lewej strony. Część półkuli lewej odcięta. P. p. — półkula prawa, R — rdzeń, Ri — wejście do komory płatu węchowego. Według Hochstettera z B romana.



Ryc. 663. Mózg 5-ciomiesięcznego zarodka ludzkiego po usunięciu *corpus callosum*, sklepienia (*fornix*) i naczyniówki górnej (*tela chorioidea superior*). Według Köllikera z Bonnetta.

Ostatnia szczelina mózgowa, która pozostaje do omówienia, wytwarza się w późniejszym okresie rozwoju, gdy już półkula mózgowa rozrośnie się ku tyłowi, tworząc płat potylicowy (*lobus occipitalis*). W płat ten wsuwa się światło komór bocznych, przy czym powstaje tylny ich uchylek (*cornu sive recessus posterior*). Od strony szczeliny wyrasta wpuklenie, idące ku tyłowi i podstawie mózgu jako szcze-

liny ciemieniowo-potyliczna i ostrogowa (*fissura parieto-occipitalis* et *calcarina* — ryc. 665 i 666). Równocześnie w obrębie rogu tylnego pojawia się wyniosłość, zwana ostrogą ptasią (*calcar avis*), zaciskająca nieco światło tylnego uchylka komory bocznej. Dzisiejsi neurologowie twierdzą, że ostroga ptasia nie wiąże się genetycznie ze szczeliną ostrogową i ciemieniowo-potyliczną, lecz raczej powstaje samoistnie przez miejscowe rozmnażanie się komórek w ścianie danego uchylka.



Ryc. 665. Mózg zarodka ludzkiego długości 37 cm, przecięty strzałkowo, widziany od strony środkowej. Według Retziusa z Bromana.

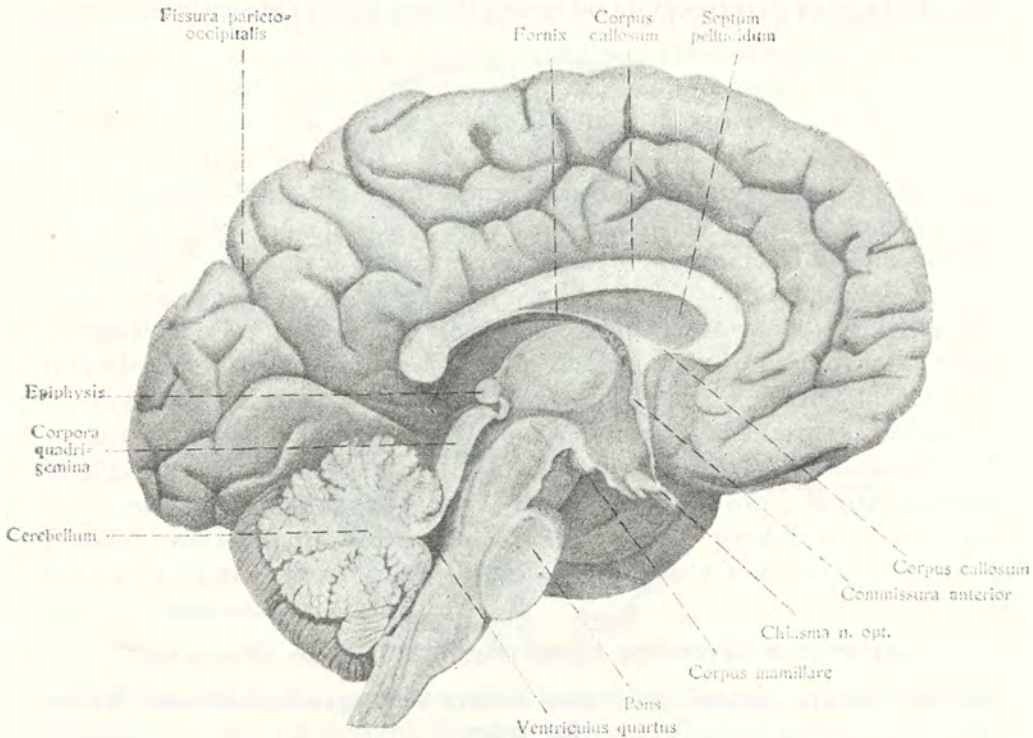
Streszczając teraz wiadomości podane o komorach bocznych, stwierdzamy: światło komór bocznych jest złączone przez otwory międzykomorowe z nieparzystą komorą pierwszego pęcherzyka mózgowego, tzw. jamą Monroego. Każda komora boczna ma jamkę środkową (*cella media*), która się wydłuża w róg przedni (*cornu anterius*, czyli *recessus anterior*), róg dolny (*cornu inferius* czyli *recessus inferior*) i róg tylny (*cornu posterius* czyli *recessus posterior*).

Środkowa jamka komory bocznej i róg przedni są zaciśnięte przez ciało prążkowane (*corpus striatum*), róg dolny przez zwój Ammona, czyli hipokampa i naczyniówkę, róg tylny przez ostrogę ptasią.

Rozwój spoidel mózgowych.

Wskutek stworzenia podłużnej szczeliny mózgowej uległy oddzieleniu obie półkule mózgowie. Otóż wytworzony przez to stan odosobnienia morfologicznego ulega w dalszym rozwoju zmianom przy organizacji tzw. spoidel mózgowych. Początku tych procesów morfologicznych szukać należy w okolicy przedniej granicy głównego pnia mózgowego

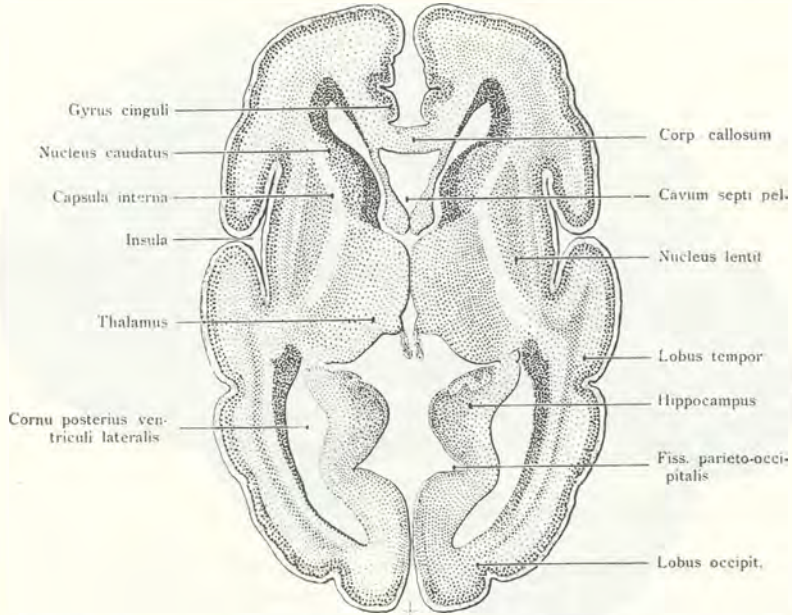
tam, gdzie leży blaszka kresowa (*lamina terminalis*). Zwój zębaty, tj. część wewnętrznej ściany półkul mózgowych (por. str. 343), ograniczony od góry szczeliną hipokampa, a od dołu szczeliną naczyńiówki, ma tu poważne znaczenie. Dwie naprzeciwległe wewnętrzne ścianki półkul mózgowych zrastają się w trzecim miesiącu życia zarodkowego od przodu, przed otworami międzykomorowymi, a więc w oko-



Ryc. 666. Mózg donoszonego (dług. 53 cm) zarodka ludzkiego przecięty strzałkowo, widziany od strony środkowej. Według Retziusa z Bromana.

licy blaszki kresowej. Zrost ten jest początkowo powierzchniowy, a potem z jednej półkuli do drugiej przerastają poprzecznie włókna, tworząc tzw. wielkie spoidło mózgu (*corpus callosum*). Spoidło to, jak widać na ryc. 666, odchodzi od blaszki kresowej w postaci ostrego zakończenia, tzw. dzióbka spoidła wielkiego (*rostrum corporis callosi*), a ku przodowi zakręca się kolankowato ku górze, tworząc kolano spoidła (*genu corporis callosi*). Spoidło to biegnie potem ku tyłowi jako trzon spoidła, a kończy się poza trzecią komorą rozszerzonym odcinkiem (*splenium corporis callosi*). Mięsz tego spoidła tworzą włókna biegnące poprzecznie. Spoidło wielkie mózgu idąc od blaszki kresowej do przodu, zaginając się kolankowato ku górze i biegnąc następnie ku tyłowi, odcina część szczeliny międzypółkulowej i ogranicza ją z trzech stron: od dołu (dziób spoidła), od przodu (kolano spoidła) i od

góry (trzon spoidła). Ścianki boczne tej przestrzeni stanowią ścianki wewnętrzne komór bocznych mózgu, szczególnie cienkie na tej powierzchni. Ta szczelina odcięta w ten sposób nosi nazwę jamy przegrody przezroczystej (*cavum sive ventriculus septi pellucidi* — ryc. 663, 667). Nazwa ta pochodzi stąd, że cieniutkie ścianki boczne szczeliny czynią ją przezroczystą. Od strony tylnej istnieje też odgraniczenie tej szczeliny. Poza jamą przezroczystą od strony dolnej wytwarza się spoidło małe,



Ryc. 667. Przekrój poziomy przez mózg zarodka ludzkiego z 6-go miesiąca. Według Kollmanna.

tw. spoidło przednie (*commissura anterior*), oraz przez wzmocnienie blaszki kresowej pękami włókien nerwowych, biegnących podłużnie, powstaje nowe spoidło zwane sklepieniem mózgowym (*fornix* — ryc. 665, 666). Zaczyna się ono dwoma słupami, których podstawa dolna sięga ciał sułkowych (*corpora mammillaria*), a w dalszym przebiegu układają się one bezpośrednio za blaszką kresową, tworząc tzw. słupy sklepienia (*columnae fornicis*), ograniczające od przodu *foramen Monroi*. Słupy te zaginają się ku tyłowi, tworząc tu właściwe sklepienie, a następnie biegnąc pod spoidłem wielkim rozsuwają się na dwie strony i towarzyszą jako pasma podłużne, strzępki (*fimbriae*), rogom Ammona, wchodząc z nimi do dolnych uchylków komór bocznych.

Sklepienia mózgowie ograniczają też od tylnej dolnej strony jamkę przegrody przezroczystej (Ryc. 667). W obrębie sklepień biegną włókna kojarzące przewodów nerwowych węchowych.

Zasady tworzenia zwojów i rowków (bruzd) mózgowych. Płat węchowy mózgu.

Nie będę tu omawiał tworzenia się poszczególnych zwojów i oddzielających je poszczególnych bruzd, czyli rowków mózgowych. Moim zdaniem należy to do anatomii mózgu. Teraz chcę tylko podać zasadę samego procesu morfogenetycznego, o której zresztą już wspominałem (por. str. 340). Powstawanie zwojów i bruzd nie jest wynikiem wypukleń ścian, otaczających komory mózgowie, ale następstwem rozrastania się powierzchni kory mózgowej i nierównomiernego grubienia ścian półkul mózgowych w poszczególnych płatach, o których już poprzednio była mowa (por. str. 339).

Odrębne stanowisko zajmuje tylko powstawanie płatu węchowego (Ryc. 657, 658), któremu chcę parę słów poświęcić. Ścianka podstawowa pierwszego pęcherzyka mózgowego wypukla się początkowo ku dołowi lejkowato, wciągając w uchylek przednią część światła bocznych komór mózgowych. To wypuklenie (zawiązek płata węchowego) zmienia potem kierunek swego wzrostu i kształt. Zwraca się ono mianowicie raczej ku przodowi, a równocześnie wyrasta od niego do przodu taśma szypkowata, tzw. *p a s m o w ę c h o w e* (*tractus olfactorius*). Pasma to kończy się zgrubieniem tzw. *o p u s z k ą w ę c h o w ą* (*bulbus olfactorius*), spoczywającą na blaszkach sitkowych kości sitowej. Między dwoma płatami węchowymi widać małą powierzchnię *p o d z i u r k o w a n ą n a c z y n i a m i* (*lamina vel substantia perforata anterior*).

Streszczenie opisu rozwoju pierwszego pęcherzyka mózgowego.

Najbardziej ku przodowi wysunięty pęcherzyk kresomózgowia ograniczony jest od przodu blaszką kresową. Boczne jego ściany rozrastają się na boki w postaci jakby dwóch coraz większych pęcherzyków. Światło ich tworzy dwie boczne komory, między którymi w płaszczyźnie symetrii mózgu leży komora tzw. nieparzysta, czyli Monrogo. Światło jej łączy się otworami międzykomorowymi z komorami bocznymi.

Ściany obu bocznych pęcherzy tworzą tzw. półkule mózgowie, które obrastają części centralne obu pęcherzyków, tzw. wyspy Reila. Rozrastają się one w płaty czołowy, ciemieniowy, skroniowy i potyliczny.

Nierównomierny rozrost na powierzchni prowadzi do tworzenia się zwojów i rowków, które są powierzchniowymi wzniesieniami i zagłębieniami. Poza tym przy rozwoju mózgu powstają głębokie szczeliny, które wgłębiając do środka ścianę półkul, tworzą zaciśnięcia komór mózgowych. Jedna z tych szczelin wgłębia się na każdej z półkul w boczna ścianę mózgu — jej wgłębienie powoduje zapadnięcie bocznej ścianki, które stanowi wspomnianą już wyspę Reila z jądrami substancji szarej wewnątrz.

Od strony wewnętrznej, tj. od strony szczeliny międzypółkulowej, równoległe do krawędzi górnej każdej z półkul wpuklają się dwa równoległe do siebie szczelinowate wcięcia, tzw. szczelina hipokampa i szczelina naczyniówkowa. Ich wpuklenia w światło bocznych komór stanowią tzw. zwój hipokampa, czyli Ammona, a poniżej zwój naczyniówki.

Od tej samej strony międzypółkulowej wpukla się w płat potyliczny szczelina ciemieniowo-potyliczna. Odpowiada jej w potylicznej części komory zwój zwany ostrogą ptasią.

Poszczególne części obu półkul zespalają tzw. spoidła mózgowe: spoidło wielkie mózgu, spoidło przednie i sklepienie mózgowe.

Rozwój opon rdzenia i mózgu (*meninges*).

Już w drugim miesiącu życia śródmacicznego wrasta tkanka mezenchymatyczna między sztywną oprawę chrzęstną, która, jak wiemy, kostnieje potem, a centralny układ nerwowy. Istnienie jej da się stwierdzić między wewnętrzną ścianą kanału kręgowego, wzgl. kości czaszki, a rdzeniem pacierzowym, względnie mózgiem. Ta tkanka mezenchymatyczna wypełnia dość obszerną szczelinę między związkami szkieletu a rdzeniem, względnie mózgiem. U podstawy mózgu pojawia się tkanka mezenchymatyczna wprzód niż po bokach i pod dachem czaszki. Pod względem histologicznym komórki tkanki mezenchymatycznej okolordzeniowej charakteryzują krótkie wypustki i coraz bardziej skupiona zwartość tych elementów, zwłaszcza leżących przy kościach.

Warstwa powierzchniowa tej tkanki zachowuje się odmiennie w obrębie czaszki niż w obrębie rdzenia. W czaszce jeszcze w życiu zarodkowym zrasta się ta warstwa zbita z wewnętrzną ochrzęstną, względnie okostną czaszki, tak że tzw. *opona twarda* (*dura mater*) stanowi tu równocześnie warstwę wewnętrzną okostnej. Inaczej w kanale kręgowym. Już w okolicy wielkiego otworu potylicznego następuje rozszczepienie tej błony na dwie blaszki: zewnętrzną, która wyściela kanał kręgowy kostny i wewnętrzną, która jak worek otacza dokola rdzeń pacierzowy na całej jego długości.

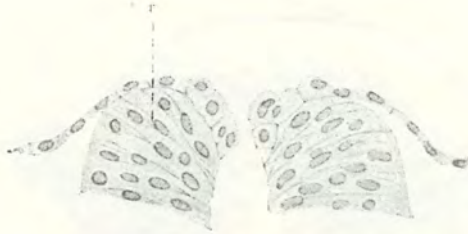
Reszta tkanki mezenchymatycznej, mająca początkowo budowę galaretowatą, ulega potem rozluźnieniu. Pod oponą twardą powstają wtedy przestrzenie limfatyczne, tworząc szczelinę, zwaną *szczeliną podoponową* (*cavum subdurale*). Pod nią wyróżnicowuje się cieniutka warstewka tkanki łącznej, tzw. *opona pajęczą* (*mater arachnoida*). Jeszcze obszerniejsza *szczelina*, tzw. *podpajęczą* (*cavum subarachnoidale*), powstaje pod oponą pajęczą. Tkanka mezenchymatyczna, przylegająca już do powierzchni układu nerwowego, tworzy tzw. *oponę mięką* (*pia mater*), która się trzyma ściśle powierzchni rdzenia, względnie mózgu, wchodząc w każde ich zagłębienie. Błona ta mocno unaczyniona doprowadza naczynia krwionośne do mózgu.

Organizacja nerwów obwodowych.

1. Uwagi wstępne. Tworzenie zwojów międzykręgowych.

Wiemy, że w budowie nerwów biegnących do obwodu dadzą się wyróżnić różne składniki, a więc ruchowe i czuciowe. Nerwy ruchowe biorą początek i mają swe ośrodki w obrębie układu centralnego, jak np. w rdzeniu, natomiast nerwy czuciowe mają swe ogniska centralne poza rdzeniem, mianowicie w obrębie zwojów międzykręgowych.

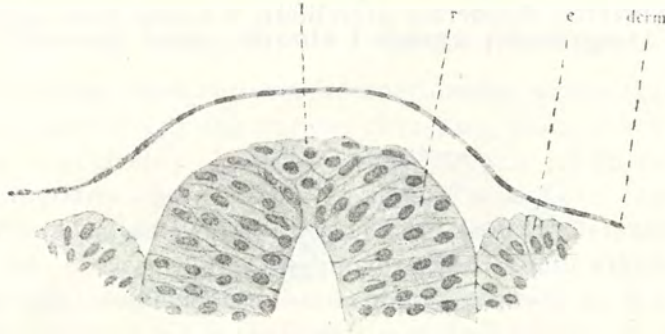
Zwoje międzykręgowe powstają w bardzo wczesnych okresach rozwojowych; u zarodków ludzkich 3-mm. w okresie zamykania się cewki nerwowej. W okresie poprzedzającym jej zamknięcie widać na granicy, w której zewnętrzna ektoderma przechodzi w brzegi zamykającej się ry-



Ryc. 668. Przekrój przez grzbietową część rynienki rdzeniowej zarodka ludzkiego długości 2,5 mm. *r* — zawiązek cewki rdzeniowej. Według *Lenhosséka z Bromana*.

nienki rdzeniowej, energiczne rozmnażanie się komórek ektodermalnych, czego wynikiem jest wytworzenie się na tych brzegach dwóch grup elementów komórkowych (Ryc. 668). Są to komórki okrągławe różniące się od walcowatych składników rynienki rdzeniowej nie tylko kształtem, ale też jasnym wyglądem. Komórki z przeciwnych brzegów rynienki jednoczą się w listwę klinowatą, która jakby zamyka od góry niedomkniętą dotąd rynienkę rdzeniową, zamieniając ją tym samym w cewkę rdzeniową (Ryc. 669, 670, 671, 672). Listwa klinowata nosi nazwę grzebienia nerwowego (*crista neuralis*). Biegnie on wzdłuż cewki rdzeniowej jako grzebień nerwowy rdzeniowy (*crista neuralis spinalis*) oraz przechodzi ponad zawiązek mózgu jako grzebień nerwowy mózgowy (*crista neuralis cerebralis*). Z listwy grzebieniowej, która powstała ze złączenia dwóch grup komórek i stała się grzebieniem nieparzystym, wywędrowują komórki na dwie strony tego grzbietowego zamknięcia cewki nerwowej. Cewka ostatecznie zamyka się bez udziału grzebienia, a komórki, które wywędrowały, układają się w dwa pasma biegnące równolegle po obu stronach cewki rdzeniowej. Początkowo jednociągłe, rozczłonkują się potem te nerwowe już obecnie parzyste listwy na oddzielne węzły komórek, które układają się w miejscach odpowiadających później przestrzeniom międzykręgo-

wym. Są to obecnie zwoje nerwowe międzykręgowo (Ryc. 639 Z. M. i ryc. 640 Z. M.). Także listwa grzebieniowa, która powstała w obrębie części mózgowej centralnego układu nerwowego, tworzy — po wywędrowaniu na obie strony zawiązka mózgu — wyodrębnione zwoje nerwowe, których szeregi przerywa po obu stronach zawiązek narządu słuchowego. Dwa zwoje, leżące od przodu przed pęcherzykiem usznym, tworzą zwój półksiężycowaty nerwu trójdzielnego (*ganglion semilunare nervi trigemini*) i zwój słuchowo-twarzowy (*ganglion acustico-faciale*); natomiast zwoje leżące w tyle poza pęcherzykiem dają początek zwojom 9-tej i 10-tej pary nerwów mózgowych: n. językowo-gardłowego i n. błędnego.



Ryc. 669. Przekrój górnej części cewki rdzeniowej zarodka ludzkiego dług. 2,5 mm (przecięty na innym poziomie niż przekrój na rycinie poprzedniej). *derm* — ektoderma *e* — somit, *l* — związek zwojów międzykręgowych, *r* — związek cewki rdzeniowej. Według *Lenhosséka z Bromana*.

Komórki mieszczące się w zwojach nerwowych można podzielić na dwie kategorie. Są to komórki zrębowe (tzw. glioblasty), które tworzą pochewkę zwoju i komórki twórcze nerwowe, tzw. neuroblasty. Z komórek neuroblastycznych powstają zwykle komórki nerwowe, elementy przeznaczone do budowy układu sympatycznego oraz komórki o dużym powinowactwie do chromu, tzw. komórki parasympatyczne.

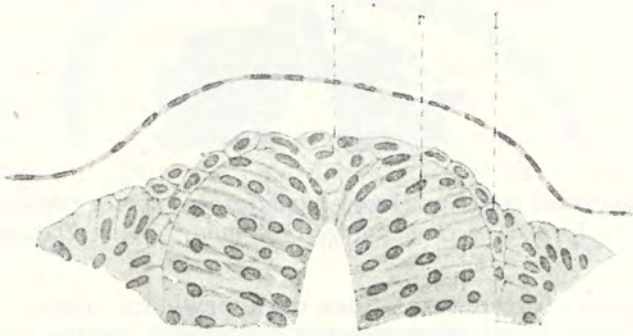
Komórki układu sympatycznego i parasympatycznego wywędrowują potem ze zwojów nerwowych do dalszych terenów, gdzie dwa te układy mają się rozwijać z tego materialu¹⁾, natomiast w zwojach pozostają komórki nerwowe właściwe. Komórki te przybierają charakter dwubiegunowych. Początkowo wprawdzie wykazują jedną wypustkę odchodzącą od komórki, ale polega to na złączeniu się dwóch wypustek w początkowych odcinkach. Rozchodzą się one potem, nadając komórce wyraźnie dwubiegunowy charakter. Jedna gałąź biegnie do układu nerwowego centralnego, druga jako nerw czuciowy do obwodu ciała.

¹⁾ Odmienne poglądy Szantrocha i innych omówimy poniżej.

2. Zasady tworzenia nerwów obwodowych i ich stosunek genetyczny do centralnego układu nerwowego.

Nerwy odchodzące od cewki rdzeniowej. Nerwy ruchowe odchodzą od komórek nerwowych ruchowych, znanych jako tzw. korzonki przednie rdzenia. Z rdzenia wychodzą one początkowo równomiernie, nie segmentalnie, potem jednak zbierają się w wiązki, które zdążają metamerycznie przez mezenchymę do poszczególnych miomerów. Widać to już w początkowych okresach rozwoju.

Nerwy czuciowe mają, jak pisaliśmy, początek w zwojach



Ryc. 670. Przekrój górnej części cewki rdzeniowej zarodka ludzkiego dług. 2,5 mm (przecięty na innym poziomie, niż przekroje na rycinach poprzednich). *l* — związek zwojów międzykręgowych, *r* — związek cewki rdzeniowej. Według *Lenhosséka z Bromana*.

międzykręgowych. Słyszeliśmy już, że z każdej z typowych komórek nerwowych, mieszczących się w zwojach wychodzą dwie wypustki: jedna biegnie do rdzenia, druga jako nerw czuciowy do obwodu. Kategoria pierwsza to włókienka idące od mnóstwa tych komórek szeregiem i nie wykazujące żadnej metamerii. Inaczej jest z włóknami zdążającymi do obwodu: układają się one w wiązki, które od razu po odejściu od zwojów wykazują układ metameryczny.

Tak ugrupowane włókna czuciowe biegną ku korzonkom przednim, a więc ku nerwom ruchowym i zespalają się z nimi, tworząc nerw mieszany, zawierający zarówno włókna czuciowe jak i ruchowe. Ten pień (*nervus spinalis*) jest stosunkowo krótki, tzn. że nieco już dalej nerw mieszany dzieli się na następujące gałęzki: 1) gałąź grzbietową czyli tylną (*ramus dorsalis sive posterior*) słabszą i zdążającą do skóry i mięśni grzbietu poprzez tkanę mezenchymatyczną między mięśniami; 2) gałąź brzuszna czyli przednią (*ramus ventralis sive anterior*), unerwiająca mięśnie i skórę przedniej części ciała. Nie tylko tułów, ale i obie pary odnóży otrzymują z gałęzki przednich zarówno zaopatrzenie ruchowe w postaci rozgałęzień zdążających do mię-

śni, jak też zaopatrzenie skóry gałązkami czuciowymi. Od gałązki brzusznej odchodzi mniejsza gałązka, tzw. trzewiowa, czyli łącząca (*ramus visceralis sive communicans* — ryc. 640 G. Ł.), która kieruje się ku korzeniowi krezki zaopatrując trzewia i dochodzi również do przewodu pokarmowego, oddechowego, moczopłciowego, a także do układu naczyniowego. Organizacja układu nerwowego współczulnego przemawia za tym, że ta gałązka ma za zadanie utrzymanie łączności między nerwami rdzeniowymi a układem współczulnym.



Ryc. 671. Grzbietowa część przekroju poprzecznego przez okolice przednercza zarodka drętwy, *Torpedo ocellata*, długości 4 mm. Według *Dohrna z Hertwiga*.

Gałązki nerwowe przeznaczone do unerwienia odnóży są odgałęzieniami gałęzi brzusznych i tworzą tzw. sploty (*plexus*), a mianowicie splot ramieniowy (*plexus brachialis* — ryc. 588) oraz dla odnóży dolnych splot lędźwiowo-krzyżowy (*plexus lumbosacralis*). Znamioną cechą tworzenia tych splotów jest zbieżność poszczególnych gałęzi nerwowych, na które składają się nerwy idące z szeregu odcinków nerwowych, a które schodzą się i tworzą wspólny pień. Splot ramieniowy, który powstaje już w 4-tym tygodniu, jest genetycznie starszy niż splot odnóży dolnego, organizujący się dopiero w 2-gim miesiącu życia zarodkowego. W celu utworzenia splotu ramieniowego łączą się po obu stronach 4 gałęzie dolnych metamerów szyjnych oraz jednego piersiowego; splot lędźwiowo-krzyżowy powstał z gałęzi pięciu członów lędźwiowych i trzech krzyżowych.

Wszystko, co mówiliśmy o utworzeniu się układu nerwowego obwodowego, odnosi się do nerwów rdzeniowych. Pragnę jeszcze poświęcić parę słów powstawaniu nerwów mózgowych.

Mówiąc o tworzeniu się zwojów nerwowych zwracałem uwagę (por. str. 349) na tworzenie się ich nie tylko wzdłuż rdzenia, ale także wzdłuż części tylnej mózgu i to najpierw jako tzw. grzebienia mózgowego (*crista neuralis cerebri*). Mówiłem już powyżej (por. str. 350) o ośmiu zwojach, które układają się w dwa szeregi, a każdy z nich rozdzielony jest przez zawiązek pęcherzykowaty narządu słuchowego.

Omawiania szczegółowo pochodzenia i przebiegu wszystkich nerwów mózgowych nie widzę potrzeby. Te rzeczy należą raczej do anatomii układu nerwowego. Wystarczy nam tylko kilka ogólnych uwag. Cha-

rakter czysto zmysłowy ma część nerwów, a więc nerw węchowy (*n. olfactorius*), nerw wzrokowy (*n. opticus*) i nerw słuchowy i równowagi (*n. stato-acusticus*). Nerwy te zawierają włókienka wychodzące z komórek nerwowych rozmieszczonych w narządach odbiorczych, np. w błonie śluzowej nosa (por. str. 396), w siatkówce oka, wreszcie w narządach percepcji równowagi (*maculae staticae* et *cristae ampullares*) oraz narządzie Cortiego. Gałązki te biegną potem do odpowiednich ośrodków.

Drugi dział stanowią nerwy czysto ruchowe, tu należą: nerw okoruchowy (*n. oculomotorius*), boczkiowy (*n. trochlearis*), odwodzący (*n. abducens*) i podjęzykowy (*n. hypoglossus*). Ich ośrodki leżą w różnych miejscach mózgu, a gałązki kończą się w mięśniach głowy (oczne, przelykowe).

Wreszcie trzeci dział stanowią nerwy mózgowo mieszanne. Części ich motoryczne pochodzą z jąder substancji szarej, leżących w mózgu, natomiast włókna czuciowe powstają z wyżej omówionych zwojów nerwowych (patrz str. 350). Do tego działu należą: nerw trójdzielnny (*n. trigeminus*), twarzowy (*n. facialis*), językowo-gardłowy (*n. glosso-pharyngeus*), błędny (*n. vagus*) i dodatkowy (*n. accessorius Willisii*).

3. Rozwój układu nerwowego wegetatywnego, czyli współczulnego (*n. sympathicus*).

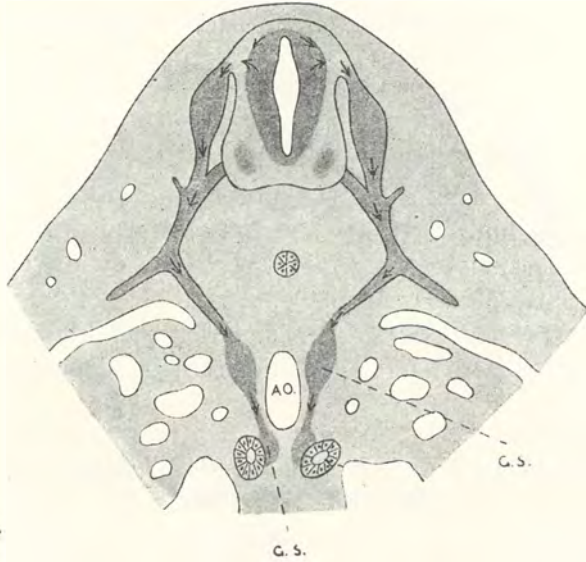
Sprawa powstawania nerwu współczulnego nie jest jeszcze dotychczas zupełnie wyjaśniona. W pracach na ten temat ścierają się dwa zasadniczo odmienne poglądy. Według jednych zapatrywań układ współczulny jest pochodzenia ektodermalnego i wiąże się genetycznie z ko-



Ryc. 672. Grzbietowa część przekroju poprzecznego przez okolice tułowia zarodka dręty, *Torpedo ocellata*, długości 4 mm. Według Dohrna z Hertwiga.

mórkami pomieszczonymi przejściowo w obrębie zwojów kręgowych (*ganglia spinalia*). Drugi pogląd, którego przedstawicielem jest w ostatnim szeregu swoich prac Szantroch, uznaje pochodzenie mezodermalne tego układu.

Według hipotezy pierwszej, uznawanej jeszcze dotąd przez ogromną większość embriologów, w zwojach międzykręgowych mieszczą się komórki o charakterze elementów nerwowych, które są predeterminowane do tworzenia układu wegetatywnego (por. str. 350), są to tzw. sympatoblasty. Komórki według tej hipotezy (Ryc. 673), wywędrowują z tych zwojów w końcu pierwszego miesiąca życia zarodkowego, posuwając się wzdłuż

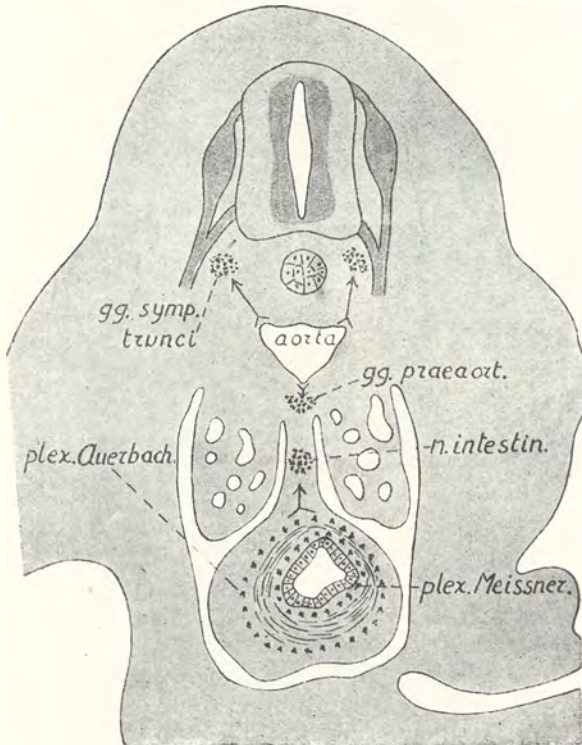


Ryc. 673. Schemat przedstawiający wywędrowywanie neuroblastów z grzbietowej części centralnego systemu nerwowego dla wytworzenia różnych zwojów układu sympatycznego. AO. — aorta, G. S. — ganglion sympatyczne. Według Kuntza.

korzonków tylnych do nerwu rdzeniowego, gdzie dołączają się także komórki, które pochodzą z rogów przednich. Dalszą ich wędrówkę wytycza gałąź brzuszna nerwu, skąd te sympatoblasty przenoszą się na teren leżący od przodu przed trzonami kręgów w pobliżu brzusznego odcinka aorty (Ryc. 673). Grupy tych komórek układają się wzdłuż przebiegu kręgosłupa. Komórki te mają charakter dwubiegunowy: jedne ich wypustki biegną dogłowowo, drugie doogonowo. Wypustki grup sympatoblastycznych leżących poza sobą łączą się wzajemnie. Zgięta lukowato postawa zarodka zbliża do siebie te grupy elementów, które, jak wspominałem, łączy z sobą pasmo obustronnie wytwarzanych wypustek. Powstaje w ten sposób parzysty sznur nerwu wegetatywnego, biegnący przy kręgosłupie i aortach parzystych od okolicy szyjnej do części ogonowej zarodka (Ryc. 675). Jak z opisu jego rozwoju wynika, każdy z tych sznurów złożony jest z łańcucha grup komórek złączonych pasmami łączącymi (*rami internodiales*).

Według drugiej hipotezy, mającej też znaczną liczbę zwolenników, bronionej i uzasadnianej obecnie na podstawie gruntownych badań

Szantracha, komórki biorące udział w wytwarzaniu nerwu współczulnego są przynajmniej w większości pochodzenia mezenchymatycznego (Ryc. 674). Mogą więc one różnicować się w miejscu, w którym znajdowały się komórki mezenchymatyczne, i tworzyć elementy sympatoblastyczne tak dobrze, jak tworzą się w innych przypadkach komórki mięsne z elementów mezenchymatycznych. Tak więc według tej hipotezy



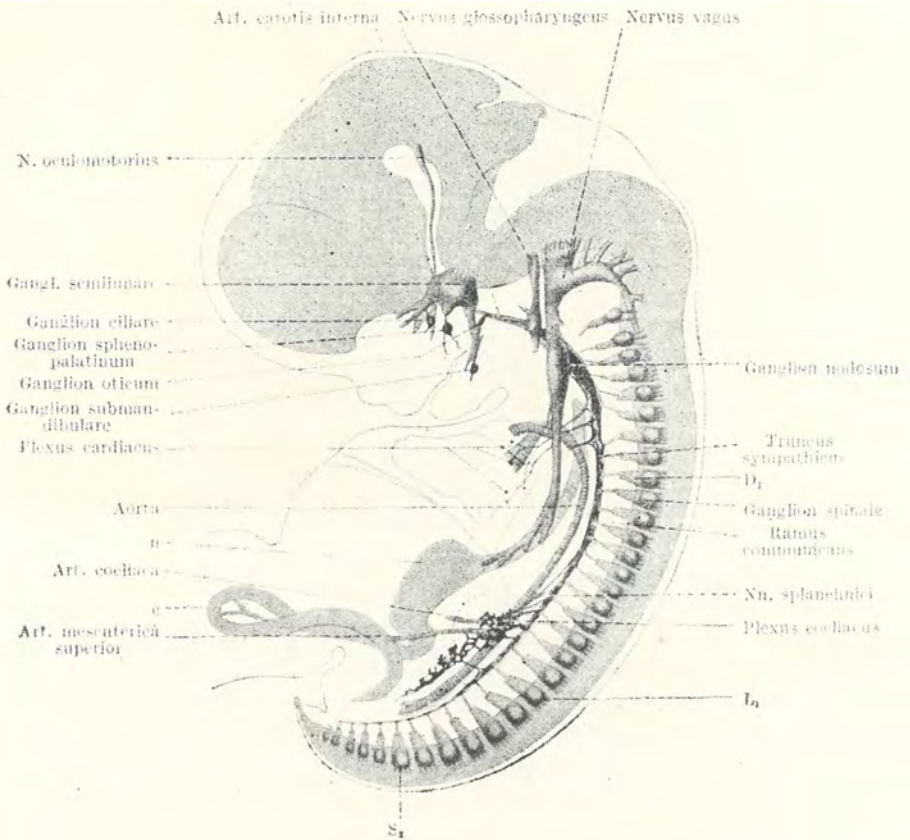
Ryc. 674. Schemat powstawania układu współczulnego z elementów mezenchymatycznych, rozmieszczonych dokola trzewiów i naczyń. Według Szantracha.

tezy materiału do utworzenia układu współczulnego dostarczyć ma mezoderma ścienna (*splanchnopleura*).

Słyszeliśmy, że sznury główne nerwu współczulnego biegnąc wzdłuż kręgosłupa przechodzą przez cały prawie organizm. W różnych okolicach ciała wytwarzają się drugorzędne sznury układu współczulnego. W myśl hipotezy ektodermalnego pochodzenia tego układu tłumaczymy genezę tych sznurów wywędrowywaniem komórek z pierwszorzędnych splotów, przesuwaniem ich w inną okolicę ciała, w której układają się mają w grupy drugorzędne. Grupy te łączą się potem ze sobą i ze sznurkiem pierwszorzędnym wypustkami, względnie włóknkami nerwowymi. Tak powstawałyby nerwy współczulne aorty, tętnicy szyjnej, wewnątrz-

ności jelitowych, tętnicy kręzkowej, nadnercza, macicy i innych. W ten sam sposób powstawałyby z 2-gorzędnych splotów sploty 3-ciorzędne.

Oczywiście w świetle hipotezy o pochodzeniu mezodermalnym nerwu współczulnego tworzenie komórek współczulnych wynikałoby



Ryc. 675. Rekonstrukcja układu nerwu współczulnego u zarodka ludzkiego długości 16 mm. D_1 — pierwszy zwój grzbietowy, e — pętla jelita, n — żołądek, L_1 — pierwszy zwój lędźwiowy, S_2 — drugi zwój krzyżowy. Według *Fischla*.

z różnicowania na miejscu komórek mezenchymatycznych w elementy o charakterze nerwowym (sympatoblastycznym).

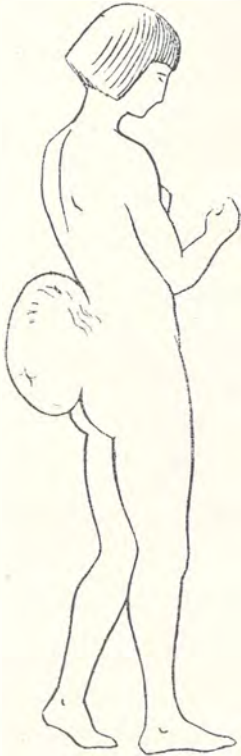
Rozstrzygnięcie definitywne, która z tych hipotez odpowiada rzeczywistości, czy hipoteza pochodzenia ektodermalnego, czy mezodermalnego, wzgl. mezenchymatycznego, czy obie (to znaczy, że obu sposobami mogą równocześnie powstawać części systemu współczulnego), jest bardzo trudne. Wydaje mi się, że przy dalszym rozwoju metody barwienia lokalnego «in vivo» składników twórczych tego narządu dałoby się może najbardziej pozytywnie rozstrzygnąć to zagadnienie.

ZBOCZENIA ROZWOJOWE UKŁADU NERWOWEGO CENTRALNEGO

Zboczenia rozwojowe w obrębie układu nerwowego mogą polegać na zatrzymaniu rozwoju w różnych jego okolicach i w różnych stadiach zarówno w rdzeniu jak i w mózgu.

Drugą kategorię zbroczeń stanowią szczeliny wytworzone przez niezamknięcie cewki nerwowej, która przedstawia się wtedy jako rynienka albo spłaszczona płyta podłużna. Ta nieprawidłowość rozwojowa nosi nazwę *szczeliny grzbietowej* (*rachischisis* — ryc. 676). Niezamknięcie rynienki nerwowej może obejmować cały rdzeń (*rachischisis totalis*), albo tylko pewien jego odcinek (*rachischisis partialis*),

co określamy bliżej nazwą danego odcinka (szyjna, piersiowa, lędźwiowa, krzyżowa). Na dnie rynienki czy płytki można stwierdzić tkankę w postaci cienkiej błony, stanowiącą szczątkową część rdzenia z licznymi nieraz rozszerzonymi naczyniami.



Ryc. 677. *Spina bifida* połączona z *myelocystomeningocèle*. Wg Froriepa i Förstera ze Schwalbego, częściowo zmodyfik.



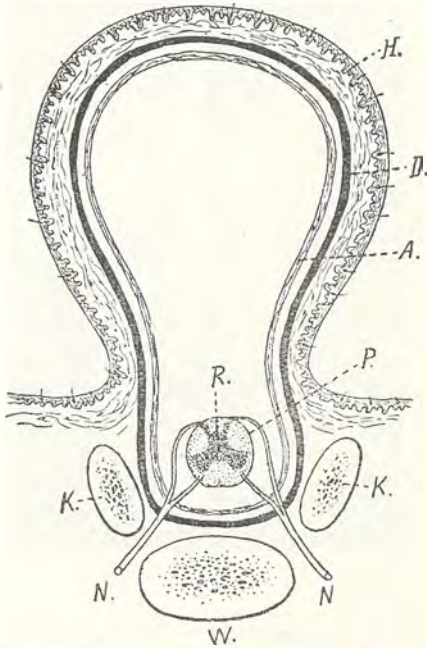
Ryc. 676. *Rachischisis*. Ze zbiorów zakładu biologiczno-embriol. U. J.

W niektórych przypadkach tych zbroczeń da się wykazać, zwłaszcza przy całkowitych szczelinach, brak rozwiniętego rdzenia (*amyelia*), przy czym możliwe jest utrzymanie zwojów nerwowych. W największej liczbie przypadków tym nieprawidłowościom rdzenia towarzyszy brak rozwiniętych łuków w kręgach grzbietowych, albo też ich niepełny rozwój, przez co kanał przeznaczony na rdzeń pozostaje otwarty od strony grzbietowej.

Dalszą nieprawidłowością może być *przepuklina rdzenia* (*myelocèle* — ryc. 677), o ile między rdzeniem a oponami gromadzi się płyn po stronie zwróconej ku trzonowi kręgu, który przesuwa płytę nerwową ku stronie grzbietowej, tworząc w ten sposób rodzaj guza wypuklającego skórę. Czasem guz ten ma charakter torbieni ograniczonej dokoła (*myelocysta*), albo przepukliny rdzeniowo-oponowej (*myelocystomeningocèle*).

Wreszcie do tej kategorii zbroczeń rozwojowych, a więc szczelin grzbietowych (*rachischisis* vel *spina bifida*) zalicza się *przepuklinę oponową* (*meningocèle*), w której ściśle biorąc rdzeń nie przyjmuje udziału; zmiany wtedy odnoszą się tylko do opon,

a przepuklina umiejscawia się najczęściej w okolicy lędźwiowej lub krzyżowej. Komplikacje z innymi zaburzeniami są tu stosunkowo najrzadsze; w miejscu jednak, gdzie szczelina ustala się na skórze, znamieny jest mocny zarost włosów (*hypertrichosis*). I tu jak w poprzednio opisanych szczelinach nie wytwarzają się łuki kręgowe, a w miejscu pod skórą porosłą włosami uwydatnia się mocne nieraz wypuklenie (Ryc. 678). Powoduje je między



Ryc. 678. Przekrój przez *meningocele*. Przestrzeń wypełniona płynem znajduje się między *pia* i *arachnoidea*. A. — *arachnoidea m.*, D. — *dura m.*, H. — skóra, K. — łuki kręgu, N. — nerwy, P. — *pia m.*, R. — rdzeń, W. — trzon kręgu. Według Schwalbego.

Zachowanie się mózgu przy całkowitym braku czaszki wykazuje daleko idące objawy zwyrodnienia, tak że w istocie rzeczy jest niemal brak mózgu (*anencephalia*) — zбочenie analogiczne do znanego już nam braku rdzenia (*amyelia*). Na dnie czaszki widać tkankę gąbczastą, jamistą, stanowiącą podkład poduszkowaty. Badanie mikroskopowe wykazuje zupełny brak komórek nerwowych i ependymatycznego wysłania jam, a tylko włókna glii i komórki niedokształcone, które rozrastają się w mnóstwo kosmków, fałdów, woreczków. Mimo tego makroskopowego stanu ośrodków podstawy mózgu czasem dają się stwierdzić mikroskopowo gałązki nerwowe, które potem jednak ulegają zwyrodnieniu.

Takie zбочenia w rozwoju układu mózgowego sprowadzają najczęściej już w parę godzin po urodzeniu noworodków zejście ich śmiertelne.

Gdy w czaszce mamy tylko mniejsze ubytki (*mesocrania*), towarzyszyć im mogą miejscowe zwyrodnienia mózgu z równoczesną przepukliną móz-

gami uwydatnia się mocne nieraz wypuklenie (Ryc. 678). Powoduje je między oponą miękką (*pia mater*) a oponą pajęczą rdzenia (*mater arachnoidea*) i twardą, nagromadzenie cieczy przesączonej np. z naczyń krwionośnych opon. Ciecz gromadzi się głównie po stronie grzbietowej rdzenia, ale może też otaczać go dookoła.

Zaburzenia w zamknięciu płyty nerwowej w obrębie głowy.

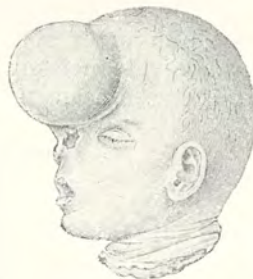
Nieprawidłowości, które omówiliśmy w rozwoju rdzenia, mogą powstawać w analogiczny sposób przy rozwoju mózgu. Zбочeniom rozwoju mózgu embrionalnego towarzyszą nieprawidłowości rozwoju czaszki, podobnie jak przy zбочeniach rozwoju rdzenia stwierdziliśmy ubytki kręgow.

Spomiędzy szczelin rozwojowych czaszki (*cranoschisis*) najdalej posuniętym typem jest brak dachu czaszki (*acrania*), który może być całkowity lub częściowy. Całkowity brak dachu czaszki (*holoacrania*) wykazuje brak kości ciemieniowych i czołowych, natomiast częściowy brak dachu czaszki (*meroacrania*) zaznacza się ubytkami kości w linii strzałkowej dachu czaszki.

gową (*encephalocèle*), w której skład wchodzi także mogą opony, tworząc wtedy tzw. przepukliny mózgowo-oponowe (*encephalomeningocele*¹⁾ — ryc. 679). Wreszcie, gdy w worku przepuklinowym nagromadzi się płyn zamknięty, mówimy o przepuklinie mózgowej torbielowej (*encephalocystocèle*).

Zależnie od umiejscowienia ubytków kostnych zbroczenia mózgowo-przepuklinowe układają się w okolicy czołowej, ciemieniowej lub potylicznej.

Momenty przyczynowe tych zbroceń rozwojowych, zarówno rdzenia jak mózgu, nie są dotąd wyjaśnione. Hipotezy odnośnie starały się rozstrzygnąć, czy zmiany pierwotne dotyczą się tworów mezenchymatycznych i ujawniają się zaburzeniami szkieletu, czy też zawiązka układu nerwowego. Prawdopodobniejsze jest przypuszczenie drugie. Według D a r e s t e'a anomalie te mają pozostawać w związku z pewnego rodzaju ciasnym przyleganiem błony jagnięcej do zarodka, co przeszkadzałoby zamknięciu rynienki rdzeniowej. Inni autorowie sądzą, że pewne czynniki mechaniczne lub termiczne mogą — przez działanie w różnych stadiach — spowodować niedomknięcia cewki nerwowej, które są podstawą tych dalszych zaburzeń.



Ryc. 679. *Encephalomeningocele nasofrontalis*. Według Zieglera ze Schwalbego.



Ryc. 680. *Microcephalia* (60-letni mężczyzna; mógł mówić, miał jednak inteligencję silnie obniżoną) Według Cunninghama i Telforda Smitha z *Bromana*.

Dalszą grupą zbroceń rozwojowych są zatrzymania rozwoju różnych części składowych mózgu, a więc mózdzku, półkul mózgowych, spoidła wielkiego, które mogą albo zupełnie się nie rozwinąć, albo utworzyć twór szczątkowy w tylnym odcinku, podczas gdy przednia część jest rozwinięta prawidłowo.

Zahamowanie rozwoju i rozrostu półkul mózgowych jest podstawą tzw. małogłowej budowy czaszki (*microcephalia* — ryc. 680). Przy zbyt małej jej pojemności utrzymanie prawidłowego życia jest niemożliwe. Jeśli jednak rozwój był mniej zahamowany, życie może utrzymać się z ograniczeniem do czynności wegetatywnych. Waga mózgu może schodzić poniżej połowy prawidłowego jego ciężaru. (Prawidłowy mózg waży około 1.500 do 1.700 gramów).

W o d o g ł o w i e. (*hydrocephalus*) polega na nagromadzeniu płynu

¹⁾ Analogiczne przepukliny rdzenia poznaliśmy w uwagach poprzednich (por. str. 357).

mózgo-rdzeniowego lub wysiękowego w komorach mózgowych. Może być wodogłowie wewnętrzne (*hydrocephalus internus*), albo też między oponą miękką a pajęczą wodogłowie zewnętrzne (*hydrocephalus externus*). Przy wodogłowiu wewnętrznym, gdy płyn wydzielony przede wszystkim przez spłot chorioidalny gromadzi się w dużej ilości, następuje zwyrodnienie uciskowe ścian komór mózgowych: stają się one coraz cieńsze, tak że czasem pozostaje tylko nabłonek ependymatyczny.



Ryc. 681. *Hydrocephalus*. Ze zbiorów zakładu anatomii patolog. U. J.

Przy wodogłowiu objętość czaszki zwiększa się bardzo poważnie (Ryc. 681). Odnosi się to prawie wyłącznie do puszkii kostnej otaczającej mózg, a nie do kości twarzy. Jeśli to powiększenie dokona się już w życiu płodowym, stanowi ono poważną przeszkodę porodową. Duża liczba noworodków ginie w czasie porodów, ale nawet te, które pozostały przy życiu, umierają w początkowych latach okresu dziecięcego.

Przy zewnętrznym wodogłowiu płyn nagromadzony między oponą twardą a pajęczą wywiera ucisk od zewnątrz na ścianę komór; wleady rozszerzenia komór się nie stwierdza.

X. ROZWÓJ NARZĄDÓW ZMYSŁOWYCH

Organizm, żyjąc w obrębie świata zewnętrznego, czerpie zeń stale podniety w postaci zmian natężeń energetycznych, co nazywamy bodźcami. Zależnie od jakości energii, która w danym momencie oddziałuje na ustrój, podniety mogą być bardzo różne. Do ustrojów wyżej zorganizowanych, których składniki ulegały zróżnicowaniu różnokierunkowemu, podniety świata zewnętrznego dostają się za pośrednictwem różnie ukształtowanych narządów, tzw. narządów zmysłowych. Zależnie od jakości energii oddziałującej na ustrój jako podnieta, bodźce są przyjmowane przez odmiennie zróżnicowane narządy zmysłowe, — a więc podniety świetlne przez narząd wzrokowy, głosowe przez narząd słuchowy, chemiczne przez narząd węchowy czy smakowy i mechaniczne przez narząd dotyku.

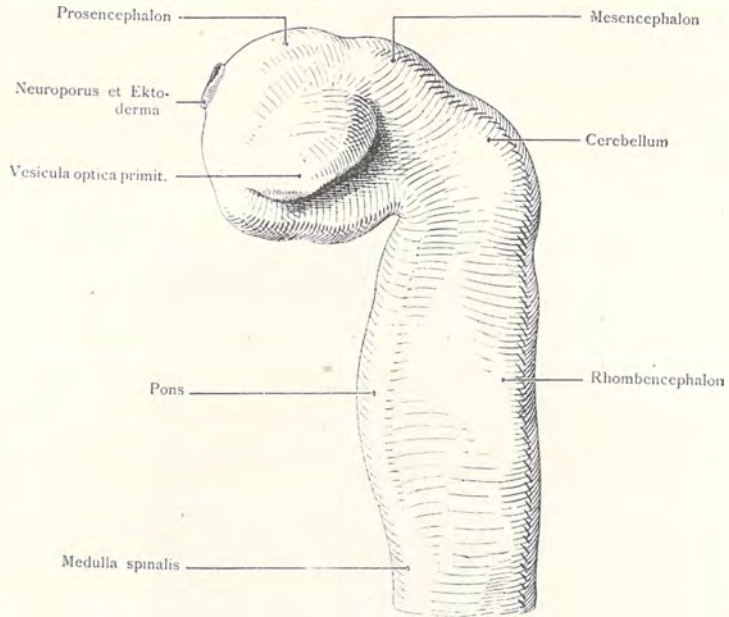
Wszystkie te narządy zmysłowe pozostają w ścisłej łączności z układem nerwowym, którego zadaniem jest przewodzenie otrzymanych wrażeń do centralnego układu nerwowego, względnie pośrednictwo przy wywoływaniu reakcyj różnych narządów po zadziałaniu podniety.

Ustrój embrionalny, będąc wcielony w ustrój matki, styka się bezpośrednio z podnietami świata zewnętrznego stosunkowo mało, niemniej jednak narządy zmysłowe zaczynają się rozwijać już w bardzo wczesnych okresach rozwojowych. W niniejszym rozdziale zapoznamy się z biegiem rozwoju poszczególnych narządów zmysłowych człowieka.

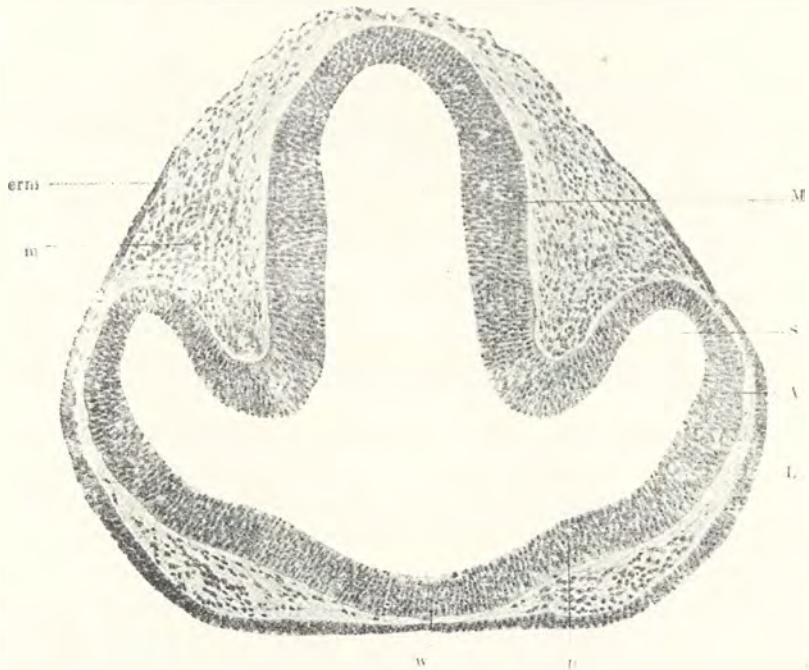
ROZWÓJ NARZĄDU WZROKOWEGO

W rozwoju narządu wzrokowego dadzą się wyróżnić dwa okresy: pierwszy, to tworzenie tzw. kubka wzrokowego, drugi — różnicowanie jego składników i tworzenie innych narządów, które wejdą w usługi narządu wzroku.

Pierwszy okres rozwoju zaczyna się w stadium, gdy mózg w końcu czwartego tygodnia życia zarodkowego składa się jeszcze z trzech pęcherzyków. Najpierwszym objawem początku rozwoju oka jest obustronne wypuklenie pierwszego pęcherzyka mózgowego w okolicy odpowiadającej przyszłemu międzymózgowiu. Ryc. 682 wyobraża mózg wypreparowany z zarodka z tego okresu. Po obu stronach górnej jego części widać te wypuklenia, tzw. pierwotne pęcherzyki mózgowo-



Ryc. 682. Pęcherzyk oczny zarodka ludzkiego długości 3,2 mm. Według rekonstrukcji *Hisa z Kollmanna*.

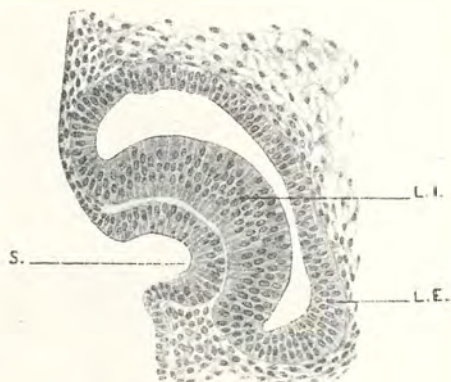


Ryc. 683. Przekrój poprzeczny przez przednią część głowy zarodka ludzkiego długości 4 mm. *A* — pęcherzyk oczny, *erm* — ektoderma, *L* — zawiązek soczewki, *M* — śródmózgowie, *m* — mezoderma głowy, *n* — szypuła oczna, *S* — światło pęcherzyka ocznego, *w* — ściana przodomózdzia. Według *Fischla*.

Wnikają one w obręb tkanki mezenchymatycznej zarodka w kierunku ektodermy. Wypuklenie to stanowi zarazem przedłużenie światła komory mózgowej na obie strony, a światło tych bocznych wypukleń tworzy po obu stronach pierwotne komory oczne (*ventriculi optici* — ryc. 683). Szerokość tych wypukleń nie jest równomierna w ich całym przebiegu. Wypuklenia boczne w części obwodowej, zbliżającej się do ektodermy, rozszerzają się w postać pęcherzyka ocznego (*vesicula optica*), natomiast odcinek wypuklenia łączący ten pęcherzyk z mózgiem, ma wąskie światło i tworzy szypułę oczną (*pediculus opticus*). Wewnątrz szypuły widać światło, tzw. kanał szypuły ocznej (*canalis pediculi*). W miarę rozrastania się zarodka szypuła oczna wydłuża się, a równocześnie pęcherzyk oczny, sięgający do ektodermy, za pośrednictwem kanału wzrokowego łączy światło pęcherzyka z 3-cią komorą mózgową.

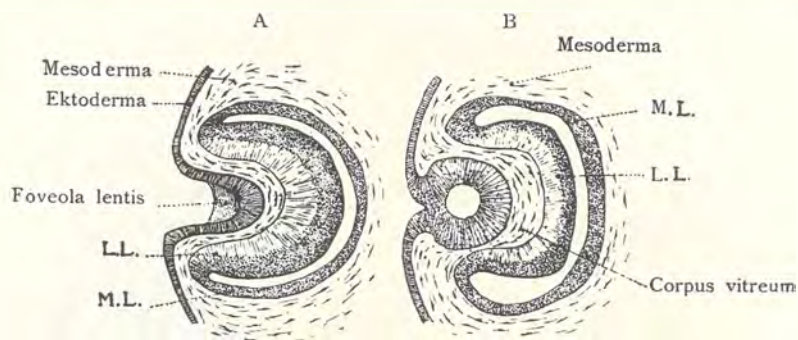
Naprzeciwko pęcherzyka, na sąsiadującej z nim ektodermie pojawia się mocne zgrubienie, które — jak to zobaczymy — jest zawiązkiem przyszłej soczewki oka. W miejscu tym tworzy się zakłęśnięcie ektodermalne (Ryc. 684), które potem wgłębia się w postaci dolka w kierunku ku pęcherzykowi ocznemu.

Tymczasem po szeregu zmian pęcherzyk oczny przetwarza się w tzw. kubek oczny. Odbywa się to tak, że zewnętrzna ścianka pęcherzyka wpukla się w głąb od strony ektodermy zaciskając przez to światło pęcherzyka (Ryc. 684 L.I.). Ścianka pęcherzyka ocznego, leżąca od strony ektodermy (*lamina interna*), zbliża się coraz bardziej do ścianki przeciwległej (*lamina externa* — ryc. 685), a wreszcie układa się na jej powierzchni. W ten sposób pęcherzyk wzrokowy przyjmuje kształt dwuwarstwowego kubka i jako kubek wzrokowy (*cupula optica*) jest już zorganizowanym zawiązkiem narządu wzrokowego. Zaczyna się teraz różnicowanie: zewnętrzna ściana kubka zróżnicuje się w warstwę barwnikową czarną (*tapetum nigrum*), a warstwa wewnętrzna stanie się zawiązkiem siatkówki (*retina*). Obie te warstwy przechodzą w siebie wzajemnie, a miejsce ich zetknięcia stanowi brzeg kubka wzrokowego (*labrum pupillare cupulae opticae* — ryc. 685), czyli tzw. przysłoną źrenicę.



Ryc. 684. Przekrój przez formujący się kubek wzrokowy zarodka myszy. L. E. — *lamina externa cupulae opt.*, L. I. — *lamina interna cupulae opt.*, S. — zagłębienie nablonka ektodermalnego dla utworzenia soczewki. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

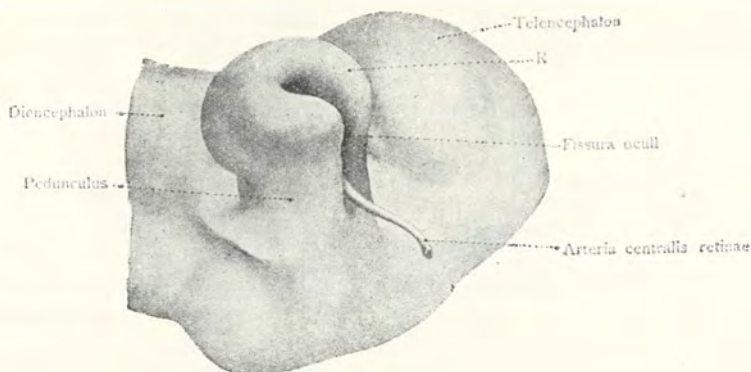
Dalsze zbliżanie się kubka ocznego do ektodermy jest następstwem wyrastania jego brzegu ku przodowi. Ten wzrost nie jest jednak równomierny: dolna część kubka nie rośnie, albo przynajmniej bardzo słabo. Tam też na brzegu kubka wytwarza się jakby szczyrba — jest to tzw. szczelina oczna (*fissura oculi sive cupulae opticae* — ryc. 686).



Ryc. 685. Wytwarzanie się kubka wzrokowego z 2 warstw układających się na sobie, u zarodka ludzkiego. A — stadium wcześniejsze, B — nieco późniejsze (oba z 4-go tygodnia). L. L. — lamina interna, M. L. — lamina externa. Według Köllikera i van Bambeckego z Kollmanna.

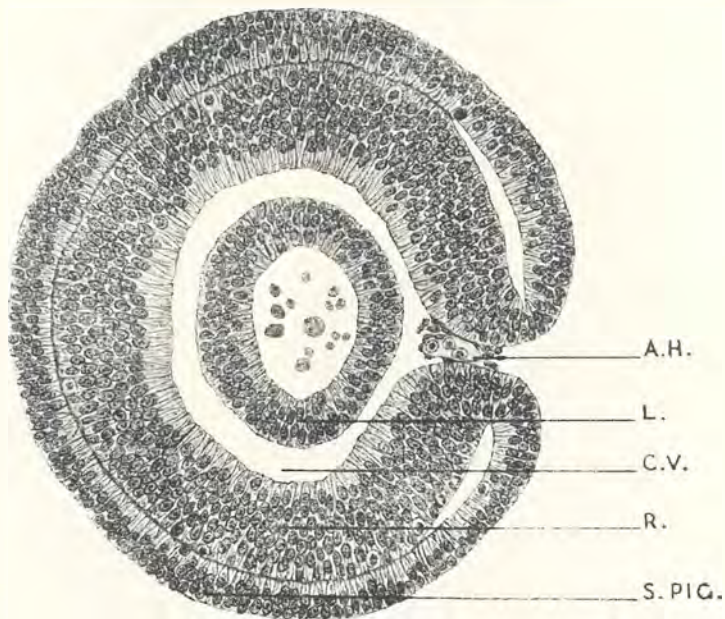
Posuwa się ona coraz mocniej ku tyłowi i dochodzi nawet do szypuły, wytwarzając na jej dolnym brzegu rodzaj podłużnego wpuklenia.

Szczelina ta ma bardzo doniosłe znaczenie. Wzdłuż szypuły wrastają potem włókienka nerwu wzrokowego, a szczelina szypuły tworzy dla nich rodzaj pochwy; włókienka te wytwarzają połączenie między siatkówką a mózgiem (Ryc. 686). Gdyby nie było szczeliny, nie byłoby bezpośredniej komunikacji między siatkówką a wpukleniem szypuły i włókna nerwowe mogłyby dostać się tylko do zewnętrznej warstwy



Ryc. 686. Kubek wzrokowy widziany w całości wraz z częścią sąsiadującego mózgu i z szypułą oczną u zarodka ludzkiego długości ok. 6,9 mm. (Soczewka nie jest wyrysowana). R — brzeg kubka wzrokowego. Według Kollmanna.

kubka, która, jak zobaczymy, stanie się warstwą barwnikową. Do szczeliny ocznej wnika też naczynie krwionośne tętnicze, tzw. tętnica centralna siatkówki (*art. centralis retinae*). Ryc. 687 przedstawia przekrój przez oko zarodka ludzkiego długości 7,5 mm, w okolicy szczeliny ocznej. Na tej rycinie widać przecięty kubek oczny, a na dolnej stronie szczelinę oczną.



Ryc. 687. Przekrój poprzeczny przez kubek wzrokowy zarodka ludzkiego, długości 7,5 mm, na wysokości szczeliny ocznej. A. H. — *arteria hyaloidea*, C. V. — *spatium corporis vitrei*, L. — *lens*, R. — *retina*, S. PIG. — *stratum pigmenti retinae*.

Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

Różnicowanie składników kubka ocznego. Rozwój warstwy czarnego barwnika siatkówki, ciała rzęskowego i siatkówki.

Organizacja warstwy barwnika czarnego.

Rozwój tej warstwy zaczyna się bezpośrednio po powstaniu pęcherzyka ocznego, a więc u zarodka długości około 7 mm. Liczba warstw komórkowych zewnętrznej blaszki kubka zmniejsza się z 2—4 początkowo, do jednej. Wśród plazmy komórek pojawiają się kulki barwnika na razie żółtego, który potem ciemnieje i staje się czarnym. Barwnik ten układa się w komórkach początkowo po stronie zwróconej do siatkówki, potem ilość barwnika zwiększa się tak, że wypełnia on niemal całe ciało plazmatyczne.

Warstwa barwnikowa pokrywa — jak to wiemy z histologii — całą wewnętrzną ścianę kubka ocznego. W sąsiedztwie siatkówki nosi

ona nazwę warstwy barwnika czarnego (*tapetum nigrum*), a bardziej na brzegu kubka w obrębie tzw. ciała rzęskowego — warstwy barwnikowej ciała rzęskowego (*stratum pigmenti corporis ciliaris*), wreszcie w obrębie tęczówki — nazywamy ją warstwą barwnikową tęczówki (*stratum pigmenti iridis*).

Różnicowanie siatkówki

Rozpoczyna się w 2-gim miesiącu życia płodowego. Materiał do jej utworzenia znajduje się w wewnętrznej warstwie (*lamina interna*) kubka ocznego. Dno kubka w obrębie tej warstwy mocno grubieje, komórki nagromadzone tu układają się w parę warstw i stają się zawiązkiem części siatkówki, zwanej siatkówką wzrokową (*pars optica retinae*). Ku przedniej stronie kubka przechodzi część wzrokowa w tzw. część ślepa siatkówki (*pars caeca retinae* — ryc. 688).

Siatkówkę dzieli się na część ślepa (*pars caeca*), leżącą bliżej przedniej części oka i część wzrokową, obejmującą okolice leżącą głębiej w galce ocznej.

W części ślepej wysunięta jest najbardziej ku przodowi tzw. tęczokowa część siatkówki granicząca ze źrenicą (*pars iridica* — ryc. 688), dalej leży odcinek tzw. rzęskowy (*pars ciliaris*), a tzw. brzeg zębaty siatkówki (*ora serrata*) odgranicza siatkówkę ślepa od siatkówki wzrokowej.

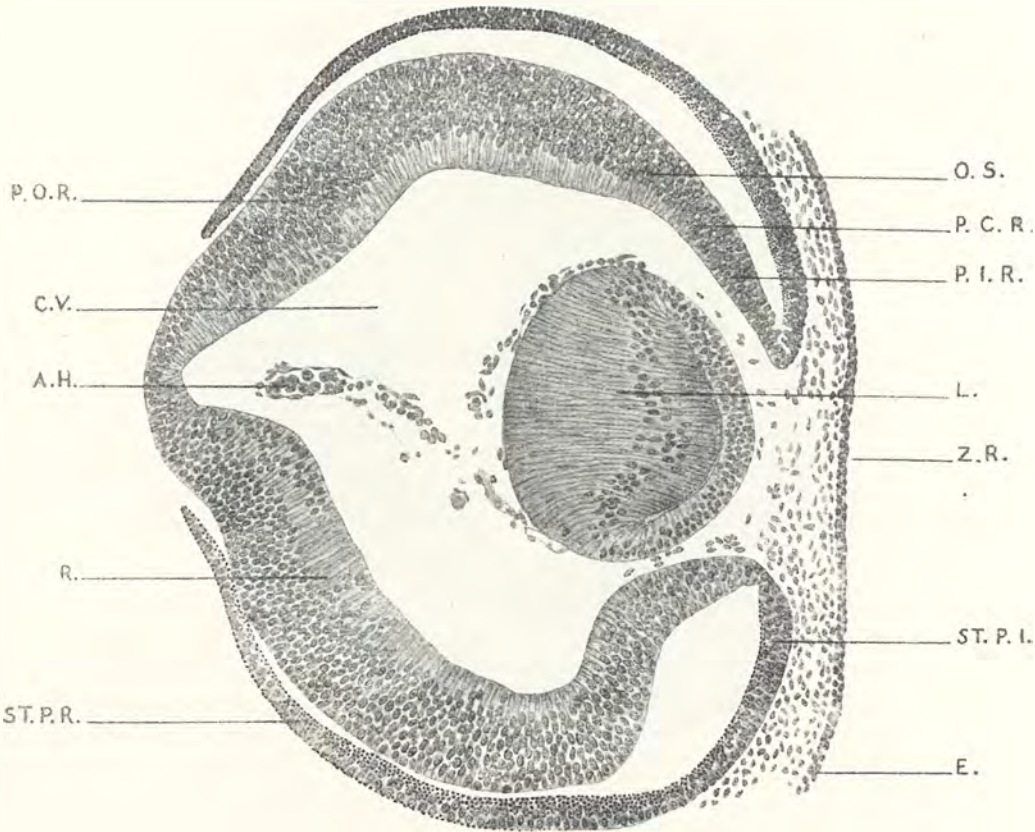
Komórki, stanowiące materiał, z którego zbudowany jest związek siatkówki, mają charakter nabłonkowy. Ze względu na przyszłe losy można wyróżnić w nich dwa rodzaje: jeden typ to komórki neuroblastyczne, a więc mające się różnicować w kierunku nerwowym, drugi — spongioblastyczne, które mają utworzyć zrąb siatkówki. Różnicowaniu w kierunku nerwowym ulegają neuroblasty dopiero w późniejszym stadium.

Początkowo komórki zawiązka siatkówki stanowią pokład wielowarstwowy z ułożeniem jąder po stronie sąsiadującej z zewnętrzną warstwą barwnika czarnego. Ta strona komórek nabłonkowych, która jest zwrócona ku wewnątrz, a więc ku przestrzeni zajętej przez tzw. ciało szkliste, złożona jest z plazmy o wyglądzie jasnym, przezroczystym. Komórki tego nabłonka rozmnażają się energicznie, a liczba jąder w mitozie jest początkowo największa od strony dna kubka wzrokowego.

W miarę jak postępuje różnicowanie, komórki zróżnicowane tracą zdolność podziału. Różnicowanie zaczyna się na dnie kubka i postępuje ku obwodowi, a zatem w kierunku siatkówki tęczokowej. Toteż po pewnym czasie, gdy na dnie kubka zróżnicowały się komórki, nie spotka się tam mitoz, natomiast widać je w części ślepej siatkówki, od późniejszego brzegu zębatego aż do części tęczokowej.

Wskutek rozmnażania się komórek zwiększa się ilość warstw w siatkówce wzrokowej. Nie będziemy tu opisywać różnicowania po-

szczególnych warstw siatkówki. Chcę tylko ogólnie parę słów powiedzieć o tym. Na powierzchni zewnętrznej od strony warstwy barwnikowej i na wewnętrznej od strony przestrzeni ciała szklanego powstają bardzo cienkie warstwy, tzw. błony graniczne: błona graniczna zewnętrzna (*membrana limitans externa*) i błona graniczna

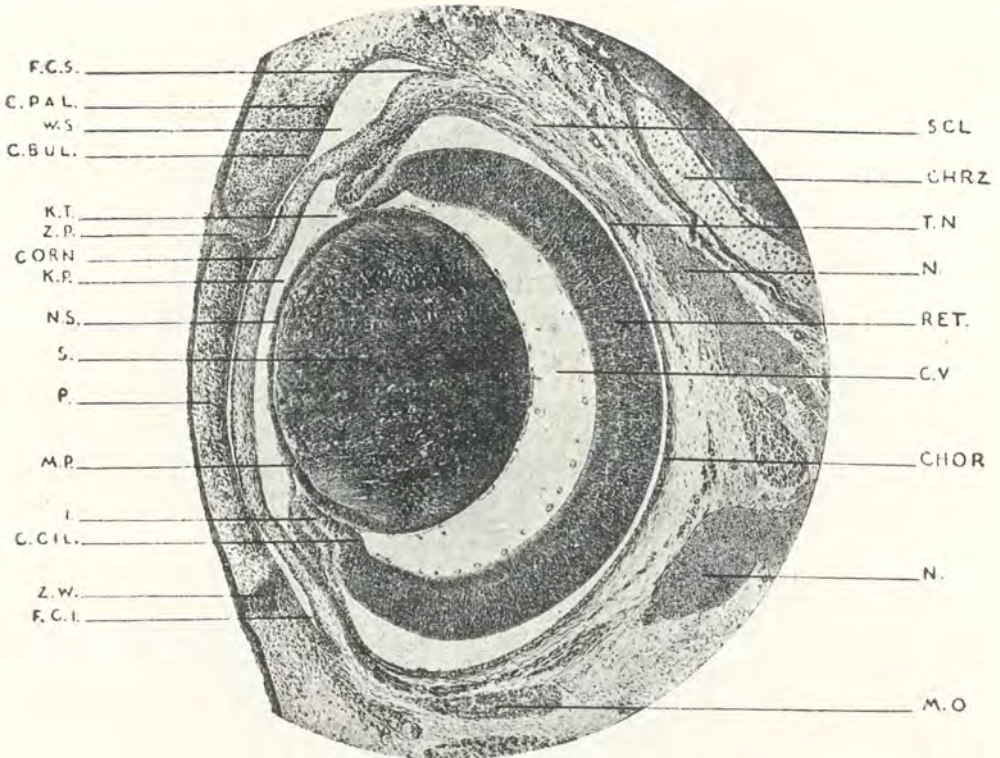


Ryc. 688. Przekrój przez zawiązek oka zarodka ludzkiego długości 13 mm. A. H. — *art. hyaloidea*, C. V. — *spatium corporis vitrei*, E. — *ektoderma*, L. — *lens*, O. S. — *ora serrata*, P. C. R. — *pars ciliaris retinae*, P. I. R. — *pars iridica retinae*, P. O. R. — *pars optica retinae*, R. — *retina*, ST. P. I. — *stratum pigmenti iridis*, ST. P. R. — *stratum pigmenti retinae*, Z. R. — *zawiązek rogówki*. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

wewnętrzna (*membrana limitans interna*). Między tymi dwoma błonami granicznymi układa się szereg warstw komórkowych, zróżnicowanych w różny sposób. Bliżej tym zajmuje się histologia.

W okolicy, która odpowiada przyszłej plamce żółtej, pojawiają się najpierw gniazda komórek zwojowych, które się potem rozmnażają, a ich wypustki wrastają w inne okolice siatkówki oraz w kierunku nerwu wzrokowego.

Okolo 3-go miesiąca wytwarza się warstwa odbierająca wrażenia, tzw. warstwa czopków i pręcików. Organizuje się ona w sąsiedztwie błony granicznej zewnętrznej, a wypustki jej przechodzą przez tę błonę i układają się w zagłębieniach warstwy barwnikowej. Poszczególne wypustki plazmatyczne przegrodzone są komórkami barwnikowymi.



Ryc. 689. Przekrój przez oko zarodka myszy. *C. BUL.* — *conjunctiva bulbi*, *C. CIL.* — *corpus ciliare*, *C. PAL.* — *conjunctiva palpebrae*, *C. V.* — *corpus vitreum*, *CHOR.* — zawiązek naczyniówki, *CHRZ.* — chrząstka, *CORN.* — *cornea*, *F. C. I.* — *fornix conjunctivae inferior*, *F. C. S.* — *fornix conjunctivae superior*, *I.* — *iris*, *K. P.* — komora przednia, *K. T.* — komora tylna, *M. O.* — mięsień oka, *M. P.* — *membrana pupillaris*, *N.* — naczynia, *N. S.* — nabłonek soczewki, *P.* — powieka, *RET.* — *retina*, *S.* — soczewka, *SCL.* — zawiązek twardówki, *T. N.* — *tapetum nigrum*, *W. S.* — worek spojówki, *Z. P.* — zrost powiek, *Z. W.* — zawiązek włosa. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

Część ślepa siatkówki jest dalszym ciągiem siatkówki wzrokowej, która przechodzi w pierwszy odcinek siatkówki ślepej, tj. w część ząbkowaną (Ryc. 689). Komórki ułożone tu początkowo w nabłonek wielowarstwowy, grupują się później w jednej warstwie, toteż nabłonek ten staje się znacznie cieńszy. Pozostaje to do pewnego stopnia w związku z rozrostem powierzchniowym siatkówki, towarzyszącym rozrostowi oka i faldowaniem się części brzeżnej kubka wzrokowego, co

oczywiście zwiększa także powierzchnię siatkówki. Przy tym wydłużeniu liczne warstwy, dające się odróżnić w siatkówce wzrokowej, przechodzą jakby jedna w drugą, tak że część ślepa siatkówki zbudowana jest tylko z jednej warstwy komórkowej. Widać to nie tylko w części rzęskowej, ale i w części tęczówkowej (Ryc. 689).

Rozwój ciała rzęskowego.

We wspomnianym w poprzednim rozdziale fałdowaniu tej części kubka wzrokowego, która leży między siatkówką wzrokową a tęczówką, bierze też udział tkanka mezenchymatyczna (Ryc. 690). Wsuwa się ona do poszczególnych fałdów ułożonych w wieniec promienisty, a nadto wytwarza na zewnątrz wał pierścieniowy, w którym komórki mezenchymatyczne przeobrażają się w mięśnie gładkie, mające za zadanie wykonywanie czynności akomodacji oka. Mięśnie te przechodzą we włókienka zdążające w kierunku soczewki.

Rozwój tęczówki.

Rozwój tęczówki, leżącej w przedniej części gałki ocznej, jest — jak wspomniałem powyżej — związany częściowo z najbardziej ku przodowi wysuniętym odcinkiem kubka wzrokowego (por. ryc. 688), który poznaliśmy jako twór ektodermalny. Ta część tęczówki stanowi tylną jej warstwę. Od przodu na tej warstwie układa się płytka tkanki mezenchymatycznej (*stroma iridis*), której pochodzenie związane jest z powstawaniem rogówki (por. str. 373). Początkowo nie ma właściwie otworu źrenicznego, gdyż tkanka mezenchymatyczna tej płytki zamyka otwór między brzegami tęczówki. Toteż dopiero później, przy zaniku błonki pokrywającej ten przyszły otwór, wytwarza się *źrenica* (*pupilla*).

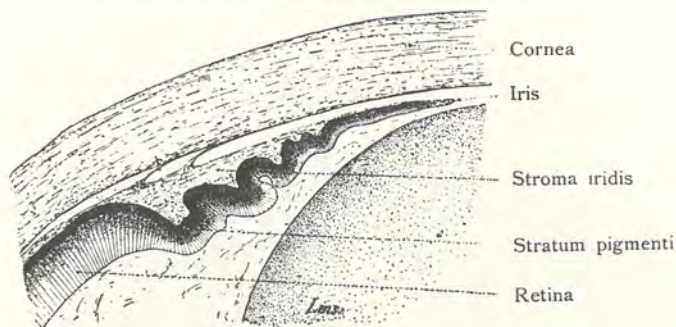
Płytką tylną tęczówki, więc jej warstwa utworzona przez najbardziej przednią część kubka wzrokowego, zawiera dwie warstwy nabłonka: jedna pod płytką mezenchymatyczną, utworzona z tęczówkowego odcinka siatkówki i druga zewnętrzna powstała z warstwy komórek barwnika czarnego. Część siatkówkowa ma coraz więcej barwnika wytworzonego przez plazmę. W ten sposób obie warstwy są barwnikowe i stanowią podstawę barwy oczów.

Między płytką mezenchymatyczną a nabłonkową rozwijają się mięśnie rozszerzające i zwężające źrenicę tęczówki (*musculus dilatator* i *musculus sphincter pupillae*). Mięśnie te są w organizmie jedynymi pochodzenia ektodermalnego, z nabłonka kubka wzrokowego.

Rozwój soczewki.

Pierwszym zawiązkiem soczewki jest zgrubienie ektodermalne, występujące w końcu pierwszego miesiąca życia płodowego na wprost kubka wzrokowego. Zgrubienie to ma postać płytki, która zapada się

w głąb tkanki mezenchymatycznej leżącej pod ektoderma, tworząc dołek otwierający się na powierzchni (Ryc. 684, 685). Komórki ektodermy leżące w miejscu tego zgrubienia mają postać wysokich elementów walcowatych. Wśród komórek tych widać liczne kariokinezy; dołek soczewkowy rozrasta się, tworzy pęcherzyk, który związany jest przez jakiś czas z ektoderma powierzchnią, a potem wyodrębnia się zupełnie (Ryc. 691).



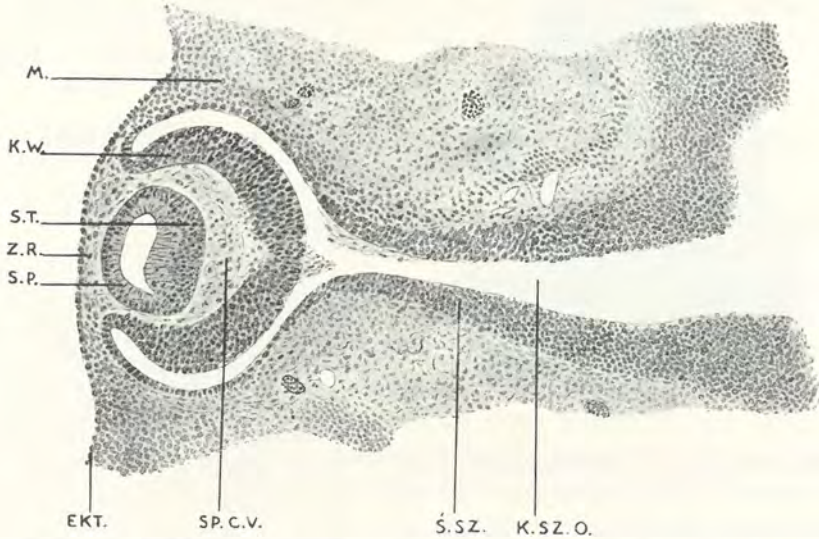
Ryc. 690. Część przekroju przez oko 4-miesięcznego zarodka ludzkiego. Według *Krischewskiego z Kollmanna*.

W pęcherzyku, który stanowi zawiązek soczewki (Ryc. 691) zaznacza się bardzo wczesnie różnica we wzroście między elementami komórkowymi ścianki pęcherzyka, leżącej od strony ektodermy, a elementami ścianki stanowiącej dno pęcherzyka. Przednia ścianka złożona jest z komórek niskich — zwie się ona nabłonkiem soczewki (Ryc. 688, 693). Elementy ścianki głębszej rosną bardzo szybko, przybierając na przekroju postać pryzmatów: są to długie graniastosłupy (Ryc. 688) taśmowate. Zwiększanie objętości komórek ściany tylnej pęcherzyka postępuje w kierunku jego światła, które, zaciskając się coraz mocniej, przybiera kształt szpary (Ryc. 693).

Komórki pęcherzyka zaraz po wyodrębnieniu z ektodermy wydzielają na zewnątrz błonę, która otacza dokoła całą soczewkę i nie dopuszcza do wniknięcia mezenchymy do pęcherzyka, przez co soczewka pozostaje na stałe tworem czysto ektodermalnym. Najgrubszą jest warstwa błony soczewkowej wytworzona przez komórki przedniej ścianki soczewki.

Wewnątrz wyżej omówionej błony układają się komórki tylnej ścianki pęcherzyka soczewkowego w szereg wysokich włókien, które są właściwie mocno wydłużonymi komórkami. Jądra ich ustawiają się w szereg (Ryc. 688), tworząc luk wygięty ku zewnętrznej części oka. Mocno wydłużone komórki zatracają zdolność rozmnażania się, tak że nie mogą brać udziału w pracy powiększania się soczewki. Przeglądając ten szereg komórek, można zauważyć, że elementy brzeżne płaszczyny równikowej nie rozrastają się tak mocno, ale są raczej podobne do nabłonka soczewki, a więc pozostają krótkie sześciennie. Te komórki

utrzymują zdolność podziału i one to stanowią warstwę proliferacyjną soczewki. Świeżo przez nie wytworzone elementy wzrastają w długość, układają się na powierzchni dotychczas zorganizowanej soczewki, a tym samym przyczyniają się do jej rozrostu objętościowego. Soczewka rośnie zatem przez nakładanie (*appositio*). Rozrost ten trwa mniej więcej do 20 roku życia, a wtedy w jej skład wchodzi ponad 2200 włókien so-



Ryc. 691. Część przekroju przez głowę 14-dniowego zarodka myszy. EKT. — ekto-derma, K. SZ. O. — kanał szypuły ocznej, K. W. — ściana wewnętrzna kubka wzrokowego, M. — mezenchyma, S. P. — przednia ściana soczewki, S. T. — tylna ściana soczewki, SP. C. V. — mezenchyma w *spatium corp. vitrei*, Ś. SZ. — ściana szypuły ocznej, Z. R. — zawiązek rogówki. Według preparatu zakł. biol.-embr. U. J.

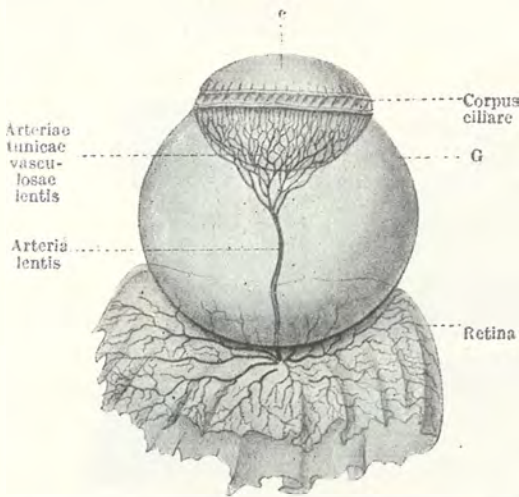
czekowych, których układ przypomina nieco budowę cebuli, gdzie blaszki liściowe układają się na powierzchni dawniej utworzonych.

Soczewka zarodka ma kształt kulki. Jej rdzeń wewnętrzny stanowią dawniej wytworzone komórki, które zatraciły już jądra i tworzą tzw. jądro soczewki. Na przedniej i tylnej powierzchni soczewki widać jakby rysunek gwiazdy. Powstał on z układów wierzchołków pryzmatów, czyli włókien, które, jak podałem, rozrastając się dochodzą do powierzchni soczewki.

Kulista soczewka zarodkowa u noworodka stanowi około 2/3 objętości soczewki dorosłego człowieka. Już w życiu zarodkowym zaczyna się pewne spłaszczenie soczewki, które później wzmagają się jeszcze.

Sprawa unaczynienia soczewki przedstawia się inaczej, niż w innych narządach. Zwykle narządy mają własne tętnice i żyły. Soczewka nie posiada własnych naczyń krwionośnych, a substancje odżywcze otrzymuje pośrednio. W życiu zarodkowym tkanka mezenchymatyczna wrasta w otoczenie soczewki od strony przedniej lecz nie do niej samej

i tworzy na jej powierzchni błonę, która dopiero potem uzyskuje mocne unaczynienie (Ryc. 692). Ta błona otacza soczewkę dokładnie dookoła, jako tzw. błona naczyniowa soczewkowa (*membrana vasculosa lentis*). Krew tętniczą do niej doprowadza tętnica centralna siatkówki, przebiegająca potem



Ryc. 692. Soczewka, ciało szkliste i odwinęta siatkówka 6-ciomiesięcznego zarodka ludzkiego. *e* — przednia powierzchnia soczewki, *G* — ciało szkliste. Według O. Schultzego z Fischla.

przez ciało szkliste jako tzw. tętnica ciała szklanego (*art. hyaloidea sive art. lentis*) i dochodząca od strony tylnej do błony soczewki. Kiedy w późniejszych okresach rozwoju tętnica ta zaniknie, zanikowi ulega także błona otaczająca soczewkę¹⁾.

W ostatnich miesiącach życia zarodkowego po zaniku tętnicy ciała szklanego i błony naczyniowej soczewki, skąd do niej dochodziły substancje odżywcze, soczewka, jako nie mająca własnych naczyń może się odżywiać wyłącznie pośrednio z otaczających narządów oka.

Rozwój ciała szklanego.

Przestrzeń leżąca wewnątrz kubka ocznego, a więc zamknięta od tyłu i z boków siatkówką, od przodu zaś tylną ścianką tęczęwki i soczewki, nosi nazwę komory ciała szklanego (*cavum hyaloideum*). Komorę tę wypełnia tzw. ciało szkliste (*corpus vitreum sive corpus hyaloideum* — por. ryc. 689, 692). Substancja ta jest tworem przeważnie ektodermalnym. W drugim miesiącu życia zarodkowego składniki komórkowe otoczenia — a więc najpierw części wzrokowej, potem przeważnie niewrażliwej części ślepej siatkówki — wysyłają wypustki wrastające w komorę ciała szklanego. W tym procesie biorą przede wszystkim udział komórki spongioblastyczne. Według niektórych autorów, w tworzeniu ciała szklanego bierze też udział mezenchyma embrionalna, która wrasta tu przez szczelinę kubka ocznego i zespala się z powyżej opisaną siatką składników utworzonych z wypustek elementów spongioblastycznych. Inni autorowie uznają wyłącznie ektodermalne pochodzenie ciała szklanego, tzn. twierdzą, że ciało szkliste powstaje

¹⁾ Pozostanie tej błonki powoduje przeszkodę w prawidłowym widzeniu, o czym będziemy później mówili w rozdziale o zбочeniach.

tylko z siatki, którą tworzyły komórki kubka ocznego. Z moich spostrzeżeń wynika, że trudno jest wykluczyć udział mezenchymy.

Przez środek ciała szklanego biegnie, jak wiadomo, tętnica ciała szklanego (*art. hyaloidea* — ryc. 688, 692). Tętnica ta łącznie z nerwem wzrokowym weszła do zawiązka oka przez szczelinę oczną; zaopatruje ona soczewkę w krew tętniczą, a w przebiegu przez ciało szkliste oddaje do niego boczne gałązki. Po zaniku w końcu ciąży tej tętnicy i jej bocznych gałązek pozostaje tylko twór kanalikowaty z tkanki łącznej, tzw. kanał ciała szklanego albo Cloqueta (*canalis corporis hyaloidei sive Cloqueti*).

Rozwój twardówki, rogówki, komory przedniej i naczyńówki.

Ścianę zarodkowej galki ocznej stanowią błony złożone głównie z mezenchymy, które odpowiadają przedłużeniom opon mózgowych, mianowicie opony twardej i miękkiej. Tkanka mezenchymatyczna wraża od zewnątrz między ektodermę, soczewkę i kubek oczny (por. ryc. 688), otaczając też swym pokładem szypułę kubka, która wchodzi w skład nerwu wzrokowego. Warstwa tkanki mezenchymatycznej leżąca najbliżej kubka wzrokowego, mianowicie blaszki nabłonka czarnego, wytwarza błonę, zwaną n a c z y n i ó w k ą (*chorioidea* — por. ryc. 689); z leżącej nad nią warstwy tkanki łącznej powstaje t w a r d ó w k a (*sclera* — ryc. 689). Wreszcie komórki mezenchymatyczne w otoczeniu kubka ocznego biorą udział — jak była o tym mowa poprzednio — w tworzeniu zrębu tęczówki, fałdów ciała rzęskowego, a na koniec powstaje z nich mocna powięź dla całej galki ocznej (*fascia Tenoni*). Zawiązek naczyńówki widać już w połowie 2-go miesiąca w postaci warstwy tkanki mezenchymatycznej.

Stosunkowo późno, bo w początku drugiej połowy ciąży zaczyna się różnicowanie n a c z y n i ó w k i. Dzieje się to w obrębie warstwy z tkanki łącznej, przytykającej bezpośrednio do pokładu barwnika czarnego w kubku wzrokowym. Różnicowanie polega na mocnym rozluźnieniu tkanki przy równoczesnym wroście w nią naczyń krwionośnych. Naczynia krwionośne zewnętrznego pokładu naczyńówki są gałęziami grubszymi, głębiej zaś wewnątrz leży sieć naczyń drobnych.

Ponieważ naczyńówka przylega ściśle do kubka ocznego, więc też bierze ona udział w wytworzeniu szczeliny, której powstawanie podaliśmy opisując kubek oczny (por. str. 364). Szczelina ta (Ryc. 686, 687), dopóki przez zrost jej brzegów nie nastąpi wyrównanie tego wgłębienia, jest znana także pod nazwą s z c z e l i n y n a c z y n i ó w k i (*coloboma chorioideae*).

Warstwa tkanki łącznej, leżąca na zewnątrz od naczyńówki, mocno skupiona, czyli zbita, wykazuje budowę włóknistą, — jest to t w a r d ó w k a (*sclera*). Budowa jej staje się podobna do ustroju błon ścięgnistych, a po urodzeniu wzrasta jeszcze jej grubość. Twardówka no-

worodka jest wówczas stosunkowo cienka, tak że przez nią prześwieca barwnik wewnętrznych warstw oka. Między obu tymi błonami utrzymuje się szczelina limfatyczna.

Część tkanki łącznej leżąca przed soczewką ulega ostatecznemu zróżnicowaniu w rogówkę (*cornea*). Jej powstawanie stoi w związku z wytwarzaniem się komory przedniej oka (*camera oculi anterior*); mezenchyma, która wrosła między ektodermę zewnętrzną a związek soczewki, wzgl. błonę źreniczną, odsuwa nieco wstecz soczewkę od ektodermi. Wśród tej tkanki mezenchymatycznej powstaje jamka szczelinowata: jest to komora przednia oka (Ryc. 689). Od przodu ogranicza ją rogówka, od tyłu tęczęwka z jej otworem — źrenicą, za którą leży soczewka.

W rogówce tkanka łączna wytworzyła zrąb, zwany warstwą własną rogówki (*substantia corneae propria*), której organizacja jest blaszkowata. Blaszki płyty zbudowane z włókien klejodajnych biegną przeważnie równolegle, lecz nieraz też się krzyżują. W 4-tym miesiącu życia zarodkowego warstwa blaszkowata, a tym samym i cała rogówka staje się przejrzystą. Od strony przedniej, wskutek działalności wydzielniczej tkanki łącznej tworzy się błona graniczna przednia (bez wyraźnej struktury), tzw. błona Bowmana, na której układa się wielowarstwowy nabłonek ektodermalny. Warstwa własna rogówki pokrywa się również od strony soczewki błoną bezpostaciową, tzw. błoną graniczną tylną (*membrana Descemeti*), na której układa się od strony światła komory przedniej nabłonek pochodzenia mezodermalnego.

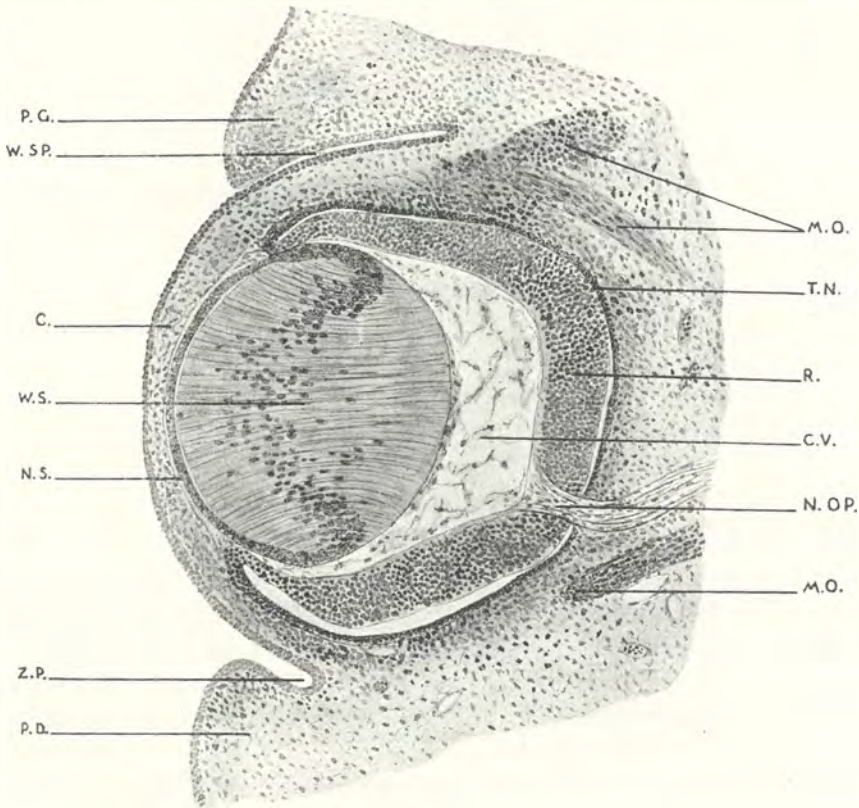
Jak wspominałem, od tyłu komorę przednią ogranicza tęczęwka. Tkanka mezenchymatyczna, leżąca za tęczęwką, ulega redukcji także w tyle poza tęczęwką. Przestrzeń, która tu pozostaje między tęczęwką a soczewką aż po jej równik, jest uzupełnieniem komory przedniej i nosi nazwę tylnej komory oka (*camera oculi posterior*).

Rozwój nerwu wzrokowego.

Na materiał do utworzenia nerwu wzrokowego składają się oprócz komórek szypuły pęcherzyka wzrokowego (Ryc. 691) głównie wypustki komórek zwojowych siatkówki, a wreszcie wypustki komórek mózgowych, rosnące w kierunku siatkówki. Jak wiemy, szczelina boczna pęcherzyka wzrokowego i szypuły wpukła także ściankę zewnętrzną szypuły w głąb jej światła (por. ryc. 686) i tym samym dopomaga do zbliżenia przyszłej podstawy nerwu wzrokowego do siatkówki. Komórki, leżące w ściance szypuły, dopomagają do powstawania nerwu ocznego, zmieniając się w jego spongioblasty. Wysyłają one wypustki do środka rynienki szypuły, tworząc tam gęstą sieć zrębową, przez którą mają przechodzić włókna nerwowe. Włókna nerwowe (Ryc. 693) biegną w głównym pniu w dwóch kierunkach. Główna ich część to są wypustki

wielkich elementów zwojowych siatkówki. Biegają one w kierunku mózgu, a więc ku ośrodkom nerwowym. Drugą część mniej liczną stanowią włókna, zdążające od ośrodków wzrokowych ku siatkówce.

Do pnia nerwu wzrokowego wrasta tkanka mezenchymatyczna, rozdzielająca wiązki włókienek i otaczająca tętnicę i żyłę centralną siat-



Ryc. 693. Przekrój przez oko zarodka królika. C. — cornea, C. V. — corpus vitreum, M. O. — mięśnie oka, N. OP. — nerw wzrokowy, N. S. — nabłonek soczewki, P. D. — powieka dolna, P. G. — powieka górna, R. — retina, T. N. — tapetum nigrum, W. S. — włókna soczewki, W. SP. — worek spojówki, Z. P. — załamek powieki. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

kówki (*art. et vena centralis retinae*). Tętnica biegła początkowo po powierzchni szypuły (Ryc. 686). Później wniknęła do jej szczeliny, zaś po zamknięciu szczeliny nerwu wzrokowego weszła do środka tegoż nerwu otoczona warstwą tkanki mezenchymatycznej. Naczynie przebija następnie twardówkę i naczyniówkę, dostaje się do wnętrza gałki ocznej, a gałęzie boczne tętnicze zaopatrują siatkówkę. Główny pień naczynia biegnie wśród ciała szklanego jako znana nam już tętnica ciała szklanego (*art. hyaloidea*), która, jak wiemy, dochodzi do pochewki soczewki.

Pomocnicze narządy oka.

Rozwój powiek u człowieka zaznacza się w drugim miesiącu życia zarodkowego. Rozpoczyna się on od tworzenia fałdów skóry zarodkowej powyżej i poniżej kopulastego wypuklenia ponad kubkiem wzrokowym i soczewką (Ryc. 693). Fałd górny powstaje ze skóry wyrostka szczęki górnej. Fałdy te zbliżają się ku sobie krawędziami łukowatymi, otaczając zagłębienia kieszonkowate, leżące pod fałdami. Równocześnie rozszerza się przestrzeń ograniczona przez nie, tzw. szczelina oczna, tak że kąty brzeżne oddalają się coraz więcej. Zagłębienie podpowiekowe jest największe w środku powiek. W trzecim miesiącu życia zarodkowego zbliża się powieka dolna do górnej, przy czym stykają się brzegami, a potem następuje ich zrost za pośrednictwem nabłonka, który tworzy wał graniczny na krawędziach obu powiek (Ryc. 693). Około 7-go lub 8-go miesiąca życia śródmacicznego powstaje rozluźnienie tego związku komórek i otwarcie ponowne szczeliny ocznej; do rozluźnienia dopomaga wydzielina gruczołów łojowych.

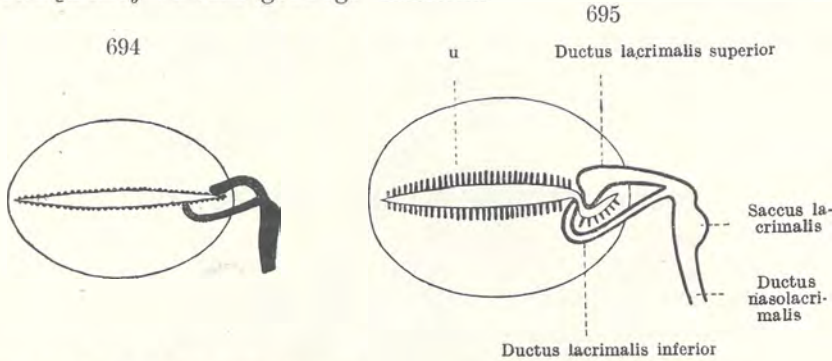
Wytworzenie fałdów, stanowiących powiekę, pociąga za sobą także powstawanie worka spojówkowego. Podczas gdy zewnętrzna powierzchnia powiek utrzymuje swój charakter skórny, wewnętrzna nie wytwarza nigdy wśród nabłonka warstwy rogowaciejącej i utrzymuje komórki w pełnej żywotności, tworząc tzw. spojówkę (*conjunctiva*), zachowującą znamiona błony śluzowej. Część spojówki, pokrywająca powiekę od wewnątrz, nosi nazwę spojówki powiekowej (*conjunctiva palpebrarum*); przechodzi ona w załamkach górnym i dolnym (*fornices*) w spojówkę gałki ocznej, pokrywającą twardówkę (*conjunctiva bulbi*), a jej nabłonek w części, sąsiadującej z rogówką, przechodzi w nabłonek rogówkowy (*conjunctiva corneae*).

Zestawiwszy wszystkie wyliczone rodzaje spojówki, otrzymujemy obraz worka spojówkowego, który — jak była o tym mowa — jest zupełnie zamknięty między 3-cim a 8-mym miesiącem życia zarodkowego. Potem powstaje szczelina powiekowa między obu powiekami, która stanowi też wejście do worka spojówkowego.

Rozwój narządu łzowego. Narząd łzowy składa się z układu gruczołów łzowych i kanału odprowadzającego ich wydzielinę do jamy nosowej; powstawanie tych części odbywa się niezależnie jednej od drugiej. W 3-cim miesiącu życia zarodkowego tworzy się pierwsza seria gruczołów łzowych z pączkowatych wpukleń nabłonka zewnętrznej strony załamka powieki górnej. Te wpuklenia, których jest około 8-miu, są litymi wgłębieniami w tkankę mezenchymatyczną, leżącą pod nabłonkiem. Drugą serię gruczołów łzowych stanowią wpuklenia pączkowate, powstające dopiero w 5-tym miesiącu w różnych punktach górnego załamka spojówkowego, a nawet także i poza załamkiem w spojówce powieki górnej. Wszystkie te zawiązki stanowią początkowo zupełnie lite kolb-

kowate wpuklenia. Potem zostają one skanalizowane wskutek rozstąpienia się komórek, ale istotne uzdolnienie do produkcji łez w ustroju realizuje się dopiero w 3-cim miesiącu życia pozamacicznego.

Dla spłukiwania oka największe znaczenie mają te części gruczołu łzowego, które leżą najdalej od zbiornika łzowego; a więc znajdujące się po zewnętrznej stronie górnego załamka.



Ryc. 694 i 695. Schemat wykształcenia kanałów łzowych, zbiornika łzowego, mięska łzowego (*caruncula lacrimalis*) i gruczołów Meiboma u zarodków ludzkich. Ryc. 694 u zarodka długości 40 mm, ryc. 695 u zarodka długości 17 cm. u — zawiązki gruczołów Meiboma. Według Aska z Fischla.

Przewód odprowadzający łzy powstaje w szczelinie między wyrostkiem czołowym a wyrostkiem szczęki górnej. W rowek nosowo-łzowy (*sulcus naso-lacrimalis*) wrasta z ektodermalnego nabłonka skórniego listwa, która się potem odszczepia od zewnętrznego nabłonka, a którą wnet obrasta warstwa mezenchymatyczna. Początkowo wygląda to jak lity sznur, który w nieco krętym przebiegu rośnie w kierunku jamy nosowej przez tkankę mezenchymatyczną (Ryc. 694 i 695). Górna część jego rozwidła się, jeden odcinek zdąża od dołu do brzegu dolnej powieki, drugi od góry do wewnętrznego kąta powieki górnej. Przez rozstępn komórek sznur lity przemienia się w kanał, a przez miejscowe rozszerzenie światła kanału łzowego, tuż poniżej rozwidlenia na wspomniane kanały odprowadzające — górny i dolny — tworzy się zbiornik łzowy (*saccus lacrimalis* — ryc. 695).

Otwór łzowy w powiece górnej leży bardzo blisko wewnętrznego kąta powieki, podczas kiedy w powiece dolnej położony jest dalej na zewnątrz, tak że oddziela część zawiązków rzęs i gruczołów od reszty powieki. Część ta wyodrębnia się później od powieki dolnej i stanowi tzw. mięsko łzowe (*caruncula lacrimalis*).

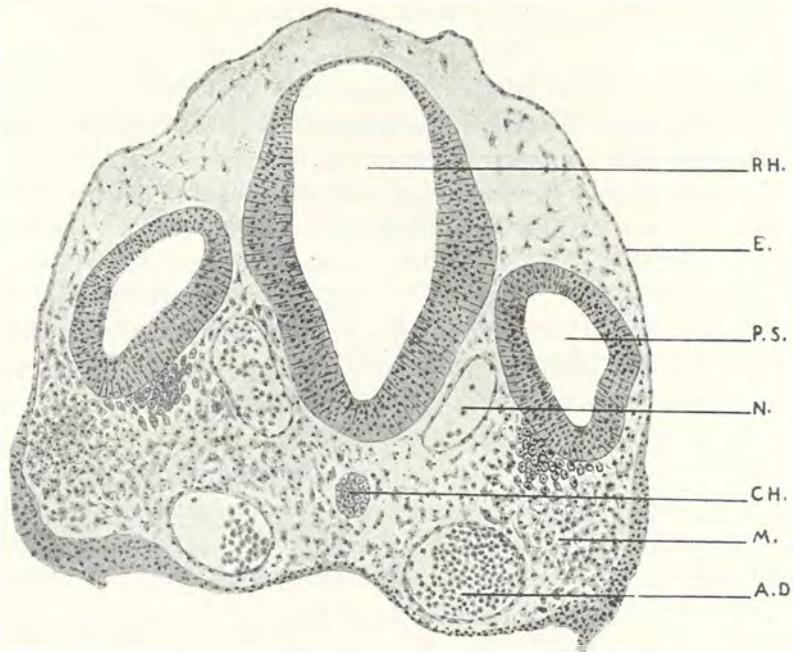
Rzęsy powstają w okresie, gdy obie powieki są zrosnięte nabłonkiem. Pierwszym ich zawiązkiem jest wpuklenie nabłonka brzegu powiek w mezenchymę, dalszy rozwój odpowiada rozwojowi włosów. W sąsiedztwie tych włosów zaznaczają się też zawiązki gruczołów łojowych powiek.

Rozwój wrażliwości narządu widzenia.

Czynność fizjologiczną narządu wzrokowego, objawiającą się wrażliwością na światło, stwierdzić można u noworodków niedonoszonych, a więc urodzonych miesiąc lub dwa przedwcześnie. Wrażliwość ta jest początkowo ograniczona do wyczuwania światła, wzgl. ciemności. Wrażliwość idącą w kierunku rozpoznawania obrazów stwierdzono dopiero w trzecim miesiącu życia pozamacicznego. Także zdolność akomodacji nie występuje od razu po urodzeniu, ale dopiero w drugim miesiącu życia.

ROZWÓJ NARZĄDU SŁUCHU I RÓWNOWAGI

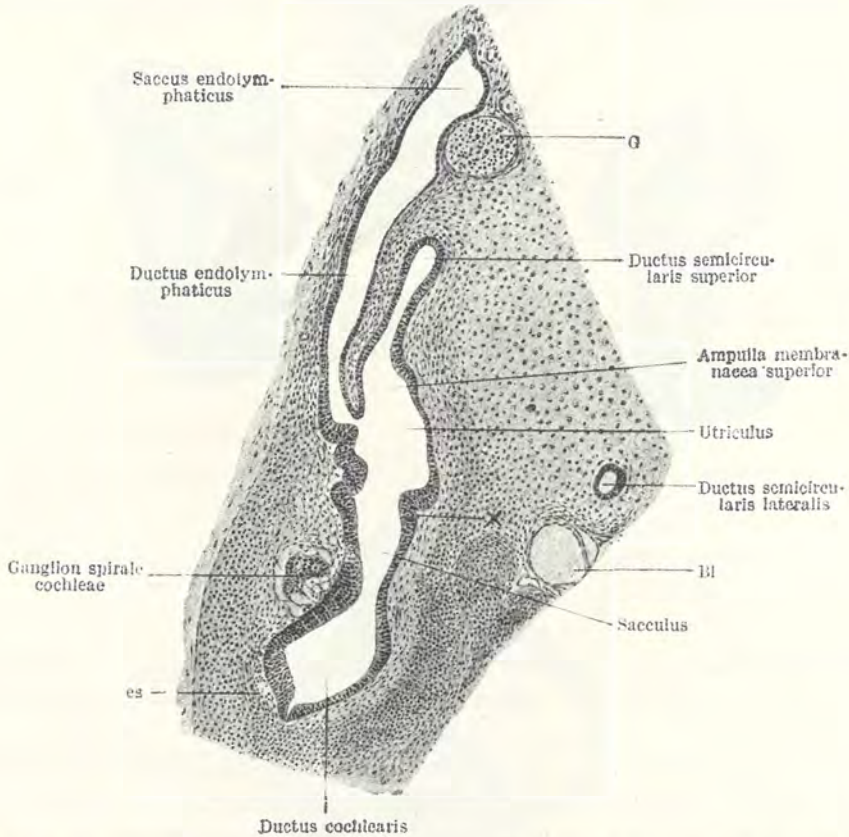
Pierwszy zawiązek narządu słuchowego jest pochodzenia ektodermalnego. Na powierzchni nabłonka, pokrywającego tylny odcinek głowowy, w 3-cim tygodniu życia śródmacicznego, na bokach strony grzbietowej zarodka pojawia się zgrubienie ektodermalne, stanowiące płytkę słuchową. Brzegi jej zbliżają się wzajemnie i zrastają, przemieniając jamkę słuchową w pęcherzyk słuchowy (Ryc. 696), który przez pewien czas złączony jest z ektoderłą zewnętrzną. Połączenie to



Ryc. 696. Przekrój przez tylną część głowy zarodka myszy. A. D. — *aorta descendens*, CH. — *chorda*, E. — *ektoderma*, M. — *mezenchyma*, N. — *naczynie*, P. S. — *pęcherzyk słuchowy*, RH. — *rhombencephalon*. Według preparatu zakładu biol.-embr. U. J.

jednak zanika po pewnym czasie, a wtedy widzimy pęcherzyk jako okrągły twór wypełniony cieczą limfatyczną i otoczony dookoła tkanką mezenchymatyczną.

Pęcherzyk słuchowy już ukształtowany leży w sąsiedztwie pierwszego łuku skrzelowego, co ma znaczenie z tego względu, że materiał łuku wchodzi potem w usługi narządu słuchowego.

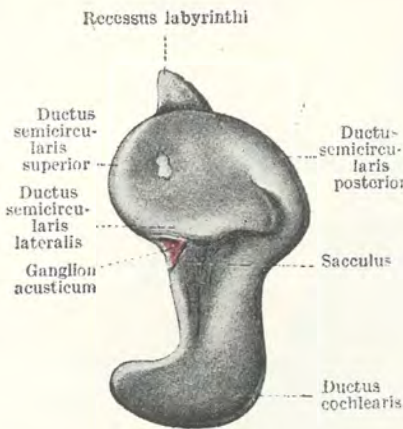


Ryc. 697. Przekrój przez zawiązek labiryntu zarodka ludzkiego długości 18 mm. Linia zaznaczona x odpowiada fałdowi granicznemu między *utricle* i *sacculus*. Bl, G — naczynia, es — tkanka perilymfatyczna. Według *Fischla*.

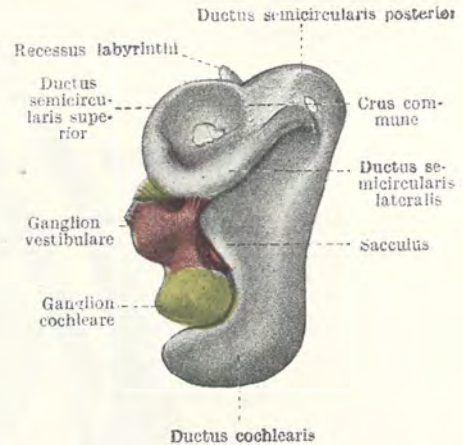
Pęcherzyk słuchowy tworzy nieco później tzw. uchyłek labiryntowy (*recessus labyrinthi*), stanowiący wypuklenie rurkowane, wyrastające ku stronie grzbietowej, a rozszerzające się w końcowym odcinku. Jest ono zawiązkiem tzw. przewodu limfatycznego (*ductus endolymphaticus* — ryc. 697) i zakończone jest woreczkiem limfatycznym (*saccus endolymphaticus*).

Gdy od strony grzbietowej pęcherzyka słuchowego powstaje przewód limfatyczny, pęcherzyk dzieli się na dwie części (Ryc. 697): część

górną, zwaną przedsionkową (*pars vestibularis*), tj. tzw. łagiewkę (*utricleus*), od której odchodzi wspomniany przewód limfacyjny, oraz część dolną, czyli ślimakowatą (*pars cochlearis*), tzw. woreczek (*sacculus*). Równoległe z tym podziałem wytwarzają się z części górnej dwa wypuklenia kieszonkowate, które są zawiązkami powstających kanałów półkolistych. Najpierw powstaje

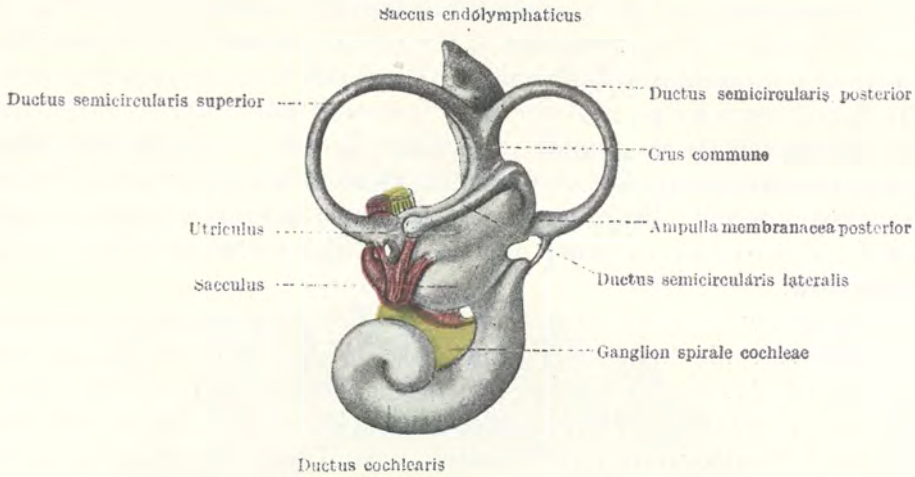


Ryc. 698. Model zawiązka labiryntu zarodka ludzkiego długości 11 mm, widziany od strony bocznej. Według Streetera z Fischla.

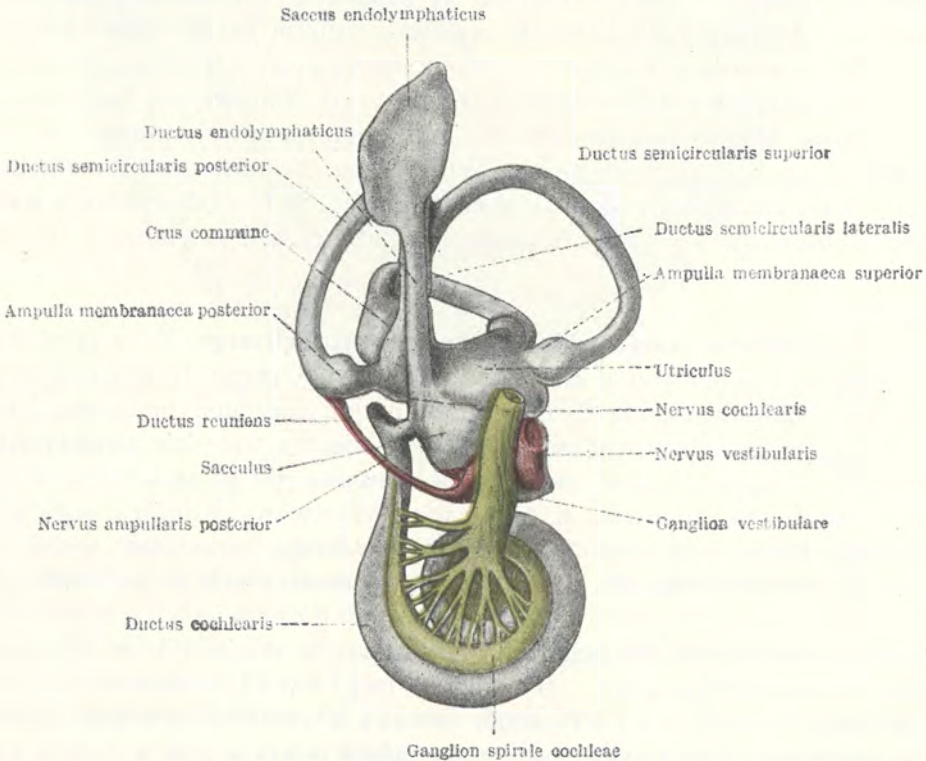


Ryc. 699. Model zawiązka labiryntu zarodka ludzkiego długości 13 mm, widziany od strony bocznej. *Nervus vestibularis* czerwony, *nervus cochlearis* żółty. Według Streetera z Fischla.

jednak duża kieszeń założona dość szeroko i biegnąca w płaszczyźnie prawie strzałkowej, a stanowiąca materiał na przyszyły półkolisty kanał górny i tylny (*ductus semicircularis superior* i *d. semicircularis posterior* — ryc. 698, 699). Tworzenie się z niej kanałów półkolistych odbywa się tak, że ścianki kieszeni zbliżają się wzajemnie i zrastają się ściśle na dość znacznej powierzchni, pozostawiając jednak na brzegu kieszeni części nie zrosnięte, między którymi pozostaje światło. Natomiast w miejscu zrostu tych dwóch ścianek jest teraz ścianka podwójna, która ulega zwyrodnieniu. Ponieważ zrost ścianek nie doszedł do obwodu kieszonki, przeto po zwyrodnieniu ścianki podwójnej na brzegach kieszonki utrzymało się światło. Wynikiem tego jest utworzenie kanału brzeżnego. W tej dużej kieszonce dokonał się zrost na dwóch sąsiadujących terenach, które potem uległy degeneracji, a wynikiem całego procesu stało się wytworzenie z jednej kieszeni dwóch przewodów półkolistych, których sąsiednie odcinki są zjednoczone na niewielkiej przestrzeni we wspólny kanał, wzgl. wspólne ramię kanału (*crus commune* — ryc. 700). Te dwa przewody półkoliste (przewód górny i tylny), leżące początkowo w jednej płaszczyźnie, ustawiają się później



Ryc. 700. Model zawiązka labiryntu zarodka ludzkiego długości 20 mm, widziany od strony bocznej. *Nervus vestibularis* czerwony, *nervus cochlearis* żółty. Według *Streetera z Fischla*.



Ryc. 701. Model zawiązka labiryntu zarodka ludzkiego długości 30 mm, widziany od strony środkowej. Według *Streetera z Fischla*.

pod kątem prostym i leżą w dwóch odrębnych płaszczyznach. Trzeci przewód półkolisty, tzw. boczny (*ductus semicircularis lateralis*) powstaje z kieszeniowatego wypuklenia ściany bocznej łagiewki (Ryc. 701). I ta kieszonka przemienia się w przewód półkolisty wskutek zrostu zbliżających się wzajemnie jej ścianek, po czym też następuje stopniowa degeneracja zrosniętych ścianek kieszeni bocznej. Badanie światła przewodów półkolistych wykazuje u nasady poszczególnych przewodów rozszerzenia ampułkowate (*ampullae membranaceae*) przewodów.

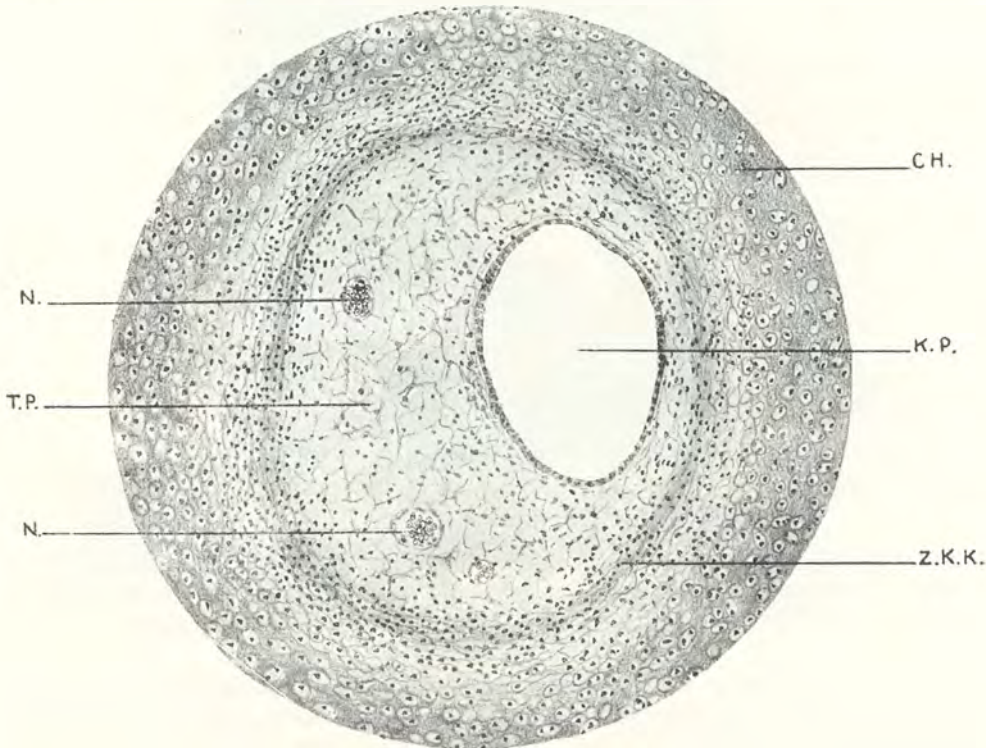
Światło woreczka (*sacculus*) wypukla się swym odcinkiem zwróconym ku stronie brzusznej zarodka ku przodowi i wytwarza tzw. przewód ślimakowaty (*ductus cochlearis* — ryc. 701), który następnie skręca się śrubowato, wytwarzając ostatecznie $2\frac{1}{2}$ skrętów ułożonych ślimakowato. Każdy następny zwój leży na płaszczyźnie coraz więcej się zbliżającej do ektodermy zewnętrznej.

Obie części dawnego pęcherzyka słuchowego, a więc łagiewkę i woreczek, zespala dość szeroki kanał, tzw. przewód łagiewkowo-woreczkowy (*ductus utriculo-saccularis*), od którego oddziela się znany nam już przewód limfatyczny. Ponieważ przewód łagiewkowo-woreczkowy łączy obie te części, przeto ma się wrażenie, że uchodzący zeń przewód sięga jednym ramieniem do łagiewki, drugim zaś do woreczka.

Opisane dotąd tworzenie narządu słuchowego jest wynikiem przekształceń woreczka słuchowego, którego genezę stanowi, jak mówiliśmy, ektoderma. Do tej warstwy ektodermalno-nabłonkowej dołącza się od zewnątrz cienka warstwa mezenchymatyczna. Ścianki narządu słuchowego mają znamiona tworów błoniastego, złożonego od wewnątrz z warstwy nabłonkowej pochodzenia ektodermalnego, od zewnątrz z tkanki mezenchymatycznej.

Różnicowanie zawiązka błoniastego ucha wewnętrznego. Żeby przedstawić objawy różnicowania zawiązka ucha wewnętrznego, trzeba najpierw omówić nabłonkową część narządu, a potem mezenchymatyczną. Nabłonek ektodermalny ucha wewnętrznego nie ma wszędzie równej wysokości: w miejscach, położonych w pobliżu dostępu gałązek nerwowych widać nabłonek walcowaty wyższy i wielowarstwowy. Komórki jego wytwarzają też na powierzchni włoski i przybierają znamiona komórek zmysłowych. Takie komórki widzimy w rozszerzeniach ampułkowatych przewodów półkolistych, ustawione w postaci grzebienia ampułek (*cristae ampullares*). W łagiewce i woreczku, w miejscu dojścia zakończeń nerwowych powstaje plamka łagiewki (*macula utriculi*) i plamka woreczka (*macula sacculi*), a wreszcie na ścianie wkleślej przewodu ślimakowego jest jakby taśma pokryta tym wysokim nabłonkiem zmysłowym, tworzącym narząd Cortiego (*organon Cortii*).

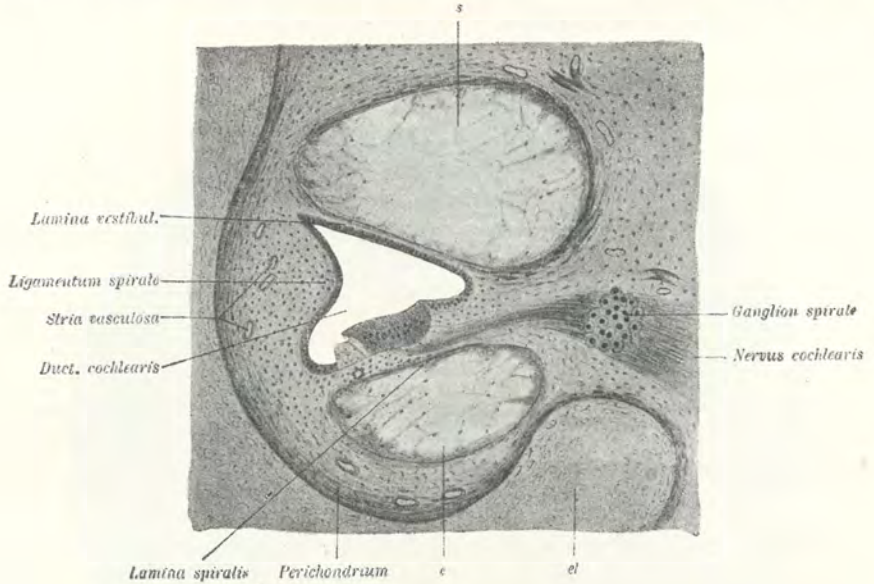
Budowę narządu Cortiego przedstawia ryc. 704. Na błonie podstawowej (*membrana basilaris* — *M. b.*) rozpięty jest narząd, w którego skład wchodzi wał komórek dużych (Ryc. 704 *E*) i małych (*e*). Komórki dużego wału produkują bezpostaciową błonkę pokrywową (*membrana tectoria* — ryc. 704 *M. t.*); przed nią leżą wysokie komórki nabłonka słuchowego i elementy podstawowe, a w wale komórek małych (*e*) mamy grupy komórek nabłonka słuchowego: komórki nerwowe i podstawowe elementy zrębu.



Ryc. 702. Przekrój przez zawiązek kanału półkolistego zarodka ludzkiego, długości 43 mm. *CH.* — chrząstka, *K. P.* — kanał półkolisty, *N.* — naczynia, *T. P.* — tkanka perilymfatyczna rozplywająca się, *Z. K. K.* — zawiązek kanału półkolistego kostnego. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

Inne elementy nabłonkowe albo pozostają niezróznicowane, albo jako elementy zrębowe są oparciem dla komórek zmysłowych. Osłona mezenchymatyczna zewnętrzna poza pewną cienką warstewką, przytkającą do nabłonka (*membrana propria labyrinthi*), rozplywa się niejako w śluz, a raczej w ciecz limfatyczną. Odbywa się to przez pewnego rodzaju zwakuolizowanie tej tkanki (Ryc. 702), a wodniczki zlewają się potem w jednolitą ciecz limfatyczną. Na zewnątrz od tej przestrzeni wykształca się więcej zbita warstwa tkanki łącznej, otaczająca ją i tworząca ochrzęstną wewnętrzną (Ryc. 702).

Łagiewka i przewody półkoliste są ujęte z trzech stron w przestrzeń perilymfatyczną (*spatium perilymphaticum vestibulare* i *spatium perilymphaticum canalis semicircularis*); tylko po jednej stronie, wkleślej, ściany kanałów półkolistych przyrastają ściśle do otaczającej kości. Na zewnątrz od tych przestrzeni wyrasta chrząstka, która potem kostnieje. Naokoło woreczka toczy się w tkance mezenchymatycznej ten sam



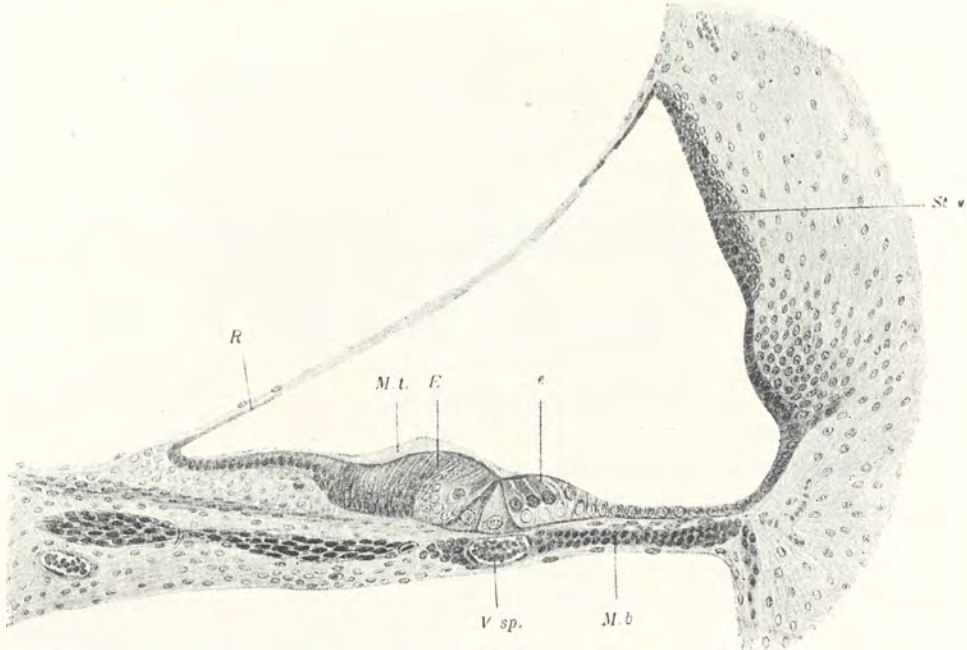
Ryc. 703. Przekrój przez przewód ślimakowaty z przestrzeniami perilymfatycznymi (schody bębienka i przedsionka) u zarodka psa długości 10 cm. e — *scala tympani*, el — puszka chrzęstna, s — *scala vestibuli*. Według *Bonneta*.

proces rozrzedzenia mezenchymy, tworzenia wodniczków, a potem spływania się ich, czego wynikiem jest otoczenie całego woreczka przestrzenią limfatyczną (*spatium perilymphaticum sacculi*). Cały woreczek objęty jest tą przestrzenią, natomiast przewód ślimakowaty (*ductus cochlearis*) odchodzący z woreczka zyskuje przestrzeń limfatyczną, otaczającą go nie całkiem dookoła, a tylko od góry i od dołu (Ryc. 703). Tak więc wzdłuż przewodu ślimakowatego, od jego góry i od dołu biegną w pobliskim sąsiedztwie jakby równoległe przewody.

Biegnąca od dolnej strony kanalikowa przestrzeń limfatyczna w kształcie spiralnego kanału nosi nazwę schodów bębienka (*scala tympani*), natomiast przestrzeń limfatyczna, biegnąca od strony górnej przewodu ślimakowatego nazywa się schodami przedsionka (*scala vestibuli*).

Na przekroju poprzecznym widać (Ryc. 703), że przewód ślimakowaty ma kształt trójkątny, a towarzyszą mu dwie przestrzenie limfatyczne, mianowicie schody bębienka i przedsionka. Na przekroju poprze-

cznym mają one kształt owalny, od strony przewodu ślimakowego nieco przyplaszczony. Ścianka, oddzielająca przewód ślimakowaty od schodów przedsionka, stanowi blaszkę przedsionkową (*membrana vestibularis*), ścianka między przewodem ślimakowatym a schodami bębenkowymi stanowi tzw. blaszkę błoniastą, węzownicową (*lamina membranacea spiralis*), która nosi też nazwę podstawowej kanału ślimakowego (*membrana basilaris*). Na tej ścianie przewodu ślimakowego rozwija się narząd Cortiego powyżej opisany.



Ryc. 704. Przekrój przez narząd Cortiego noworodka. *E* — duży wał nabłonkowy, *e* — mały wał nabłonkowy, *M. b.* — *membrana basilaris*, *M. t.* — *membrana tectoria*, *R.* — *membrana Reissneri* (była uszkodzona i w miejscach, gdzie jej brakowało, jest tylko zaznaczona), *St. v.* — *stria vascularis*, *V. sp.* — *vas spirale*. Według preparatu Krausego z Keibla i Malla.

Chrzęstnienie i kostnienie labiryntu. Mówiliśmy poprzednio, że całe różnicowanie ucha wewnętrznego dokonywa się przede wszystkim w obrębie nabłonka pęcherzyka słuchowego przy współdziałaniu tkanki mezenchymatycznej, która, jak czytaliśmy, rozrzedza się w otoczeniu składników ucha wewnętrznego, tworząc przestrzenie limfatyczne. Wiemy, że składniki te otoczone są bardziej zbitą tkanką łączną, która tworzy z czasem puszkę chrzęstną. Sprawa kostnienia tej chrząstki była gruntownie zbadana przez B a s t a (Ryc. 705). Według badań tego autora, kostnienie odbywa się w tej puszce z 14 ognisk kostnienia, — kilka z nich to małe ogniska, które się czasem nawet nie tworzą. Między akcją po-

szczególnych ognisk jest pewien związek. Kostnienie w puszcze chrzęstnej przebiegać może ochrzęstnie, a śródchrzęstnie w obrębie tzw. zatok chrzęstnych. W czasie kostnienia zmieniają się reakcje barwnikowe chrząstki, odbywa się wzrost tkanki łącznej do zatok chrzęstnych, gdzie też dostaje się tkanka wiodąca naczynia.

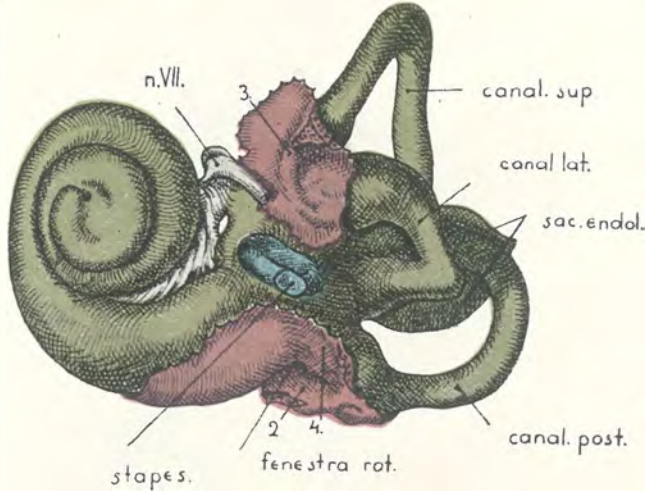
Przy resorpcji tkanki perilimfatycznej łagiewka i woreczek zostają przez puszkę chrzęstną ujęte we wspólną jamkę puszkę (Ryc. 705).

Kostnienie ślimaka wychodzi z jego tzw. wrzecionka (*modiolus*), tj. jakby osi, dookoła której się ślimak okręcał. Równocześnie kostnieje częściowo warstwa tkanki łącznej rozdzielająca poszczególne zwoje, tworząc tzw. blaszkę spiralną kostną (*lamina spiralis ossea*), podczas gdy druga część tej warstwy utrzymuje się jako blaszka spiralna błoniasta (*lamina spiralis membranacea*).

Układ zwojów nerwowych ucha wewnętrznego. Przed pęcherzykiem słuchowym od przodu, w bezpośrednim sąsiedztwie rdzeniomózgowia, pojawia się duży zwój nerwowy, tzw. zwój słuchowotwarzowy (*ganglion acustico-faciale*). Zwój ten w czasie rozrostu pęcherzyka słuchowego przesuwają się do przestrzeni między tymże pęcherzykiem a rdzeniem, wzgl. rdzeniomózgowiem. Równocześnie rozdziela się on na dwa zwoje: słuchowy i twarzowy; nas interesuje tu zwój słuchowy. Po pewnym czasie oddziela się od niego grupa komórek zwojowych, które przesuwają się do okolic przewodu ślimakowatego i organizują w zwój węzłownicowaty (*ganglion spirale*). Reszta zwoju słuchowego wysuwa się poza część kostną labiryntu, tworząc w okolicy wewnętrznego przewodu słuchowego zgrubienie przedsiionkowe (*intumescencia gangliiformis Scarpae* v. *ganglion vestibulare*). Od tych dwóch zwojów idą gałązki nerwowe do labiryntu, a mianowicie od zwoju przedsiionkowego jako nerwy przedsiionkowe do woreczka i łagiewki łącznie z kanałami półkolistymi, gdzie ich gałązki dochodzą do grzebieni ampulek (*cristae ampullares*), a w łagiewce i woreczku takie gałązki dochodzą do plamek zmysłowych tych narządów (*macula utricularis* et *saccularis*); od zwoju węzłownicowatego, ułożonego we wklęsłości przewodu ślimakowatego przebiegają gałązki nerwowe wachlarzowato do tego przewodu, kończąc się w narządzie Cortiego.

Wszystko, co dotychczas pisaliśmy o narządzie słuchowym, odnosi się do tej jego części, którą nazwaliśmy uchem wewnętrznym. Schematyczna rycina 706 ułatwi nam zreasumowanie całości. Ucho wewnętrzne złożone jest, jak słyszeliśmy, z dwóch części: łagiewki z jej półkolistymi kanałami i woreczka złączonego ze ślimakiem. Obie części ucha wewnętrznego otacza przestrzeń perilimfatyczna. Jak z ryc. 706 widać, cały narząd ucha wewnętrznego graniczy z dalszą składową częścią narządu słuchowego, tj. z tzw. uchem środkowym. Na naszej rycinie sche-

matycznej część ta wyrysowana jest po lewej stronie poznanego przez nas ucha wewnętrznego. Żeby się lepiej zorientować w sytuacji topograficznej przypominam, że na wstępie omawiania narządu słuchowego zaznaczyłem (por. str. 379), że zawiązek ucha, tj. pęcherzyk słuchowy, leży w sąsiedztwie pierwszego łuku skrzelowego. Otóż szczelina oddzielająca pierwszy łuk skrzelowy od drugiego zużytkowana jest na utworzenie ucha środkowego.



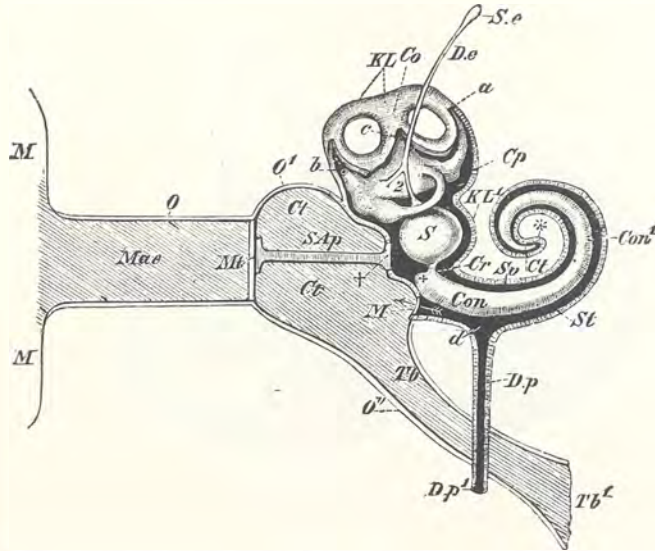
Ryc. 705. Model ucha wewnętrznego zarodka ludzkiego długości 135 mm (z 17-go tygodnia). Czerwono przedstawione są części skostniałe kapsułki słuchowej, a liczby 1—4 wskazują centra kostnienia w przybliżonym porządku ich występowania. Według *Basta*.

Rozwój ucha środkowego.

Powstawanie ucha środkowego wiąże się z rozwojem pierwszej szczeliny skrzelowej, o czym mowa była przy opisie łuków skrzelowych (por. str. 61, 62). Z końcem 1-go miesiąca życia śródmacicznego wytwarza się wpuklenie kieszeniowate tej szczeliny, zdążające w kierunku grzbietowym. Ma ono początkowo ustawienie czołowe, potem jednak w związku z rozrostem poprzecznym czaszki przyjmuje przebieg prawie poziomy. Wiadomo, że szczeliny skrzelowe otwierają się od wewnątrz do światła jelita głowowego. Wpuklenie kieszonkowate 1-szej szczeliny skrzelowej stanowi zawiązek jamy bębenkowej, a tym samym jama ta wchodzi w łączność z przewodem pokarmowym. Połączenie utworzone w ten sposób zacieśnia się w biegu rozwoju, ponieważ tkanka mezenchymatyczna wsuwa się w jego otoczenie, zaciskając przez to na pewnej przestrzeni jego wewnętrzne światło. Tak powstają z tej kieszonki dwie części: j a m a b ę b e n k o w a (*cavum tympani*) i przewód na razie krótki, stanowiący zawiązek t r ą b k i s ł u c h o w e j (*tuba auditiva*)

Eustachii), a otwierający się w przelyku ujściem przelykowym trąbki (*ostium pharyngeum tubae* — ryc. 706).

Dalszy rozwój jamy bębenkowej prowadzi do jej mocnego rozprzestrzenienia. Zwiększenie objętości jamy dokonywa się z udziałem tkanki mezenchymatycznej, która początkowo obrasta od zewnątrz tę

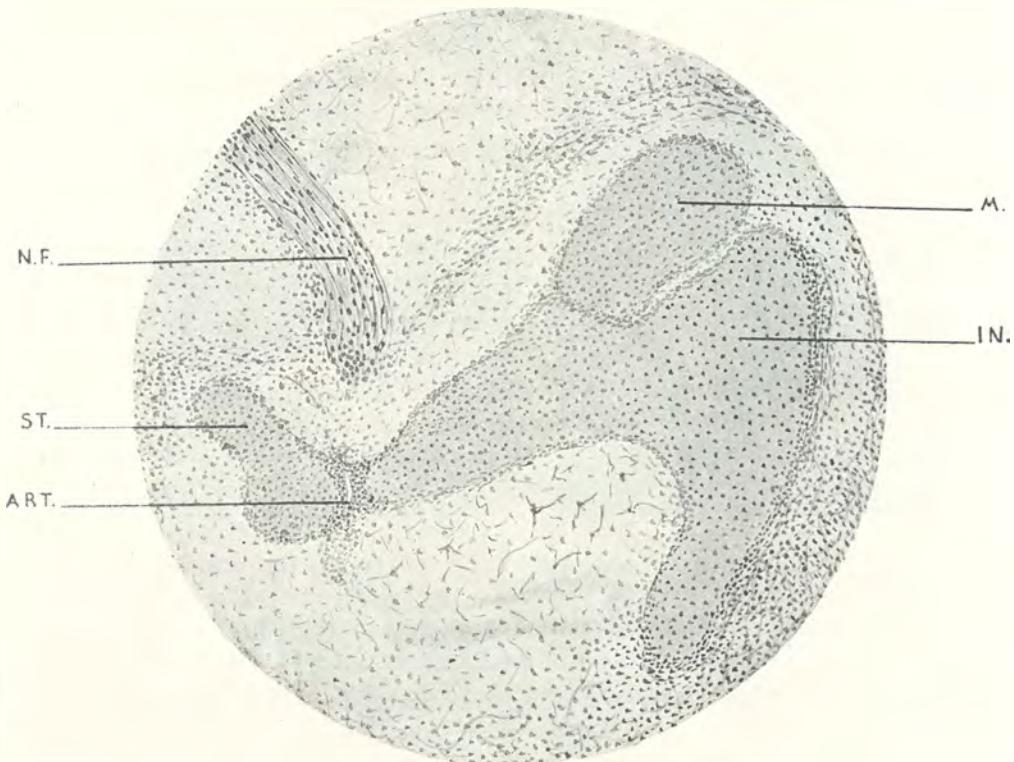


Ryc. 706. Schematyczny obraz całego narządu słuchowego człowieka. — Ucho zewnętrzne: *MM* — małżowina uszna, *Mae* — *meatus auditorius externus*, *O* — ściana jego, *Mt* — *membrana tympani*. — Ucho środkowe: *Ct* — *cavum tympani*, *O'* — jego ściana, *SAP* — aparat przewodzący dźwięki, zaznaczony schematycznie jako pręciak zamiast *ossicula auditiva*; miejsce oznaczone + odpowiada płycie strzemiączka, która zamyka *fenestra ovalis*, *Tb* — *tuba Eustachii*, *Tb'* — jej ujście do gardła, *O'* — jej ściana. Ucho wewnętrzne z przeważnie odsłoniętym kostnym labiryntem (*KL*, *KL'*). *a*, *b* — oba pionowe kanały błoniastego i kostnego labiryntu, *Con* — ślimak błoniasty, który w miejscu oznaczonym + tworzy ślepy uchylek przedsionkowy, *Con'* — ślimak kostny, *Cp* — *çavum perilymphaticum*, *Cr* — *canalis reuniens*, *Ct* — *cupula terminalis*, *d* — miejsce połączenia *ductus perilymphaticus* ze *scala tympani*, *D. e* — *ductus endolymphaticus*, dzielący się w miejscu oznaczonym 2 na dwa ramiona, *D. p.* — *ductus perilymphaticus*, *D. p.'* — ujście *ductus perilymphaticus*, *S* — *sacculus*, *S. e* — *saccus endolymphaticus*, *St* — *scala tympani*, *Sv* — *scala vestibuli*, które w miejscu oznaczonym * przechodzą w siebie. Według *Wiedersheima* z *Hertwiga*.

jamkę i pogrubia otaczającą ją ściankę. W obrębie początkowo zbitej tkanki mezenchymatycznej daje się wkrótce zauważyć rozluźnienie i powolne rozplywanie się tej warstwy, tak że w miejscu pierwotnej mezenchymy widać masę galaretowatą, która później zostanie wessaną (zresorbowaną) przez tkankę dalszego otoczenia. Tą drogą rozszerza się światło i pojemność jamy bębenkowej.

W tkance mezenchymatycznej, na koszt której dokonywa się opi-

sane rozszerzenie jamy bębenkowej, mieści się też materiał do utworzenia kostek słuchowych, których powstanie opisałem, omawiając rozwój łuków skrzelowych (por. str. 61, 62). Kostki utworzone z mezenchymy 1-go i 2-go łuku znajdują się początkowo wśród tkanki mezenchymatycznej (Ryc. 707), a po rozplynięciu się otaczającej mezenchymy pozornie



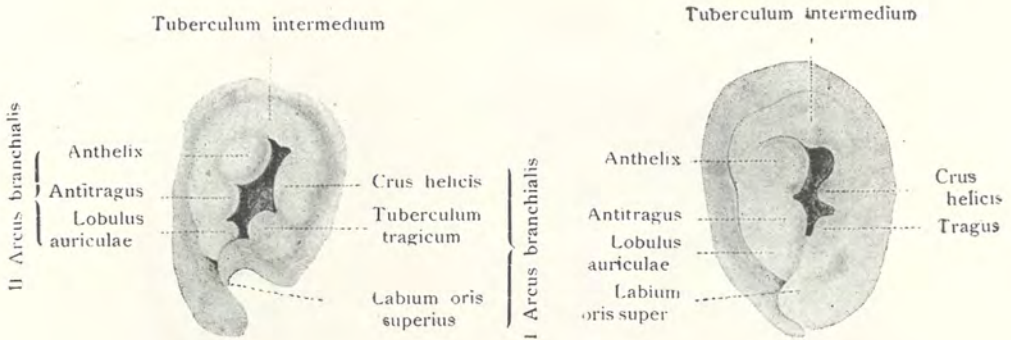
Ryc. 707. Przekrój przez ucho środkowe zarodka ludzkiego długości 22,6 mm (okolica przyszłej jamy bębenkowej). ART. — staw między kowadelkiem a strzemiączkiem, IN. — incus, M. — malleus, N. F. — n. facialis, ST. — stapes. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

wprost w świetle jamy bębenkowej razem z narządami pomocniczymi, jak struna bębenkowa (*chorda tympani*) i mięśnie zostające w związku z kostkami słuchowymi; w rzeczywistości zmontowane są one na błonie śluzowej, wyściełającej jamę bębenkową.

Rozwój ucha zewnętrznego.

Składniki ucha zewnętrznego powstają z tkanki, otaczającej od wewnątrz pierwszą szczelinę skrzelową. Od zewnątrz wejście do tworzącego się kanału zaznacza się tzw. zagłębieniem muszli usz-

nej (*fossa conchae*). Zagłębienie szczelinowate rozszerza się ku górze, powstaje stąd tzw. łódka muszli (*cymba conchae*), — część środkowa tworzy jamkę muszli (*cavitas conchae*), podczas gdy dolna część wsuwa się między dwa guzki widoczne od zewnątrz, tworząc wcięcie międzyskrawkowe (*incisura intertragica*). Jamka muszli wrasta lekko w głąb tkanki mezenchymatycznej, przez co powstaje pierwotny przewód słuchowy zewnętrzny.



Ryc. 708. Tworzenie małżowiny usznej. Prawe ucho zarodka ludzkiego z 5-go tygodnia. Według Kollmanna.

Ryc. 709. Tworzenie małżowiny usznej. Prawe ucho zarodka ludzkiego z 6-go tygodnia. Według Kollmanna.

Komórki nabłonkowe, leżące na dnie kanału lejkowatego, rozmnażają się tworząc w przedłużeniu pierwotnego przewodu słuchowego lity sznur, rosnący w kierunku jamy bębnekowej, a więc ucha środkowego. Jak mówiliśmy poprzednio (por. str. 388) jamka rozprzestrzenia się przez rozpuszczenie się warstwy mezenchymy, otaczającej jamkę pierwotną, a przez to zmienia się też nieco jej położenie. Sznur komórek nabłonkowych dorasta niemal do brzegu jamki bębnekowej, a jego odcinek końcowy stanowi płytkę nabłonkową, opierającą się o ściankę jamki. Komórki, leżące w osi sznura nabłonkowego, rozstępują się tworząc światło kanału. Tą drogą wytwarza się druga część kanału słuchowego, która razem z poprzednio utworzoną częścią nosi obecnie nazwę wtórnego przewodu słuchowego zewnętrznego. Jego część utworzona z litego sznura nabłonkowego biegnie w obrębie części kostnej, a więc w kości skalistej, podczas gdy odcinek pierwszy (przewód słuchowy pierwotny) ma otoczenie chrzęstne.

Rozwój błony bębnekowej. Pomiędzy bębnekową częścią ucha środkowego a ślepo kończącym się dotąd przewodem słuchowym leży tkanka mezenchymatyczna, odgradzając te twory jeden od drugiego. Tkanka ta staje się też składnikiem i rusztowaniem błony bębnekowej. Jak z powyższego opisu widać, na błonę bębnekową składa się: nabłonek, leżący na dnie zewnętrznego przewodu ucha, tkanka mezen-

chymatyczna, która wrasta między dno przewodu usznego i jamę bębenkową oraz nabłonek płaski, wysielający jamę bębenkową. W czasie późniejszego różnicowania tkanka mezenchymatyczna błony bębenkowej przyjmuje budowę włóknistą.

Rozwój muszli usznej. Rozpoczyna się on w początku drugiego miesiąca życia zarodkowego. W otoczeniu zagłębienia muszli usznej wytwarzają się na powierzchni pierwszego i drugiego łuku skrzelowego po trzy guzki, czyli wznórki (Ryc. 708, 709), które powstają wskutek silnego rozmnażania się komórek ektodermalnych, a równocześnie leżącej pod nimi tkanki mezenchymatycznej. Te twory brodawkowate noszą nazwę wznórków usznych, albo wznórków skrzelowych (*colliculi branchiales sive auriculares*). Wznórki ustawiają się w dwa za sobą leżące rzędy. Dolny przedni i przedostatni tylny wznórek wytwarzają skrawek i przeciwskrawek (*tragus* i *antitragus*). Najniżej leżący wznórek skrzelowy tworzy płatek muszli usznej (*lobus auricularis*)¹⁾. Trzy górne wznórki tworzą ślimaka i przeciwślimaka muszli (*helix* i *anthelex* — ryc. 710).



Ryc. 710. Malżowina uszna zarodka ludzkiego z 3-go miesiąca. Ze zbiorów zakładu biol.-embriol. U. J.

Tkanka mezenchymatyczna obu pierwszych łuków dostarcza też materiału do wytworzenia szkieletu chrzęstnego muszli usznej.

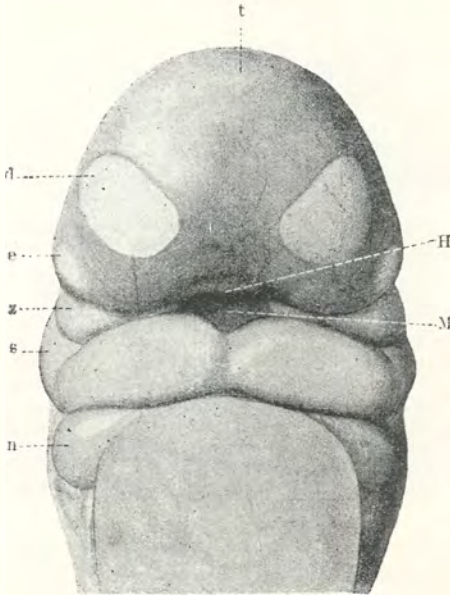
Początek czynności narządu słuchowego.

Czynność słuchowa zaczyna się dopiero w parę dni po urodzeniu. Nie ma wątpliwości, że zarówno płód jak i nowonarodzone dziecko nie może przyjmować wrażeń słuchowych. Ciecz nagromadzona w uchu środkowym noworodka, jak i czop woskowiny zatykający przewód słuchowy zewnętrzny, uniemożliwiają odbiór wrażeń słuchowych. Dopiero w jakiś czas po urodzeniu (od kilkunastu godzin do kilku dni), po wypadnięciu czopa noworodek może zacząć słyszeć.

¹⁾ Niektórzy embriologowie uważają, że płatek powstaje później przez rozrost dolnego końca ślimaka, a w myśl tego poglądu przeciwskrawek powstaje z najniższego guzka tylnego rzędu.

ROZWÓJ NARZĄDU WĘCHOWEGO

Narząd powonienia zaczyna swój rozwój w okresie ukształtowania twarzy, tj. mniej więcej u zarodka długości 4 mm, czyli w pierwszym miesiącu życia zarodkowego. Przednia część głowy embriona (Ryc. 711) wykazuje w okolicy wejścia do przewodu pokarmowego: od góry wyrostek czołowy, po bokach dwa wyrostki szczęki górnej, od dołu zaś dwa wyrostki szczęki dolnej, pozostające w związku z pierwszą parą łuków skrzelowych. O znaczeniu tych pięciu wyrostków dla organizacji kości twarzy mówiliśmy w rozdziale o szkielecie (por. str. 68, 69). Siedliskiem i materiałem do budowy narządu węchowego jest tkanka mieszcząca się w wyrostku czołowym pokrytym od zewnątrz ektoderma, a zawierającym pod nią tkankę mezenchymatyczną. Na pograniczu przedniej i bocznej powierzchni wyrostka czołowego pojawiają się u ssaków i u człowieka tzw. płytki węchowe już w końcu pierwszego miesiąca życia zarodkowego. Są to małe powierzchnie, w których nabłonek staje się walcowatym, wysokim, a rozmnażając swe komórki przechodzi w nabłonek wielowarstwowy. Po pewnym czasie widać, że w otoczeniu płytek węchowych wskutek rozrostu tkanki mezenchymatycznej wytwarzają się wały otaczające te miejsca, a gdy nabłonek płytek rozmnoży się intensywnie i wrośnie w głąb tkanki mezenchymatycznej, wtedy powstają dwa wgłębienia węchowe (*fossae olfactoriae*).



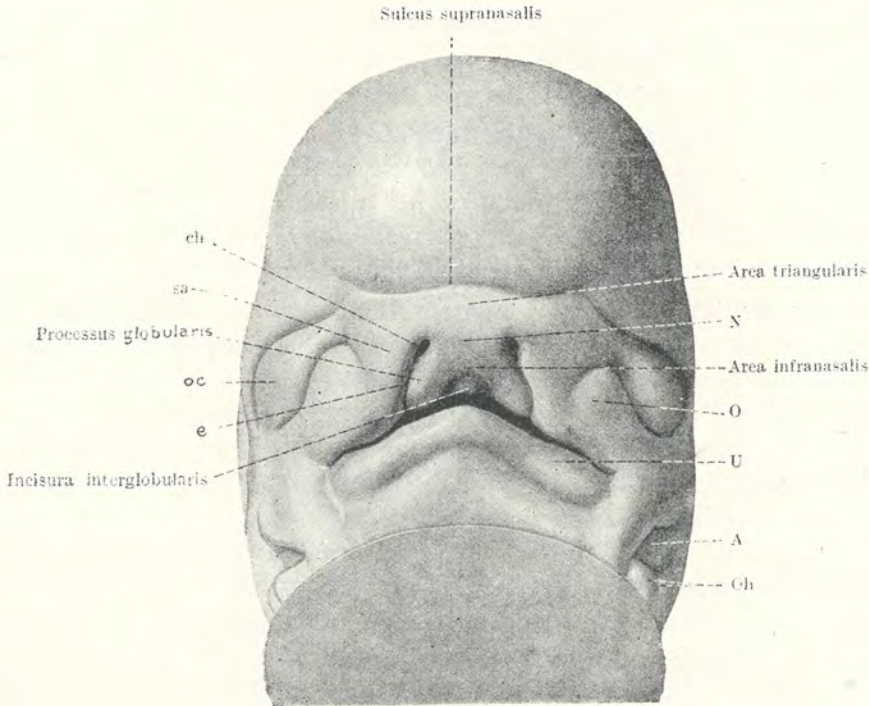
Ryc. 711. Twarz zarodka ludzkiego długości 4,9 mm, widziana z przodu. *d* — płytki węchowa, *e* — zawiązek szczęki, *H* — torebka przysadki, *M* — jama gębowa, *n* — 2. łuk skrzelowy, *s* — wyrostek szczęki dolnej, *t* — guzek czołowy, *z* — wyrostek szczęki górnej.

Według modelu *Petera z Fischla*.

Tymczasem nabłonek wrastający z dna wgłębienia węchowego tworzy woreczki ślepe, zdążające w dół przez tkankę mezenchymatyczną ku jamie ustnej.

Po pewnym czasie już tylko cienka warstwa oddziela woreczki od jamy ustnej — nosi ona nazwę błony policzkowo-nosowej. Kiedy woreczki wpuklając się dalej w głąb przerwą wspomnianą błonę i otworzą się do jamy ustnej, to w miejscu przerwy wytwarzają się otwory, zwane *choanami pierwotnymi* (*choanae primitivae*). Ryciny 711 i 712

dają obraz rozwoju nosa w końcu 1-go i początku 2-go miesiąca życia zarodkowego. Ten proces twórczy odbywa się na pograniczu wyrostka czołowego i wyrostków szczęki górnej. Na zewnętrznej powierzchni twarzy, w środkowej części wyrostka czołowego zaznacza się zawiązek wyrostków nosowych. Dzieje się to na mezenchymatyczno-ektodermalnej pokrywie końcowej części mózgu (*telencephalon*), która wpukla się ku



Ryc. 712. Twarz zarodka ludzkiego długości 15 mm. A — otwór zewnętrzny ucha, ch — otwór nosowy, e — pierwotna rynienka podniebieniowa, N — brzeg nosa, O — wyrostek szczęki górnej, oc — oko, Oh — guzek uszny, sa — boczny wyrostek nosowy, U — wyrostek szczęki dolnej. Według modelu *Petera z Fischla*.

przodowi w obrębie czoła. Miejsce, na którym ma powstać nos, oddziela się od przyszłego czoła przez zaznaczający się wyraźnie rowek na dno sowy (*sulcus supranasalis*). Poniżej niego powstaje wał tkanki mezenchymatycznej pokryty ektodermą. Tworzy on dwa wyrostki skierowane ku dołowi (Ryc. 712), tzw. wyrostki nosowe środkowe (*processus nasales mediales*), których dolne odcinki noszą nazwę *processus globulares*. Wyrostki nosowe środkowe wraz z *processus globulares* ograniczają od strony środkowej otwory nosowe; boczną granicę tych otworów stanowią wytworzone z tegoż wału mezenchymatycznego wyrostki nosowe boczne (*processus nasales laterales*), będące też bocznymi ścianami nosa.

Między wyrostkami nosowymi bocznymi a wcinającym się od strony czoła wspomnianym powyżej rowkiem nadnosowym rozciąga się tzw. pole trójkątne (*area triangularis nasi* — ryc. 712). Pole to łącznie z wyrostkami środkowym i zewnętrznymi wytworzy potem właściwy nos z przegrodą nosową, którego podstawa dochodzi do rowka nadnosowego, biegnącego poprzecznie pod wypuklającym się coraz mocniej czołem. Pole podnosowe (*area infranasalis*), leżące poniżej nosa, zawiera materiał do wytworzenia rynienki podnosowej (*philtrum nasi*), stanowiącej też część środkową wargi górnej (Ryc. 712).

Podstawowy odcinek nosa zarodka, leżący bezpośrednio poniżej czoła, jest u ogromnej większości zarodków przed urodzeniem i u noworodków bardzo mało wzniesiony. Wobec wzniesienia dolnej części nosa ma się wrażenie, że w tym odcinku jest to narząd płaski, jakby zapadnięty. Ostateczne ukształtowanie tej części nosa następuje dopiero w życiu pozazarodkowym wskutek przyspieszonego wzrostu tego odcinka.

W powyższych opisach zapoznaliśmy się z powstawaniem otworów nosowych oraz woreczków ślepych, drążących w głąb twarzy ku górnej ścianie jamy ustnej, a potem z przemianami dokonywującymi się w otoczeniu otworów nosowych, które prowadzą do ukształtowania nosa. Mówiliśmy, że otwory na końcu wewnętrznym pierwotnych przewodów nosowych tworzą choany pierwotne. Ścianka, stanowiąca ograniczenie górne jamy ustnej, przebita w tylnym odcinku przez pierwotne choany, stanowi pierwotne podniebienie zarodka. Pojemność jam nosowych ogranicza się dotąd do pojemności kanałów pierwotnych. Dalszy ciąg rozwoju nosa prowadzi do rozszerzenia jam nosowych. Pierwszym krokiem do tego jest wytworzenie się dwóch listw, tzw. wyrostków podniebieniowych, wsuwających się od strony szczęki górnej w obręb jamy ustnej. Te dwie poziome, z dwóch stron rosnące płyty podniebieniowe zbliżają się jedna do drugiej i rozdzielają jamę ustną jakby na dwa piętra. Dolne, które stanowi obecnie definitywną jamę ustną, zajmuje przede wszystkim język, a następnie powstają tam, jak wiadomo, zęby. Piętro górne stanowi wtórną jamę nosową. Płyty podniebieniowe zbliżają się wzajemnie, a potem zrastają się tworząc podniebienie wtórne. Wsuwa się ono dość głęboko ku tyłowi jamy ustnej, a tam, gdzie się kończy, blisko gardzieli, mamy obecnie choany wtórne — otwory, którymi się łączy jama nosowa i ustna.

Przegroda nosowa (*septum nasi*) powstaje z środkowego wyrostka nosowego, który zrasta ku dołowi w postaci blaszki złożonej głównie z tkanki mezenchymatycznej, stanowiącej podstawę do wytworzenia przegrody. W obrębie tej blaszki powstaje potem tkanka chrzęstna, a zrost przegrody ku dołowi zespala ją z listwami podniebieniowymi.

Do tkanki mezenchymatycznej, stanowiącej zawiązek przegrody nosowej, wrastają z pierwotnych ślepych woreczków nosowych wpukle-

nia nabłonkowe, tworząc rynienkę nabłonkową. Przez dalszy rozrost z jej dna powstaje twór rurkowy, będący zawiązkiem n a r z ą d u J a c o b s o n a. Leży on, jak widać z tego, w przegrodzie nosowej i wygląda jak ściśnięty przewód o świetle eliptycznym na przekroju, który w dalszym przebiegu staje się cieńszy i kończy się ślepo; z przodu otwiera się do światła jamy nosowej. W drugiej połowie ciąży narząd ten, mający u człowieka charakter organu szczątkowego, ulega zanikowi.

Muszle nosowe powstają w drugim miesiącu życia zarodkowego, jako listwy wyrastające ze ścian jamy nosowej. Mają one utkanie mezenchymatyczne. Dolna muszla powstaje jako listwa bocznej ściany jamy nosowej, tworząc oddzielną kość szczęki dolnej (*maxillo-turbinale*), czyli muszlę dolną (*concha inferior*).

Na pograniczu bocznej i środkowej ściany jamy nosowej powstają jeszcze dwie listwy, tworzące muszle środkową i górną (*ethmoturbinale primum et secundum sive concha media et superior*).

Jamy boczne nosa wytwarzają się przez wypuklenie nabłonka głównej jamy nosowej w głąb ścian otaczających jamę. I tak z zaulka pod środkową muszlą nosową wrasta wpuklenie półksiężycowate nabłonka w obręb mezenchymy, stanowiącej materiał na kość szczęki górnej, tworząc w trzecim miesiącu życia zarodkowego kieszonkę ślepą, która w późniejszym rozwoju rozprzestrzenia się w jamę Highmora. Później, dopiero w 1-szym roku po urodzeniu, powstaje wypuklenie idące z środkowego przewodu nosowego do kości czołowej; zatoka ta powiększa się stopniowo w dalszym okresie rozwoju jako zatoka czołowa (*sinus frontalis*). Jama główna nosowa już w trzecim miesiącu rozrasta się ku tyłowi, włączając w swój obręb także przestrzeń wewnątrz kości klinowej i tworząc w jej trzonie zatokę kości klinowej (*sinus sphenoidalis*), która pozostaje w połączeniu z górnym tylnym kątem jamy nosowej. Komórki kości sitowej (*cellulae ethmoidales*), powstające w przednim jej odcinku, genetycznie są związane ze środkowym przewodem nosowym; w tylnym zaś odcinku z przewodem górnym.

Powstawanie chrzęstnego i kostnego szkieletu nosa; różnicowanie błony śluzowej nosa. Elementy przyjmujące wrażenia węchowe. Jak wynika z dotychczas podanych uwag, narząd węchowy w początkowych okresach rozwoju zbudowany jest z tkanki nabłonkowej i mezenchymatycznej. Cały nabłonek zarówno pierwotnych przewodów nosowych, jak nabłonek wyściełający jamę nosową główną i boczne zatoki, jak wreszcie pokrywający zewnętrzny organ węchowy, tj. nos, jest pochodzenia ektodermalnego. Nie zmienia tego udział nabłonka jamy ustnej, bo wiemy (por. str. 106), że nabłonek ten nie jest entodermalny, ale także pochodzenia ektodermalnego.

Już w końcu 2-go miesiąca życia zarodkowego zagęszcza się tkanka mezenchymatyczna przede wszystkim w przegrodzie nosowej, tworząc

wstępne stadium chrzęstnienia. Z tej zagęszczonej mezenchymy wytwarza się chrząstka, której ilość wzrasta coraz więcej w zrastającej w dół przegrodzie nosowej, potem w ścianach bocznych, w muszlach nosowych, przy czym da się wyraźnie stwierdzić, że to chrzęstnienie posuwa się od tyłu ku przodowi. Chrzęstnienie obejmuje zwolna otoczenie narządu węchowego, tworząc jakby dwie rynienki otwarte ku dołowi. Tak więc zarówno przegroda nosowa jak i boczne ścianki tworzą przez pewien czas rodzaj puszki chrzęstnej.

Utkanie chrzęstne nie jest tu trwałe. Dokonywa się mianowicie zamiana wsteczna tkanki chrzęstnej na tkankę łączną, zwłaszcza włóknistą, — częścią zaś zastąpienie chrząstki przez tworzącą się kość. Powstawanie kości stwierdzić można w obrębie szczęki górnej, stanowiącej ścianę nosa, w płycie ostatecznego podniebienia (z wyjątkiem tylnego jej odcinka, w którym utrzymuje się podniebienie miękkie), w tylnej części przegrody nosowej (lemiesz), w której dwie płyty kostne pokrywają obustronnie przegrodę chrzęstną, a wreszcie w szkieletie nasady nosa, gdzie organizują się składniki kostne przynależne do kości sitowej. Chrząstka natomiast utrzymuje się w przednim odcinku przegrody nosowej i w jego skrzydełkach.

Przechodzimy teraz do opisu różnicowania błony śluzowej nosa. Tkanka łączna błony śluzowej — początkowo utkania embrionalnego — staje się włóknistą. Nabłonek pokrywa całą błonę śluzową nosa, ale w odcinku oddechowym, tj. dolnym, przybiera najpierw cechy nabłonka wielowarstwowego migawkowego. W przedsionku nosa wykształca się nabłonek wielowarstwowo brukowy. Przed połową ciąży rozmnażają się jego komórki, tworząc czop, zatykający otwór nosowy. W drugiej połowie ciąży ten czop ulega zwyrodnieniu, a przewód nosowy otwiera się.

Nabłonek części węchowej (*pars olfactoria*) różnicuje swe komórki w dwóch kierunkach. Jedna grupa elementów to są okrągławe komórki zmysłowe, wysyłające ku wolnej powierzchni słabe wypustki zakończone włoskami (włosek węchowy). Od strony podstawowej komórka wysyła wypustkę neurytową, rosnącą w kierunku mózgu. Neuryty biegnąc obok siebie tworzą pień nerwu węchowego (*n. olfactorius*). Gdy potem w obrębie kości sitowej powstaną liczne przegródki z sitami kostnymi, rozpada się przy tym przejściu pień na nitki nerwowe (*fila olfactoria*), zdążające do opuszki węchowej (*bulbus olfactorius*).

Drugą kategorię komórek stanowią elementy zrębowe postaci pryzmatycznej ułożone w dwie nad sobą leżące warstwy; na ich ściankach widać wgłębienia od strony komórek zmysłowych. U podstawy błony śluzowej leżą komórki zrębowe szersze i niższe.

W błonie śluzowej, począwszy od drugiego miesiąca życia zarodkowego, powstają gruczoly w części węchowej, a potem w dużej ilości w części oddechowej.

ROZWÓJ NARZĄDU SMAKOWEGO

Siedliskiem narządu smakowego jest błona śluzowa jamy ustnej, a przede wszystkim języka, — wrażenia zaś smakowe przyjmują tzw. kubki smakowe. W rozdziale o przewodzie pokarmowym (por. str. 113) omawiałem budowę języka, jego błonę śluzową, jak też i błonę śluzową, wyścielającą całą jamę ustną. Nabłonek, z którego powstają kubki smakowe (por. str. 114), jest w głównej części pochodzenia ektodermalnego; nie jest jednak wykluczone, że w niektórych miejscach błony śluzowej jamy ustnej są kubki, które tworzy też entoderma, wyścielająca jej część tylną. Poza błonę śluzową języka mogą się wytwarzać kubki jeszcze w błonie śluzowej podniebienia miękkiego¹⁾, nagłośni i krtani. Znamienym jest, że pewna liczba kubków smakowych, wytworzonych we wczesnych okresach, ulega potem zanikowi. Pierwotny teren ich tworzenia jest szerszy; po zaniku niektórych kubków przeważająca ich ilość utrzymuje się na błonie śluzowej języka, zarówno na jego wolnej powierzchni, jak na bocznych ściankach brodawek językowych. Jeżeli niektórzy histologowie nie znajdowali kubków smakowych np. na podniebieniu, czy błonie śluzowej krtani, to może to być następstwem poprzedniego ich zaniku w tym miejscu.

Tworzenie się kubków smakowych, tzw. prymitywnych, zaczyna się już w drugim miesiącu, jednak ostateczne kubki smakowe powstają znacznie później. Tworzenie ich poprzedza wytworzenie listewek błony śluzowej, których nabłonek układa się w 3—4 warstw. Materiałem, z którego zaczyna się organizacja brodawek, jest warstwa podstawowa listewki, tj. ta warstwa, która ułożyła się bezpośrednio na warstwie tkanki łącznej. Są to początkowo dość szerokie komórki walcowate niskie, które się wydłużają, a ich górne końce stają się spiczaste. Grupa tych komórek nabłonkowych kubka smakowego ma szeroką podstawę, a część środkowa i górna układają się w kształt beczułki. Komórki kubka są tak wydłużone, że sięgają powierzchni błony śluzowej. Potem nabłonek otaczający staje się wyższy i przez to powstają zagłębienia smakowe. Zewnętrzne komórki kubka stanowią zewnętrzną jego osłonę, zaś wewnętrzna częścią osłony są komórki tzw. podpierające, a sam środek kubka zajmują komórki właściwe zmysłowe. Wierzchołek takiego elementu o kształcie wrzecionowatym wydłuża się w cienką pręcikowatą wypustkę, która się kończy w otworku smakowym.

Do kubka smakowego dochodzą gałązki nerwu językowo-gardzielowego (*n. glossopharyngeus*), które tworzą pod kubkiem splot nerwów, zwany podkubkowym, a stąd włókienka nerwowe, tzw. śródkubkowe, wchodzą do wnętrza kubka i tworzą tu splot otaczający poszczególne komórki.

¹⁾ Rzecz jednak kwestionowana przez wielu autorów.

ZBOCZENIA ROZWOJU NARZĄDÓW ZMYSŁOWYCH

Zboczenia w rozwoju oka.

Zawiązek oka w niektórych rzadkich przypadkach wcale się nie tworzy, albo niedługo po utworzeniu ulega zanikowi. Mówimy wtedy o wrodzonym braku narządu wzrokowego (*anophthalmus*). Możliwe są też objawy redukcji w organizacji oka, a więc jego zmniejszenie (*microphthalmus*), albo utworzenie wyłącznie mezodermalnych jego składników, jak naczyńcówki, twardówki lub resztek nabłonka barwnikowego.

Dalszym zboczeniem rozwojowym oka jest szpara oczna (*coloboma*). Przedstawia się ona jako ubytek w narządach ocznych, zaznaczający się szparowatym przerwaniem ich ciągłości. Szpara ta pojawia się w tęczęwce, ciałku rzęskowym, soczewce, siatkówce, warstwie barwnika czarnego, a wreszcie nawet w nerwie wzrokowym.

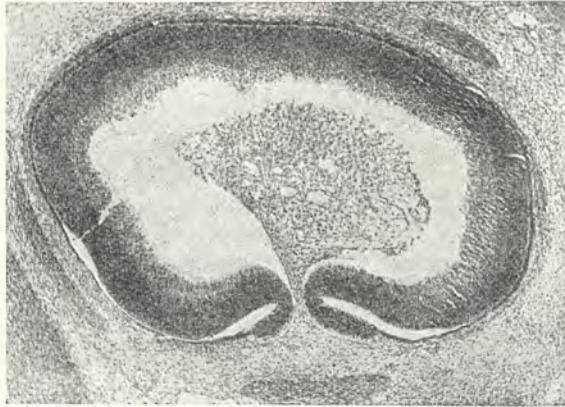
Dzięki gruntownym badaniom Hippla wiemy, że szpara oczna jest cechą wrodzoną, która wytworzyła się jako zboczenie rozwojowe. Podstawą tworzenia szpary są zaburzenia w zamknięciu szczeliny ocznej (*fissura oculi* — por. str. 364). Przeszkodą w tym jest tkanka mezenchymatyczna, która wrasta nieraz w szczelinę oczną przed jej zamknięciem, a posuwając się w niej do różnych głębokości stanowi przeszkodę do jej definitywnego zamknięcia. Według Hippla ten wzrost jest nawet zjawiskiem prawidłowym, a mocno unaczyniona tkanka mezenchymatyczna stanowi połączenie między mezenchymą, otaczającą gałkę oczną, a mezenchymą tworzącą otoczenie soczewki (*tunica vasculosa lentis*). W prawidłowych jednak przypadkach tkanka ta wycofuje się ze szczeliny; jeżeli się to jednak nie stanie, to stanowi ona w miejscu pobytu przeszkodę do zamknięcia tam szczeliny. Wtenczas w miejscach tych pozostaje szpara, a ubytek właściwej tkanki zastąpiony jest tkanką łączną.

W zwykłym biegu rozwoju przy szczelinie ocznej na samej krawędzi brzegu kubka przechodzi warstwa, stanowiąca zawiązek siatkówki, w warstwę zewnętrzną czarnego barwnika. W przypadkach, gdy ma się utworzyć szpara oczna, można stwierdzić, że zawinięcie tej warstwy komórkowej, stanowiącej przejście siatkówki w warstwę barwnikową dokonywa się nie na brzegu kubka, ale nieco na zewnętrznej jego stronie (Ryc. 713). W ten sposób możemy powiedzieć, że brzeg kubka zbudowany jest ze zdwojonej siatkówki. To podwojenie siatkówki zastępuje zwykłą organizację, tj. układ dwu warstw: po stronie wewnętrznej warstwy siatkówkowej, a zewnętrznej warstwy barwnikowej. Charakterystycznym jest, że różnicowanie warstw leżących na zewnątrz od kubka, a więc naczyńcówki i twardówki, sięga zawsze tak daleko jak i warstwa barwnika czarnego. Jeżeli warstwa ta nie dochodzi do brzegu, ale się kończy bliżej, a dalej zastępuje ją zdwojona warstwa siatkówki, to w naczyńcówce i twardówce tworzy się ubytek, tzn. szpara naczyńcówki i szpara twardówki. Szerokość ich zależy od długości odcinka, w którym powstawało zdwojenie siatkówki.

Wytworzenie szpary tęczęwki (*coloboma iridis*) jest zrozumiałe, gdy pomyślimy, że tęczęwka jest wydłużeniem brzegu kubka. Szpara tęczęwki może się rozwijać w łączności z wyżej omówionymi szparami, albo być wynikiem niedomknięcia szczeliny ściśle umiejscowionego odcinka tęczęwki.

Szpara soczewki (*coloboma lentis*) może być wynikiem zahamowania jej rozrostu przez mezenchymę, która wrosła do środka kubka.

Istotnej przyczyny nieprawidłowo długiego utrzymywania się tkanki mezenchymatycznej w szczelinie ocznej — co jest przeszkodą jej zamknięcia — nie można ustalić na pewno. Przypuszczano, że mogą tu wchodzić w rachubę jakieś procesy zapalne, lub też ciasne przyleganie amnionu do zarodka, albo wreszcie pewne zmiany w mózgu. Argumentów jednak, przemawiających na pewno za którąś z tych hipotez nie mamy.



Ryc. 713. Szpara oczna utrzymująca się (*coloboma retinae*). Brzeg kubka ocznego nieprawidłowo zbudowany. Siatkówka nie przechodzi w warstwę barwnikową na brzegu kubka ocznego; brzeg jest tu faldem siatkówki. Do wewnątrz kubka weszła tkanka mezenchymatyczna. Według *v. Hippela z Schwalbego*.

Z innych przypadków należy wymienić możliwość pozostawania niektórych tworów, które zwykle zanikają, a więc tętnicy ciała szklistego (*art. hyaloidea*), jako tzw. *arteria hyaloidea persistens*, po której zwykle pozostaje kanał Cloqueta, lub błony źrenicznej (*membrana pupillaris persistens*), której utrzymanie się nie wywołuje zwykle znacznych zaburzeń w widzeniu, zwłaszcza gdy tylko jej część się utrzymuje. Czasem widać jako pozostałość błony źrenicznej małą podłużną płytkę (Ryc. 714) z promienisto odchodzącymi nitkami, które czasem sięgają prawie do ciała rzęskowego. Oprócz tego jako zboczenia występować mogą wrodzone zmętnienia w soczewce, albo w rogówce, a także zaburzenia w zawartości barwnikowej, ujawniające się ich brakiem (*albinismus*), lub różnobarwnością (*heterochromia iridum*). Brak barwnika może zachodzić we wszystkich składnikach oka, a więc w zewnętrznej warstwie kubka, tęczówce, włosach rzęs i brwi, albo też ograniczać się tylko do tęczówek.



Zboczenia rozwojowe soczewki. Wspominałem już o możliwości tworzenia się szpary soczewkowej, która jak szpary w innych wspomnianych narządach oka powstaje przez utrudnienia w zamknięciu szpary ocznej. Budowa nieprawidłowa znamionująca to zboczenie rozwojowe ujawnia się listwą, złożoną z nabłonkowych komórek pochewki soczewkowej i wrastającą w soczewkę od

Ryc. 714. Błona źreniczna utrzymująca się. Pozostałość jej zachowuje się w postaci płytki i promienisto od niej odchodzących nitek. Według *v. Hippela z Schwalbego*.

dolnego jej brzegu, oraz zgrupowaniem nieprawidłowym ostrosłupów dolnego odcinka soczewki. Ich ułożenie jest niemal prostopadle do ich przebiegu w soczewkach prawidłowych. Zwykle towarzyszy tej nieprawidłowości słaby rozrost oka (*microphthalmus*), a potem wytwarza się stopniowy rozpad soczewki związany z jej zmętnieniem (katarakta).

Stożek soczewkowy (*lenticonus*) polega na wytworzeniu najczęściej na tylnej powierzchni soczewki stożkowatego wypuklenia, które prawie zawsze wywołuje zmętnienie soczewki. Do tego pospolicie dołącza się pęknięcie pochewki soczewkowej.

Zboczenia rozwojowe powiek mogą polegać na zbyt znacznej ich krótkości, przy czym zamknięcie oczu jest utrudnione lub wykluczone. Brak znowu mięśni podnoszących powiekę powoduje stałe opadanie powieki górnej.

Powieki u noworodka bywają w rzadkich wypadkach zrosnięte ze sobą: zasadniczo jest to sklejenie nabłonkowe pozostałe jeszcze z życia zarodkowego. Fałd skóry, zsuwający się na część oka od strony kąta wewnętrznego powiekowego, zanika zwykle po urodzeniu. Jest to tzw. nakątnik (*epicanthus*).

Niedrożność kanału łzowego może polegać na niewytworzeniu jego otworów zewnętrznych, prowadzących do worka spojówkowego lub nosa.

Zboczenia rozwojowe narządu słuchowego.

W budowie narządu słuchowego spotykamy się niejednokrotnie z odstępstwami od prawidłowej organizacji lub niewykończeniem rozwoju, które mogą czasem mieć charakter cech potwornościowych, a kiedy indziej znów będą to objawy indywidualnej zmienności. Występują one w budowie małżowiny usznej, zewnętrznego kanału usznego, w uchu środkowym i wewnętrznym.

Małżowina uszna podlega bardzo znacznej zmienności wrodzonej prawie we wszystkich swych składnikach, jak też w ustawieniu muszli, jej wielkości, głębokości, wpukleniu itd. Wyrostek Darwina pojawia się po wewnętrznej stronie ślimaka, mniej więcej na 1/3 jego długości, licząc od góry.

Po większej części nieprawidłowości te dadzą się sprowadzić do zahamowania rozwoju w różnych jego okresach; do tej grupy należą też braki płatk (*lobulus*). Do nieprawidłowości rozwojowych zalicza się też odmienne ustawienie małżowiny lub jej opadnięcie (uszy kłapciaste), podwinięcie itp.

Przewód uszny wykazuje jako jedną z najczęstszych nieprawidłowości zwężenie światła, które prawie zawsze występuje w jego odcinku kostnym i jest wynikiem zbyt rozległego procesu kostnienia. Najczęściej jest on obustronny. W przypadkach zwężenia bardziej ograniczonego jest ono następstwem nieprawidłowych wyrostków otaczającej kości. Jako mocniejszy stopień tego zboczenia rozwojowego musimy przyjąć zupełną niedrożność przewodu słuchowego (*atresia ductus auditivi*), wywołaną jeszcze mocniejszym skostnieniem w otoczeniu przewodu.

Zboczenia w rozwoju ucha środkowego odnoszą się do błony i jamy bębenkowej oraz kostek słuchowych. Pragnę je scharakteryzować w paru uwagach ogólnych. Błona bębenkowa może albo zupeł-

nie się nie rozwinąć, albo też widać w niej ubytki. Czasem zamiast błony bębenkowej tworzy się płytka kostna.

Zacisnięcie światła jamy bębenkowej bywa wynikiem rozszerzającego się na jej niekorzyść kostnienia, które posuwa się aż do jej zupełnego wypełnienia tkanką kostną, przy czym oczywiście nie może tam być i kostek słuchowych.

Spomiędzy zboczeń rozwojowych w zakresie kostek słuchowych stwierdzono największą zmienność u strzemiączka, zmiany w krzywiznach bocznych ramion, wyrostki kostne na podstawie i bocznych ramionach, zrost ich płytą kostną itp.

Trąbkę Eustachiusza znamionują zbożenia rozwojowe, polegające na zupełnym zahamowaniu jej rozwoju, niedrożności światła, zwłaszcza przy ujściu do przelyku i tworzeniu uchylków światła trąbki. To ostatnie — jak to wykazał Kostanecki — może stać w związku z pozostałością pierwszej szczeliny skrzelowej.

Zbożenia rozwojowe ucha wewnętrznego mogą być podstawą głuchoty. Zbożenia te polegają przede wszystkim na niedorozwoju lub zupełnym braku narządu Cortiego. Są to zmiany w nabłonku, prowadzące już u zarodków do zwyrodnienia lub zaniku nabłonka zmysłowego, głównie w obrębie ślimaka.

W innych przypadkach następują zmiany w okolicy zwoju spiralnego lub nerwu słuchowego. Przy tych zmianach w obrębie ślimaka, prowadzących zresztą do głuchoty, reszta narządu słuchowego może pozostać prawidłową.

ROZWÓJ UKŁADU SKÓRNEGO

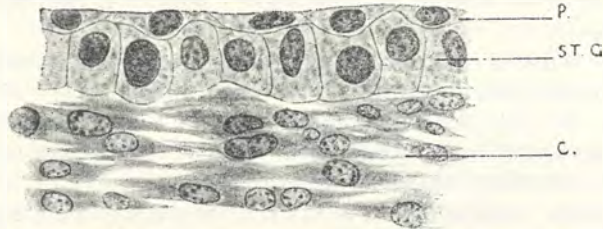
Rozwój skóry.

Rozwój skóry rozpoczyna się po stronie grzbietowej; w swej warstwie mezodermalnej wykazuje ona początkowo układ metameryczny. Na powierzchni tej warstwy leży nabłonek wytworzony przez ektodermę.

W zupełnie młodych zarodkach obok metamerycznej budowy układu mięsnego widać ujęte w człony zawiązki materiału na podkład łącznotkankowy skóry. Na przekroju czołowym młodego zarodka występują wyraźnie podłużnie przecięte metamery. Ich listwa zwrócona ku stronie grzbietowej zawiera mioblasty (por. ryc. 375 i 376), z których wytwarzają się mięśnie, natomiast blaszka metameru, leżąca po jego zewnętrznej stronie, zwróconej ku ektodermie, zawiera elementy mezodermalne, przeznaczone do wytworzenia podkładu łącznotkankowego skóry. Początkowo komórki mezodermalne mają charakter elementów nabłonkowych (Ryc. 375 SK.), lecz potem przechodzą w tkankę mezenchymatyczną, zatrzymując czasowo jeszcze układ metameryczny. Tkanka mezenchymatyczna, tzw. blaszka skórna metameru, stanowi jeden dermatom. Jak na przekroju czołowym można widzieć szereg za sobą leżących miomerów czyli miotomów, tak samo od strony ektodermi leży łańcuch dermatomów. Ich układ metameryczny zaciera się

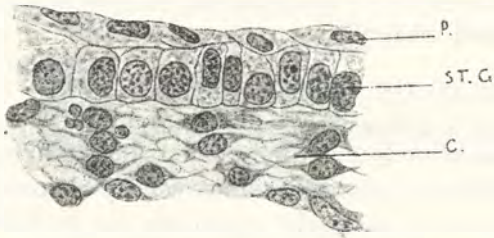
z czasem w zupełności nawet po stronie grzbietowej, — dermatomy zra-
stają się wzajemnie, a z poszczególnych zróżnicowanych blaszek wytwarza
się jednolita płyta z tkanki łącznej, stanowiąca podkład skórnny
(*cutis*) dla nabłonka skóry (*epidermis*).

W pozostałych częściach ciała podkład łączno-tkankowy skóry po-
chodzi z mezenchymy, która nie brała udziału w tworzeniu dermatomów.



Ryc. 715. Przekrój przez skórę zarodka ludzkiego długości 13 mm. C. — *cutis*,
P. — *peridermis*, ST. G. — *stratum germinativum*. Według preparatu zakładu
biol-embriol. U. J.

Różnicowanie nabłonka skórnego. Pojedyncza war-
stwa ektodermalna, pokrywająca początkowo ustrój zarodka, zamienia
się już w 2-gim miesiącu drogą podziału elementów komórkowych na
podwójną; stan ten utrzymuje się do 4-go miesiąca życia zarodkowego.



Ryc. 716. Przekrój przez skórę zarodka ludz-
kiego długości ok. 27 mm. C. — *cutis*, P. —
peridermis, ST. G. — *stratum germinativum*.
Według preparatu zakładu biol-embr. U. J.

Z dwóch warstw nabłonka
(Ryc. 715, 716) powierzch-
wna jest płaska o mocno spła-
szczonych komórkach i nosi
nazwę oskórka (*perider-
mis*). Koło 5-go miesiąca war-
stewka ta zamienia się w wa-
rstwę rogową (*stratum
corneum*).

Nabłonek, leżący pod nią,
stanowi tzw. warstwę roz-
rodczą (*stratum germini-
vum* — ryc. 715, 716), złożoną

z komórek walcowatych wysokich, których jądra leżą po stronie zbliżo-
nej do oskórka. Komórki te w 4-tym miesiącu życia zarodkowego two-
rzą przez podział 3-cią warstwę nabłonkową, układającą się między
oskórkiem a warstwą rozrodczą. Jest to tzw. warstwa pośrednia
(*stratum intermedium*). W końcowym okresie ciąży zwiększa ona znacz-
nie ilość swych warstw.

Dalsze różnicowanie nabłonka polega na rozmnażaniu się komó-
rek warstwy rozrodczej; komórki powstające z podziałów przesuwiają

się ku górze i ulegają zrogowaceniu. Proces tzw. rogowacenia wtórnego (pierwotne odnosiło się tylko do warstwy naskórkowej) ujawnia różne stadia zależnie od badanych warstw. Jak z histologii wiadomo, idąc od strony tkanki łącznej ku powierzchni, wyróżnić można w nabłonku następujące warstwy: walcowatą (*str. cylindricum sive germinativum*), kolczastą (*str. spinosum*), ziarnistą (*str. granulosum*) i jasną (*str. lucidum*). Rogowacenie rozpoczyna się w warstwie ziarnistej. Co do bliższych szczegółów odsyłam czytelnika do podręczników histologii. Powstawanie barwników skóry odbywa się w głębokich warstwach nabłonka, zasadniczo po urodzeniu, w pierwszych tygodniach dzieciństwa, podczas gdy w podłożach tkanki łącznej tworzy się on jeszcze w życiu płodowym.

Wyjątkowo u osobników tzw. albinotycznych barwnik nie tworzy się zupełnie (Ryc. 717).

Różnicowanie łącznotkankowego podkładu skóry. Jak podawaliśmy powyżej, jest podkład pod nabłonkiem złożony początkowo z komórek mezodermalnych, już to pochodzących z dermatomów, już to z mezenchymy, która nie przechodziła ugrupowania metamerycznego. W tej tkance mezenchymatycznej komórki poszczególne podkładu skóry łączą się ze sobą licznymi wypustkami plazmy (Ryc. 715, 716). Z biegiem rozwoju pojawiają się w tej warstwie mezenchymatycznego podkładu liczne włókna, które są w warstwie powierzchniowej grubsze i bardziej zbite, w głębszych zaś warstwach cieńsze i luźniej ułożone.

Włókna tkanki łącznej w skórze ulegają napięciom różnokierunkowym w różnych okresach rozwoju zarodkowego. Pozostaje to w związku z nierównym wzrostem narządów, i to w poszczególnych wymiarach (wzrost inny w długość niż w szerokość itd.). Rozwój wątroby np. powoduje napięcie w obrębie skóry w przedniej części tułowia, tak samo grubienie lub wydłużanie się odnoży wywołuje napięcie w różnych okolicach włókien łącznotkankowych skóry kończyn. Wynikają stąd znamienne zjawiska przesuwania się skóry, tak że np. partie jej, leżące na tułowiu bliżej szyi, mogą przesuwać się w kierunku ogonowym. Tak samo zależnie od kierunku przebiegu włókienek skóra może się fałdować w określony sposób. Na tułowiu np. w 3-cim miesiącu kierunek



Ryc. 717. Fotografia dwóch dzieci murzyńskich albinotycznych.

faldów jest poziomy, a potem podłużny, na odnóżach zaś w pewnym okresie podłużny, potem kolisty lub spiralny.

Listwy skórne tak znamienne, zwłaszcza w skórze dłoni i podeszwy, wytwarzają się u 9-cio-milimetrowego zarodka przez wzrost listwowy nabłonka w warstwę tkanki łącznej skórnej. Listwa wrosła w tkankę łączną nie zaznacza się początkowo na powierzchni nabłonka. Później jednak w biegu rozwoju, w miejscu wzrostu podnosi się ona ku powierzchni skóry, zaznaczając się tzw. grzebieniem powierzchniowym (*crista superficialis epidermis*), a między tymi wyniosłościami grzebieniowymi powstają rowki skórne (*sulci cutis*). Nabłonek tych listw wrastających w tkankę łączną daje też materiał do utworzenia gruczołów potowych.

Rozwój włosów.

Produkcja włosów przebiega u zarodka ludzkiego w dwóch seriach: jako włosy pierwotne, czyli puszek (*lanugo*) i włosy trwałe, które tworzy ustrój po wypadnięciu puszek. Puszek powstaje w końcu 2-go miesiąca w zarodkach człowieka, a w 4-tym miesiącu pokrywa zwykle całą skórę, zaś najsilniej powierzchnię grzbietową. W 8-mym miesiącu zaczyna się zmiana uwłosienia. Wypadające włosy puszek, które dostają się do wód amnionu, zastępuje porost nową serią włosów trwałych, jakkolwiek nie jednakowych na całej powierzchni. Twarz np. osobników żeńskich pokrywają włosy wtórne, ale zupełnie podobne do puszek pierwotnego. Zmiana uwłosienia dokonywa się wielokrotnie w życiu. Zasadniczo na późniejsze uwłosienie składają się włosy mocniejsze. Tworzenie się włosów w okolicach narządów płciowych przypisuje się działalności hormonów płciowych.

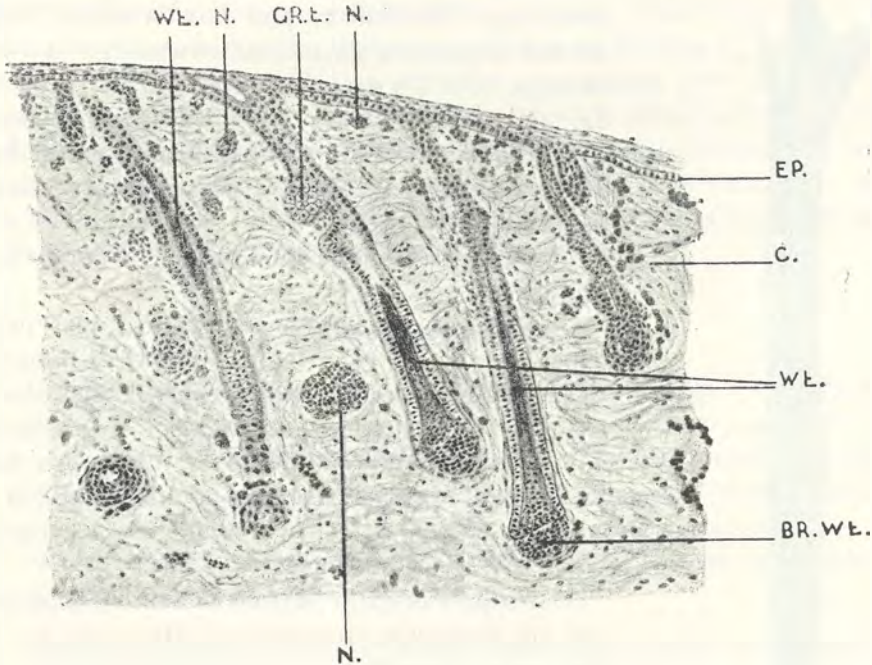


Ryc. 718. Przekrój przez skórę zarodka królika. C. — *cutis*, ST. G. — *stratum germinativum*, Z. — zawiązek włosa. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J

Jakkolwiek włosy trwałe w niektórych okolicach ciała są nieco mocniejsze i odmiennie zbudowane, to sposób ich rozwoju jest dla obu tych kategorii włosów jednaki. Materiału do wytworzenia dostarcza warstwa rozrodcza nabłonka skórniego.

Tzw. pierwotny zawiązek włosa stanowią grupy komórek nabłon-

kowych, które w miejscu przyszłego włosa powstają przez rozmnażanie się komórek warstwy rozrodczej nabłonka skórno (Ryc. 718) na pograniczu z mezenchymatycznym podkładem skóry. Z tych pierwotnych ognisk twórczych włosa wrasta prostopadle lub ukośnie w głąb tkanki



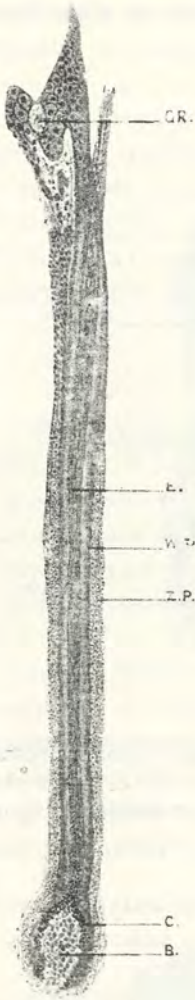
Ryc. 719. Przekrój przez skórę z głowy zarodka ludzkiego 5-ciomiesięcznego. BR. WŁ. — brodawka włosa, C. — cutis, EP. — epidermis, GR. Ł. — zawiązek gruczołu łojowego, N. — naczynie krwionośne, WŁ. — włosy. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

mezenchymatycznej czop komórek nabłonkowych walcowatych, tworząc zawiązek włosa. Czop ten rozszerza się kolbkowato na końcu, który się zagłębił w mezenchymę (Ryc. 719).

Z całego czopa komórek nabłonkowych powstaje twór, który stanowi istotny zawiązek włosa (Ryc. 719); jego wewnątrz na dolnej stronie zajmują mniejsze nieregularnie ułożone komórki, tworząc tzw. stożek włosa. Ta część nabłonka walcowatego, która pokrywa dno stożka w środkowej części, nosi nazwę łożyska włosa (*matrix pili*), a jego komórki są elementami macierzystymi włosa, gdyż właśnie łożysko wraz ze stożkiem jest narządem twórczym włosa.

Zawiązek włosa, a więc stożek, łącznie z komórkami łożyskowymi tkwi w mezenchymatycznej tkance skóry. Ta tkanka mezenchymatyczna gęstnieje w najbliższym sąsiedztwie stożka, zbija się w węzeł komórek mezenchymy, który wtlacza się w postaci brodawki (Ryc. 719 i 720) w dolną część stożka. Brodawka włosa (*papilla pili*) jest teraz

obrośnięta nabłonkiem zrastającym ze stożka, a dolną część jego, pokrywającą brodawkę, nazywamy cebulką włosową.



Ryc. 720. Przekrój podłużny przez włos zarodka ludzkiego. B. — brodawka włosa, C. — cebulka włosa, GR. — zawiązek gruczołu łojowego, L. — lodyga włosa, W. P. — wewnętrzna pochwka korzenia włosa, Z. P. — zewnętrzna pochwka korzenia włosa. Według preparatu zakładu biol.-embr. U. J.

Komórki produkowane przez łożysko i stożek włosa tworzą coraz dłuższe pasmo komórek nabłonkowych objętych przez tkankę mezenchymatyczną. Doszedłszy pod powierzchnię skóry pasmo to posuwa się prawie równoległe do niej, tworząc tzw. kanał włosa. Nazwa ta pochodzi stąd, że gdy stożek wytworzy włos, posuwać się on będzie ukośnie, a potem prawie równoległe do powierzchni w obrębie pasma, które nazwalimy kanałem włosa.

Barwnik pojawia się najpierw w komórkach łożyska włosa.

Pierwszą oznaką powstawania właściwego włosa są objawy rogowacenia komórek leżących w środkowej części stożka. Przy wzroście stożka rogowacenie postępuje coraz dalej w kierunku kanału włosa. Tkanka nabłonkowa, otaczająca włos, tworzy tzw. wewnętrzną jego pochewkę, która zawiera materiał do utworzenia niektórych zewnętrznych warstw włosa.

Na powierzchni pochewki wewnętrznej tworzy się pochewka zewnętrzna. Materiału na nią dostarcza pierwotny czop komórek tworzących włos oraz cebulka włosowa.

Z brzęznych komórek nabłonkowych zawiązka włosa powstają pęczki elementów, które organizują się w gruczoły łojowe, otoczone pochewką tkanki mezenchymatycznej. Z wału komórek tej tkanki tworzy się też mięsień włosa (*m. arrector pili*).

Włosy niektórych okolic ciała (brody, pachy, wżgórka Wenery, brwi, rzęs) mają jeszcze dodatkowy trzeci zawiązek narządu potowego apokrynicznego.

Zmiana włosów w ustroju dokonywa się z chwilą wyczerpania zdolności twórczych cebulki i brodawki włosowej. Warstwa macierzysta włosa (*matrix*), którąśmy poznali w poprzednim opisie (Ryc. 405), zatracza po pewnym czasie zdolność podziału swych komórek. Wtedy następuje rozluźnienie związku między cebulką a jej warstwą macierzystą, która pozostaje na bro-

dawce. Pasma nabłonkowe mocno wyciągnięte łączy jeszcze przez pewien czas obydwie te twory, po czym następuje zupełne zrogowacenie jego przy równoczesnym rozszerzeniu kolbkowatym jego dolnego odcinka. Z czasem wyodrębnia się taki włos z pochewki i zostaje usunięty jako ciało obce.

Powstawanie nowych ostatecznych włosów dokonywa się w ten sposób, że grupa komórek, stanowiących dawną brodawkę, posuwa się ku górze jakby za wysuwającym się dawnym włosem; równocześnie wytwarza się nowe łożysko włosa i warstwa nowych elementów macierzystych obejmuje kolbkowato dawną podsuwającą się brodawkę. Powstający w zawiązku nabłonkowym nowy, drugorzędny włos ostateczny wrasta w dawną osłonkę i ulega zróżnicowaniu podobnie jak włos pierwotny, a potem wydobywa się na zewnątrz.

Gruczoły skórne.

Gruczoły łojowe powstają, jak pisałem, w zarodku równocześnie z zawiązkiem włosów. Komórki pochewki włosowej zewnętrznej dostarczają materiału do budowy tych gruczołów. Część komórek różnicuje się w kierunku tworzenia łoju, druga część pozostaje w stanie niezróżnicowanym do dalszego rozmnażania i zwiększenia gruczołu.

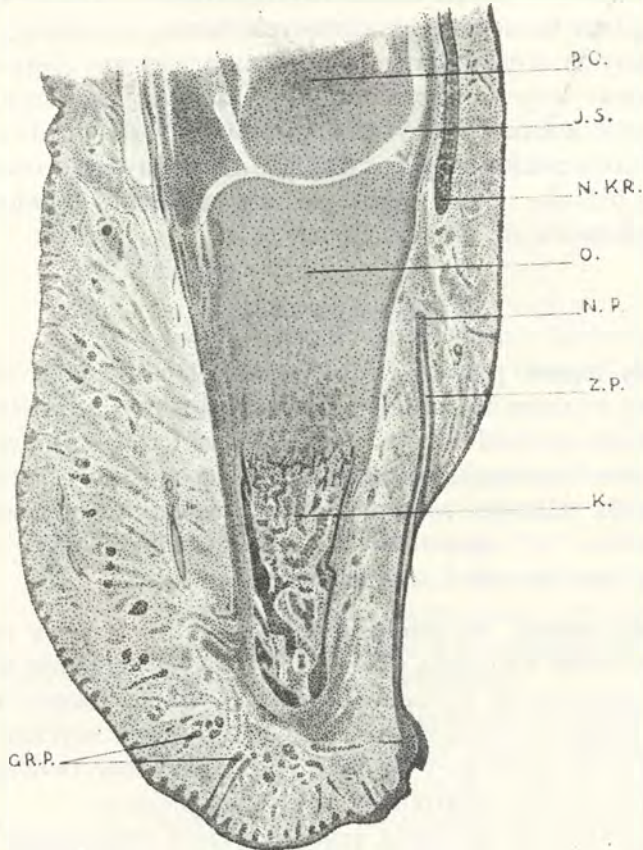
Wydzielina tych gruczołów łącznie ze zluszczonym nabłonkiem stanowi tzw. mazidło płodowe (*vernix caseosa*).

Gruczoły potowe, jak podawaliśmy, powstają częścią równocześnie z tworzeniem listw nabłonka skórnoego, z których wrastają w tkankę mezenchymatyczną czopy elementów komórkowych. Czopy te są początkowo lite i schodzą stosunkowo nisko przebiegiem krętym. Światło pojawia się w nich w drugiej połowie ciąży. Gruczoły tworzą wydzielinę bez włączania do niej cząstek własnej protoplazmy.

Drugą kategorię stanowią gruczoły, które towarzyszą dużym włosom drugorzędnym. Geneza ich związana jest z czopem nabłonkowym włosów: od tych czopów odchodzą wypuklenia boczne, które wyraźnie wykazują światło, — powstają one obok włosów podpachowych, leżących koło pępka, otworu odbytowego, w skórze worka mosznowego, a u kobiet także przy wargach sromnych, obok włosów wzgórków łonowego, koło brodawki piersiowej i w pachwinach. Wydzielina ma zapach specyficzny a udział w niej bierze częściowo plazma komórek.

Gruczoł mleczny ma swój zwiążek pierwszy w tzw. listwie mlecznej. Listwa ta w dalszym ciągu rozwija się u zwierząt ssących w kilku odcinkach po każdej stronie, dając początek tyłuż zawiązkom gruczołów mlecznych. U człowieka wytwarza się też kilka tych zawiązków, zasadniczo tylko w okolicy piersiowej, ale w biegu rozwoju pozostaje z nich tylko jedna para, a reszta ulega zanikowi. Z pierwot-

nego zawiązka nabłonkowego wyrastają w czasie dalszego rozwoju lite sznury, wrastające w tkankę mezenchymatyczną i kończące się kolbkowato. W sznurach powstaje potem światło. W pierwotnym węźle komórkowym, leżącym tuż pod powierzchnią skóry, środkowa część ulega zrogowaceniu, a gdy ta grupa komórek wypadnie, tworzy się wydrąże-



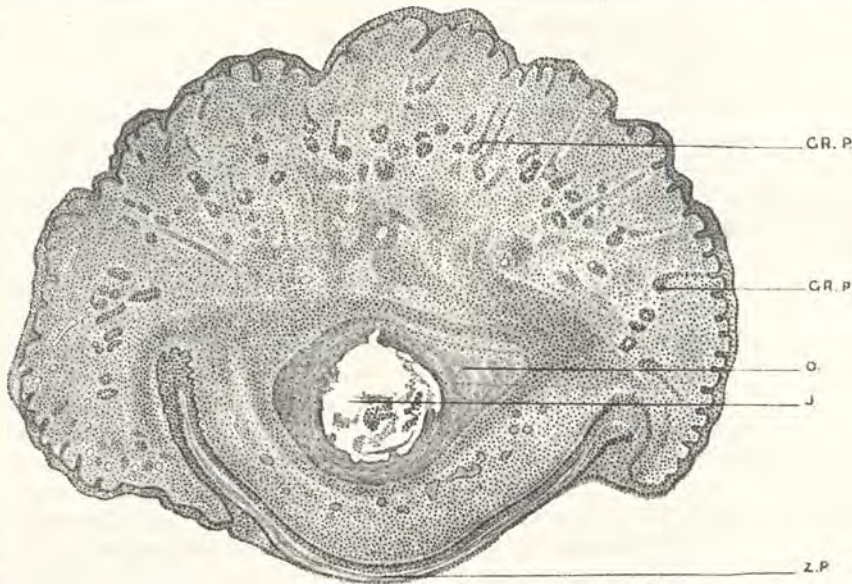
Ryc. 721. Przekrój podłużny przez końcową część palca zarodka ludzkiego 5-ciomiesięcznego. *GR. P.* — gruczoły potowe, *J. S.* — jama stawowa, *K.* — kostnienie w obrębie ostatniej falangi, *N. KR.* — naczynie krwionośne, *N. P.* — nasada paznokcia, *O.* — ostatni człon palca, *P. O.* — przedostatni człon palca, *Z. P.* — zawiązek paznokcia. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

nie w postaci małej jamki, która się potem mieści w brodawce piersiowej, powstającej dokoła i ponad tym zagłębieniem. Embriologowie przyjmują, że gruczoły mleczne są pewną odmianą gruczołów potowych.

Gruczoł mleczny u noworodka jest zdolny do produkcji, która jednak jest zatrzymana z powodu zniknięcia hormonów matki z krwi dziecka, zarówno u osobników męskich jak i żeńskich. Początek działalności następuje u osobników żeńskich w czasie ciąży, dalszy jej rozwój w czasie karmienia.

Rozwój paznokcia.

Urządzenie ochronne końcowych falang palców zaczyna się przygotowywać już w 3-cim miesiącu życia zarodkowego. Wstępem do tego jest wytworzenie tzw. pola paznokciowego. Na grzbietowej stronie falangi końcowej każdego palca widać zgrubienie nabłonka, który się układa w kilka warstw, a miejsce to otacza niebawem od tyłu i z boków wał z tkanki mezenchymatycznej i nabłonkowej. Na powierzchni pola paznokciowego zwiększa się liczba warstw nabłonka. Później da

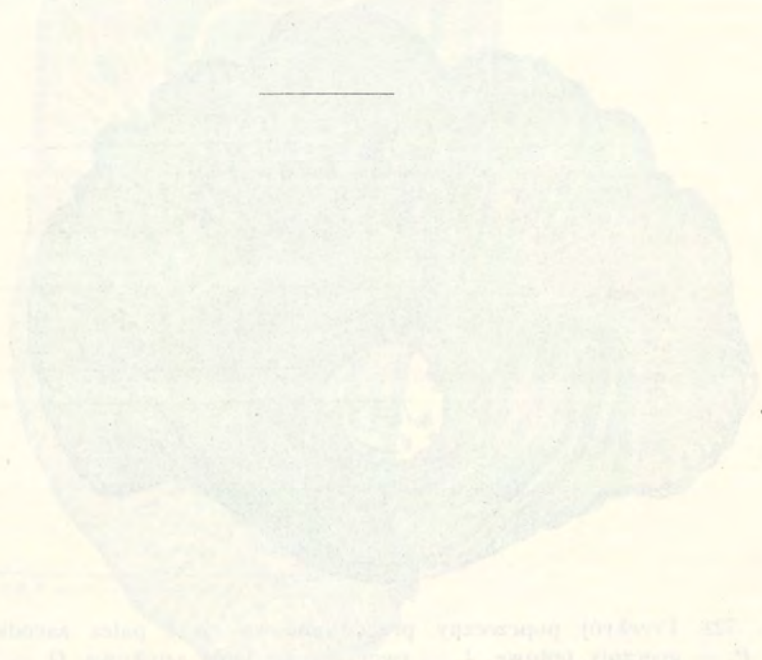


Ryc. 722. Przekrój poprzeczny przez końcową część palca zarodka ludzkiego. GR. P. — gruczoły potowe, J. — tworząca się jama szpikowa, O. — ostatni człon palca, Z. P. — zawiązek paznokcia. Według preparatu zakładu biol.-embriol. U. J.

się stwierdzić bujniejsze rozmnażanie komórek tkanki otaczającej pole paznokciowe. Poza jego granicą tworzy się rodzaj wału, który góruje nad powierzchnią pola paznokciowego. Na polu paznokciowym widać dotychczas tylko zmiany w budowie nabłonka, pokrywającego to pole, jednak do tego stadium nie dało się stwierdzić procesu istotnego zrogowacenia w nabłonku.

Jako dalsze przygotowanie terenu do wytworzenia paznokcia trzeba uznać powstanie kieszeni paznokciowej. Polega to na wroście nabłonka pola paznokciowego ku tyłowi, a więc w stronę przeciwną niż idą końce palców. Wytwarza się przez to kieszonka na grzbietowym końcowym odcinku ostatniej falangi, niezbyt głęboka, a na dnie jej leży nabłonek produkujący komórki zdolne do tworzenia rogowaciejących substancyj.

W połowie ciąży na przestrzeni między dnem łożyska a końcem palca produkuje łożysko, tj. załamek kieszonki nabłonkowej wrosniętej w głąb skóry, właściwy paznokieć w postaci płytki rogowej, która się układa na warstwie ściśle związanej z łącznotkankowym podkładem, a stanowić będzie podłoże paznokcia. Ta warstwa pod paznokciowa (*hyponychium*) nie jest zrogowaciała. Natomiast cienka warstewka wytworzona na powierzchni paznokci (*eponychium*) zawiera już róg. Łożysko funkcjonuje całe życie i odtwarza od tyłu paznokieć, który się od strony przedniej zużywa (Ryc. 721, 722).



SKOROWIDZ ALFABETYCZNY

- Acardiaci 284
Acervulus 336
Acetabulum 82
Acrania 358
Agenesia (aplasia) pulmonis 168
Alae orbitales 59
— temporales 59
Albinismus 399, 403
Alveolae (pulm.) 162
Amelia totalis 92
Ameloblasty 110
Ampulla ductus deferentis 195
— recti 141
Ampullae membranaceae 382
Amyelia 357
Anastomosis intercardinalis 275
— intercava 275
Anastomoza szyjna międzyżylna 275
— żył zasadniczych 275
Anencephalia 358
Annulus lymphaticus 117
Anophthalmus 398
Anthelix 391
Antitragus 391
Antrum Highmori (sinus maxill.) 70
Anus 210
— praeternaturalis 154
Aorta 268
Aortae dorsales (descendentes) 266
— primitivae ventrales (ascendentes) 266
Aorty grzbietowe (zstępujące) 266
— parzyste (brzuszne) 266
Aplasia testis (anorchidia) 241
Appendix vesiculosa testis 208
Aquaeductus Sylvii 329
Arachnoactylia 94
Arcus anterior 49
— aortae 268
— branchialis 63
— dorsales 43
— mandibularis 113
Arcus posterior 49
— ventrales 43
Area infranasalis 394
— triangularis nasi 394
Arteria anonyma 268
— carotis communis dextra 268
— — externa sinistra 268
— — interna sinistra 268
— centralis retinae 365, 375
— hyaloidea (art. lentis) 372, 373, 375,
399
— — persistens 399
— stapediale 62
— subclavia dextra 268
— — sinistra 268
Arteriae umbilicales 266
Ascaris, kom. pragenitalne 187
Ascensus medullae spinalis 319
Atlas 49
Atresia ani et sinus urogenitalis 156
— — urethralis 237
— — vaginalis 156
— — vesicalis 237
— — vestibularis 237
— art. pulmonalis 287
— ductus auditivi 400
— duodeni 155
— oesophagi 154
— recti 156
— — et ani 156
— vaginae 246
Atrium commune 254
Auriculae cordis 251
Bańka nasieniowodu 195
— odbytnicy 141
Barwniki skóry 403
Belecza podstrunowa 49
Beznóże 92
Bezsercowe płody 284
Blastema muscularis 96

- Blaszka kresowa 338, 345
 — siatkowata 60
 — spiralna błoniasta 385, 386
 — — kostna 386
 Błona bębenkowa 390, 391
 — Bowmana 374
 — dziewicza 207
 — graniczna tylna 374
 — naczyniowa IV. komory 326
 — odbytowa 210
 — opłucnowo-osierdziowa 274, 309
 — — -otrzewnowa 310
 — Rathkego 106
 — stekowa (kloaczna) 208
 — żreniczna 399
 Brachyphalangia 94
 Erodawka włosa 405
 Brodawki grzybowate 115
 — nitkowate 115
 — okolne 115
 Bronchiectasia congenita universalis 168
 Bronchioli respiratorii 162
 Bulbus olfactorius 347, 396
 — trunci arteriosi 250

 Calcar avis 344
 Calices maiores (renis) 181
 — minores (renis) 181
 Callus 27
 Camera oculi anterior 374
 — — posterior 374
 — pronephridis 172
 Canalis caroticus 59
 — corporis hyaloidei (Cloqueti) 373
 — inguinalis 228
 — neurentericus 105, 154
 — utero-vaginalis 202
 Capsula hepatis 147, 304
 — lienis 292
 — renis 185
 Caput obstipum 101
 Cartilaginee arytaenoideae 158
 — nasales laterales 59
 Cartilago corniculata (Santorini) 159
 — cricoidea 159
 — cuneiformis (Wrisbergi) 159
 — Meckeli 61
 — septi nasi 59
 — thyreoidea 159
 Caruncula lacrimalis 377
 Cauda equina 320
 Cavitas conchae 390
 Cavum hyaloideum 372
 — Monroi (ventriculus impar) 338
 — pharyngo-laryngeum 157
 — — -nasale 157
 — subarahnoidale 348
 — subdurale 348
 — tympani 121, 387
 — (ventriculus) septi pellucidi 346
 Cebulka włosa 406
 Cellulae ethmoidales 395
 Centrum tendineum diaphragmatis 313
 Cewka moczowa, anomalie 242
 — — kobieca 216
 — — męska 214 i n.
 Cheilo-gnatho-palatoschisis 91
 Cheiloprosoposchisis 90
 Cheiloschisis 90
 Choanae primitivae 392
 Choany pierwotne 392
 Chondroklasty 22, 23
 Chondroliza 22
 Chorda tympani 389
 Chordae tendineae 262
 Chorioidea 373
 Chrząstka klinowata 159
 — Meckela 61
 — przegrody nosa 59
 — Reicherta 62
 — różkowa 159
 — sygnetowa (pierścieniowa) 159
 — tarczykowa 159
 Chrząstki nalewkowe 158
 — nosowe boczne 59
 — przedstrunowe 53, 54
 — przystrunowe 53, 54
 Chrzęstozrost 86
 Ciała jamiste prącia 221, 222
 Ciałka bliźniacze 330
 — czworacze 330
 — Hassala 126
 — Malpighiego 177, 185
 — nabłonkowe 126
 — sutkowate 330
 Ciałko rzęskowe 369
 — szkliste 372, 373
 Ciało prążkowane 341, 342
 — Wolffa 177
 Ciemiączko klinowe 67
 — małe 67
 — sutkowe 67
 — wielkie 67
 Cisterna chyli 290

- Claustrum 341
 Clavae 326
 Clavicula 50
 Clitoris 219
 Cloaca 173, 208 i n.
 Colliculi auriculares (branchiales) 391
 Coloboma 398
 — chorioideae 373
 — iridis 398
 — lentis 398
 — retinae 398
 Columnae fornicis 346
 — renales Bertini 185
 — rugarum 206
 Commissura anterior 346
 — posterior 335
 Conchae (inferior, media, superior) 395
 Conjunctiva 376
 — bulbi 376
 — corneae 376
 — palpebrarum 376
 Conus inguinalis 229
 Copula 114
 Coracoscapula 81
 Cornea 374
 Cornu Ammonis 342, 343
 Cornua minora ossis hyoidei 62
 — (thyreoid.) superiora et inferiora 159
 — ventriculi lateralis 342, 343
 Corpora bigemina 330
 — cavernosa penis 221, 222
 — mammillaria 330
 — quadrigemina 330
 Corpus callosum 345
 — ossis hyoidei 63
 — striatum 341, 342
 — vitreum (hyaloideum) 372
 Cranioschisis 358
 Cranium primordiale 54, 55 i n.
 Crista galli 60
 — neuralis 349, 352
 — — cerebralis 349
 — — spinalis 349
 — ossis ilei 81
 — superficialis epidermis 404
 Cristae ampullares 382, 386
 Crura cerebelli ad cerebrum 327
 — — — medullam oblongatam 327
 — — — pontem 327
 Cryptorchismus 242
 Cupula optica 363
 Curvatura maior 132
 Curvatura minor 132
 Cutis 402
 Cyclopia 91
 Cyklopia 91
 Cymba conchae 390
 Cystis fellea 145
 Czapeczka (błona) szkliwna 110
 Czaszka 52 i n.
 — anomalie 89
 — chrzęstna pierwotna 54, 55 i n.
 — kostnienie 63
 — teorie powstania 72 i n.
 — trzewi głowowych 56, 60 i n.
 — układu nerwowego 56 i n.
 Część oczno-skroniowa czaszki 57, 58
 — potyliczna czaszki 57, 58
 — sitowa czaszki 57, 59
 — uszna czaszki 57, 58
 Decussatio pyramidarum 326
 Dendryty 32
 Dens epistrophei 49
 Dentes accessorii 152
 Dentyna 110
 Descensus testiculorum retardatus 241, 242
 — testium 223 i n.
 Deviatio septi oesophago-trachealis 155
 Dextrocardia 284
 Diaphragma laryngis 167
 — primitivum 307, 311
 Diarthrosis 86
 Diencephalon 321, 330 i n.
 Dilatatio oesophagi 154
 Disci intervertebrales 84
 Distopia renis 236
 Diverticulum Meckeli 153
 — pineale 332, 335
 Dno żołądka 133, 134
 Drogi oddechowe 157
 — odprowadzające jajuika 199 i n.
 — — jądra 193 i n.
 Ductus allantoideus 212
 — Botalli 268, 282, 283
 — choledochus 145, 304
 — cochlearis 382
 — Cuvieri 272, 274
 — cysticus 149
 — deferens 195
 — ejaculatorius 195
 — endolymphaticus 379
 — intestino-vitellinus 101, 136, 153
 — parotideus 117

- Ductus pharyngo-branchialis 121
 — semicirculares 58, 380, 382 (canales)
 — thoracicus 290
 — thymico-pharyngeus 124
 — thyreoglossus 126
 — utriculo-saccularis 382
 — venosus Arantii 278, 281, 283
 — Wirsungianus 150
 Duodenum 136
 Dura mater 348
 Dwunastnica 136

 Ectopia cordis abdominalis 285
 — — cervicalis 285
 — — externa 285
 — — pectoralis 285
 — vesicae 237
 Eleidyna 11, 12
 Encephalocele 359
 Encephalocystocele 359
 Encephalomeningocele 359
 Endocardium 248, 252
 Epicanthus 400
 Epicardium 248
 Epidermis 402
 Epididymis 195
 Epiglottis 158
 Epiphysis 332, 335, 336 (gl. pinealis)
 Epispadia 242, 243
 Epistropheus 49
 Eponychium 410
 Epoophoron 198, 199
 Ethmoturbinale primum et secundum 395
 Excavatio recto-uterina (cavum Douglasi)
 307
 — — -vesicalis 306
 — vesico-uterina 307
 Exostosis 93
 Exstrophia vesicae inferior 238
 — — partis superioris 237
 — — totalis 238

 Fałdy nalewkowo-głośniowe 158
 — odbytniczo-pęcherzowe 306
 Fascia Tenoni 373
 Fenestra hypophyseos 59
 Fenestrae olfactoriae 59
 Fila olfactoria 396
 Filum terminale (medullae) 154, 320
 Fimbriae 204
 Fissura calcarina 344
 — cerebri lateralis (fiss. Sylvii) 340, 341
 — cerebri longitudinalis (fiss. magna)
 340
 — chorioidea 342
 — faciei (protoposchisis) 90
 — hippocampi 342
 — mediana anterior (medullae) 319
 — oculi (cupulae opticae) 364, 398
 — orbitalis superior 59
 — parieto-occipitalis 343, 344
 — sterni 89
 — transversa ani 222
 — urogenitalis 218
 Fistula oesophago-trachealis 154
 Flexura coli sinistra (lienalis) 136, 139, 306
 — dextra 306
 Fokomelia 92, 93
 Fonticulus maior (frontalis) 67
 — mastoideus 67
 — minor (occipitalis) 67
 — sphenoidalis 67
 Foramen atrio-ventriculare (canalis auricularis) 251
 — caecum 113
 — epiploicum Winslowi 302
 — hypoglossi 58
 — interventriculare 260
 — jugulare 58
 — Monroi 338
 — opticum 59
 — ovale (cranii) 59
 — — primum 255
 — — secundum 256, 283
 — rotundum 59
 — spinosum 59
 — transversarium 48
 Fornices vaginae 207
 Fornix 346
 Fossa conchae 390
 Fossae olfactoriae 392
 Fundus ventriculi 133, 131

 Gałąź brzuszna (przednia) nerwu 351
 — grzbietowa (tylna) nerwu 351
 — trzewiowa (łącząca) nerwu 352
 Ganglia 35
 Ganglion acustico-faciale 350, 386
 — semilunare n. trigemini 350
 — spirale 386
 — vestibulare (intumescentia gangliiformis Scarpae) 386
 Gardziel 157
 Glandula parotis 116

- Glandula sublingualis 116
 — submaxillaris 116
 — suprarenalis 232 i n.
 Glandulae alveolo-buccales 117
 — bulbo-urethrales Cowperi 216
 — parathyreoideae 227
 — paraurethrales 217
 — thyreoideae accessoriae inferiores 127
 — — — superiores 127
 — Gnathoschisis 90
 Grasica 123 i n.
 Grasice dodatkowe 124
 Gruczoł krokowy 215, 242
 — mleczny 407, 408
 — podjęzykowy 116
 — podszczękowy 116
 — przyuszny 116
 Gruczoły Brunnera 144
 — Lieberkühna 143, 144
 — łojowe 407
 — opuszkowo-cewkowe Cowpera 216
 — potowe 407
 — przycewkowe 217
 — przytarczycowe 126, 127
 — rozrodcze 158 i n.
 — skórne 407
 — ślinowe 116, 117
 — tarczyczne dodatkowe dolne 127
 — — — górne 127
 Grzebień ampułek 382
 Grzebień koguci 60
 — nerwowy 349, 352
 — — mózgowy 349
 — — rdzeniowy 349
 Guzek płciowy 217, 220
 Gyrus dentatus 343
 — fornicatus 342, 343

 Hatteria, szyszynka 336
 Haustra 144
 Helix 391
 Hermaphroditismus 239, 240, 241
 Hernia diaphragmatica 308
 Heterochromia iridum 399
 Heterotopia zębów 151
 Hexadactylia 94
 Histogeneza 10 i n.
 Holoacrania 358
 Hydatis epididymidis 195
 Hydrocephalus 359
 — externus 359
 — internus 359

 Hymen 207
 — imperforatus 246
 — lobatus 246
 Hypertrichosis 358
 Hyponychium 410
 Hypophysis 54, 332 i n.
 Hypoplasia pulmonis 168
 Hypospadią 242, 243

 Incisura intertragica 390
 — thyreoidea 159
 Incus 72
 Infundibulum (pulm.) 162
 — (ventriculi III) 330, 333
 Insula Reilii 341
 Intumescencia cervicalis 319
 — lumbalis 319
 Isthmus metencephali 327

 Jajnik 195 i n.
 — anomalie 244
 — pierwotna warstwa biaława 196
 — — — rdzenna 196
 — warstwa korowa wtórna 197
 Jajniki, przemieszczenie 232
 Jajowody 199 i n., 203
 — anomalie 244
 Jama bębenkowa 121, 387
 — brzuszna (otrzewnowa) 298 i n.
 — ciała 297 i n.
 — Highmora 70, 395
 — Monroego 338
 — odbytniczo-maciczna (Douglasa) 200
 — osierdziowa 298, 307 i n.
 — pęcherzowo-maciczna 200
 — piersiowa (opłucnowa) 298, 307 i n.
 — przegrody przeźroczystej 346
 — ustna 105 i n.
 Jamka końcowa (rdzenia) 320
 — muszli usznej 390
 — szyszynki 335
 Jamy boczne nosa 395
 — szpikowe 21
 Jądra chrząstki międzykręgowej 45
 — substancji szarej 323
 Jądro 191 i n.
 — anomalie 241, 242
 — ogoniaste 341
 — przegródkowe 341
 — soczewkowate 341
 Jelita 135 i n.
 Jelito głowowe 105 i n.

- Jelito grube 139
 — odbytowe 141
 — ogonowe 105, 153
 — pozaodbytowe 154
 — skrzelowe 117 i n.
 — ślepe 139, 140
 — tułowiowe 105, 129 i n.
 Język 113 i n.
- Kameleon, szyszynka 336
 Kanalik wytryskowy 195
 Kanaliki kręte (nasienne) 192
 — proste (jądra) 192
 — wydzielnicze kręte 184
 — zbaczające (jądra) 195
 Kanał ciała szklстого (Cloqueta) 373, 399
 — grasiczno-przelykowy 124
 — maciczno-pochwowy 202
 — Müllera 199 i n.
 — — u mężczyzny 208
 — nerwowo-jelitowy 154
 — pachwinowy 228
 — tętnicy szyjnej 59
 — włosa 406
 — Wolffa 172, 173
 Kanały Haversa 21, 25
 — półkoliste 58, 380, 382
 Katarakta 400
 Keratohialina 11
 Keratyna 11
 Kłębki Malpighiego 175, 177, 184
 Kolumny Bertiniego 185
 Komora ciała szklстого 372
 — III. mózgu 330
 — IV. mózgu 323
 — przednia oka 374
 — tylna oka 374
 Komory boczne mózgu 344
 — oczne 331, 363
 — serca 260
 Komórki kości sitowej 395
 — Leydiga (interstycjalne) 192
 — nerwowe 32 i n.
 — parasympatyczne 350
 — Sertoliego 192
 — szklwiotwórcze 110
 — śródmiąższowe (interstycjalne jajnika)
 198
 Konary mózgowie 329
 Korzeń języka 114
 — krezki 300
 Kosmki 142, 143
- Kostki słuchowe 71
 — śródciamiączkowe 68
 Kostnienie 17 i n.
 — ochręstne 25 i n.
 — mostka 51
 — śródchręstne 21 i n.
 Kostniwo (cement) 110
 Kości ciemieniowe 66
 — okładzinowe (pokrywowe) 55
 — szczęki górnej 69
 — zastępcze 55
 Kość czołowa 66
 — klinowa 64
 — krucza 81
 — licowa 70
 — łzowa 70
 — międzyszcękowa 69
 — nosowa 70
 — podniebieniowa 70
 — potyliczna 64
 — sitowa 65
 — skroniowa 65
 — szczęki dolnej 70
 Kowadełko 61, 72
 Krąg obrotowy 49
 — szczytowy (dźwigacz) 49
 Krążenie krwi w zarodku 278 i n.
 — wątrobowe 275 i n.
 Kresomózgowie 321, 337 i n.
 Krezka 298
 — brzuszna 298, 304
 — dwunastnicy 300
 — grzbietowa 132, 298
 — — żołądka 299
 — jelita grubego 300, 306
 — jelitowa wspólna 300, 305
 — płucna 165, 299
 — przełyku 299
 — serca 248
 Kręgi krzyżowe 51
 — lędźwiowe 51
 — ogonowe 52
 — piersiowe 50
 — szyjne 48
 Kręgosłup 39 i n.
 — anomalie 88
 — kostnienie 47, 48
 — stadium chręstne 44 i n.
 Kręgowce śluzicowate 170
 Krocze 222
 Krtań 157, 158
 — anomalie 166 i n.

- Krzywizna duża żołądka 132
 — mała żołądka 132
 Kształty zarodka 1 i n.
 Kubek wzrokowy 363
- Labia maiora 219
 Labrum pupillare cupulae opticae 363
 Lamina cribrosa 60
 — membranacea spiralis 385, 386
 — spiralis ossea 386
 — (substantia) perforata anterior 347
 — terminalis 338, 345
- Lanugo 6, 404
 Laryngocele externum 167
 Lemiesz 70
 Lenticonus 400
 Lernaia branchialis, kom. pragenitalne 187
- Ligamenta annularia tracheae 162
 Ligamentum Botalli 283
 — coronarium hepatis 146, 305
 — gastro-lienale 304
 — genito-inguinale (s. gubernaculum Hunteri) 226 i n., 232
 — hepato-duodenale 302
 — — -gastro-duodenale 147, 304
 — — -phrenicum 146, 305
 — — -renale 302, 305
 — hyo-thyreoideum laterale 160
 — — — medium 160
 — latum 205, 307
 — ovarii proprium 232
 — pulmonale 311
 — stylohyoideum 62
 — suspensorium hepatis (falciforme) 147, 304
 — — ovarii 232
 — teres hepatis 283, 304
 — vesico-umbilicale laterale 283
 — — — mediale 212
- Listwa moczopłciowa 188
 — płciowa 188
 — Wolffa 76
- Lobulus testis 192
 Lobus auricularis 391
 — frontalis 339
 — occipitalis 339, 343
 — parietalis 339
 — temporalis 339
- Łągiewka 380
 Łącznica 114
 Embriologia szczegółowa
- Łechtaczka 219
 Łopatka 80, 81
 Łożysko włosa 405
 Łódka muszli usznej 390
 Łuk trzewiowy pierwszy 61, 113
 — — drugi (gnykowy) 62
 — — trzeci 63
 — — czwarty i piąty 63
 — tylny 49
- Łuki brzuszne 43
 — grzbietowe (kręgu) 45
 — skrzelowe 118 i n.
- Macica 204 i n.
 — dwurożna 245
 — dziecięca 246
 — jednorożna 244
 — płodowa 246
 — skrzywienia 246
 — szcurza 244
- Macrostomia 91
 Macula sacculi 382, 386
 — utriculi 382, 386
- Malleus 71
 Małe rożki kości gnykowej 62
 Małopalcowość 94
 Mandibula 70
 Mater arachnoidea 348
 Matrix pili 405
 Maxilloturbinae 395
 Mazidło płodowe 407
 Meatus auditivus externus 121
 Mediastinum 274
 — anterius 311
 — posterius 311
 — testis 192
- Membrana adamantina 110
 — analis 210
 — cloacae 208
 — Descemeti 374
 — eboris 110
 — obturatoria 118
 — pleuro-pericardiaca 274, 309
 — — -peritonealis 310
 — pupillaris persistens 399
 — (tunica) vasculosa lentis 372, 398
 — urethralis 210
- Meninges 348
 Meningocele 357
 Meroacrania 358
 Mesencephalon 321, 329 i r.
 Mesenterium 132, 298

- Mesenterium commune 300, 305
 — dorsale 298
 — ventrale 147, 248, 298
 Mesocardium dorsale 248
 — ventrale 249
 Mesocolon 300, 306
 Mesocrania 358
 Mesoduodenum 300
 Mesogastrium 132, 299
 — ventrale 132, 304 (anterius)
 Mesonephros 169, 173 i n.
 Mesoesophagum 299
 Mesopulmonum 165, 299
 Mesorchium 226
 Mesorectum 300
 Metencephalon 321, 326 i n.
 Microcephalia 359
 Micromelia 93
 Microphthalmus 398
 Miednica 81, 82
 Międzymózgowie 321, 330 i n.
 Mięsień piersiowy wielki 101
 — włosa 406
 Mięsko łożowe 377
 Mięśnie brodawkowe 262
 — brzucha 98, 101
 — gładkie 27
 — głowy 98
 — grzbietu głębokie 98
 — — powierzchowne 98
 — odnóży 98
 — — dolnych 100
 — — górnych 100
 — piersi 98
 — prążkowane 28 i n.
 Migdałek gardłowy 117
 — językowy 117
 — podniebieniowy 117
 Mioblasty 28, 29
 Mioidy 126
 Miosepta 98
 Młoteczek 61, 71
 Moczowe narządy 169 i n.
 Moczowody pierwotne 172, 173
 Moczowód 186, 187
 — anomalie 236, 237
 Monophthalmia 91
 Monorchismus 242
 Most Varola 327
 Mostek 50
 Mózg 321 i n.
 Musculi adductores 100
 Musculi extensores 100
 — flexores 100
 — glutei 100
 — papillares 262
 Musculus arrector pili 406
 — biceps 100
 — biventer 98
 — brachialis internus 100
 — deltoideus 100
 — dilatator pupillae 31, 369
 — infraspinatus 100
 — masseter 98
 — mylohyoideus 98
 — pectoralis maior 98
 — — minor 98
 — sphincter pupillae 31, 369
 — sterno-cleido-mastoideus 101, 120
 — subscapularis 100
 — supraspinatus 100
 — teres maior, minor 100
 — triceps 100
 Muszla dolna 395
 — górna 395
 — środkowa 395
 — uszna 391
 Muszle nosowe 395
 Myelencephalon 321, 323 i n.
 Myelocyste 357
 Myelocysta 357
 Myelocystomeningocele 357
 Myocardium 252 i n.
 Myxinoidea, narząd moczowy 169

 Nabłonek 10 i n.
 — barwnikowy 12, 13
 — płciowy 190, 196
 — skóry 402
 Naczyniówka 373
 Nadjajnik 198, 199
 Nadnercze 232 i n.
 Nagłośnia 158
 Najądrze 195
 Nakątnik 400
 Napletek 222
 Narząd Cortiego 382 i n.
 — Jacobsona 395
 — łożowy 376, 377
 — słuchu, anomalie 400, 401
 — — i równowagi 378 i n.
 — smakowy 397
 — szklwiny 110
 — węchowy 392 i n.

- Narząd wzrokowy 361 i n.
 Narządy limfatyczne jamy ustnej 117
 — moczowe 169 i n.
 — — anomalie 235 i n.
 — płciowe, anomalie 239 i n.
 — — zewnętrzne 217 i n.
 — — — męskie 220 i n.
 — — — żeńskie 219 i n.
 — zmysłowe 361 i n.
 Nasieniowód 195
 Nasierdzie 248
 Nefrotomy 171
 Neocranium 75
 Nerka ostateczna 170, 179 i n.
 — płatowata 235
 — podkowiasta 236
 — przemieszczenie 236
 — torbielowata 236
 — wędrująca 236
 Nerki, anomalie 235, 236
 Nervus abducens 353
 — accessorius Willisii 353
 — glossopharyngeus 98, 116, 353, 397
 — facialis 58, 62, 353
 — hypoglossus 115, 353
 — oculomotorius 353
 — olfactorius 353, 396
 — opticus 353
 — phrenicus 98, 313
 — spinalis 351
 — stato-acusticus 58, 353
 — sympathicus 353 i n.
 — trigeminus 116, 353
 — trochlearis 353
 — vagus 353
 Nerw błoczkowy 353
 — błędny 353
 — dodatkowy 353
 — językowo-gardłowy 116, 353, 397
 — odwodzący 353
 — okoruchowy 353
 — podjęzykowy 115, 353
 — przeponowy 313
 — słuchu i równowagi 58, 353
 — trójdzielny 116, 353
 — twarzowy 58, 62, 353
 — węchowy 353, 396
 — wzrokowy 353, 374, 375
 Nerwy czuciowe 351
 — mózgowo 352, 353
 — obwodowe 349 i n.
 — rdzeniowe 351, 352
 Neurilemma 36
 Neuroblasty 33 i n., 315, 350
 Neurocranium 56 i n.
 Neuroglia 32, 33
 Neuron 32
 Neuryt 32
 Niedrożność dwunastnicy 155
 — kiszki odbytovej pochwowa 156
 — odbytnicy 156
 — — i otworu odbytowego 156
 — odbytu i zatoki moczopłciowej 156
 — przełyku 154
 — przewodu słuchowego 400
 Nitka końcowa (rdzenia) 320
 Nitki nerwowe 396
 Nodi lymphatici s. lymphoglandulae 291
 Nos 393 i n.
 Nuclei arcuati 325
 — laterales 326
 — pulposi 45
 Nucleus caudatus 341
 — dentatus 328
 — lentiformis 341
 Obojczyk 50
 Obojnactwo 239, 240, 241
 Occlusio oesophagi 154
 Ochrzęstna 17
 Odbyt 210
 Odnóża, anomalie 91 i n.
 — nieparzyste 75 i n.
 — parzyste 75 i n., 83
 Odontoblasty 110
 Ogon koński 320
 Okienka węchowe 59
 Okienko przysadkowe 59
 Okluzja fizjologiczna dwunastnicy 142
 Oko, anomalie 398 i n.
 Oligodactylia 94
 Olivae 326
 Oliwki 326
 Omentum maius 292, 301 i n.
 — minus 304
 Operculum 120
 Opłucna płuca 311
 — ścienna 310
 Opona miękka 348
 — pajęczna 348
 — twarda 348
 Opony 348
 Opuszka węchowa 347, 396
 Ora serrata 366

- Organon Cortii 382 i n.
 Os ethmoidale 65
 — frontale 66
 — lacrimale 70
 — maxillae superioris 69
 — nasale 70
 — occipitis 64
 — palatinum 70
 — parietale 66
 — praemaxillare (incisivum) 69
 — sphenoidale 64
 — temporale 65
 — zygomaticum 70
 Osierdzie 264, 265
 Oskórek 402
 Oskrzela, anomalie 168
 Oskrzeliki oddechowe 162
 Osłonka biaława jądra 191
 — myelinowa 36
 — Schwanna 36
 Ossa investientia 55
 — substituentia 55
 Ossicula fonticulorum 68
 — intercalaria (Wormiana) 68
 Ossificatio enchondralis 21 i n.
 — perichondralis 25 i n.
 Osteoblasty 17
 Osteocyty 19
 Osteoklasty 20
 Ostium abdominale tubae 204
 — genitale primitivum 218
 — primitivum urethrae 220
 Ostium urethrae 220
 Ostroga ptasia 344
 Osyfikacja 18 i n.
 Ósrodek ścięgnisty przepony 313
 Otrzewna ścienna 299
 — trzewiowa 132
 Otwory nerwu podjęzykowego 58
 — żyły szyjnej 58
 Otwór kolcowy 59
 — międzykomorowy 260
 — owalny (czaszki) 59
 — — pierwszy 255
 — — wtórny 256, 283
 — sieciowy 302
 — słuchowy 58
 — ślepy 113
 — wyrostków poprzecznych 48
 Ovotestis 239
 Palaeocranium 75
 Palatoschisis 91
 Panewka biodrowa 81
 Papilla pili 405
 Parachordalia 53
 Paradidymis 195
 Pariet membranacea tracheae 161
 Paroophoron 199
 Pars cochlearis 380
 — optica hypothalami 330
 — vestibularis 380
 Pasma płciowe 200
 — węchowe 347
 Paznokcie 409, 410
 Pediculus opticus 363
 Pedunculi cerebri 329
 Pericardium parietale 265
 — viscerale 265
 Peridermis 402
 Peritoneum parietale 299
 — viscerale 132
 Pęcherz moczowy 210, 212 i n.
 — — anomalie 237, 238
 Pęcherzyk gruczołu krokowego 208
 — oczny 363
 — słuchowy 378, 379
 — — część przedsiolkowa 379, 380
 — — — ślimakowata 380
 — szyjny 122
 — żółciowy 145
 Pęcherzyki Graafa 196, 199
 — mózgowe 321
 — nasienne 195
 — płucne 162
 — trzustki 150
 Pętla Henlego 184
 — pierwotna (pepkowa) 136, 137
 Pętla jelitowe 136 i n.
 Phallus 217, 220
 Philtrum nasi 90, 394
 Phimosis 243
 Phocomelia 92
 — partialis 93
 — totalis 93
 Pia mater 348
 Piasek mózgowy 336
 Pinnae 75, 76
 Plamka łagiewki 382
 Plamka woreczka 382
 Platydactylus, szyszynka 336
 Platysma myoides 98, 120
 Pletwy 75

- Pleura parietalis 310
 — visceralis 311
 Plexus brachialis 352
 — lumbo-sacralis 352
 Plica genitalis 188
 — mesonephridis 188
 — urogenitalis 188
 Plicae ary-epiglotticae 158
 — palmatae 205
 — recto-vesicales 306
 Płat ciemieniowy 339
 — czołowy 339
 — muszli usznej 391
 — potylicowy 339, 343
 — przedni przysadki 333
 — skroniowy 339
 — środkowy przysadki 333
 — tylny przysadki 334
 — węchowy 347
 Płec, powstawanie 187
 Płuca 162 i n.
 — anomalie 168
 — napowietrzenie 165
 Płytki cewkowa 218
 — słuchowa 378
 Płytki węchowe 392
 Pnie boczne (limfat.) 291
 Pochewka wątroby 147, 304
 Pochwa 207 i n.
 Pochwa męska 208
 Podkład skórny 402, 403
 Podniebienie 394
 Pole podnosowe 394
 — trójkątne nosa 394
 Polydactylia 93
 Polykariocyty 20
 Połączenia międzykostne 84 i n.
 Pons Varoli 327
 Porus acusticus internus 58
 Powieki 376
 — anomalie 400
 Powstawanie narządów, uwagi ogólne 7 i n.
 Półkule mózgowie 338 i n.
 — mózdkowe 328
 Praeochondalia (trabeculae cranii) 53
 Praeputium penis 222
 Pranercze 169, 173 i n.
 — znaczenie fizjologiczne 179
 Prącie, anomalie 242, 243
 Processus alares 59
 — alveolaris 69
 Processus anterior sive Folii 71
 — articulares 46
 — globularis 393
 — infundibularis hypophyseos 333
 — nasalis lateralis 393
 — — medialis 393
 — palatinus maxillae superioris 70
 — spinosi 46
 — styloides 62
 — transversi 46
 — vaginalis peritonei 228
 Produkcja ciałek krwi w śledzionie 294, 295
 Promontorium 47
 Pronephros 169, 170 i n.
 Prosencephalon 321
 Prostata 215, 242
 Przeciwnskrawek (ucha zewn.) 391
 Przeciwsłimak muszli 391
 Przednercze 169, 170 i n.
 Przedśionek lewy 259 i n.
 — pochwowy 220
 — prawy 256 i n.
 — wspólny 254
 Przegroda aortalno-płucna 260
 — międzykomorowa 260
 — moczopłciowa 200
 — moczowo-odbytowa 209
 — nosowa 394
 — poprzeczna 144 i n., 305, 307, 311
 — pośrednia 255, 260
 — przedsionkowa 254 i n.
 — rzekoma 257
 Przegrody miotomowe 98
 Przetyk 129 i n.
 Przepona 311 i n.
 — krtaniowa 167
 — pierwotna 307
 Przepuklina mózgowa torbielowa 359
 — mózgowo-oponowa 359
 — oponowa 357
 — pępkowa fizjologiczna 137, 138
 — — wrodzona 153
 — przeponowa 168, 308
 — rdzenia 357
 Przestrzeń perilymfatyczna ucha wewn. 384
 Przetoka przetykowo-tchawicowa 154
 Przewody Cuviera 272, 274
 Przewód Arantiusa 278, 281, 283
 — Botalla 268, 282, 283, 288
 — jelitowo-żółtkowy 104, 136, 153

- Przewód limfatyczny 379
 — łagiewkowo-woreczkowy 382
 — Müllera 195
 — omocznioowy 212
 — pęcherzykowaty 145
 — piersiowy 290
 — pokarmowy, anomalie 151 i n.
 — przelykowo-skrzelowy 121
 — sluchowy zewnetrzny pierwotny 121, 390
 — — — wtórny 390
 — ślimakowaty 382
 — tarczycowo-językowy 126
 — trzustki 150
 — żółciowy 145, 304
- Przyczepek pęcherzykowaty jądra 208
 Przyczepka najądrza 195
 Przyjajnik 199
 Przyjądrze 195
 Przysadka mózgowa 54, 128, 330, 332 i n.
 Pseudohermaphroditismus 240, 241
 Pterygia 75 i n.
 Pupilla 369
 Puszek 6, 404
- Quadruplicitas renum 235
- Rachischisis 357
 — partialis 357
 — totalis 357
- Radix linguae 114
 — mesenterii 300
- Ramus dorsalis (posterior) nervi 351
 — ventralis (anterior) nervi 351
 — visceralis (communicans) nervi 352
- Raphe penis 221
 — perinaei 223
 — scroti 221
- Rdzeń mózgowy 321, 323 i n.
 — pacierzowy 314 i n.
 — przedłużony 323
- Recessus infundibuli (infundibulum) 330, 333
 — labyrinthi 379
 — pinealis 332
- Regio (pars) ethmoidalis 57
 — — occipitalis 57
 — — orbito-temporalis 57
 — — otica 57
- Ren cysticum 236
 Rete testis 192
 Retencja zębów 151
- Retina 363, 366 i n.
 Retinae pars caeca 366, 368
 — — ciliaris 366
 — — iridica 366
 — — optica 366
- Rhombencephalon 321
 Rictus lupinus 91
 Robak mózdzku 327
- Rogi przednie substancji szarej 317
 — tarczycowe górne i dolne 159
 — tylne substancji szarej 317, 318
- Rogowacenie nabłonka 11 i n.
 Rogówka 373, 374
- Rowek międzykomorowy 250
 — międzywargowy 218
 — moczopłciowy 217
 — nadnosowy 393
 — nosowo-łzowy 377
 — pierścieniowy 251
 — przedSIONKOWO-komorowy 251
 — tylny (rdzenia) 319
- Rowki mózgowie 347
 — skórne 404
- Róg Ammona 342, 343
 Rozstrzeń 154
 Rozszerzenie przelyku 154
 Rynienka podnosowa 394
 Rzęsy 377
- Sacci iliaci (lymphat.) 290
 Sacculus 380
 Saccus endolymphaticus 379
 — lacrimalis 377
 — retroperitonealis (lymph.) 290
- Scala tympani 384
 — vestibuli 384
- Schody bębenka 384
 — przedSIONKA 384
- Sclera 373
 Scrotum 221
- Segmentacja pierwotna sklerotomów 39, 40
 — wtórna sklerotomów 41, 42
- Sella turcica 58
 Septa intermuscularia 50
 Septula testis 192
 Septum aortico-pulmonale 260
 — atriorum 254 i n.
 — intermedium 255, 260
 — interventriculare 260
 — nasi 394
 — pleuroperitoneale 97

- Septum spurium 257
 — transversum 144 i n., 305, 307, 311
 — urogenitale 200
 — urorectale 141, 209
- Serce 248 i n.
 — anomalie 284 i n.
- Sertoliego komórki 192
- Siatkówka 363, 365 i n.
 — wzrokowa 366
- Siatkówki brzég zębaty 366
 — część rzęskowa 366
 — — ślepa 366, 368
 — — tęczówkowa 366
- Sieć jądra 192
 — mniejsza 304
 — wielka 292, 301
 — Sinus cervicalis 119, 120
 — coronarius 275
 — frontalis 395
 — sphenoidalis 395
 — urogenitalis 207, 208 i n.
 — venosus 272
- Siodło tureckie 58
- Situs inversus 152
 — viscerum inversus abdominis totalis 152
 — — — partialis 152
 — — — thoracis totalis 152
 — — — totalis 152
- Sklepienia pochwy 207
- Sklepienie mózgu 346
- Sklerotomy 37, 39
- Skóra 401 i n.
- Skrawek (ucha zewn.) 391
- Skrzydła oczne 59
 — skroniowe 59
- Skrzyżowanie piramid 326
- Słupy sklepienia 346
- Soczewka 363, 369 i n.
 — anomalie 399
- Spatium perilymphaticum 384
- Spermatogonie 191
- Spina bifida 357
- Splanchnocranium 56, 60 i n.
- Splot łądźwiowo-krzyżowy 352
 — ramieniowy 352
- Spoidea mózgu 344 i n.
- Spoidea białe 318
 — przednie 346
 — tylne 335
 — wielkie mózgu 345
- Spojówka 376
- Spojówka gałki ocznej 376
 — powiekowa 376
- Spongioblasty 33 i n., 315, 316
- Stapes 62, 72
- Stawy 84 i n.
- Stek 173, 208 i n.
- Stenosis arteriae pulm. 287
 — duodeni 155
 — oesophagi 154
- Stożek pachwinowy 229
 — soczewkowy 400
 — włosa 405
- Stratum corneum 402
 — germinativum 402
 — intermedium 402
 — pigmenti corporis ciliaris 366
 — — iridis 366
- Stridor laryngis congenitus 166
- Stroma iridis 369
 — ovarii 197
- Struna bębenkowa 389
- Struny ścięgliste 262
- Strzemiączko 62, 72
- Strzępki jajowodu 204
- Stulejka 243
- Substancja biała 316, 318
 — dziurkowata tylna 330
 — szara 316
- Substantia corneae propria 374
 — perforata posterior 330
- Sulci cutis 404
- Sulcus atrio-ventricularis 251
 — coronarius 251
 — interventricularis 250
 — longitudinalis posterior (medullae) 319
 — naso-lacrymalis 377
 — nympho-labialis 218
 — supranasalis 393
 — urogenitalis 217
- Sutura incisiva 69
- Sympatoblasty 354
- Sympatogonie 235
- Synchondrosis 86
- Syndactylia cutanea 94
 — fibrosa 94
 — ossea 94
- Syndesmosis 86
- Szczelina Ammona (hipokampa) 342
 — boczna mózgu (Sylwiusza) 340, 341
 — brzuszno-pęcherzowa 237, 238
 — ciemieniowo-potyliczna 343, 344

- Szczelina czaszki 358
 — Ebnera 40, 41
 — grzbietowa 357
 — kręgowa 88
 — moczopłciowa 217
 — mostka 89
 — naczyńiówki 342, 373
 — oczna 364, 398
 — ostrogowa 344
 — podłużna mózgu 340
 — podłużna przednia (rdzenia) 319
 — podniebieniowa 91
 — podoponowa 348
 — podpajęczna 348
 — policzka 90
 — poprzeczna odbytowa 222
 — skrzelowa pierwsza 121
 — — druga 122
 — — trzecia i czwarta 123
 Szczeliny skrzelowe 118 i n.
 Szew krocza 223
 — mosznowy 221
 — prącia 221
 — sieczny 69
 Szkielet obwodowy 38, 75 i n.
 — osiowy 39 i n.
 Szkliwo 110
 Sznury Pflügera 196
 Szpara oczna 398
 — soczewki 398
 — tęczówki 398
 Szpik czerwony (wtórny) 24
 — kostny pierwotny 24
 — żółty 24
 Szypuła oczna 363
 Szyszynka 332, 335, 336

 Ściągna 16
 Śledziona 292 i n.
 Śluz 12
 Śródmózgowie 321, 329 i n.
 Śródpiersie 274
 — przednie 311
 — tylne 311
 Śródsierdzie 248, 252

 Taeniae 144
 Tapetum nigrum 363, 365, 366
 Tarcze międzykręgowe 84
 Tarczyca 126 i n.
 Tchawica 157, 161
 Tela chorioidea ventriculi lateralis 342
 Tela chorioidea ventriculi quarti 326
 — — — tertii 331
 Telencephalon 321, 337 i n.
 Tęczówka 369
 Tętnica bezimienna 268
 — centralna siatkówki 365, 375
 — ciątka szklistego 372, 373, 375, 399
 — podobojczykowa lewa 268
 — — prawa 268
 — strzemiączka 62
 Tętnica szyjna wewnętrzna lewa 268
 — — wspólna lewa 268
 — — zewnętrzna 268
 — wspólna szyjna prawa 268
 Tętnice 265 i n.
 — pępkowe 266, 269
 Thalamus opticus 331
 Thymus 123 i n.
 Tkanka chrzęstna 16, 17
 — kostna 17 i n.
 — łączna 14 i n.
 — mezenchymatyczna 14
 — mięsna 27 i n.
 — nerwowa 31 i n.
 — tłuszczowa 16
 Tłuszcz 12
 Tonsilla lingualis 117
 — palatina 117
 — pharyngea 117
 Torebka Bowmana 175, 177, 184
 — nerkowa 185
 Torticollis 101
 Torus genitalis 217
 Trabecula hypochordalis 49
 Tractus olfactorius 347
 — urogenitalis 200
 Tragus 391
 Trąbka słuchowa 121, 387, 401
 Triplicitas renum 235
 Trunci laterales 291
 Trzon kości gnykowej 63
 — kręgowy 42, 43
 Trzustka 148 i n.
 Tuba auditiva Eustachii 121, 387, 388
 Tuber cinereum 330
 Tubercula cuneata 326
 Tuberculum genitale 217, 220
 — glandulae thyreoideae 126
 — linguale mediale (impar) 113
 Tubuli contorti (seminiferi) 192
 — recti 192
 Tubulus collectivus 177

- Tubulus nephrostomalis 172
 — principalis (pronephr.) 172
 — secretorius 174
 Tunica albuginea definitiva (ovariorum) 197
 — — primordialis (ovariorum) 196
 — — testis 191, 192
 Twardówka 373
 Twory syrenoidalne 93
 Tyłomózgowie 321, 326 i n.
- Ucho środkowe 387 i n., 400
 — wewnętrzne 382 i n., 401
 — zewnętrzne 389 i n.
- Uchyłek labiryntu 379
 — lejkowaty 330
 — Meckela 153
- Uchyłki komór bocznych mózgu 343, 344
- Ujście brzuszne jajowodu 204
- Układ chłonny (limfatyczny) 289 i n.
 — mięsny 95 i n.
 — — anomalie 100 i n.
 — naczyniowy 241 i n.
 — nerwowy 314 i n.
 — — anomalie 357 i n.
 — — wegetatywny (współczulny)
 353 i n.
 — oddechowy 157 i n.
 — pokarmowy 103 i n.
 — szkieletowy 37 i n.
- Urachus 212
- Uszka serca 251
- Uterus bicornis 245
 — didelphis 244
 — foetalis 205, 246
 — infantilis 246
 — masculinus 242
 — retroflexio, anteflexio 246
 — septus 245
 — unicornis 244
- Utriculus 380
- Vagina masculina 208, 242
 — septa 246
- Valvula Eustachii 259
 — foraminis ovalis 283, 285
 — ileo-caecalis 153
 — Thebesii 259
- Valvulae conniventes 144
 — semilunares 261
- Vasa aberrantia (ductus aberrantes) 195
- Velum medullare anterius 329
 — — posterius 329
- Vena advehens hepatis 277, 278
 — azygos 275
 — cava inferior 275
 — — superior 282
 — centralis retinae 375
 — hemiazygos 275
 — portae 145, 276, 277, 293
 — revehens hepatis 277, 278
- Venae cardinales inferiores 272, 274, 275
 — jugulares (cardinales sup.) 271, 274
 — umbilicales 272
 — vitellinae (omphalo-mesentericae) 272
- Ventriculi optici 331, 363
- Ventriculus pinealis 335
 — terminalis (medullae) 320
- Vermis cerebelli 327
- Vernix caseosa 6, 407
- Vesica duplex 238
- Vesicula cervicalis 122
 — optica 363
 — prostatica 208
- Vestibulum vaginae 220
- Vomer 70
- Wał płciowy 217
- Wały nalewkowe 158
- Warga zajęcza 90
 — — i szczelina wargowa 90
- Wargi 107
 — sromowe mniejsze 219
 — — wielkie 219
- Warstwa barwnikowa ciała rzęskowego 366
 — — czarna 363, 365, 366
 — — tęczówki 366
 — ependymatyczna 33
 — korowa nerki 185
 — rdzenna nerki 185, 186
 — rogowa naskórka 402
 — rozrodcza naskórka 402
 — podpaznokciowa 410
 — pośrednia naskórka 402
 — własna rogówki 374
 — zębinotwórcza 110
- Wątroba 144 i n.
 — anomalie 156
- Węzły limfatyczne 291, 295
- Wgłębienia węchowe 392
- Wieczko 120
- Wiek zarodka, określanie 1 i n
- Wielopalcowość 93
- Wieszałdo jajnika 232

- Więzadła stosu kręgowego 43
 Więzadło Botalla 283
 — gnykowo-tarczykowe boczne 160
 — — — środkowe 160
 — obłe wątroby 283, 304
 — pachwinowe 226
 — pęcherzowo-pępkowe 283
 — — — środkowe 212
 — płciowo-pachwinowe 228, 232
 — płucne 311
 — przeponowo-jądrowe 226
 — rylcowo-gnykowe 62
 — szerokie macicy 205, 307
 — wątrobowo-dwunastnicze 302
 — — -nerkowe 302, 305
 — — -przeponowe 146, 305
 — — -żołądkowo-dwunastnicze 147, 304
 — wieńcowe wątroby 146, 305
 — wieszadłowe wątroby (sierpowate)
 147, 304
 — żołądkowo-śledzionowe 304
 Więzozrost 86
 Wilcza paszczyka 91
 Włosy 404
 — pierwotne 404
 — trwałe 404
 — zmiana 406, 407
 Włókna elastyczne 15
 — klejodajne 14
 Włókno gliowe 32, 34
 — nerwowe 32
 — osiowe 34 i n.
 Wnęka płucna 165
 Wodociąg Sylwiusza 329
 Wodogłowie 359
 — wewnętrzne 360
 — zewnętrzne 360
 Woreczek limfatyczny (narząd słuchu)
 379
 — (narządu słuchowego) 380
 — płucny 157
 — pozaotrzewnowy (limfat.) 290
 Woreczki biodrowe (limfat.) 290
 — krtaniowe 167
 Worek mosznowy 221
 — osierdziowy 309
 Wrąb tarczycowy 159
 Wstawki szwowe 68
 Wstępowanie rdzenia 319
 Wynecowanie pęcherza 237
 Wypuklenie tarczyczne 126
 Wyrostek Darwina 400
 Wyrostek nosowy boczny 393
 — — — środkowy 393
 — otrzewnowo-pochewkowy 228, 232
 — podniebieniowy szczęki górnej 70
 — płciowy 217, 220
 — robaczkowy 139, 140
 — rylcowy 62
 — zębodołowy 69
 Wyrostki ościste 46
 — poprzeczne 46
 — skrzydlate 59
 — stawowe 46
 Wyspa Reila 341
 Wyspy Langerhansa 151
 Wzgórek językowy środkowy (nieparzy-
 sty) 113
 — kości krzyżowej 47
 — oczny 331
 — stekowy 217
 Wzgórki językowe boczne 113
 — uszne 391
 Wzrost kości 26, 27
 Zagłębienie muszli usznej 389, 390
 — odbytniczko-maciczne 307
 — — -pęcherzowe 306
 — pęcherzowo-maciczne 307
 Zamknięcie przełyku 154
 Zastawka Bauchiniego 153
 — otworu owalnego 256, 283, 285
 — półksiężycowata 261
 — przedstonkowo-komorowa 262
 — zatoki wieńcowej 259
 — żyły głównej dolnej 259
 Zatoka czołowa 395
 — Hisa (szyjna) 119
 — kości klinowej 395
 — moczopłciowa 207, 208 i n.
 — wątrobowa 145
 — — część pęcherzykowa 145
 — — — wątrobowa 145
 — wieńcowa żylna serca 275
 — żylna 272
 Zbiornik łzowy 377
 — mleczny 290
 Zębiec kręgu obrotowego 49
 Zębina 110
 Zęby 107 i n.
 — bliźniacze 151
 — dodatkowe 152
 — mleczne 108, 112
 — nadliczbowe 151

- Zęby trwałe 112
- Zgięcie dwunastniczo-jelitowe 136
- karkowe 323
 - lewe kiszki 136, 139 (śledzionowe), 306
 - mostowe 323
 - prawe (jelita) 306
 - szczytowe 323
- Zgrubienie karkowe (rdzenia) 319
- lędźwiowe (rdzenia) 319
- Zmiana zębów 113
- Zrazik jądra 192
- Zrost międzypalcowy 94
- Zstępowanie gruczołów płciowych 223 i n.
- Zwężenie dwunastnicy 155
- przetyku 154
- Zwoje międzykręgowe 349 i n.
- mózgowo 347
- Zwój półksiężycowaty 350
- przedsionkowy (zgrubienie przedsionkowe) 386
 - sklepieniowy 342
- Zwój słuchowo-twarzowy 350, 386
- węzownicowaty 386
 - zębaty 343
- Żagielek mózdkowy przedni 329
- mózdkowy tylny 329
- Żebra 50
- Żołądek 132 i n.
- zwroty 132
- Żyła doprowadzająca wątroby 277, 278
- główna dolna 275
 - — górna 282
 - nieparzysta 275
 - — krótka 275
 - odprowadzająca wątroby 277, 278
 - wrotna 145, 276, 277, 293
- Żyły 271 i n.
- pępkowe 272
 - szyjne 271, 274
 - zasadnicze dolne 272, 274, 275
 - żółtkowe (pępkowo-krezkowe) 272
- Żrenica 363, 369

Ł 36/48



Mr inw. 391

1. ...
 2. ...
 3. ...
 4. ...
 5. ...
 6. ...
 7. ...
 8. ...
 9. ...
 10. ...
 11. ...
 12. ...
 13. ...
 14. ...
 15. ...
 16. ...
 17. ...
 18. ...
 19. ...
 20. ...
 21. ...
 22. ...
 23. ...
 24. ...
 25. ...
 26. ...
 27. ...
 28. ...
 29. ...
 30. ...
 31. ...
 32. ...
 33. ...
 34. ...
 35. ...
 36. ...
 37. ...
 38. ...
 39. ...
 40. ...
 41. ...
 42. ...
 43. ...
 44. ...
 45. ...
 46. ...
 47. ...
 48. ...
 49. ...
 50. ...
 51. ...
 52. ...
 53. ...
 54. ...
 55. ...
 56. ...
 57. ...
 58. ...
 59. ...
 60. ...
 61. ...
 62. ...
 63. ...
 64. ...
 65. ...
 66. ...
 67. ...
 68. ...
 69. ...
 70. ...
 71. ...
 72. ...
 73. ...
 74. ...
 75. ...
 76. ...
 77. ...
 78. ...
 79. ...
 80. ...
 81. ...
 82. ...
 83. ...
 84. ...
 85. ...
 86. ...
 87. ...
 88. ...
 89. ...
 90. ...
 91. ...
 92. ...
 93. ...
 94. ...
 95. ...
 96. ...
 97. ...
 98. ...
 99. ...
 100. ...

1. ...
 2. ...
 3. ...
 4. ...
 5. ...
 6. ...
 7. ...
 8. ...
 9. ...
 10. ...
 11. ...
 12. ...
 13. ...
 14. ...
 15. ...
 16. ...
 17. ...
 18. ...
 19. ...
 20. ...
 21. ...
 22. ...
 23. ...
 24. ...
 25. ...
 26. ...
 27. ...
 28. ...
 29. ...
 30. ...
 31. ...
 32. ...
 33. ...
 34. ...
 35. ...
 36. ...
 37. ...
 38. ...
 39. ...
 40. ...
 41. ...
 42. ...
 43. ...
 44. ...
 45. ...
 46. ...
 47. ...
 48. ...
 49. ...
 50. ...
 51. ...
 52. ...
 53. ...
 54. ...
 55. ...
 56. ...
 57. ...
 58. ...
 59. ...
 60. ...
 61. ...
 62. ...
 63. ...
 64. ...
 65. ...
 66. ...
 67. ...
 68. ...
 69. ...
 70. ...
 71. ...
 72. ...
 73. ...
 74. ...
 75. ...
 76. ...
 77. ...
 78. ...
 79. ...
 80. ...
 81. ...
 82. ...
 83. ...
 84. ...
 85. ...
 86. ...
 87. ...
 88. ...
 89. ...
 90. ...
 91. ...
 92. ...
 93. ...
 94. ...
 95. ...
 96. ...
 97. ...
 98. ...
 99. ...
 100. ...



BIBLIOTEKA
Instytutu im. M. Nenckiego

391/2

Cena 2.200,— zł.



Podpisano do druku 20. XI. 47 — M-15276

Nakład 2100 egz.

Arkuszy 27¹/₄

Papier ilustr. bezdrzewny, 80 gr., 70 × 100 z przydziału Min. Oświaty