

*Hommage de l'auteur
à l'auteur*

ADAM BOCHENEK

O BUDOWIE
KOMÓRKI NERWOWEJ
ŚLIMAKA HELIX POMATIA

Z DWIEMA TABLICAMI



W KRAKOWIE
DRUKARNIA C. K. UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO
POD ZARZĄDEM J. FILIPOWSKIEGO
1901

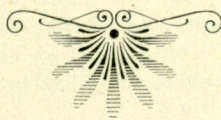
K. 14702

<http://rcin.org.pl>

ADAM BOCHENEK

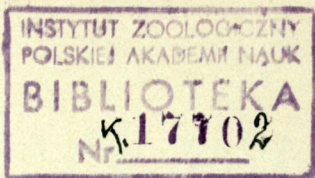
O BUDOWIE
KOMÓRKI NERWOWEJ
ŚLIMAKA HELIX POMATIA

Z DWIEMA TABLICAMI



W KRAKOWIE
DRUKARNIA C. K. UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO
POD ZARZĄDEM J. FILIPOWSKIEGO
1901

(2607)



NAKŁADEM AUTORA.

<http://rcin.org.pl>

W sprawie budowy protoplazmy komórek nerwowych przyniosły nam lata ostatnie szereg prac pierwszorzędno znaczenia. Z jednej strony Apathy¹⁾ i Bethę²⁾ posługując się nowymi metodami badania zdołali zabarwić w sposób charakterystyczny włókienka nerwowe, które ogólnie uznano za właściwe elementy przeprowadzające stan czynny nerwów, z drugiej strony, badania Golgi'ego³⁾, Verrati'ego⁴⁾, Nelisa⁵⁾, Holmgrena⁶⁾ i Bethę²⁾ wykazały w protoplazmie ko-

¹⁾ Apathy. *Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen*. Mittheilungen aus der Zoologisch. Station zu Neapel, Vol. XII, 1897.

²⁾ Bethę. *Das Nervensystem von Carcinus Maenas*. I, II, III. Arch. für mikrosk. Anatomie. Vol. L, 1897 et Vol. LI, 1898.

Tenże. *Ueber die Primitivfibrillen in den Ganglienzellen von Menschen und anderen Wirbelthieren*. Morphol. Arbeiten. Vol. VIII, 1898.

Tenże. *Ueber die Neurofibrillen in den Ganglienzellen von Wirbelthieren und ihre Beziehungen zu den Golginetzen*. Arch. für mikrosk. Anat. Bd. LV, 1900.

³⁾ Golgi. *C. Intorno alla struttura delle cellule nervose*. Boll. della Soc. Med. Chir. di Pavia, 1898, Fasc. I.

Tenże. *Sulla struttura delle cellule nervose dei Gangli spinali*. Boll. della soc. Med. Chir. di Pavia, 1898, Fasc. II.

Tenże. *Intorno alla struttura delle cellule nervose della corteccia cerebrale*. Verhandl. d. anat. Ges. in Pavia, 1900.

Tenże. *Sur la structure des cellules nerveuses de la moelle épinière*. Cinquantenaire de la Société de biologie de Paris, 1900.

⁴⁾ Verrati. *Su alcune particolarità di struttura dei centri acustici nei mammiferi*. Pavia, 1900.

⁵⁾ Nelis. *Un nouveau détail de structure du protoplasme des cellules nerveuses*. Bull. de l'Acad. r. de Belg., V. XXXVII, 1899.

⁶⁾ Holmgren. *Zur Kenntniss der Spinalganglienzellen von Lophius piscatorius*. Anat. Hefte. Vol. 33, 1899.

Tenże. *Zur Kenntniss des Spinalganglienzellen des Kaninchens und des Frosches*. Anat. Anzeiger. Bd. XVI, 1899.

Tenże. *Weitere Mittheilungen über den Bau der Nervenzellen*. Anat. Anzeiger. Bd. XVI, 1899.

Tenże. *Noch weitere Mittheilungen über den Bau der Nervenzellen verschiedener Tiere*. Anat. Anz. Bd. XVII, 1900.

Tenże. *Studien in der feineren Anatomie der Nervenzellen*. Anatomische Hefte. Vol. XV, 1900.

Tenże. *Weitere Mittheilungen über die Saftcanälchen der Nervenzellen*. Anat. Anz. Vol. XVII, 1900.

mórek nerwowych szereg tworów, których nie tylko znaczenie fizyologiczne, ale nawet istota anatomiczna wiele nasuwa wątpliwości.

Holmgren i Bethe uważają je za kanaliki śród-komórkowe, Golgi, Verratti i Nelis nie są w stanie dać stanowczej odpowiedzi na pytanie, z czym mają do czynienia. Golgi i Verratti opisują je też tylko jako »*apparato reticulare*«, nie chcąc się wdawać w dyskusję co do jego istoty, Nelis zaś nazywa przez siebie odkryte twory »*état spiremateux du protoplasme*«.

Badania autorów tych są w rezultatach bardzo często niezgodne, trudno też w tej chwili zdać sobie sprawę, czy twory opisywane przez jednych, odpowiadają twórcom opisywanym przez drugich czy nie. Holmgren n. p. twierdzi stanowczo, że opisywane przez niego twory są identyczne z tworamii opisywanymi przez Golgi'ego i Verratti'ego, czemu jednak tak Golgi jak i Verratti stanowczo przeczą.

Nie mniej sprzeczności napotykamy w pojęciu budowy protoplazmy u autorów, którzy zastosowując zwykle metody histologiczne do komórek nerwowych w sprawie tej przed ogłoszeniem prac Apathy'ego i Bethe'go głos zabierali. Czerpiąc dane z doskonałego referatu profesora van Gehuchtena, przedstawionego w roku 1897 na kongresie lekarzy i przyrodników w Moskwie, a ogłoszonego w »*La Cellule*«, możemy o sprzecznościach tych najlepiej się przekonać.

Przeważna część badaczy, jak Flemming, Carnoy, Held, van Gehuchten, van Gehuchten i Nelis, Donaggio, głosi budowę siateczkową protoplazmy komórki nerwowej.

Lugaro zaś i Marinesco uznają wprawdzie budowę siateczkową protoplazmy ciała komórek nerwowych, włókno osiowe jednak ma, ich zdaniem, przedstawiać budowę włókienkową.

Max Schulze jedyny, przeciwnie do poglądów wymienionych poprzednio, uważał zawsze tak komórkę nerwową, jak i włókno osiowe jako twory budowy czysto włókienkowej. Jego też teraz zdanie odżyło nanowo w pracach Apathy'ego i Bethe'go, którzy mu nanowo zupełnie rację przyznają.

Odosobnione stanowisko zajmuje również Lenhossek nie napotykał on w komórce nerwowej ani włókienek, ani siateczki przez innych autorów opisywanej. Protoplazma komórki nerwowej nie ma być zdaniem Lenkosseka, ani siateczkową, ani włóknistą, tylko ziarnistą lub pozornie piankową (*pseudospongiös*).

W nasadzie włókna osiowego widzieli: Held, Fleming, Reinke, Lugaro, van Gehuchten i Nelis, Marinesco i Cox, albo mało wyraźne prążkowanie albo też włókienka. Różnice jednak co do grubości włókienek, tak są w podaniach tych autorów różne, że nie można tworów, przez autorów tych widzianych, porównywać. I tu znowu odmiennem zupełnie zdaniem, odróżniają się Benda, Schaffer i von

Lenhossek, którzy twierdzą, że nasada włókna osiowego zbudowana jest z protoplazmy zupełnie jednolitej.

Te badania prawie wyłącznie odnosiły się do komórki nerwowej zwierząt kręgowych, a zwłaszcza ssących i człowieka. Zabarwić włókienka protoplazmy komórki nerwowej w sposób elektrywny udało się po raz pierwszy Apathy'emu i to u zwierząt bezkręgowych. Materiałem badań Apathy'ego były przeważnie pierścienice, a szczególnie pijawka i glista ziemna.

Do spostrzeżeń swych dodaje Apathy, nową zupełnie teorię rozwoju systemu nerwowego, która zasadniczo różni się od teorii ogólnie dotychczas przyjętych.

Zabarwienie włókienek nerwowych, przy zastosowaniu metod podanych przez Apathy'ego jest tak wybitne, że pozwala nam śledzić każde z osobna na znacznych nawet przestrzeniach. Występują one równie wybitnie nie tylko w pniach nerwów obwodowych, ale i w ośrodkach nerwowych i w komórkach nerwowych obwodowych. Włókienka te przebiegają, jak to na preparatach Apathy'ego wielokrotnie stwierdzić można było, z jednej komórki nerwowej do drugiej, łącząc je w ten sposób bezpośrednio.

Tym ostatnim faktem badania Apathy'ego stanęły w sprzeczności z ogólnie prawie przyjętą teorią neuronu, której pierwszą podstawą było stwierdzenie zupełnej niezależności jednej komórki nerwowej od drugiej. Spostrzeżenia te Apathy'ego nie mogą ulegać wątpliwości, gdyż niezmiernie jasne jego preparaty potwierdzają fakta przez Apathy'ego podawane, trudno jednakże zgodzić się na teoretyczne uwagi, które Apathy pracy swej dał za podstawę.

Zasadniczym pojęciem, z którego Apathy w teoretycznych swych uwagach wychodzi, jest pojęcie różnicy, między komórkami znajdującymi się w pniach nerwów obwodowych (jego właściwymi komórkami nerwowymi) i komórkami ośrodków nerwowych, które on w przeciwstawieniu do pierwszych nazywa komórkami zwojowymi (*Ganglienzellen*).

»Die Ganglienzellen produciren das was geleitet werden, soll die Nerwenzellen das was leiten soll« to zdanie, w którym Apathy wszystkie swe zapatrywania streszcza. Dwa rodzaje komórek, jakie Apathy w systemie nerwowym widzi, różnią się zasadniczo znaczeniem i funkcją fizyologiczną.

Właściwa komórka nerwowa Apathy'ego, spełnia zadanie wytworzenia włókienek nerwowych, po których krąży nieznaną energią, wytwarzaną przez jego komórki zwojowe. Utworzone raz przez komórkę nerwową włókienka wyrastają w dwóch kierunkach, ku ośrodkom nerwowym i ku obwodowi. Włókienka wydłużające się w kierunku ośrodków wrastają w komórki zwojowe (w pojęciu Apathy'ego)

i tu rozgałęziając się, tworzą mniej lub więcej gęstą sieć śródkomórkową, we wnętrzu protoplazmy komórek zwojowych. Włókienka wyrastające ku obwodowi, wrastają w komórki organów czuciowych i zmysłowych, i tu tworzą podobną sieć jak te, które wrosły w ośrodki, tylko że obwodową.

Zdaniem więc Apathy'ego składa się system nerwowy z sieci włókienek, leżącej w ośrodkach, w komórkach zwojów, i z sieci obwodowej, obejmującej wszystkie organa obwodowe, łącznikami między temi dwoma sieciami są włókienka nerwowe, przebiegające w pniach nerwów. Włókienka zaś pni nerwowych miałyby różnić się wejrzeniem anatomicznem zależnie od tego, czy są włókienkami czuciowymi, czy ruchowymi. Czuciowe odznaczają się, wedle spostrzeżeń Apathy'ego, delikatnością swą od grubych włókienek ruchowych.

Nie ulega wątpliwości, że niezwykle interesujące fakty, stwierdzone przez Apathy'ego, zmieniać muszą pojęcia nasze o stosunku wzajemnym komórek nerwowych u zwierząt, które Apathy badał. W miejsce głoszonej dotychczas teorii niezależności zupełnej komórek, wstępuje nowa stwierdzająca ich łączność bezpośrednią przez włókienka. Nie można się jednak godzić na rozszerzenie faktów stwierdzonych dla pierścienia na inne typy zwierząt. Trudniej jeszcze, wobec innymi metodami stwierdzonych faktów, zgodzić się na zapatrywania Apathy'ego na rozwój włókienek i sposób ich rozprzestrzeniania się po organizmie. Tę część pracy Apathy'ego musimy uważać dotychczas za czysto hypotetyczną, i czekać będziemy dowodów ze strony autora na jej prawdziwość. Dotychczas jednak metody Apathy'ego nie dają się zastosować do materiałów zarodkowych.

Z zainteresowaniem też oczekujemy dalszego ciągu pracy Apathy'ego, gdyż mimo, że badania swymi metodami przeprowadzał Apathy na całym szeregu zwierząt, należących do różnych typów (*Lumbricus*, *Hirudo*, *Aulostomum*, *Branchiobdella*, *Pontobdella*, *Anodonta*, *Helix*, *Astacus*, *Lophius*, *Clepsine*, *Triton*, *Lepus* i t. d.), ogłoszona dotychczas część rezultatów odnosi się prawie wyłącznie do pierścienia.

Badania Apathy'ego wywołały dążność do sprawdzenia rezultatów jego, a zwłaszcza do rozszerzenia ich na zwierzęta kręgowce. Zastosowawszy nową swą metodę, zdołał Bethe zabarwić w sposób elektrywny włókienka nerwowe komórki nerwowej kręgowców. Na preparatach Bethe'go włókienka te występowały, jak się Flemming wyraża »mit einer stupenden Deutlichkeit«. Przebieg każdego włókienka można, na preparatach robionych metodą Bethe'go śledzić bez większych trudności. Rezultaty otrzymane przez Bethe'go stanęły jednak w pewnej sprzeczności z rezultatami Apathy'ego.

Wedle Apathy'ego sieć śródkomórkowych włókienek, którą wykazał dla zwierząt bezkręgowych, miały się znajdować i u kręgow-

ców. Bethe zaś, w rezultacie swych badań, dochodzi do przekonania, które z rezultatami Apathy'ego nie zupełnie się godzą. »*Die Fibrillen verbinden sich innerhalb der Ganglienzellen und ihrer Fortsätze (der Wirbelthiere) in der Regel nicht*«, mówi Bethe. To prawda, że zaraz zaznacza, że z pod reguły tej usuwają się liczne wyjątki. Sieć śródkomórkową stwierdził Bethe w komórkach zwojów międzykręgowych i w komórkach zwoju elektrycznego mózgu *Torpedo marmorata*. Istnienie zaś siateczki uważa, za prawdopodobne w komórkach Purkinjego, w komórkach *Cornu Ammonis* i w komórkach korzonka ruchowego zstępującego nerwu trójdzielnego. Co do połączeń włókienkowych między komórkami przyłącza się Bethe zupełnie do zasad głoszonych przez Apathy'ego, te jednak nie liczne (dwie) figury jego pracy, które mają istnienia połączeń międzykomórkowych dowodzić, nie przemawiają zupełnie do przekonania.

Dalsze badania Bethego, podjęte nad systemem nerwowym *Carcinus maenas*, dozwoliły mu wykazać istnienie włókienek nerwowych, w obrębie pni nerwów obwodowych. Przyczem potwierdził Bethe spostrzeżenia Apathy'ego, co do istnienia różnicy anatomicznej między włókienkami czuciowymi i ruchowymi. Nie udało się jednak Bethe'mu zabarwić włókienek wśród ciała komórki nerwowej tak, że spostrzeżenia jego pod tym względem nie są uzupełnione.

Badania Apathy'ego i Bethego wywołały żywą niezmiernie dyskusję, dość wspomnieć prace Garbowskiego, Hocheho, Verworna. Rzecz jednak dziwna, że nie mamy dotychczas ani jednej pracy, któraby na podstawie badań wykonanych nowymi metodami Apathy'ego i Bethego starały się sprawdzić ciekawe rezultaty tych autorów.

Przyczyny tego dziwnego faktu szukać należy, jak mi się zdawało, w technicznych trudnościach, jakich nastęrczają te metody. Rozpoczynając badania moje celem sprawdzenia rezultatów Apathy'ego i Bethego, przygotowany byłem na długi szereg zawodów i niepowodzeń, to też z radością powitałem pomyślnie rezultaty, które po krótkim stosunkowo czasie uzyskałem przy pomocy metod Apathy'ego.

Apathy jak to już wyżej powiedzieliśmy, zajmował się przeważnie budową systemu nerwowego pierścienic, zwierząt przedstawiających stosunkowo niski stopień zróżnicowania, Bethe zaś zajmował się przeważnie zwierzętami ssącymi i człowiekiem. Za podstawę moich badań wzięłem system nerwowy ślimaka *Helix pomatia*, który zajmuje stanowisko pośrednie między zwierzętami, które badali Apathy i Bethe.

Dwa stawiałem sobie głównie pytania:

1. Jak się przedstawiają szczegóły budowy komórkowej odkryte przez Apathy'ego u *Helix*?
2. Jaki jest wzajemny stosunek komórek nerwowych.

Praca niniejsza jest odpowiedzią na pierwsze z tych pytań. Materiał jednak z *Helix* nie okazał się stosownym do rozwiązania pytania drugiego, gdyż z powodu bardzo znacznej wielkości zwojów nerwowych ślimaka barwienie błękitu metylenu nie udawało się. Zwłaszcza delikatne rozgałęzienia komórek w środkowych częściach zwoju pozostawały bardzo często nie zabarwione. Zamiarem moim też jest pracę moją w tym kierunku ukończyć na innych pokrewnych gatunkach gasteropodów.

Metody badania.

Najważniejsze rezultaty badań moich opierają się na preparatach robionych metodami Apathy'ego, a to zwłaszcza jego metodą następowej impregnacji chlorkiem złota (*Nachvergoldung*).

Metoda następowej impregnacji chlorkiem złota.

System nerwowy *Helix*, wypreparowany o ile można ostrożnie, wkładałem przedewszystkiem do fizyologicznego roztworu soli kuchennej nasyconego sublimatem, lub do mieszaniny równych części tego samego roztworu z kwasem osmowym 1%. Z płynów tych przenosiłem kawałki tkanki ustalonej na pewien czas (1—1½ godz.) do roztworu Lugola, a stąd do 70% alkoholu z dodatkiem nieznacznym roztworu Lugola. Po odwodnieniu w alkoholach a stopniowo wzrastającej procentowej zawartości (90% 95%, absolutny) przenosiłem je do mieszaniny alkoholu absolutnego i chloroformu, później do chloroformu czystego, dalej do chloroformu z parafiną, i wreszcie do parafiny czystej, w której, po dwukrotnej zmianie parafiny, kawałeczki zatapiałem.

Skrawki grubości 7½ μ . nalepiałem wodą destylowaną na szkiełka podstawowe. Parafinę rozpuszczałem ksylolem, poczem przeprowadzałem skrawki na szkiełkach przez alkohole o coraz to wzrastającej zawartości wody (95%, 70%, 50%, i 30%) do wody destylowanej, w której pozostawały przez 6—12 godzin. Z wody wkładałem szkiełka do 1% roztworu kwasu mrówkowego, na jedną do dwóch minut, poczem obmywszy na nowo chwileczkę we wodzie, pozostawiałem je, na 12 do 24 godzin, w 1% roztworze chlorku złota. Z dwóch preparatów chemicznych, które firma Mercka w Darmsztadzie wyrabia, stosownie do poleceń Apathy'ego używałem *aurum chloratum flavum*, a nie *aurum chloratum fuscum*.

Z rozczyntu złota przeprowadzałem szkiełka, jeszcze raz obmyte wodą destylowaną, do 1% rozczyntu kwasu mrówkowego. Każde szkiełko wkładałem teraz osobno do naczynek z cienkiego szkła, używanych w zakładach chemicznych. W tych naczyniach wystawiałem je, w kwasie mrówkowym, na działanie promieni słonecznych, przez przeciąg 5 do 6 godzin.

Ponieważ wzmocnienie jak największe siły światła jest, przy redukcji tą metodą, jak najsilniej wskazane, stawiałem naczynka z preparatami na szybę lustrzaną tak, że promienie słoneczne działały na nie podwójnie, raz wprost, drugi zaś raz odbite w lustrze.

Ze względu na to, że temperatura wyższa niż 20° Celsjusa powoduje redukcję zbyt szybko, stawiałem nieraz preparaty z naczynkami do wielkiego naczynia szklanego z wodą płynącą lub lodem oziębianą. W ten sposób stosowana dawała mi metoda ta doskonałe rezultaty.

Z korzyścią również używałem drugiej metody podanej przez A pathy'ego, t. j. *metody barwienia w całości hemateiną IA*.

Preparaty ustalone w nasyconym sublimatem rozczyntu fizyologicznym soli kuchennej, odwodniałem w coraz silniejszych alkoholach aż do 96%, poczem cofając się przez alkohole coraz słabsze, doprowadzałem aż do wody destylowanej, poczem barwiłem w całości. System nerwowy cały, tak jak był wypreparowany, wkładałem do barwika na godzin 48. Z barwika przenosiłem je, w celu odbarwienia, do wody destylowanej na przeciąg 20 do 22 godzin, który to czas okazywał się dla zabarwienia samych włókienek najkorzystniejszym. Z wody destylowanej przenosiłem preparaty do wody studziennej na czas najwyżej dwóch godzin, poczem znowu na 1/2 godziny wracały do wody destylowanej. Znaczniejszymi ilościami absolutnego alkoholu odwodniwszy, przeprowadzałem je przez chloroform do parafiny, w której zatapiałem. Preparaty w ten sposób otrzymane nie dorównywały jednak preparatom otrzymanym, przy użyciu metody impregnacji chlorkiem złota. Hemateiną barwią się w protoplazmie komórek liczne ziarenka, które kryją przebieg pojedynczych fibrilli, we włóknie osiowym jednak, gdzie ziarenek podobnych nie ma, włókienka występowały bardzo wyraźnie.

Metoda Bethe'go, mimo licznych prób, okazała się w zastosowaniu zupełnie nieodpowiednią. Celem zapoznania się z ogólną formą komórek nerwowych uciekałem się do metody Golgie'go i do metody barwienia błękitem metylem wedle Dogiela, z następowem ustaleniem molybdenianem amonowym wedle Bethe'go.

Granulacye protoplazmatyczne występowały najkorzystniej przy przy barwieniu metodami Nissla lub Heindenhaina, a także hematoksyliną Böhmera lub Delafielda.

Ogólne stosunki ukształtowania się systemu nerwowego (*Helix pomatia*).

Prace Heringa, Lacaze-Duthiersa, Böhmiga i de Nabiasa pomagają nam w oryentowaniu się co do zawitych stosunków zwojów ośrodkowych i nerwów obwodowych u gasteropodów. Czerpiąc dane z pracy Böhmiga wiemy, że system nerwowy *Helix* składa się ze wszystkich zwojów, które typowo wchodzi w skład systemu nerwowego gasteropodów. Wszystkie te zwoje stanowią razem pierścień kołoprzelykowy, który leży tuż za zgrubieniem gardzielowem. Dwa zwoje mózgowy, leżące tuż obok siebie i połączone spoidłem, leżą na stronie grzbietowej przelyku i tworzą wraz ze zwojami policzkowymi i małymi zgrubieniami zwojowemi, znajdującymi się u podstawy nerwów wzrokowych — wspólną nadprzelykową masę zwojową.

Dwa spoidła, otaczające przelyk, łączą zwój nadprzelykowy ze zwojem podprzelykowym. Ten składa się ze zlania się częściowego zwojów nożnych, płucnych, ciemieniowych i trzewiowych.

Każdy ze zwojów tych, tak nadprzelykowy, jak i podprzelykowy, otacza osłonka łącznotkankowa, której blaszkowate wypuklenia zaznaczają, w każdym ze zwojów, jego pojedyncze części składowe.

Na przekroju poziomym, przez jeden lub drugi zwój przeprowadzonym, znajdujemy w każdym z nich dwie warstwy odrębne. Warstwę zewnętrzną, komórkową, tworzą ciała komórek nerwowych. W skład warstwy wewnętrznej wchodzi tylko nieznaczna bardzo ilość małych komórek, całą zaś jej masę stanowi splot włókien osiowych i włókienek nerwowych. Tę warstwę wewnętrzną opisał Leydig jako »Punktsubstanz«, Apathy zaś i Bethe nadają jej miano »Neuropil«. Wszystkie nerwy obwodowe wchodzi i wychodzą przez tę część zwoju.

Budowa zwojów: nad- i podprzelykowego jest zupełnie analogiczną. Komórki już to wielkie, już to małe, zajmują w obu zwojach części powierzchniowe, środek zaś zwoju zajmuje splot włókien i włókienek.

Metoda Golgi'ego i metoda barwienia błękitem metylenowym wykazują, że wszystkie prawie komórki, wielkie czy małe, są jednobiegunowe. Z ciała komórkowego, leżącego ku obwodowi, wychodzi neuryt, który, jak to wykazali Verrati i Havet, dla pokrewnego *Helixowi* rodzaju *Limax*, albo przechodzi przez włókno osiowe, wychodzące po za obręb zwojów ośrodkowych i dążące ku obwodowi, albo też po krótkim przebiegu rozpada się na coraz drobniejsze gałązki, rozgałęziające się jedynie w najbliższej części środkowego splotu zwojowego. Wyśledzić dokładnie przebiegu najdrobniejszych rozgałęzień tych komórek nie udało mi się dotychczas, gdyż włókienka te bardzo

cienkie, dzieląc się i krzyżując nader często, tworzą splot niedający się rozwikłać, przy pomocy metody Golgi'ego. Barwienie zaś błękitem metylenowym nie jest dla badań tych odpowiednie, gdyż z powodu wielkości zwojów nerwowych *Helix*, tylko część obwodową zwoju się barwi, środek zaś zostaje zawsze bezbarwnym.

W ośrodkach nerwowych ślimaka rozróżnić możemy dwa rodzaje komórek: I) komórki nerwowe prawie wyłącznie jednobiegunowe, które wszystkie, jak to zobaczymy, łatwo rozpoznać po siateczce włókienek, jakie w nich uwidocznią metoda Apathy'ego i II) komórki wielobiegunowe, których za nerwowe uważać nie możemy, gdyż w nich włókienek podobnych, jak w komórkach nerwowych, wykazać nie można. Te komórki spełniają rolę komórek łącznotkankowych, ze względu więc na ich fizyologiczne znaczenie możemy je uważać za twory analogiczne do komórek neuroglii zwierząt kręgowych.

I. Komórki nerwowe.

Komórki nerwowe zwojów ośrodkowych ślimaka różnią się wybitnie między sobą nie tylko wielkością ciała komórkowego, ale i budową i kształtem swych jąder. Wszystkim jednak prawie jest wspólną formą jednobiegunowa.

Wedle różnic napotykanym w ukształtowaniu jąder i wielkości ciała komórkowego możemy rozróżnić następujące grupy komórek:

A) Komórki nerwowe małe.

B) Komórki nerwowe średniej wielkości, wśród których zaznaczają się dwa odmienne typy:

1. Jednych o małym jądrze.

2. Drugich o jądrze wielkim owoidalnym.

C) Komórki znacznej wielkości o jądrze owoidalnym.

D) Komórki nerwowe ogromnych rozmiarów o nieregularnej formie jądra.

A) Komórki małe.

Komórki te znajdujemy tylko rzadko wśród innych komórek, tworzą one zato samą osobną grupę komórkową, wybitnie zaznaczającą się po obu bokach zwoju nadprzelykowego. Grupę tę komórek, tworzącą znaczniejszą wyniosłość, nazwał de Nabias wyniosłością czuciową (*éminence sensitive*), gdyż stoi w łączności z nerwami zmysłów wzroku i słuchu.

Na preparatach barwionych metodą Heidenhaina lub Nissla, protoplazma komórek tych, tworząca tylko cieniutką warstewkę, ota-

czającą jądro, zdaje się zupełnie jednostajną i nie zawiera żadnych ziarenek. Jądra komórek tych kuliste, mające 6—8 μ średnicy, odcinają się wybitnie od reszty protoplazmy, otoczone wybitną błoną jądrową. Chromatyna jąder układa się w zrąb, złożony z cienkich niteczek, zawieszonych wśród znacznej ilości soku jądrowego, wypełniającego jądro. Jąderka brak.

Przy użyciu metody impregnacji złotem, wedle Apathy'ego, występują w protoplazmie szczegóły, których żadną inną metodą wykazać nie można. Na tle zupełnie bezbarwnem, lub lekko tylko różowem, występują ciemno brunatne włókienka. Przebiegają one nieznacznie tylko przestrzenie jako włókienka zupełnie niezależne, poczem łączą się po trzy lub cztery w punktach węzłowych, tworząc sieć śródkomórkową włókienek. Punkty spotkania się włókienek tych, punkty ich węzłowe, stają się często płytkami trój- lub czworobocznymi. Siatka włókienek tych, wobec małej bardzo ilości protoplazmy komórkowej, układa się prawie w jednej płaszczyźnie, leżącej między jądrem komórki a powierzchnią.

Przy nasadzie włókna osiowego oczka siatki, utworzonej przez włókienka, zmieniają kształty. W obrębie ciała komórkowego mają one kształt szerokich czworo- lub pięcioboków, u nasady włókna nerwowego zaś, stają się bardzo wydłużone, a długie ich osi zwracają się w kierunku osi neurytu. W samą wypustkę nerwową wstępuje jednak tylko kilka włókienek, które już zupełnie niezależnie od siebie biegną we włóknie osiowym.

Przy cienkości skrawków, jakiej wymaga metoda ta, trudno śledzić włókienka te na dłuższej przestrzeni zwłaszcza, że przez podział włókna osiowego wchodzą one zaraz w skład splotu włókienek środka zwoju, w którym, wśród krzyżowań włókienek w różnym kierunku, nadzwyczaj prędko giną.

B) Komórki średniej wielkości.

Zaznaczyliśmy wyżej, że komórki, o których mówić będziemy, znajdują się w dwóch typach. Jedne z nich mają jądra małe, okrągłe, podobne do jądra komórek poprzednio opisywanych, podczas gdy drugie mają jądra duże, owoidalne, co zbliża je bardziej do typu komórek większych, które w dalszym ciągu pracy opiszemy.

1. Komórki średniej wielkości o małym jądrze.

Komórki te różnią się wybitnie znaczniejszymi rozmiarami od komórek małych, jądra ich jednak mierzące 15—20 μ w średnicy, mają typ budowy zupełnie ten sam, co komórki małe. Protoplazma ich jest, na preparatach robionych metodą Nissla lub Heidenhaina również jednostajną.

Metoda Apathy'ego wykazuje jednak różnice dość wybitne. Ilość włókienek, a co za tem idzie, i oczek siateczki, wzrasta w nich w tym samym stopniu, co cała objętość komórki. Siateczka włókienek jednak, mając więcej przestrzeni, rozciąga się tu we wszystkich trzech wymiarach komórki, a nie w jednej płaszczyźnie, jak w komórkach małych. Oczka siateczki, otaczające jądro komórki, są znacznie węższe, niż oczka warstw obwodowych.

U nasady neurytu oczka siateczki wydłużają się i zwracają w kierunku neurytu. Z bardzo znacznej ilości włókienek tworzących siatkę w protoplazmie komórki, tylko kilkanaście wchodzi we włókno osiowe, by w nim przebiegać jako włókienka niezależne. W neurycie otacza je i dzieli od siebie znaczna ilość protoplazmy zupełnie bezpostaciowej.

Fig 2 daje nam obraz podobnej komórki, widzianej z powierzchni. Miejsce, gdzie znajduje się jądro, zaznaczone jest w rysunku ciemniejszym tłem, gdyż włókienka wchodzące we włókno osiowe, najwybitniej były widoczne, przy takim ustawianiu śruby mikrometrycznej mikroskopu, przy którym jądro znikało z pola widzenia. Zmiana kształtu oczek siateczki, u nasady neurytu, występuje bardzo wybitnie. Prócz włókienek przychodzących z części komórki na skrawku tym będącej, znajdujemy tu również włókienka, wchodzące we włókna osiowe z części komórki znajdującej się na skrawku następnym. Te włókienka, przecięte poprzecznie, kończą się pozornie luźno wśród ciała komórkowego, a punkty przecięcia przedstawiają się jako pałeczkowate zgrubienia na ich końcach. Tak, wiernie z preparatem, oddano je na rysunku.

2. Komórki średniej wielkości o dużym jądrze.

Cechą komórek tych jest jądro znacznych bardzo rozmiarów. Zajmuje ono w komórce tak wielką przestrzeń, że protoplazma stanowi tylko niezbyt szeroki brzeg komórki. Podobny typ jądra znajdziemy już we wszystkich komórkach większych rozmiarów.

Samo jądro, otoczone cienką błoną jądrową, wypełnia znaczna bardzo ilość chromatyny. Chromatyna zaś tworzy liczne malutkie ziarenka, równomiernie po całym jądrze rozłożone. Na skrawkach cienkich widać, że ziarenka chromatynowe połączone są delikatną siateczką istoty mniej zabarwionej. Jąderko jedno lub czasem w większej ilości w jądrze się znajdujące, ma kształt kulisty, różni się od ziarenek chromatyny znacznie większymi rozmiarami. Barwi się bardzo silnie zwłaszcza metodą Heidenhaina.

Metody Nissla i Heidenhaina wykazują w protoplazmie komórek tych ziarenka silnie zabarwione (fig. 1, 2, 3, 4, tabl. II). Ziarenka te, kształtu nieregularnych bryłek, otaczają gęstym szeregiem jądro, nadając protoplazmie otaczającej jądra barwę znacznie ciem-

niejszą. Na obwodzie komórki i u nasady neurytu znajdujemy je w znacznie mniejszej ilości, brak ich zaś zupełny we włóknie osiowym samem.

Przy użyciu większych powiększeń ziarenka te, nie wydają się jednostajnymi, wyróżnić w nich można często dwie części składowe: Bryłki protoplazmy bardziej zbitej i silniej zabarwionej, i istotę mniej zabarwioną spajającą te bryłki.

Budową swą i zachowaniem się względem barwików ziarenka te przypominają ziarenka Nissla i zwierząt kregowych.

Komórki zwierząt zabitych w lecie, w czasie czynności komórki, i zwierząt zabitych w czasie snu zimowego nie wykazują różnic w ułożeniu lub ilości ziarenek tych. W komórkach zwierząt zabitych w zimie znajdujemy często ziarenka tłuszczowe, których w komórkach zwierząt zabitych w lecie nie napotykaliliśmy.

Metoda Apathy'ego wykazuje zupełnie podobne szczegóły przebiegu włókienek, jakie widzieliśmy w opisanych już komórkach. W płaszczyźnie równikowej komórki, w której jądro jest najszersze a warstwa protoplazmy najcieńsza, otacza jądro często tylko jeden pokład oczek siatki. Oczka te utworzone są z jednej strony przez włókienka otaczające jądro, z drugiej strony przez włókienka biegnące tuż pod powierzchnią komórki, i przez włókienka przebiegające między temi dwoma szeregami włókienek. Zmiany u nasady neurytu są zupełnie tego samego rodzaju co w innych komórkach.

Chcąc zdać sobie sprawę z wzajemnego stosunku i ułożenia opisanych wyżej ziarenek i siateczki włókienek wykazanej metodą Apathy'ego musimy porównać preparaty otrzymane barwieniem metodą Heidenhain'a z preparatami barwionymi metodą Apathy'ego. Trudność przeprowadzenia podobnych porównań jest sama przez się zrozumiała, zdaje mi się jednak, że zupełnie na pewne można stwierdzić niezależność zupełną jednych od drugich. Włókienka leżą między ziarenkami zupełnie od nich niezależnie. Przestrzeni między ziarenkami nie wypełniają jednak same tylko włókienka, pozostające wolno miejsca, wypełnia bezpostaciowa protoplazma. Tę napotykamy bardzo wybitnie występującą u nasady włókna osiowego. W tem miejscu nie znajdujemy zupełnie ziarenek protoplazmatycznych, tylko tę właśnie bezpostaciową protoplazmę i włókienka zdążające ku włóknu osiowemu

C) Komórki znacznej wielkości.

(Fg 3, 4, 5. Tabl. II.).

Typem ogólnym przypominają komórki te dopiero co opisane komórki średniej wielkości, o wielkiem jądrze, nie tylko rozmiary znacznie większe jądra i całej komórki (jądro samo mierzy 80—120 μ . w osi dłuższej) ale i wielkie granulacje protoplazmatyczne, które znajdujemy w komórkach tych, pozwalają je łatwo od komórek po-

przednio opisanych od różnic. Wielkie te granulacje, zupełnie kuliste, napotykamy zawsze w okolicy nasady włókna osiowego. Granulacje te wpadają łatwo w oko nawet na preparatach nie barwionych, zawierają bowiem rozpuszczony jednostajnie barwik zielonawo-żółty. Na preparatach barwionych metodą Apathy'ego granulacje te barwią na ciemno-brunatno, czem różnią się od granulacji małych opisanych powyżej, gdyż te powstają przy użyciu metody Apathy'ego zupełnie bezbarwne. Na preparatach barwionych metodą Heidenhaina znajdujemy w nich malutkie ziarenko czarne, umieszczone w środku granulacji, a otoczone warstwą zupełnie odbarwioną.

Siateczka włókienek barwiących się metodą Apathy'ego układa się w tych komórkach, wedle tego samego typu, co w komórkach poprzednich.

Zauważyć jedynie można, że oczka siateczki stają się na samej powierzchni mniej regularne. W miejscu zaś, gdzie znajdują się wielkie ziarna protoplazmatyczne oczka siateczki znacznie się rozszerzają, a włókienka są znacznie delikatniejsze.

Włókienka wchodzące we włókno osiowe rozpoczynają się, na powierzchni włókna osiowego, bliżej płaszczyzny równikowej, niż w warstwie środkowej. Ten szczegół oddany jest na figurach 4 i 5, z których, pierwsza przedstawia dokładny obraz powierzchni komórki, druga zaś płaszczyznę przechodzącą przez środek włókna osiowego.

D) Komórki ogromnych rozmiarów.

Największe co do rozmiarów komórki te znajdują się tylko w ograniczonej liczbie (20—30) w każdym ze zwojów. Cechą ich jest wielkie jądro mające 150—200 μ średnicy. Jądro to posiada kształt nieregularny prawie płątowaty.

W protoplazmie ich znajdujemy oba rodzaje opisanych ziarnistości. Ziarenka małe otaczają gęsto jądro komórki, wielkie zaś granulacje znajdują się u nasady włókna osiowego. Te znachodzą się także często, nawet w samym włóknie osiowym, gdzie zawsze zajmują sam środek włókna. Całą komórkę wypełnia również gęsta sieć włókienek, tworzących w tych komórkach, podobnie jak i we wszystkich dotąd opisanych, gęstą sieć śródkomórkową. Sieć ta stoi w bezpośredniej łączności z wolnymi włókienkami neurytu.

W tych to wreszcie komórkach napotykamy twory odpowiadające kanalikom opisanym przez Holmgrena. Powierzchnię tych komórek nerwowych otaczają liczne bardzo komórki neuroglii. Komórki te gęsto rozgałęzione dają liczne wypustki, które wsuwają się do wnętrza protoplazmy komórki nerwowej. Wypustki te na preparatach, barwionych metodą Heidenhaina mniej prędko się odbarwiają, można

też często widzieć je bardzo dokładnie, jako ciemne nitki drzewkowato, wśród komórki nerwowej się rozgałęziające.

Nietylko jednak same wypustki, całe komórki neuroglii mogą się znajdować we wnętrzu komórki nerwowej. Mamy więc wtedy dziwny pozornie obraz, że mała komórka objęta jest zupełnie przez protoplazmę komórki wielkiej. Podobnie napotykać możemy komórki neuroglii i wewnątrz włókna osiowego. Przez wsunięcie się niejako komórek neuroglii, w komórkę nerwową, powstaje cała ta sieć, którą Holmgren opisał jako sieć kanalików. Badając protoplazmę komórki nerwowej otaczającą, każdy podobny kanalik z wgłębiającą się weń wypustką komórki neurogliowej, przekonamy się, że protoplazma ta nie zawiera zupełnie ziarenek drobnych, lecz jest podobnie jednolitą jak protoplazma włókna osiowego. Wielkie jednak ziarenka, które znajdowaliśmy u nasady włókna osiowego otaczają często te kanaliki.

Jeżeli w tem przedstawieniu faktów spostrzeżenia nasze zupełnie zgadzają się ze spostrzeżeniami Holmgrena, nie możemy się zgodzić na jego poglądy teoretyczne. »*Die Nervenzellen von Helix*« mówi Holmgren »*werden deswegen je nach dem functionellen Zustande mit einem reichlicheren oder ämaren Kanälchennetze versehen*«, sądząc, że w różnych stanach komórki, czynności lub spoczynku, gęstość kanalików się zmienia.

Miałem sposobność stwierdzić, że ilość tych rozgałęzień komórek nerwowych nie zmienia się zupełnie, mimo, że do badań moich zabijałem zwierzęta nietylko w lecie gdy komórki te z pewnością znajdowały się w stanie czynnym, ale i w zimie gdy skutek snu zimowego czynność ich była prawie żadną.

Zdaje mi się więc, że to twierdzenie Holmgrena nie jest bynajmniej słuszne. Przeciwnie doszedłem do przekonania, że rozgałęzienia te są stałymi organami komórki, nie ulegają żadnym zmianom, zależnie od różnego stanu natężenie czynności komórki. Niemniej zdziwiło mnie twierdzenie Holmgrena, że te kanaliki z rozgałęzianiami komórek neuroglii, które napotykamy u ślimaka, nie są niczem innym jak tworami, które Nelis pierwszy opisał w komórce zwierząt kręgowych, a które później Holmgren dokładnie zbadał.

Miałem sposobność porównać preparaty moje z preparatami Pana Nelis. Ścisłe porównanie preparatów, doprowadziło mnie jednak do przekonania, że mamy tu do czynienia z tworami zasadniczo różnemi.

Nie można nie zauważyć, że w badaniach swoich Holmgren okazuje zbyt wiele skłonności do podciągania pod jeden mianownik tworów różnej natury. Wystarczy porównać kanaliki, jakie Holmgren opisał u pierścienic (zwłaszcza u *hirudo*), u kręgowców, z nas bliżej obchodzącemi kanalikami, u *Helix*, by przekonać się, że tworów tych

wprost identyfikować nie można, gdyż znaczenie ich fizyologicznie nie może być jednakie.

Kończąc swą pracę o *Helix*, Holmgren generalizuje swe spostrzeżenia i sądzi, że wszystkie jego badania doprowadzić go muszą do przyjęcia dwóch głównych grup komórek: po pierwsze, komórek o bardzo wybitnem znaczeniu fizyologicznem i o budowie bardzo zawilej, które zależne są pod względem czynności odżywczych od innych komórek: po drugie, komórek o budowie mniej zawilej, o znaczeniu fizyologicznem mniejszem, które mogą się obchodzić w sprawie odżywiania bez pomocy komórek innych. Między komórki pierwsze zaliczyłyby naturalnie należało komórki *Helix*. W ciągu badań naszych widzieliśmy, że różne komórki nerwowe *Helix*, wszystkie bardzo wysoko wyróżnicowane, nie różnią się między sobą chyba wielkością. Tylko w komórkach największych znajdowaliśmy twory, odpowiadające kanalikom Holmgrena. Zdaje nam się, że nie mamy tu do czynienia z niczem innym jak z dziwnym rodzajem przystosowania, wywołanego rozmiarami komórki nerwowej.

Wpuklające się, w komórkę nerwową, wypustki komórek neuroglii powiększają znacznie powierzchnię resorbeyjną olbrzymich tych tworów, ułatwiając przez to styczność z substancjami odżywczeimi. Nie znajdujemy zaś nigdy tworów podobnych w komórkach nerwowych mniejszych rozmiarów, chociaż te nie są bynajmniej mniej zróżnicowane, od komórek wielkich.

II. Komórki tkanki łącznej (neuroglii).

Każdą komórkę nerwową cechuje siateczka włókienek śródkomórkowych. Między komórkami nerwowymi napotykamy w systemie nerwowym ślimaka małe komórki, które noszą najwybitniej cechę komórek tkanki łącznej, które takiej siateczki nie mają. Nazwa komórek neuroglii należy im się z ich roli fizyologicznej, czy jednak nazwa ta jest słuszną rostrzygnąć by musiały badania embryologiczne.

W razie gdyby badania takie wykazały, że komórki te pochodzą z środkowej blaszki zarodkowej, nazwa ta o tyle nie byłaby słuszną, że komórki neuroglii zwierząt kręgowych są tworami pochodzącymi z blaszki zarodkowej zewnętrznej. Komórki, o których mowa, są u ślimaka wielobiegunowe. Liczne i delikatne ich wypustki otaczają siecią komórki nerwowe, znajdujemy komórki te również w środkowym splocie włókienek każdego zwoju.

Widzieliśmy wyżej, że wypustki tych komórek wsuwają się w ciało komórek zwojowych największych, i że tam wśród ciała komórkowego się rozgałęziają.

Ponieważ metodą Apathy'ego barwią się na ciemno-brunatno,

łatwo je więc śledzić nawet na znaczniejszych przestrzeniach. Fig. 6, tabl. II. daje nam typ ich rozgałęzienia. Ułożeniem swem dookoła komórki przypominają one komórki opisane przez Cajal'a i Oloriz'a, dookoła komórek zwojów międzykręgowych zwierząt kręgowych, lecz różnią się od nich znacznieszą ilością rozgałęzień.

Wyniki badań.

1. We wszystkich komórkach nerwowych zwojowych ślimaka *Helix pomatia* można wykazać gęstą sieć włókienek. We wszystkich tych komórkach siateczka śródkomórkowa stoi w bezpośredniej łączności z włókienkami neurytu. W neurycie włókienka te przebiegają nie zależnie od siebie. Różnicy między włókienkami ruchowemi a czuciowemi, jaką to widział Apathy u *Hirudo* i *Lumbricus* u *Helix* nie można wykazać.

W komórkach *Helix* znaleźliśmy więc sieć włókienek nerwowych odkrytą przez Apathy'ego. Z wyższym jednakże stopniem różnicowania, jakie komórki *Helix* w porównaniu do komórek, badanych przez Apathy'ego pierścienic, przedstawiają, forma siatki bardzo wybitnie się zmienia. Ilość włókienek zwiększyła się bardzo znacznie tak, że sieć ta wypełnia całą komórkę. Możemy też uważać komórki *Helix*, jako stopień różnicowania pośredni, między komórkami pierścienic, badanych przez Apathy'ego a komórkami zwierząt kręgowych zbadanych przez Bethego.

2. W największe komórki, systemu nerwowego *Helix*, wpuklają się od zewnątrz wypustki, a nawet całe komórki tkanki łącznej i tu się rozgałęziają, tworząc w ten sposób sieć opisaną, jaką sieć kanalików przez Holmgrena. Wbrew twierdzeniu Holmgrena stwierdzić można, że kanaliki te nie zmieniają się z różnemi stanami czynności komórki nerwowej.

Kanalików tych nie można też porównywać z tworamii mniej lub więcej analogicznemi komórek zwierząt kręgowych.



OBJAŚNIENIE FIGUR.

Tablica I.

Wszystkie rysunki wykonano wedle preparatów robionych metodą następowej impregnacji chlorkiem złota (Apathy'ego). Immers. apoch. Zeissa 2 mm. Okulor Nr. 8.

Fig. 1. Komórka mała.

Fig. 2. Komórka średniej wielkości o małym jądrze widziana z powierzchni. Miejsce jądra zaznacza się ciemnym cieniem w środku komórki. Kilka włókienek wolno się kończących z części komórki odciętej.

Fig. 3. Komórka znacznych rozmiarów.

Fig. 4 i 5. Są dwoma rysunkami z jednej i tej samej komórki fig. 4. oddaje bardziej powierzchnią siateczki i włókienek, fig. 5. część bliższą środka.

6. Komórki tkanki łącznej (neuroglii) otaczające komórkę nerwową. Komórka nerwowa zaznaczona jest tylko ciemnym cieniem w środku rysunku.

Tablica II.

Wszystkie rysunki wykonane wedle preparatów metodą barwionych Heidenheina.

Obj. Immersya opochr. Zeissa, okulor Nr. 4.

Fig. 1. Część komórki ogromnych rozmiarów. Komórka neuroglii wpuklająca się w ciało komórkowe.

Fig. 2. Komórka neuroglii wpuklająca się we włókno osiowe.

Fig. 3 i 4. Rysunki z dwóch po sobie następujących skrawków seryi. Komórka ogromnych rozmiarów w której rozgałęziają się wypustki komórki neuroglii. We fig 4. widać jądro komórki neurogliowej wewnątrz ciała komórki nerwowej.



FIG. 3.

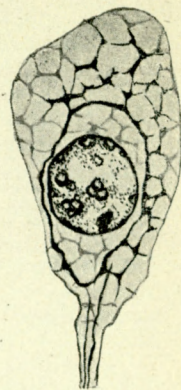


FIG. 1.

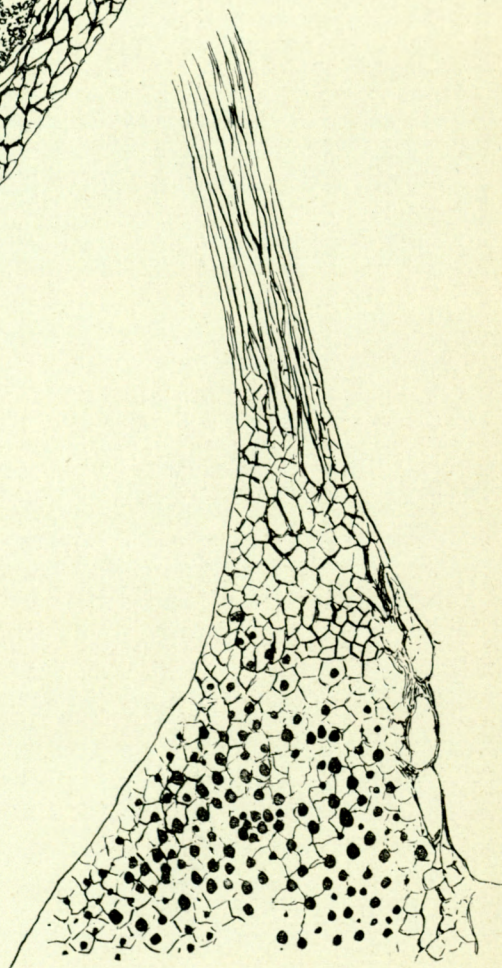


FIG. 5.

C. DE NEEF ad nat. delin.

<http://rcin.org.pl>

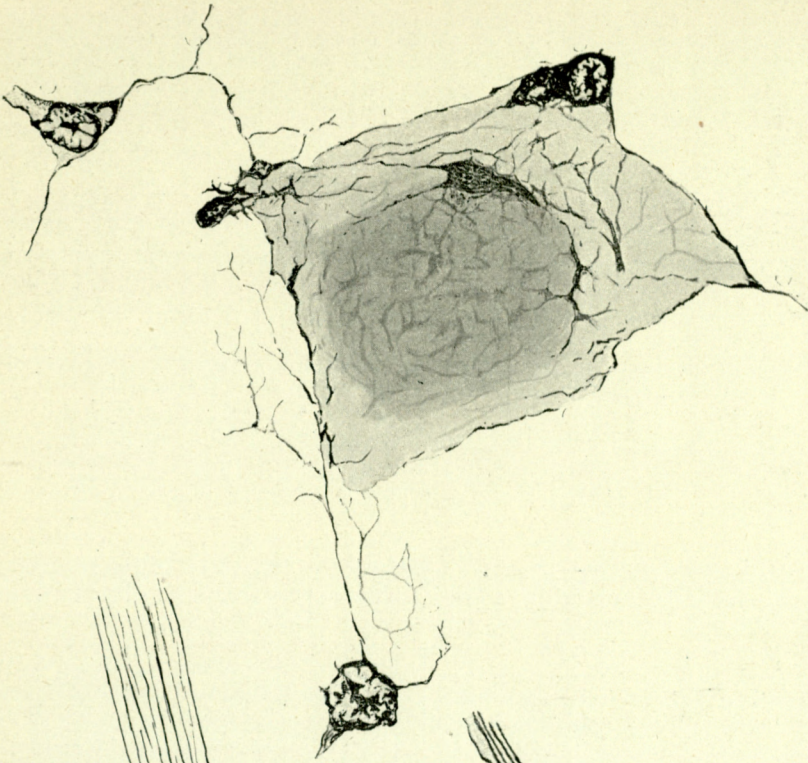


FIG. 6.

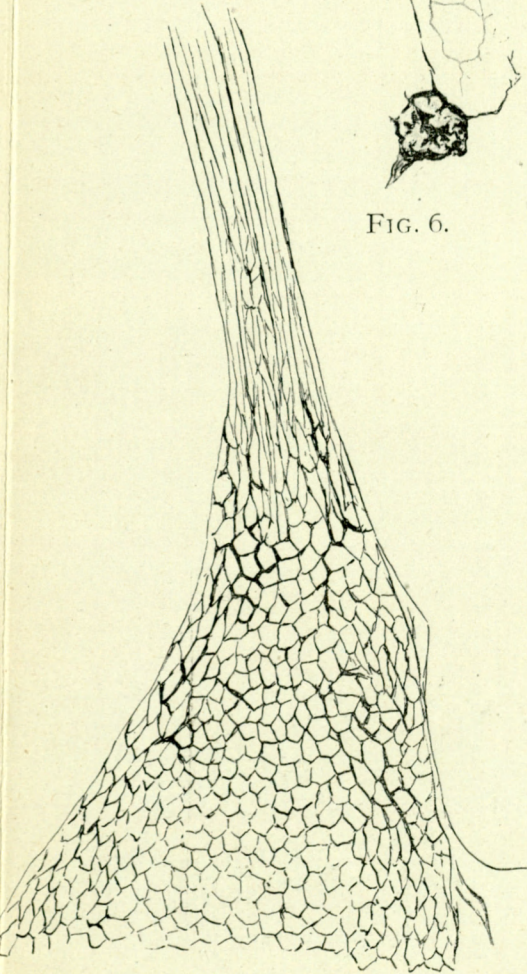


FIG. 4.

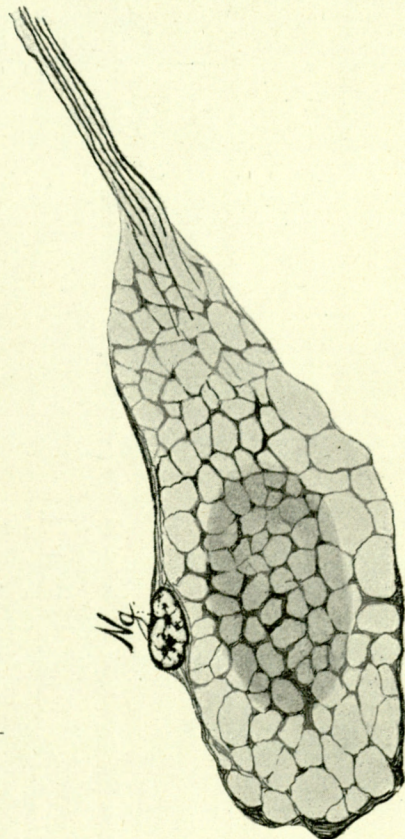
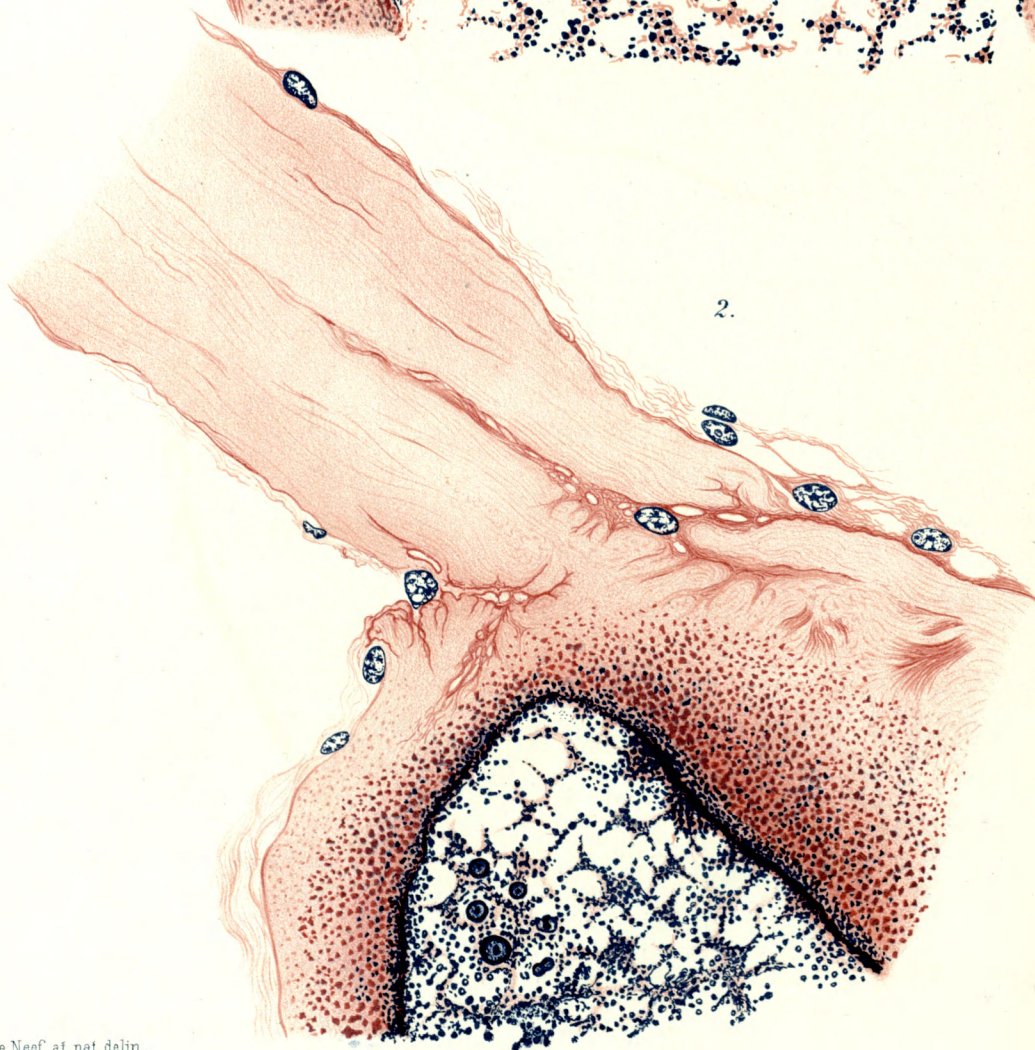
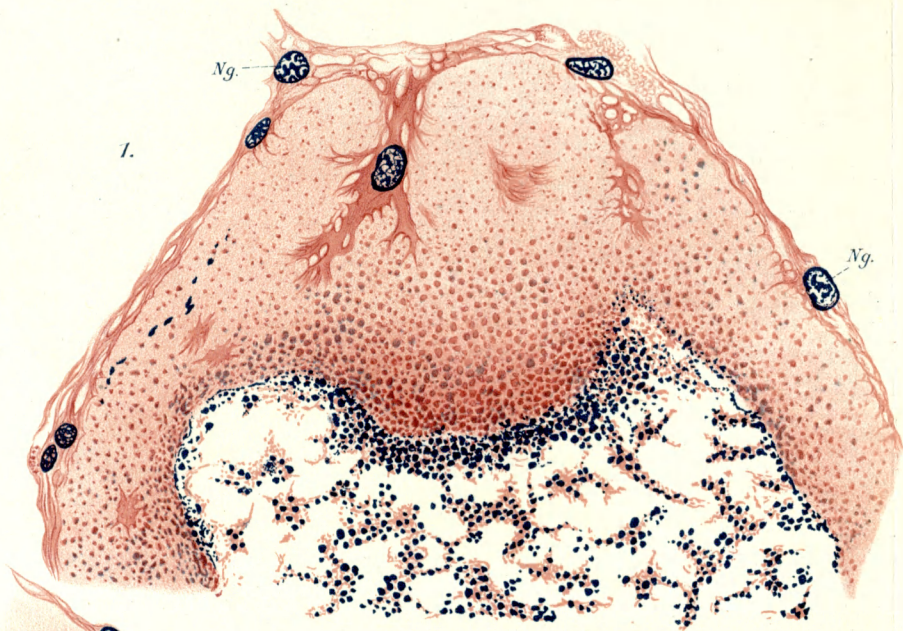
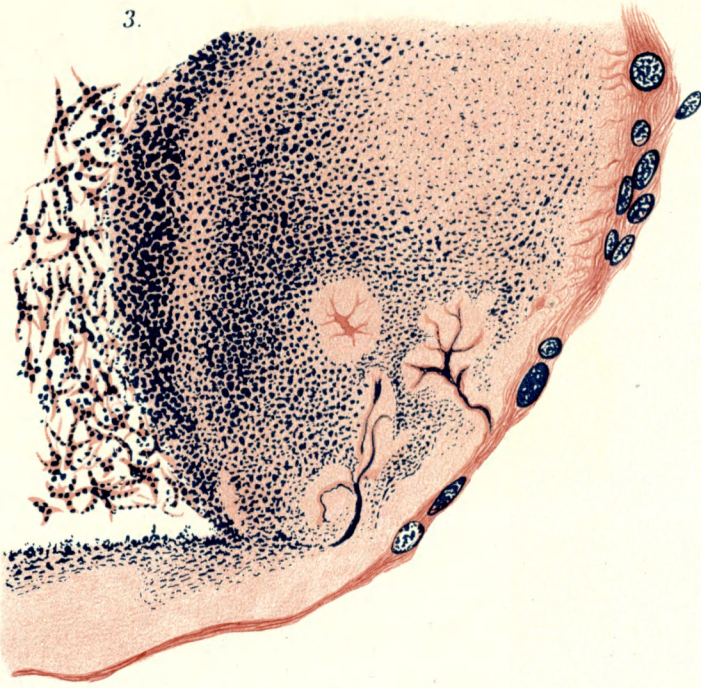


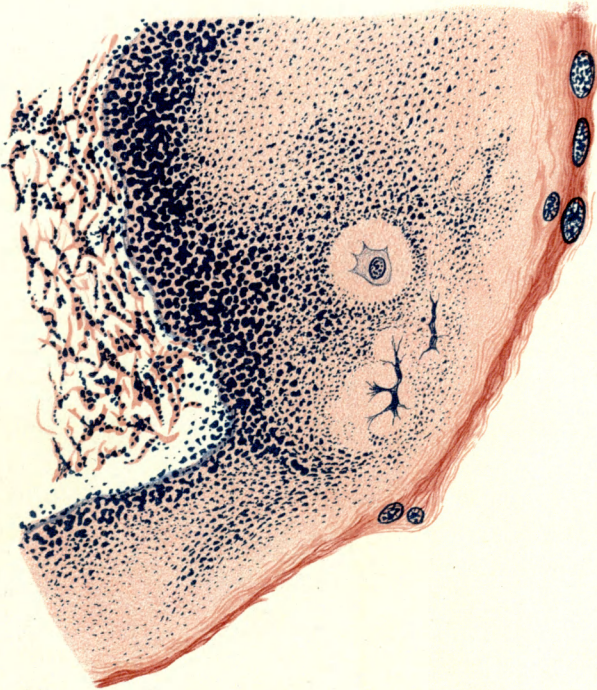
FIG. 2.



3.



4.



INSTYTUT ZOOLOGICZNY
Polskiej Akademii Nauk
BIBLIOTEKA

Inst. Zool. PAN
Biblioteka

K. 17702