

SPISY
VYDÁVANÉ
PŘÍRODOVĚDECKOU FAKULTOU
KARLOVY UNIVERZITY

REDAKTOR

JAN ŠTĚRBA-BOEHM.

PUBLICATIONS
DE LA
FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ CHARLES

REDIGÉES PAR

S. 3602

ROK 1924.

ČÍSLO 7.

ANATOMIE OČÍ NAŠICH TRICLAD.

(PLANARIA GONOCEPHALA A VITTA.)

S 2 TABULKAMI.

NAPSAL

Dr. JAROSLAV HAHN.



TRAVAUX
DE L'INSTITUT DE ZOOLOGIE
DE L'UNIVERSITÉ CHARLES IV
PRAGUE II., U KARLOVA 3.

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
PRAHA II., U KARLOVA.

NA SKLADĚ MÁ

EN VENTE CHEZ

PRAHA, PŘÍKOPY F. ŘIVNÁČ, PRAGUE, PŘÍKOPY.

Reduktor. Katedra Spółdzielczości
Praha II
Vincenza 7.

S P I S Y
VYDÁVANÉ
PŘÍRODOVĚDECKOU FAKULTOU
KARLOVY UNIVERSITY
REDAKTOR

PUBLICATIONS
DE LA
FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ CHARLES
REDIGÉES PAR

JAN ŠTĚRBA-BOEHM.

ROK 1924.

ČÍSLO 7.

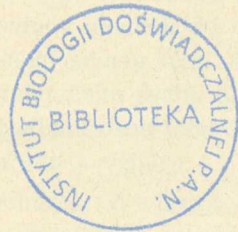
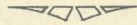
ANATOMIE OČÍ NAŠICH TRICLAD.

(PLANARIA GONOCEPHALA A VITTA.)

S 2 TABULKAMI.

NAPSAL

Dr. JAROSLAV HAHN.



PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
PRAHA II., U KARLOVA.

NA SKLADĚ MÁ

EN VENTE CHEZ

PRAHA, PŘÍKOPY F. ŘIVNÁČ, PRAGUE, PŘÍKOPY.

ANATOMIE OČI NAŠICH TRICLAD.

TISKEM KNIHTISKÁRNY JEDNOTY ČESKOSLOVENSKÝCH MATEMATIKŮ A FYSIKŮ V PRAZE.



PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

PRAHA B. U. KARLOVA

INSTITUT FYZIKY

INSTITUT FYZIKY

PRAHA FYZIKY F. V. PRAHA PRAHA FYZIKY

Anatomie očí našich Triclad.

(*Planaria gonocephala* a *vitta*.)

S 2 tabulkami.

Napsal Dr. J a r. H a h n.

Planaria gonocephala (tab. I.) naše velmi hojná ploštěnka, vyskytuje se spolu s blešivcem v studených vodách; nejčastěji nalezneme ji pod kameny v šeru, neboť jest fotofobní, nemiluje prudkého osvětlení a vždy co nerychleji snaží se uniknouti do tmy před dráždivým světlem. Intenzitu světelnou vnímá zvláštními orgány umístěnými na přídě těla, párem očí, které již oku neozbrojenému jsou patrný jako bílé skvrnky, ohraničené na straně vnitřní a poněkud vzadu pigmentovými buňkami. Kromě očí i celý povrch těla je fotosensibilní, jak se můžeme přesvědčiti na dekapitovaných *Planariích*, ale reakce na světlo není již tak rychlá a spontanní jako u *Planarii* vidoucích. Oči umístěny jsou na přídě těla po obou stranách osy mediální, jsouce vzdáleny od kraje těla 0.308 mm, mezi sebou pak 0.528 mm (U d e). Mohou býti vtaženy silnou svalovinou hlouběji do těla, normálně však leží v parenchymu těsně pod dorsální stěnou tělní. *Planarie* může oči poněkud i stáčetí jednostranným stahováním svalů, takže tím se mění úhel, který svírá optická osa oka s podélnou osou tělní (přibližně úhel 45°). Optická osa směřuje šikmo do předu a vzhůru.

Na oku můžeme rozeznati: 1. Pigmentový pohárek, 2. vlastní elementy percepční, 3. aparát světlolomný, 4. nerv optický.

1. Pigmentový pohárek je ve směru optické osy otevřený a slouží jako izolator, v němž jednak část paprsků se pohlcuje, jednak odráží. Vnitřní stěna v místě proti očnímu otvoru je často vypouklá. Je ovšem otázka, je-li vydutí toto původním, či děje-li se tak jen vlivem fixace. Uvážíme-li však, že oko *Planarie* je obklopeno silnými svaly tělními (dorsoventrálními) a parenchymovým pletivem, které se silně fixací smršťují, přijdeme k názoru, že tvar oka na fixovaných praeparátech v definitivní

podobě je výsledkem konservace (srovnej obr. 1. a 2.)*) Proto používáme-li různých tekutin, dostáváme různý tvar pohárku očního (dobře se osvědčila fixace chrom-octo-formol), který za živa, pokud ovšem můžeme vyšetřiti, má tvar koule zkrácené ve směru optické osy.

Pohárek je složen z velikého počtu buněk, asi 150, jichž jádra leží na zevní straně v úzkém pruhu plasmy chudé pigmentem. Blány buněčné jsou nezřetelné. Pigmentová zrněčka v silné vrstvě jsou černá, proto pohárek na živých *Planariích* tvoří tmavou linii kolem jasného dvůrku, na řezech pak jsou hnědá. V obojím případě však pigment prosvítá v zatemnělém poli červeno-hnědě. Zrněčka jsou stejně veliká, jak se již Jänichen zmiňuje proti názoru Carrièrovo.

2. Vlastní elementy zrakové jsou uloženy uvnitř pohárku. Srovnáváme-li vyobrazení oka *Planarie gonocephaly* v různých pracích, překvapí nás dvě věci. Obrázky totiž nápadně se liší za prvé počtem, za druhé tvarem zrakových elementů. Není možno si myslet, že by dva autoři tak rozdílně viděli a posuzovali též předmět, že tedy není zde chyba v pozorování, nýbrž že popsané zjevy odpovídají skutečnosti. Není totiž myslitelné, aby na př. Jänichen viděl v pohárku 25 zrakových elementů a Hesse naopak napočítal jich 150—200, kdyby v pravdě tomu tak nebylo. Tato nápadná a veliká různost v počtu, kromě toho vyobrazení Weniga a jiných vyvolala samozřejmě otázku, co jest příčinou, že některé *Planarie* mají oči tak chudé na vlastní útvary fotosensibilní, jiná individua téhož druhu pak pohárek oční přímo přečpaný zrakovými paličkami. Poněvadž jsou to elementy dráždivé na světlo, je nejpravděpodobnější názor, že světlo jest tu pravou příčinou. Wenig již narazil na tuto otázku a pokusiv se experimentálně ji rozřešiti dospěl k názoru, že ačkoli nedají se zcela přesně vytknouti hranice vlivu intesivního světla, obyčejného světla a úplné tmy, přec dospíváme po častějších střídavých pokusech k přesvědčení, že rozestavení zrakových elementů v očích *Planarií* naprosto není konstantní, že to nejsou elementy nehybné a ztrnulé, nýbrž schopné měniti svou polohu.

Na základě vlastních pokusů, při nichž bohužel nemohl jsem použití přímého světla slunečního, poněvadž pokusy byly dělány v zimě, musel jsem se tedy omeziti na světlo elektrické, které co do intensity a chemických účinků (žárové světlo je poměrně chudé na ultrafialové paprsky) daleko zůstává za přímou insolací, dospěl jsem k výsledku:

*) Pohárek na obr. 2. je velmi silně deformován, poněvadž v tomto případě zrakové elementy nevyplňují jej úplně a tedy neantagonují tak proti zevnímu tlaku.

a) *Tvar zrakových elementů se nemění světlem.*

b) *Množství zrakových paliček je nepřímě závislé na intenzitě světelné, resp. na délce působení zdroje téže intenzity, tedy čím déle světlo působí, tím více se počet zrakových elementů zmenšuje.*

Abych nemusel vždy pracně počítati paličky celého oka, vzal jsem za základ počet v nejširším průřezu oka (na řezech příčných), při čemž bral jsem průměr z několika individuí. Vzal jsem 25 *Planarií* chovaných v basenu za týchž okolností tepelných a hlavně světelných (byly v silném šeru) a z nich jsem některé fixoval hned, abych měl materiál k srovnávání, a ostatní byly nepřetržitě osvětlovány mléčnou žárovkou 50svíčkovou ve vzdálenosti 25 cm. Osvětlené planarie byly pak fixovány po 11, 30 a 80 hodinách.

Výsledek byl:	<i>Planarie</i>	neosvětlená: 40 paliček
		11 hod. osvětlená: 28 „ *)
	30 „	23 „
	80 „	20 „

Redukce zrakových paliček je poměrně rychlá a sice hlavně na počátku, tak po 11 hodinách osvětlení vymizelo 12 zrakových elementů, po 80 hodinách však již jen 8. Pravděpodobně k další redukci by již nedošlo, nebo již jen malý počet paliček by zmizel, poněvadž nastala rovnováha mezi intenzitou osvětlení a percepčními elementy. Můžeme si totiž představit, že zrakový nerv je zařízen na vedení podráždění určité intenzity a proto jestliže je silněji drážděn, redukují se přijímací elementy, až zas intenzita dráždění rovná se onomu stálému indexu. Jestliže bychom tedy užili silného zdroje světelného, zrakové paličky by se opět redukovaly co do počtu, až by zas byla získána rovnováha (funkcionellní přizpůsobení). Proto čím více se blížíme stavu rovnovážnému, tím pomaleji mizí zrakové elementy.

Obdobou redukce očí, resp. zrakových elementů, působením intenzivního světla je pokus *Berningerův*, který hladem (ale jen u *Planarií* ve tmě) během 7—8 měsíců docílil úplné redukce očí. Pohárek nejprve se rozdělil, pigment se rozpadl a konečně i paličky a nerv zmizely. Ponechal-li *Planarie* na světle, oči nemizely, ježto to byl orgán fungující, a teprve ve tmě, kdy staly se zbytečnými, nastala jich atrofie na účet ostatní činnosti životní.

Ačkoli tedy pokus *Berningerův* je jaksi protichůdný pokusům našim, přec mají společno to, že tehdy, kdy určitý orgán stává se úplně

*) Paličky v osvětleném oku (obr. 2.) nedotýkají se navzájem jako v oku chovaném v šeru, jsou mezi nimi prostory za živa pravděpodobně vyplněné zvláštní hmotou, která i v oku normálním se uvádí. Některé paličky jsou jakoby rozleptány.

zbytečným, nebo nadbytečně komplikovaným, dochází k jeho redukcí buď úplně nebo jen částečně.

Ovšem Lang (1912) uvádí, že redukce očí nastala i na diffusním světle slunečním (pracoval s *Planariemi* regenerujícími, které nepřijímaly potravu) a vykládá zjev ten hladověním. Pigment oční při tom putoval do střeva a tam byl ztráven. Staví se tak proti Stevens-ovi a O'Neil, kteří tvrdí, že pigment ve střevu je novotvarem. Je ovšem otázkou, zda k redukcí došlo následkem hladovění, či vlivem slunečního světla a jest proto nutno celou věc podrobiti revisi. Během léta hodlám věnovati pozornost celé věci a pokračovati v pokusech o vlivu světla a hladovění na oči *Planarii* a hlavně na elementy zrakové.

Našimi pokusy tedy docházíme k zdánlivě absurdnímu závěru, že totiž nejen tma působí redukcí očí (na př. u *Proteus anguineus*), nýbrž že i světlo v určitých případech má též vliv. Domyslíme-li tento zjev do důsledku, musíme přiznati, že při použití světla určité intenzity a při dostatečné délce působení docílili bychom úplného zániku očí, resp. elementů světločivných, tehdy totiž, kdy dráždění samotného nervu dostoupilo by téže intenzity jako v případě normálních, kdy jsou přítomny paličky zrakové.

Tma i světlo tedy působí dvojím způsobem na zrakové orgány, jednak pozitivně, jednak negativně. Zvyknou-li si totiž zvířata původně na světle žijící na prostředí temné, tu buď oči jejich vymizí, poněvadž jich nepotřebují (*Macarát, Stepec slovanský*), to je vliv negativní, nebo naopak jejich zrakové orgány se zdokonalí do té míry, že dovedou využití i slabých záblesků světelných (ryby hlubinné), vliv pozitivní. Podobně působí světlo. Buď vede k zdokonalení očí, anebo k jejich redukcí, jestliže totiž oči jsou zařízeny na využití velmi malé intenzity světelné (*Planarie*).

Pozorujeme-li normální oko neosvětlené *Planarie* tu seznáme, že zrakové paličky nejsou uloženy nahodile, nýbrž že jsou uspořádány v 5—6 vrstvách rovnoběžných se stěnami pigmentového pohárku. Je zde tedy jaksi několik sítnic uspořádaných koncentricky. Již z tohoto uspořádání můžeme souditi, že vidění *Planarii* je ještě jednoduché, že v oku netvoří se obrázek okolí, nýbrž že je to prostý orgán k rozeznávání světla a stínu.

V rozvrstvení sítnic mohli bychom snad viděti zvláštní způsob akkomodace oka. Předpokládáme však zde dvě oči, za první, že v oku *Planarii* nevytvoruje se obrázek okolí, za druhé, že shluk buněk před otvorem očním, o němž ještě se zmíníme, funguje jako světlolomný aparát, třebaž ještě nedokonalý. — Víme, že k zaostření obrázku na sítnici u různých druhů očí slouží rozmanitá zařízení, tak u člověka mění

se křivost čočky, u ryb pak se čočka přibližuje nebo vzdaluje od sítnice. U *Planarie* však, dle našeho předpokladu, netýkala by se akkomodace ostrosti obrázku, nýbrž jen maxima dráždění. — Vzdálenost předmětu vysílajícího světelné vlny od čočky se mění, ale recepční elementy zrakové mají konstantní polohu. Jsou pak nejvíce drážděny, když příslušný světelný bod nalézá se v určité vzdálenosti od oka. Tedy každý percepční element je zařízen na určitou vzdálenost, v níž se musí bod nalézáti, aby dráždil tuto zrakovou paličku maximálně. Rozvrstvením sítnic je pak docíleno, že zona v níž bod musí se nalézáti, aby působil na některé elementy maximálně, je značně rozsáhlá. Bliží-li se v této zoně světelný bod oku, přeskakuje maximální dráždění z vrstvy paliček, které jsou světlolomnému aparátu nejbližší, na vrstvy stále vzdálenější, až bod nejbližší oku (v oné zoně) dráždí zrakové elementy těsně přiléhající k pigmentovému pohárku.

Jak již řečeno, všechno svědčí pro to, že *Planarie* prostě rozeznávají jen světlo a stín, nevidí tudíž obrázek, nýbrž oko signalisuje pouze intenzitu a směr paprsků světelných, neboť je poměrně ještě velmi primitivní, nedokonalý je rovněž světlolomný aparát.

Svému účelu, totiž rozeznávati různou intenzitu světelnou, vyhovují jistě velmi dobře. Především mějme na mysli, že *Planarie* žijí v šeru pod kameny a proto jejich elementy čivné jsou uspořádány ve vrstvách za sebou, aby při sebe slabší intenzitě světelné co nejvíce zrakových elementů bylo podrážděno. Paprsek světelný prochází všemi vrstvami dráždě příslušné paličky, na stěně pigmentového pohárku se pak částečně pohlcuje, ale částečně odráždí zpět, takže dráždí ještě další paličky. Summace podráždění dává pak vědomí intenzity světla. Těžko ovšem můžeme se přesvědčiti o odrazu na stěně pohárku, ale můžeme tak souditi per analogiam, neboť u dokonalejších očí k reflexi dochází a pak je přirozeno, že prostředí určitě světlolomné, podložené černou látkou, působí jako zrcadlo.

Pokud si všímáme tvaru zrakových paliček,aráží nás u různých autorů veliká rozmanitost formy. Jinak kreslí a popisuje je Hesse, jinak Jänichen, jinak Wenig a sice i pokud se týče zevního tvaru i pokud jde o vnitřní strukturu. Máme-li na mysli jen část uzavřenou v pigmentovém pohárku, můžeme rozeznávati: Nerv, který poněáhlou přechází v rozšířenou část, jakýsi krček, a konečně vějířovitou čepičku.

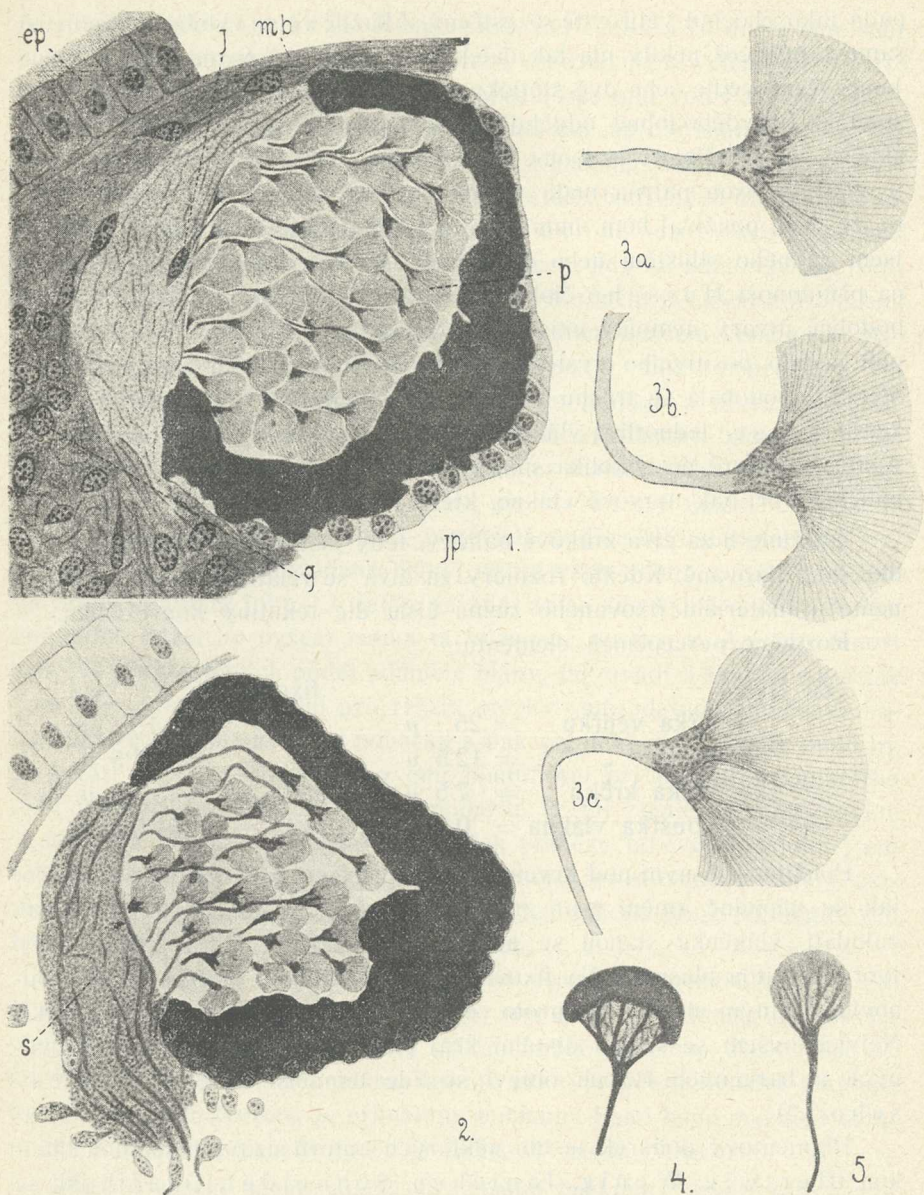
Hesse kreslí zrakovou paličku jako vějířovitě rozšířený konec nervu, v němž jsou patrné nervové fibrilly přecházející na distálním konci v zrakové čípky (sesílené to fibrilly). Vyobrazení Jänichena v a činí dojem útvarů rozleptaných a také se mu činí výtka, že užíval macerace kyselinou solnou (ač fixoval i normálními tekutinami konservač-

ními). Rozeznává: 1. Stvol, resp. nerv, který se skládá z obalu a středního vlákna, 2. krček, v němž se střední vlákno rozvětjuje a tím roztahuje i obal. V krčku tomto našel zduřeninu, která vypadala jako jádro. 3. »Kolbenplatte«, na jejímž distálním kraji jsou malé zoubky, které slouží k pevnějšímu přilnutí zrakových paliček. Sama »Kolbenplatte« složena je ze tří částí. Tmavší přilehá těsně k části krčkovité (Haube), pak následuje jasnější vláknitá část (Zwischenstück) a ta je zase pokryta tmavší zrnitou plasmou (vlastní Kolbenplatte). Silnější vlákna, vycházející z krčku, prostupují prvními dvěma částmi a sahají až k tmavší plasmě zrnité. Poznává, že v některých paličkách se tato struktura neobjevila. Na obrázcích W e n i g o v ý c h můžeme též rozeznati nerv, krček a vlastní čepičku. Celkem stotožňuje se s H e s s e m, avšak na místě jeho čípků kreslí řídký hřebínek, zuby obrácený ke krčku. Též U d e ve formě paliček srovnává se s H e s s e m. Tvar jejich je trychtýřovitý s úzkou zónou čípků. Čípky uloženy jsou v homogenní základní hmotě. Na rozdíl od H e s s e h o zakresluje však další detaily. Neurofibrilla v paličce přechází v »basální část čípku« (Wurzelstück) v podobě malého zrníčka, které vláknem je spojeno s podobným útvarem (inneres Stück des Sehstiftchen), na nějž pak nasedá vlastní čípek.

Je nyní otázka, zda mýlili se autoři, když tak různě popisovali zrakové elementy, nebo skutečně existuje taková rozmanitost paliček zrakových. Odvážuji se odpověděti záporně na obě možnosti. Nikoli, nemýlili se, ale de facto neexistuje taková morfologická různost paliček. Jedinou příčinou jest fixace, a sice nejen používání různých tekutin, nýbrž i délka působení jedné a téže fixace. Na svých praeparátech podle toho zjistil jsem případy, které úplně korespondovaly s obrázky jak J ä n i c h e n o v ý m i (používal jsem sublimat-octové), tak i H e s s e h o, vystupovala vrstevnatost paliček i anastomose silnějších větví (J ä n i c h e n), ale neviděl jsem nikdy tak zřetelných čípků, jak je kreslí H e s s e, třeba jsem užíval sublimatu a Heidenhainova haematoxylinu (již W e n i g se o tom zmiňuje). Na obr. 4. a 5. jsou nakresleny různé tvary paliček. Nejčastěji zrakový element vypadá jak zachycuje obr. 5. (S c h n e i d e r ve své Histologii zakresluje úplně totožný obrázek.)

Poněvadž tedy nemohl jsem si získati přesné představy o tvaru zrakových elementů na materiálu fixovaném, zkoumal jsem oči *Planarii* za živa ve fyziologickém roztoku. Oko bylo opatrně vypraeparováno a pak jemnými jehlami roztrženo. Jak vypadají zrakové paličky za živa, ukazuje obr. 3 a. b. c. Nerv, na němž nepozoroval jsem obalu ani osního vlákna, silně se leskne a v pohárku pigmentovém se kyjovitě rozšiřuje. Z rozšíření vybíhá pak několik větví, které někdy vysílají vedlejší větve, ty pak nesou na konci chvost jemných vláček, takže celek vy-

Tabulka I.



Planaria goniocephala: 1. Normální oko (ok. 5. obj. 8a). 2. Oko 11 hodin osvětlené (ok. 4. obj. 8a). 3. Zrakové paličky ve fyziologickém roztoku. 4., 5. Zrakové paličky fixované subl.-octovou po různou dobu a barvené Heidenhainovým haematoxylinem.

g = gangliová buňka, *j* = centrální jádro, *jp* = jádro pigmentové buňky, *ep* = epidermis, *mb* = membrana basilaris, *p* = palička zraková, *S* = světlolomný aparát, *n* = nervová soustava, *a* = oko accesorní.

padá jako chochol vějířovitě rozestřený. Z každé větve vybíhá tedy chvost samostatný, což někdy jde tak daleko, že jedno vlákno nervové nese na konci těsně vedle sebe dvě štětičky, po případě celý chvost vypadá jako smeták. Pravděpodobně oddělují se jednotlivé chvosty tlakem krycího sklíčka, neboť případy ty jsou celkem vzácné. Na krčkové části, kde nerv je zduřelý, jsou patrna malá tmavá zrníčka. Na konci vláček, přes to, že jsem používal hom. immerse $\frac{1}{12}$ i kompenzačních okulárů, nezjistil jsem žádného stluštění nebo odchýlnou lomnost, která by poukazovala na přítomnost Hesseho čípků, nechci však naprosto tvrdit, že by zde podobné útvary nemohly existovati. Avšak ani prohlížení v zatemnělém poli nedalo pozitivního výsledku, vždy zraková palička vypadala jako štětička, podobala se trochu zrakovým elementům *Helix pomatia*, jak je kreslí Hesse. Jednotlivá vláčka vějířku jsou snad elementární fibrilly Apathyho, které po několika spojují se v neurofibrillu. Neurofibrilly celé paličky tvoří pak nervové vlákno, které vbíhá do gangliové buňky.

Změříme-li za živa zrakové paličky, tedy jsou skoro dvakrát tak velké jako fixované. Kdežto rozměry za živa se relativně nemění, dostaneme u materiálu fixovaného různá čísla dle tekutiny konservační.

Rozměry percepčních elementů:

Za živa:		fixované:
šířka vějířku	= 25 μ	15 μ
výška „	= 12.5 μ	= 7.5 μ
délka krčku	= 7.5 μ	= 7 μ
tloušťka vlákna	= 0.7 μ	= 0.5 μ

Použijeme-li nyní pod krycím sklíčkem fixace, přesvědčíme se přímo, jak se nápadně změní tvar zrakových paliček. Celý útvar se smrští, zakulatí, vláček stanou se nezřetelnými, takže vějířek zdá se býti tvořen zrnitou plasmou. Na fixovaných praeparátech vlastní čepička odpovídá jemným vláčkům, proto větve nervové končí zde náhle (obr. 4.). Nejvíce ovšem se smrští distální kraj paličky a snad proto na fixovaných a barvených řezech objeví se zde temnější linie (čípky Hesseho?).*)

Pigmentový pohárek je dle některých autorů uzavřen jemnou blankou (Hertwig, Wenig, Jänichen, Schneider, Graff), jiní se o ní nezmiňují (Böhmg), nebo ji nezakreslují (Hesse),** nebo ji vůbec popírají (Carrière). Poslední praví: »Die Grenze des Ganglions

*) Vlastní palička barví se intensivně eosinem, světlou zelení, kys. pikrovou, anilinovou modří, nerv a krčkovitá část pak haematoxylinem Heidenhainovým, orangí g.

***) V pozdějších pracích doplnil původní obrázek touto blankou.

und des Innenkörpers an der Beugenstelle der Fassern ist meist eine sehr scharfe, doch konnte ich keine Membran wahrnehmen, welche das Innere des Pigmentbechers an dieser Stelle abschlosse und von Fassern durchbrochen würde, so dass ich noch im Zweifel bin, ob die sehr feine Grenzlinien nicht durch die hier stattfindende Knickung der Fassern erzeugt wird.« Na základě pozorování na praeparátech barvených Heidenhainem souhlasil jsem zprvu s názorem Carrièrovým, neboť nikdy jsem bezpečně nezjistil žádné membrány. V případech, kdy se zdálo, že zde skutečně existuje hraniční blanka, ukázalo se při silném zvětšení a prohlížení celé serie, že je to nervové vlákno, které jedním koncem vbíhalo do pigmentového pohárku, nebo se od něj vzdalovalo, nikdy neprobíhalo od jednoho kraje k druhému. Kdyby se ovšem jednalo o přerušeni blány následkem prostupu nervu, museli bychom zastihnouti zároveň i ono vlákno. Je pravda sice, že Weniğův nález malého jádra na hranici pohárku by svědčil pro existenci blány, ale vlastní své nálezy podobného jádra musel jsem brát opatrně, poněvadž podlouhlé jádérko nikdy neleželo v rovině předpokládané blány, nýbrž vždy šikmo a ještě poněkud za hranici ganglia (obr. 1.), takže se zdá, že se zde jedná o jádro buňky gangliové. Měla by ovšem buňka ta význačné postavení. Ani přítomnost zrníček pigmentových podél zdánlivé blány, jak uvádí Jänichena jak sám jsem pozoroval, není pro řešení otázky směrodatnou, poněvadž nalezneme leckdy pigment i v pohárku a pak pigment stejně dobře mohl by sledovati nervové vlákno jako onu blánu. Ani při použití zatemnělého pole (pomocí centrální clonky) nepodařilo se mi zjistiti jemnou blanku. V několika případech shledal jsem však poměry takové, že klonil jsem se k názoru Hesseho (v pozdějších pracích prosloveného), který existenci této blanky popírá, maje za to, že jen zúžené kraje pigmentových buněk přimykají se ke stonečkům paliček.

Jemnou blanku podařilo se mi zjistiti teprve při použití barvení dle Malloryho. Membranu tu není možno ztotožniti s vláknem nervovým, poněvadž se barví modře, kdežto vlákno hnědě oranžově. Nepodařilo se mi však rozhodnouti, zda blána tato je přímým pokračováním pigmentových buněk, či tvořena je přilehlými buňkami. Snad bude možno otázku tu řešiti pomocí regenerace očí na dekapitovaných planariích.

Před otvorem očním nalézá se zvláštní čočkovitý útvar (dle Carrièrea ganglion opticum, dle Jänichena zellig-nervöse Retina). Skládá se ze dvou částí, z vlastní čočkovité hmoty jasné, jemně vláknité, tvaru konkav-konvexní spojky, a z tmavší vrstvy povrchové, která se přikládá jen na vypouklé zevní straně, hlavně v dolní části, tedy vlastně již pod očním otvorem (obr. 1.). V ní uložena jsou jádra, resp. buňky gangliové. Počet jader na řezu přibližně odpovídá počtu zrakových paliček

týmž řezem zachycených. Buňky gangliové jsou chudé plasmou, která jen ve slabé vrstvě obklopuje jádro, vybíhající na dvou protilehlých stranách ve vlákna. Jedno vlákno probíhá čochkovitou jasnější částí a přechází v pohárku pigmentovém ve zrakovou paličku, druhé vlákno pak běží ke gangliu mozkovému; soubor těchto vláken tvoří nerv optický. Je přirozeno, že nerv zrakový a pak větev běžící z gangliové buňky do očního pohárku svírají spolu úhel, neboť zrakový nerv běží od buňky nervové dolů k centru ventrálně položenému, kdežto druhá větev vbíhá do pohárku očního se strany. Někdy sama tato větev se ohýbá jednou i dvakrát, jak je též viděti na obr. 3. Jasnější část činí dojem čočky, a také předpokládáme, že slouží jako aparát světlolomný, třebaš ještě nedokonalý. Pokusil jsem se sice dokázati lomnost tohoto útvaru pomocí úzkého paprsku vrženého se strany, ale nedocílil jsem uspokojivého výsledku pro totální reflex na krycím sklíčku.

*

Věci, v nichž se stotožňuji s jinými autory a k nimž nemohu přičiniti vlastních poznámek, zde neuvádím, odkazuje na práce uvedené v literatuře.

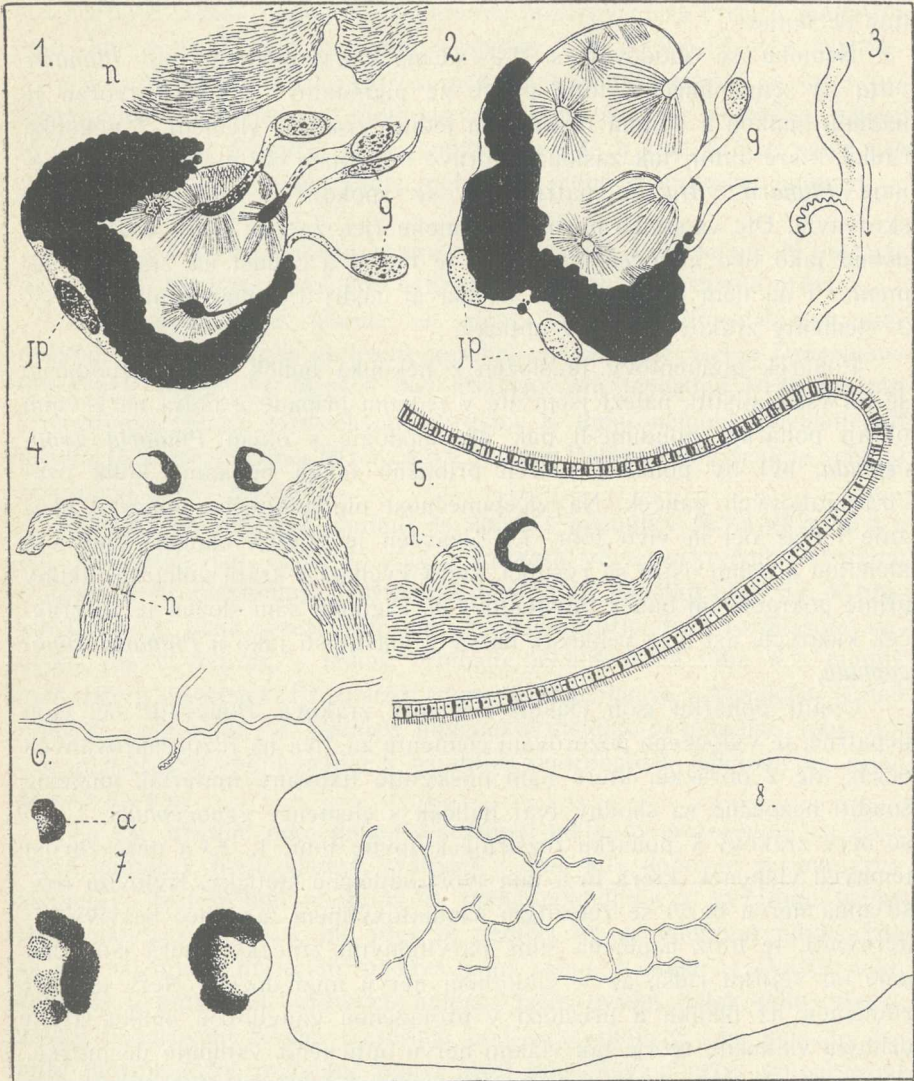
Planaria vitta Dugès.

Tab. II.

Složením svých očí řadí se *Planaria vitta* úzce ke *gonocephale*. Opatřena je též párem očí, které jsou položeny více u sebe a poměrně dosti daleko od předního okraje těla. Ani u této *Planarie* není vzácností větší počet očí (v několika případech nalezeny 3) obr. 7.); někdy ze dvou očí jedno bývá vyvinuto méně dokonale, je menší a chudší pigmentem.

Oči, na rozdíl od *gonocephaly*, leží hluboko v těle těsně na nervové soustavě (obr. 4., 5.). Tato poloha však nevádí jejich funkci, neboť *Planarie* postrádá vůbec pigmentu, takže stěna tělní nečiní překážek paprskům světelným. Snad se také zde již jedná o orgány degenerující, které jsouce uloženy hluboko v těle, ztrácejí již svůj význam jako orgány fotoreceptorické. Na to by poukazovalo snad to, jak již jsme se zmínili, že někdy jedno z očí, po případě obě, bývají slaběji vytvořeny, skoro bez pigmentu. Že by se zde jednalo o regeneráty, je nepravděpodobno, zvláště v případě, kdy jen jedno oko je slaběji vyvinuto, neboť oči ty leží velmi blízko sebe a těžko poraníme jedno, abychom nezasáhli druhé. Ostatně i způsob života by poukazoval na to, že oči jsou zde na ústupu, neboť *Planaria vitta* žije v bahně a zetlelém listí, po případě jeskyních, tedy na místech neosvětlených, kde celkem nepotřebuje očí; proto orgány fotoreceptorické jsou zde již silně labilní.

Tabulka II.



Planaria vitta: 1. Příčný řez okem (Heidenhain). 2. Příčný řez (Mallory). 3. Část exkrečního aparátu v jícnu s vířivým plaménkem (in vivo). 4. Horizontální řez; poloha očí a nervové soustavy. 5. Sagitální řez. 6. Exkreční aparát v proximální části jícnu s vířivým plaménkem ústícím do rozšířeného dvůrku (in vivo). 7. Poloha accesorního oka vzhledem k normálním (in vivo). 8. Síť exkrečního aparátu v jícnu.

Náš materiál pochází z mokřadla na vrchu Medníku u Prahy, plného spadaneho listí a bahna, kde tato *Planarie* spolu s *Nyphargem* vyskytuje se hojně.

Nemohu se shodovati s Hessem, který pokládá oko *Planarie vitta* za jednobuněčné, totiž praví, že pigmentový pohárek tvořen je jedinou buňkou a objímá rovněž jen jediný zrakový element. Z několika řádků, které autor, tak zasloužilý právě o poznání očí nižších forem, věnuje *Planarii vitta*, je patrné, že se spokojil s materiálem velmi skrovným. Dle vlastních pozorování mohu říci, že oko to je složeno podobně jako oko *gonocephaly*, jenže je menší a chudší na zrakové elementy. I na něm rozeznáváme tři hlavní části: 1. pohárek pigmentový, 2. elementy zrakové, 3. nerv optický.

Pohárek pigmentový je složen z několika buněk, počet nepodařilo se mi však zjistiti, nalezl jsem ale v jednom případě 2 jádra na zevním okraji pohárku. Soudíme-li pak dle analogie s okem *Planaria gonocephala*, byl by pohárek tvořen přibližně tolika buňkami, kolik uzavírá zrakových paliček. Na vícebunečnost pigmentového pohárku ukazuje i tvar očí in vivo (obr. 7.). Uzavřen je tenkou blanou, silně vyklenutou a velmi ostře se rýsující, která vychází z krajů pohárku jakoby přímé pokračování buněk pigmentových. Pigment sám složen je ze zrníček kulatých, asi téže velikosti, barvy a vlastností jako u *Planaria gonocephala*.

Uvnitř pohárku jsou vlastní elementy zrakové. Poněvadž oči jsou nepatrné, je vyloučeno pozorování elementů za živa na rozpreparovaných očích, ale z obrázků, které nám poskytuje fixovaný materiál, můžeme souditi bezpečně na shodný tvar paliček s elementy *gonocephaly*. I zde se nerv zrakový v pohárku rozšiřuje kyjovitě (obr. 1., 2.) a nese chvost jemných vlákenek, která tu a tam tvoří oddělené štětičky. Kyjovitá rozšířenina nervu barví se železitým haematoxylinem (a vůbec barvivy jadernými), je totiž naplněna silně barvitelnými zrníčky, která jsou čím dále od vějířku řídkší, až v samotném nervu mizí docela. Nerv proráží zmíněnou již blanku a přechází v protaženou gangliovou buňku, která druhým vláknem, tvoříc tak vlákno nervu optického, vstupuje do mozku. Poněvadž oko leží těsně na nervové soustavě (obr. 1.), je optický nerv kratičký. Před blanou oční chybí zřetelný čočkovitý útvar, neboť zrakových elementů je velmi málo. Oční otvory směřují asi podobně jako u *gonocephaly*.

Co se týče počtu zrakových elementů, můžeme říci, že počet jejich není přesně stabilisován. Celkem můžeme odhadnouti celkové množství asi na 6—10. zrakových paliček.

Poznámka. Při studiu příslušné literatury shledal jsem v práci P a u l L a n g o v ě jakési zaujetí vůči metodě pozorování za živa, a poněvadž tam, kde L a n g, přes pozitivní výsledky C h i c h k o f f o v y, S e k e r o v y a nejnověji M r á z k o v y, nenašel ničeho, podařilo se mi s použitím jich proskribované metody poměrně snadno potvrditi nálezy M r á z k o v y u *Planaria vitta*, zmiňuji se zde o tom krátce spíše pro metodu než k vůli věci samé, neboť se jedná o exkreční aparát ve pharyngu a ne o oči.

Třebas L a n g používal roztoku solného, jak doporučuje M r á z e k, nezjistil ve pharyngu žádného exkrečního systému. Doslovně praví:

»Aber auch dann konnte ich nichts von Excretionsgefäßen entdecken. Dagegen kann es leicht geschehen, dass die vielen Drüsenausführgänge sowie die Muskel des Pharynx am lebenden Präparat mit Excretionsgefäßen verwechselt werden.« K tomu nemohu poznamenati ničeho, leč citovati slova M r á z k o v a: »Vor Beobachtungsfehlern schützt überhaupt keine Methode.«

Vlastní moje nálezy shodují se úplně s poznatky M r á z k o v ý m i, jen tolik dodávám, že u dospělých *Planarii* větve exkrečního systému v jícnu spolu anastomují, tvoříce tak hustou síť kanálků (obr. 8.). V proximální části jícnu nalezl jsem pak v několika případech rozšířeninu kanálku, jakýsi dvůrek, z něhož vybíhalo několik větví (obr. 6.); tamtéž ústil vířivý plamének. Při použití immerse objevila se v kanálcích jemná zrněčka pohybující se činností plaméneků distálno-proximálně (obr. 3.). Co se týče průběhu kanálků a ostatních podrobností, odkazuji na práci M r á z k o v u.

To vše uvádím jako důkaz důležitosti metody pozorování za živa, která namnoze podá kladný výsledek i tam, kde doposud seriové řezy zklamaly. Jest ovšem metoda ta méně pohodlnou a vyžaduje veliké trpělivosti a opatrnosti, ale přes to neměla by se opomíjet nikde, kde se pro příznivost materiálu podává sama sebou, a měla by sloužiti jako kontrola a potvrzení seriových nálezů. Jsem ovšem dalek toho, přeceňovati pozorování živého materiálu pod mikroskopem, ale popsání detaily morfologické rozhodně mluví proti podečňování nebo zanedbávání této metody, jak často nalézáme v literatuře. Počáteční nezdar nesmí nás ovšem ihned odraditi. Často je třeba hodinového pozorování i více, než se nám podaří postihnouti hledanou věc, neboť musíme vystihnouti vhodný okamžik k pozorování. Tak při hledání exkrečního aparátu v jícnu často půl hodiny i déle marně pátráme po kanálcích, až náhle se nám objeví zcela zřetelně; je totiž nutno, aby pharynx byl pod určitým tlakem krycího sklíčka, čehož docílíme nejlépe tím, že necháme kapalinu pod mikroskopem vypařovati, až najednou v příznivém okamžiku

kanálky náhle vystoupí. Je-li tlak již příliš velký, kanálky zmizí. Promeškáme-li tedy vhodnou dobu, jest naše námaha marnou. Nestačí pak rozpreparovati jen několik individuí, často je třeba desítek, ba i set exemplářů k pozitivnímu výsledku. Při zkoumání očí preparoval jsem na padesát planarií, než se mi podařilo najíti bezpečně a zřetelně zrakové paličky. Ovšem, že tu hraje velikou úlohu i náhoda, ale máme-li ji do jisté míry ovládnouti, nsmíme šetřiti materiálem.

Na konec budiž mi dovoleno poděkovati panu prof. Dr. Jar. Wenigovi a prof. Dr. Al. Mrázkovi za cenné pokyny a veliký zájem, s kterým moji práci sledovali. Žel však, že tragická smrt odvolala prof. Mrázka tak záhy z vědecké a učitelské činnosti. Celé obci vědecké odešel veliký učenec a ryzí člověk, který tak plně chápal a rozuměl jak vědeckým potřebám, tak i lidským bolestem vysokoškolského dorostu.

V Praze v listopadu 1923.

R é s u m é.

L'oeil du *Planaria gonocephala* (pl. I.) est formé des parties suivantes: 1. d'un gobelet pigmentair, 2. des éléments perceptibles proprement dits, 3. d'un appareil dioptrique, 4. d'un nerf ophthalmique (nervus opticus).

Le gobelet pigmentair se compose à peu près de 150 cellules dont les noyaux se trouvent à la partie extérieure, dans une étroite bande de plasmе un peu pigmentair. Sur les coupes les grains pigmentairs sont d'une couleur brune, noirs sur les exemplaires vivants, mais observés au champs obscure ils sont toujours d'un rouge-brunâtre.

Dans le gobelet nous trouvons les propres éléments de la vue proprement dits rangés en 5—6 couches formant ainsi des rétines concentriques. Il s'agit vraisemblablement ici d'une accommodation de l'oeil à l'irritation maximale. Le nombre des baguettes de vue est très différent (*Hesse* en mentionne 150—200), selon les différences d'intensité de lumière dans laquelle le *Planaria gonocephala* vit.

Les résultat des mes expériences sont:

1. La forme des éléments de vue ne change pas sous l'influence de lumière.

2. Le nombre de baguettes de vue est indirectement dépendant de la lumière ou de la durée de l'influence de

la source lumineuse d'une intensité donnée, donc plus la lumière agit, plus le nombre des éléments perceptibles diminue.

La composition morphologique d'éléments perceptibles ayant été décrite différemment par divers auteurs (voir *Jänichen, Hesse, Ude...*) j'en fis l'examen in vivo dans une solution physiologique (fig. 3 a, b, c).

Le nerf sans enveloppe et sans fil d'axe est très brillant et s'élargit dans le gobelet pigmentaire en forme de massue. De cet élargissement partent quelques branches portant encore quelquefois des rameaux secondaires; ces derniers ont à l'extrémité une touffe de fils fins (peut-être des fibrilles élémentaires d'*Apathy*). Tout a la forme d'une houppie élargie en éventail. Chaque branche porte une seule touffe. Quelquefois nous trouvons un seul nerf qui muni de petites touffes, une autrefois la baguette complète a la forme d'un balai. Vraisemblablement les petites touffes s'écartent sous la pression de la lamelle. Au cou là où le nerf est renflé nous voyons des petits grains foncés. A l'extrémité des fils (des fibrilles élémentaires) je n'ai trouvé aucun renflement (malgré l'emploi de l'immersion) ni aucune réfringence anormale pouvant prouver la présence des papilles de *Hesse*.

Chez les sujets vivants les baguettes sont deux fois plus grandes que celles des préparations fixées (voir la page 9.). Sous l'influence de la fixation toute la forme de cet organe est modifiée; il se resserre, les neurofibrilles ne sont pas évidents; l'éventail semble être formé de plasmé grainu. Sur les préparations fixées la calotte correspond au fils fins et c'est pourquoi les branches nerveuses se terminent subitement (fig. 4.). Il est vrai que le bord distal de la baguette se contracte le plus et c'est sans doute la cause qui nous y montre des lignes foncées sur les coupes colorées (les papilles de *Hesse*?). — Devant l'orifice du gobelet, c'est-à-dire devant la fine membrane qui le ferme (membrane rendue visible par la tinction de Mallory) se trouve un corps lenticulaire (ganglion opticum *Carrière*, zellig-nervöse Retina *Jänichen*), qui se compose:

1. D'une substance claire finement fibreuse en d'une lentille concave-convex (fig. 1., 2.).

2. d'une couche superficielle où se trouvent des cellules ganglionnaires faisant partie des baguettes. Nous supposons que ce corps lenticulaire sert d'appareil dioptrique imparfait bien qu'il soit.

***Planaria vitta* Dugès (Planche II.).**

Les yeux de ce *Planaria* sont du même type que chez le *gonocéphala*. Mais ils sont moins grands et par suite plus pauvres en éléments perceptibles; ensuite ils sont enfoncés plus profondément dans le

parenchyme tout près du système nerveux (fig. 5.). Peut-être s'agit-il là d'organes déjà dégénérés. Il se produit aussi une multiplication des yeux (fig. 7.). Le gobelet pigmentaire est formé de plusieurs cellules (au contraire de l'affirmation de *Hesse*) (fig. 1., 7.); il ne m'est pas possible d'en déterminer le nombre précis; peut-être est-il égale au nombre des éléments photosensitifs (selon l'analogie du *gonocéphala*). Le gobelet est fermé par une membrane prenant naissance sur le bord des cellules pigmentaires comme si elle les continuait. Les éléments perceptibles proprement dits se trouvent dans le gobelet. Nous n'avons observé que des exemplaires fixés, mais malgré cela nous pouvons assurer, que la forme de ces éléments photosensitifs est pareille à celle du *gonocéphala*. L'élargissement du nerf contient un amas de fines granulations, qui disparaissent entièrement dans le nerf même et qui se colorent par les couleurs nucléolaires. Devant la membrane se trouvent des cellules ganglionnaires, mais elles ne constituent pas de corps lenticulaire (à cause de leur petit nombre). L'œil du *Planaria vitta* contient en tout à peu près 6 à 10 éléments photoréceptoriques.

Note:

Mrázek décrit dans son travail*) un appareil excrétaire placé dans le pharynx du *Planaria*. Ses observations furent faites *in vivo*. Mais ceci est contredit par *Paul Lang* qui dans ses séries de préparations n'a rien trouvé de pareil. A ce qu'il dit »... kann es leicht geschehen, dass die vielen Drüsenausführgänge sowie die Muskel des Pharynx am lebenden Präparat mit Excretionsgefässen verwechselt werden« —, je ne puis qu'ajouter les paroles du prof. *Mrázek*: »Vor Beobachtungsfehlern schützt überhaupt keine Methode.«

Mes propres recherches sont d'accord avec celles de *Mrázek*. Il est seulement nécessaire de constater, que les branches de l'appareil excrétaire du pharynx des animaux adultes s'anastomosent (fig. 8.). Il y élargissement du canal excrétaire dans la partie proximale (dans certains cas), d'où partent plusieurs branches et où aboutit aussi un soléno-cyte (fig. 6.). Quant au parcours des canaux et à d'autres détails je renvoie au travail de *Mrázek*.

Je cite tout cela comme nouvel argument de l'importance de la méthode d'observation *in vivo*, qui même lorsque les coupes d'une série ne donnaient aucun résultat positif, nous permetts souvent de faire des conclusions justes.

*) Einige Bemerkungen über das Excretionssystem einige Süßwassertricladen. Z. f. w. Zool. Bd. XCIII. 1909.

Explications des figures:

g = cellule ganglionnaire, *j* = noyau central, *jp* = noyau de la cellule pigmentaire, *ep* = épiderme, *mb* = membrane basilaire, *p* = élément perceptible, *S* = appareil dioptrique, *n* = système nerveux, *a* = oeil excédant.

Planche I. *Planaria gonocephala*.

1. — Oeil normal (oc. 5., obj. 8a). 2. — Oeil éclairé pendant 11 heures. 3. — Eléments perceptibles dans la solution physiologique. 4.—5. — Eléments perceptibles fixés au sublimé-acide acétique, pendant des délais variés et préparés à l'haematoxylin de Heidenhain.

Planche II. *Planaria vitta*.

1. — Section à travers l'oeil (Heidenhain). 2. — La même (Mallory). 3. — Partie du système excrétaire du pharynx avec le solenocyte dessiné d'après sujet vivant. 4. — Coupe horizontale; position des yeux et du système nerveux. 5. — Coupe sagittale. 6. — Organe excrétaire dans la partie proximale du pharynx avec le solenocyte pénétrant dans un élargissement du canal. 7. — Position de l'oeil excédant à l'égard d'un oeil normal (dessiné d'après sujet vivant). 8. — Système excrétaire dans le pharynx.

Literatura.

Hertwig R.: Das Auge der Planarien. Jenaische Zeitsch. f. Naturw. Bd. XIV. Supl. 1. 1881.

Carrière: Die Augen von *Planaria polychroa* Schmidt u. *Polycelis nigra* Ehrb. Arch. f. m. Anat. Bd. XX. 1881.

Ijima: Untersuchungen über den Bau u. die Entwicklungsgeschichte der Süßwasserendrocoelen. Zeit. f. wiss. Zool. XL. 1884.

Böhmig: Zur Kenntnis der Sinnesorgane der Turbellarien. Zool. Anz. Bd. X. 1887.

Jänichen: Beiträge zur Kenntnis des Turbellarienauges. Zeit. f. wiss. Zool. LXII. 1897.

Schmidt: Zur Kenntnis der Tricladenaugen u. der Anatomie von *Polycelis Gayi*. Zeit. f. wiss. Zool. LXXII. 1902.

Hesse: Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. VIII. Zeit. f. wiss. Zool. LXXII. 1902.

Wenig: Studie o očích sladkovodních planárií. Výroční zpráva české vyšší reálné školy v Pardubicích 1904.

Hesse: Das Sehen der niederen Tiere. Fischer, Jena, 1908.

Ude J.: Beiträge zur Anatomie und Histologie der Süßwassertricliden. Zeit. f. wiss. Zool., Bd. 39. 1908.

Böhmig u. Graff: Turbellaria (Süßwasserfauna Deutschlands, 1909).

Berninger: Ueber die Einwirkung des Hungers auf Planarien. Zool. Jahrb. Physiol. Bd. 30. 1910.

Lang P.: Ueber Regeneration bei Planarien. Arch. f. m. Anat. LXXIX. 1912.

Lang P.: Beiträge zur Anatomie u. Histologie von Planaria polychroa. Zeit. f. wiss. Zool. CV. 1913.

Lang P.: Experimentelle u. histologische Studien an Turbellarien. Arch. f. m. Anat. Bd. LXXXII. 1913. I. a II.

Lang A.: Handbuch der Morphologie der wirbellosen Tiere. 1913.

Schneider: Lehrbuch der vergleichenden Histologie. Jena 1902.

Graff: Zeitsch. f. wiss. Zoologii. Suppl. 1878.

Graff: Zool. Anz. 1879.

Graff: Monographie der Turbellarien. I. 1882. II. 1899.

Vejdovský: Exkreční aparát Planarií. Sitz.-Berich. böhm. Ges. Wiss. 1882.

Sekera E.: Příspěvky ku známostem o Planariích sladkovodních. Sitz.-Berich. böhm. Ges. Wiss. 1882.

Chichkoff G.: Recherches sur les Dendrocoeles d'eau douce. Arch. Biol. I. XII. 1892.

Micoletzky: Beiträge zur Morphologie des Nervensystemes und Excretionsapparates der Süßwassertricladen. Zool. Anz. Bd. XXX. 1906.

Wilhelmi: Untersuchungen über die Excretionsorgane der Süßwassertricladen. Z. f. wiss. Zool. LXXX. 1906.

Mrázek: Einige Bemerkungen über das Excretionssystem einiges Süßwassertricladen. Z. f. w. Zool. Bd. XCIII. 1909.

