

Megjelenik minden hónap 10-ikén, legalább is 3 $\frac{1}{2}$ nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként szövegközi ábrákkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY. HAVI FOLYÓIRAT

KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a társulat tagjai az évdij fejében kapják; nem tagok részére a Pótfüzetekkel együtt előfizetési ára 12 kor.

XXXII. KÖTET.

1900. DECEMBER

376. FÜZET.

Az idegrendszer szövettani szerkezete.

(Befejezés.)

A jelen kor. Büszke önértet fog el bennünket, midőn a szövettani és élettani legnagyobb problémák egyikének megvilágításában a sok bűvár között Apáthy István-unkat látjuk kimagaslani, a ki bűvárlataival új világot tárt fel az idegrendszer szövet- és élettanában. Nem mi, a külföld elsőrangú tudósai nyújtják neki a pálmát,* a mi szívünkben csak öröm fakad, hogy a neurológia terén ez idő szerint elért legmesszehatóbb eredmények magyar ember nevéhez fűződnek. Az idegszövetten jelen kor-

* B e t h e A., Das Centralnervensystem von Carcinus Maenas II. Th. című dolgozatában (Archiv f. mikr. Anatomie Bd. 51, 1898, p. 382—383) a következőket mondja: »Az ideganyag szerkezetéről való ismereteink Apáthy új, részletes közleménye által új stádiumba léptek.« — — — »Az, a mit némelyek sejtettek, sokan azonban kétségbe vontak, itt egyszerre nem is képzelt világos határozottsággal tárul szemünk elé.« U. o. p. 449. a neuronelmélet idegrostjairól szólva: »Ezt a reménységet, ezt a várakozást Apáthy *horszakalkotó műve* alapjaiban ingatta meg«, hogy t. i. az idegrostok egységes vezetőkként volnának fölfoghatók, mert ezek csak magukban foglalják a vezető elemeket.

Majd egy referátumát Apáthy művéről (Centralbl. f. Physiologie. Bd. 12, Nr. 5. 1898, p. 168.) a következő szavakkal kezdi: »A szerzőnek ez a munkája a legnagyobb haladást jelenti, a mit valaha elértek az idegrendszer szerkezetének megismerésében. Egészen új szempontok vannak itt föltárva. Nem tisztán morfológiai értékű tények össze nem függő sorozata, hanem a kolosszális vizsgálati anyag rendezett, egységes szisztémává van itt földolgozva, a mely tehát szükségképen minden irányban meg fogja változtatni az idegrendszer működéséről való fölfogásunkat. A fibrillumok léte a dúcsejtekben és az idegrostokban, melyet sokan állítottak, de teljes bizonyossággal senki sem tudott bebizonyítani, most teljes bizonyossággá vált.«

G a r b o w s k i az »Apáthy's Lehre von den leitenden Nervelementen« című ismertetésében Apáthy szóban forgó dolgozatáról így nyilatkozik: »Könnyen érthető tehát, hogy egy nem rég megjelent közlemény, mely az új tannak legfontosabb részei alól egyszerűen az alapot vonja ki, nagy föltűnést keltett s alkalmasnak látszik arra, hogy (mint előbb a Golgi munkái) a neurológiában új horszakot nyisson. Apáthy terjedelmes dolgozatát értem, kinek mesteri készítményeit legutóbb a Leydenben tartott III. zoológiai kongresszus tagjainak volt alkalmuk csodálattal s ámulattal szemlélni (Biolog. Centralblatt 1898, Bd. XVIII, p. 488).

szakát ugyanis Apáthy nagy idegtani dolgozatának* megjelenése évétől, 1897-től számítjuk és számítja ma már a külföld neurológusainak nagy része. Voltaképp már 12 évvel előbb, 1885-ben, megpendítette, és 9 évvel ezelőtt kifejtette egy alapvető értekezésében** azokat az igazságokat, melyek előtt most már a legnagyobb kételkedőknek is meg kell hajolniuk, mint-hogy Apáthy a különböző módon előállított preparátumok százaival bizonyította be, hogy az idegrendszernek vezető alkatrészei az alaktanilag, és bizonyos mértékben fiziológiailag is önálló neurofibrillumok, melyek sehol sem végződnek a kifejelett szervezetben; pályájok szakadatlan, ép úgy, mint a hogy a véráram útjai, a véredek sem *végződnek* sehol.

1889-ben azonban a Golgi-methodus, a neuron-elmélet felé vezetve, a fénykorát élte s Apáthy közleményei nem tettek olyan hatást, mint kellett volna; főleg azért, mert az uralkodó áramlattal éles ellentétben állottak. Mióta azonban készítményei a világot bejárták és számos értekezésben s rajzokban demonstrálta fölfedezéseit, mind többen és többen vannak azok a bűvárok, kik Apáthy-val arról győződnek meg, hogy csakugyan Schultze Miksa *elmélete* az igazi, a helyes. *Elméletet* mondek, mert a tulajdonképeni tények, mint láttuk, Apáthy-ig Schultze előtt és az összes többi bűvárok előtt is rejtve maradtak.

Mindinkább érvényesül most már az a meggyőződés, hogy Golgi methodusai nagyon jók az idegrendszer elemi topografiájának tanulmányozására, de nem arra, a mi az idegélettan alapja, hogy az idegrendszer finomabb szövettani alkotását megismerjük. Ezért mondja Apáthy, hogy az általa szinte kézzelfoghatóan megállapított tények egyáltalán nem állanak ellentétben Golgi nagyszerű neurológiai eredményeivel, tehát nem is lehet célja ezeket megdönteni, hanem inkább kiegészítük s bizonyos tekintetben mélyebbé, alaposabbá tessük.***

A filadelfiai neurológiai társaságban Apáthy művének ismertetése alkalmával ilyenforma nyilatkozatok hangzottak: »A legfontosabb közlemények egyike ez, melyeket valaha e társaságban ismertettek.« — »A mi neuron-elméletünknek vagy meg kell szünie, vagy teljesen át kell alakulnia.« — »Ha ezek a szempontok elfogadtatnak, mostani felfogásunk egészen megváltozik.« (The Journal of Nervous and Mental Diseases. 1898. Vol. 25. No. 1, p. 50—51).

Nissel F. 1897-ben panaszodik, hogy Apáthy eredményeit nem méltatják kellőképp: »Mialatt az idegsejtek vizsgálatában éles ellentétek állnak szemben egymással a fölött, vajjon a sejtek nem fösztető anyaga fibrilláris szerkezetű-e, vagy más módon van elrendeződve, az alatt jelent meg, mondom, Apáthy úttörő munkája, melyet sajnós, még mindig agyonhallgatnak stb.« (Münchener Mediz. Wochenschrift XLV. Jahrg. Nr. 31, p. 991.)

* Apáthy, Das leitende Element des Nervensystems und seine topographischen Beziehungen zu den Zellen. Mittheil. a. d. zoolog. Stat. zu Neapel. Bd. 12. 1897.

** Nach welcher Richtung hin soll die Nervenlehre reformirt werden. Biolog. Centralbl. Bd. 9. 1889.

*** Proceedings of the international Congress of Zoologie. Cambridge 1898. p. 125—126.

A p á t h y vizsgálatai során különböző fixáló és festő methodusokkal mindenekelőtt kimutatta az idegrendszerben egy különleges szövettani alakelemnek: szakadatlan lefutású, rendkívül vékony fonalaknak, mint külön anatómiai individuumoknak létezését s azokat *neurofibrillumok*-nak nevezte el.

Félreértések elkerülése végett legott ki kell még egyszer emelnünk, hogy az A p á t h y-féle neurofibrillumok nem azonosak az idegrendszernek S c h u l t z e M i k s a-féle primitív fibrillumaival. S c h u l t z e primitív fibrillumokon az idegrostoknak (a S c h w a n n-féle primitív rostoknak, idegcsövecskéknek) azokat a végső ágait értette, a melyek már nem ágaznak tovább el s a melyek az idegrostban többed magukkal egy nyalábbbá vannak egyesülve. A p á t h y ugyanis kimutatta, hogy minden egyes primitív fibrillum, míg valamely sejtbe bele nem hatol (a régebbi látszat szerint végződik), két, lényegesen különböző, egészen más reakciókat adó alkatrészből áll. Az egyik a primitív fibrillum tengelyében haladó szakadatlan fonál, a másik burkoló állomány, a mely e fonalat, mint a viasz az elektromos drótot, mindenütt egyenlő vastagon körülveszi. A *drótot* nevezte el A p á t h y neurofibrillumnak s azt előtte senki sem látta; a burkoló viaszot pedig elnevezte *perifibrilláris állománynak* s ő előtte azt sem tudta senki a másiktól megkülönböztetni. A S c h u l t z e-féle primitív fibrillum tehát olyan, mint valami egy szál drótot tartalmazó, elektromos vezeték a maga egészében, a melyben a drótot a burkoló viaszktól nem lehet látni. A hol több ilyen elemi vezeték egyesül egy nyalábbbá, összetett vezetékké, a neurofibrillumok perifibrilláris állománya egyik a másikkal összeolvad és alkotja azt, a mit A p á t h y interfibrilláris állománynak nevezett. Az idegrostok tehát több vagy kevesebb drótot, egy őket egymástól izoláló anyagba ágyazott, több drótot tartalmazó összetett vezetékek, kábelek, a melyeken S c h u l t z e némi hosszanti csíkolatot látott s ebből következtetett arra, hogy elemi vezetékekből vannak összetéve; magukat a vezető drótokat a kábelben nem látta; röviden: a S c h u l t z e-féle primitív fibrillum = A p á t h y-féle neurofibrillum + perifibrilláris állomány.

Az idegrendszer tanulmányozására A p á t h y előtt használt módszerek vagy egyaránt füstik (néha egyaránt halványan) a neurofibrillumokat és a peri-, illetőleg interfibrilláris állományt, vagy pedig csak a peri-, illetőleg interfibrilláris állományt füstik, de oly sötétre és átlátszatlanra, hogy a neurofibrillumok még füstetlenségök révén sem vehetők észre. Az előbbi módon hat pl. a régebbi aranyozó eljárás és methilénkékkel füstés, az utóbbi módon a G o l g i-féle eljárások. Láthatókká tehát a neurofibrillumokat egyik sem teszi. De van mind a három módszernek egy kétségtelen közös tulajdonsága is, a mely azonban a primitív fibrillumoknak és kisebb nyalábjaiknak, a vékonyabb idegrostoknak természete-

tes mivoltát nagy mértékben megváltoztatja és az idegrendszer finomabb szerkezete felől egészen hibás elméleteknek vált forrásává. Mindenik duzzasztja, majd csomósan zsugorítja, helyenként csöppekbe húzza össze a peri-, illetőleg az interfibrilláris állományt és a primitív fibrillumokban helyenként mezteleníti a neurofibrillumot. Ez által a vezető pályáknak csomócskás, olvasószerű, *moniliformis* külsőt kölcsönöznek és egyszersmind a pályának helyenként látszólagos megszakadását, csomós idegvégződéseket okoznak.

A neurofibrillumok maguk mindig simák, végig egyenlő vastagok, illetőleg, pontosabban szólva, *vastagságukat egyik elágazásuktól a másikig sohasem változtatják*. Igen gyakran hullámos, vagy spirálisan csavarodott a lefutásuk, de a nélkül, hogy ezért a primitív fibrillum vagy idegrost, a melyben foglaltatnak, szükségkép megszűnnék egyenes lefutású lenni, a nélkül, hogy határvonalai szintén hullámosak volnának. A neurofibrillum lefutása hullámvonalának hullámmagasságai rendszerint kisebbek, mint a primitív fibrillumnak mindenütt egyenletes vastagsága. Az a vastagság annál nagyobb, minél hullámosabb a benne foglalt neurofibrillum lefutása. A neurofibrillum és a perifibrilláris állomány fizikai tulajdonságaiból következő módja ez az alkalmazkodásnak ama két pont távolságának változásához az állat mozgása közben, a melyeket az illető vezető pálya összeköt. A neurofibrillum ugyanis se nem nyulékony, se nem rugalmas, a perifibrilláris állomány pedig nyulékony és bizonyos mértékben rugalmas is.

Ezeket a dolgokat legutóbb a cambridgei zoológiai kongresszuson tartott előadása és demonstrációi alkalmával, 1898-ban, tisztázta A p á t h y és az előbbieken mi is ez előadásra (l. az id. helyen) támaszkodtunk.

A p á t h y vizsgálati módszerei főleg: 1. a methilénkék ammoniumpicratummal való főtésnek egy új módja. 2. Egészben való főtés az A p á t h y-féle I. A. haemateina-oldattal. 3. Az előzetes aranyozás (a friss anyag aranyozása). 4. Az utólagos aranyozás, vagyis a tárgylemezen rögzített metszetek aranyozása, mely a legfontosabb. Mind teljesen alkalmasak arra, hogy a neurofibrillumok létezését és szakadatlan lefutását úgyszólván kézzelfoghatóan bizonyítsuk be velök. Ugyanis vagy csak a neurofibrillumokat színezik igen élénk, illetőleg sötét színűre (a neurofibrillumokat optikailag izolálják), vagy festik a neurofibrillumot és a perifibrilláris állományt, sőt egyéb szöveti elemeket is, de a neurofibrillumokat legsötétebbre és más színűre, mint a többi, a melyek teljesen átlátszó maradnak és a neurofibrillumokat még vastag rétegben sem takarják el (a neurofibrillumok színbeli differenciálása).

»Annak eldöntésére, hogy az idegrendszernek általában mely histológiai alakelemei vezetik az idegáramot (az ingereket), természetesen legelső sorban az szükséges, hogy az idegutakat és főleg az *idegutak végeit*,

a. melyek által az ideg a. beidegzett és beidegző sejtekkel bensőbb kapcsolatba lép, finomabb szövettani alakelemeire föl tudjuk bontani.« S épen ez az, a mi teljes bizonyossággal legelőször Apáthy-nak sikerült, a mint maga megjegyzi, már 1886-ban.

Bethe A., a ki, eleintén szintén a Golgi methodusa szerint dolgozván, a neuron-elmélet híve volt, megismerve Nápolyban az 1896. év nyarán Apáthy-tól magától az ő methodusát és készítményeit, a melyekben nem csupán az idegrostok, hanem magának Bethe-nek szavai szerint, a bennök levő vezető elemek, a neurofibrillumok is eddig még semmiféle finomabb szöveti alkatrészen el nem ért élességgel láthatók: nemcsak fölismerte a neuron-elmélet téves voltát, hanem kiindulva az Apáthy-tól tanultakból, egy saját eljárást is dolgozott ki, mellyel szintén igen szépen lehet a neurofibrillumokat festeni. Igazolta ily módon emberre nézve is a neurofibrillumok létezését egészen új eljárással is.

»A neuron-theóriát, az egymástól izolált neuronok elméletét azért állították föl, mondja Bethe,* mert Golgi-féle methodussal dolgozva, azt tapasztalták, hogy a dúcsejtek nyújtványai között azok a széles protoplazma-hidak, melyeket korábban leirtak, nincsenek. De épen ez a methodus csakis tökéletlen képet nyújt; a valószínűleg vezető-anyagnak csak külső burkát, de nem magát a vezető állományt tünteti elő. A Golgi-féle methodussal kapott eredményeket ki kell korrigálni azon eredmények alapján, melyeket Apáthy módszereivel és az én methodusommal el lehet érni. Kell, hogy a neuron-theoria tért engedjen a kontinuitás elméletének.«

Mert az idegrostok sávozottságát Schultze M. óta ugyan többen is látták (Schwalbe, Schultze János, Kupffer, Flemming, Dogiel, Krohnthal, Becker, Man, Mac Chire, Lugaro, Levi stb.), de közülök csak Kupffer-nek sikerült a neurofibrillumokat a béka ischiadicus idegében, igaz, csak kis részleteken füstéssel kimutatni, és épen nem sikerült neki sem a periferikus és centrális elágazódásokba követni.

Mind a több neurofibrillumot tartalmazó idegrostot a maga egészében, mind különösen gerinczsteleneekben néha az egy neurofibrillumot rejtő primitív fibrillumot is még külön burkok veszik körül.

A gerinczesek velőhüvelyes idegrostjaiban ez a burok kettős. A neurofibrillumoknak interfibrilláris állománytól (a szerzők axoplazmájától) összefoglalt nyalábját, a tengelyfonalat, először többé-kevésbé vastag köpennyel a myelinréteg veszi körül; ehhez simul hozzá kívülről a Schwann-féle hüvely (Primitivscheide, Schwann), melyet történeti szem-

* Bethe A., Das Centralnervensyst. v. Carcinus Maenas II. Th. Archiv f. mikroskop. Anat. 1898. Bd. 51.

pontból is helytelenül neveznek némelyek neurilemmának. A neurilemma kifejezés ugyanis, a mint Apáthy különösen figyelmeztet, arra a kötőszövetre és pedig collageneus (enyvet. adó) kötőszövetre korlátozandó, a mely az egyes idegrostokat nyalábbá, az anatómiai *ideggé* foglalja össze. Ugyanilyen kettős, velőhüvelyes burka van, miként először Retzius és Apáthy kimutatták, némely gerincztelenek idegrostjainak is (pl. több rákfélének). A gerinczesek idegrostjai egy másik részének csak a külsőnek megfelelő, egyszerű burka van; egy harmadik részének (Remak-féle rostok) nincs semmi saját burka az interfibrilláris állomány fölületés zónáján kívül.

Apáthy vizsgálatai szerint megvan az idegrostoknak mind a három típusa a gerincztelenekben is (a piócafélek háromféle idegrostjáról alább lesz szó). De a szerkezetnélküli Schwan-féle hüvelyt bennök rendszerint egy, a gerinczesek központi idegrendszerének gliarostjaival közel rokon, épen oly élesen rajzolt fibrillumokból összeszótt *glia-hüvely* helyettesíti, mely élesen megkülönböztethető az idegeknek ott is meglevő collageneus neurilemma-burkolatától.

De bármily szövettani elemek járuljanak is az idegrostok alkotásához, közülök csak a neurofibrillumok lépnek be az izomsejtbe, az érző sejtekbe, a mirigysejtekbe, dúcsejtekbe stb.; a perifibrilláris köpeny is vagy a beidegzett sejt felszínén, vagy felszíne alatt lemarad a fibrillumról. Ezenközben sehohsem végződik a fibrillum, hanem igen különböző és az illető sejtfeleségre igen jellemző lefutású intracelluláris pálya után a beidegzett sejtből kilépve, tovább halad. Az idegpályák zárt voltáról azonban alább lesz szó.

Az idegpályáknak egyebütt is vannak pontjaik, a hol az összes egyéb alkatrészek megszakadnak, és a pálya folytonosságát csupán a neurofibrillumok tartják fönn. Ilyen helyek például a gerinczesek velőhüvelyes idegrostjain a Ranvier-féle befűződések, miként Mönckeberg és Bethe is kimutatta s már előttök Mann Gusztáv is állította. Ezek és egyéb szövettani tények, melyeknek teljes sorozatát Apáthy cambridgei előadása 12 pontban foglalja össze, elegendő bizonyítékot szolgáltatott arra, hogy Apáthy neurofibrillumait »vezető primitív fibrillumoknak« nevezhesse. Így nevezte őket, a mennyiben, mint szövettani egyének jelenkeznek, és vezető elementáris fibrillumoknak, a mennyiben a fibrillum elágazásakor már tovább nem oszló elemei amazoknak és bizonyos föltételezett ultramikroszkópikus vezető elemeknek már csupán egy hosszanti sorából állanak, melyeknek *neurotagma* nevet ad. Ujabbán azonban Apáthy a Schultze-féle primitív fibrillumokkal való összevetés elkerülése végett tartózkodik a vezető primitív fibrillum kifejezéstől és csupán a neurofibrillum és »vezető elementáris fibrillum« elnevezéseket használja.

»Az idegrendszernek és az idegeknek leglényegesebb alkotó elemei — mondja A p á t h y — a neurofibrillumok. A neurofibrillumok mind optikailag, mind mechanikailag izolálható egységek, az illető idegpályában megszakítás nélkül haladnak a pálya periferikus végéig, ha ugyan a pálya nem zárt a periferián is.« A kifejlődött szervezetben a centrumban sehol sem mutatható ki a neurofibrillumok kezdete. Ott a neurofibrillumok vagy közvetlenül oszlanak föl elementáris fibrillumokra, vagy előbb egy, esetleg több dúcsejten való áthaladás után mennek át a dúcokban levő reczébe, a melynek csomópontjaiban a neurofibrillumok nem egyszerűen keresztezik egymást, hanem összeolvadás által s az elementáris fibrillumok egyik neurofibrillumból átmennek a másikba, illetőleg a neurotagmák hosszorai hálózatos, sokszögű elrendeződésre változnak át.

E tekintetben az idegrendszert az érrendszerrel hasonlítja össze A p á t h y. Valamint a kifejlődött organizmusban az arteriák (osztóerek A p á t h y) és vénák (gyűjtőerek A p á t h y) sehol sem végződnek, hanem csak egymásba átmennek, épen úgy a különböző irányban vezető idegpályák az elementáris recze útján megszakítás nélkül mennek át egymásba még pedig nemcsak a centrumban, hanem a periferián is (9. ábra). Mert a neurofibrillumok a beidegzett sejtekben (izom-, mirigy-, érzősejtek stb.) sem végződnek.

A p á t h y az izomrostok és az idegrostok között már 1885-ben felállította* a következő szövettani párvonalat.

Az izomrostokban az összehúzódó állomány különböző módon lehet elhelyezve, t. i. vagy az izomrost periferiáján, pl. Hirudo, Apis, a mikor a sejtplazma az izomrost tengelyében foglal helyet a sejtmagvakkal, vagy az izomrostban nyálábót alkot s ilyenkor a sejtplazma a nyáláb körül foglal helyet a sejtmagvakkal. Az izomrostok összehúzódó állománya azonban myofibrillumokból és interfibrilláris állományból van összetéve. Keresztmetszeten, előzetesen aranyozott izomrostban az interfibrilláris állomány sötétre színezetten tűnik föl s alkotja a pióczafélék és egyéb férgek izomrostjai összehúzódó kéregállományának radialis csíkolatát, vagy a gerinczesek harántcsíkú izomrostjaiban a C o h n h e i m-féle terek határvonalait, melyeken belül foglalnak helyet az izomfibrillumok kisebb nyálábjai, az ú. n. izomoszlopok.

Az idegrostokban az idegállomány szintén különböző módon helyezkedhet el, de a sejtplazmától ép úgy el van különítve, mint az izomrostban az összehúzódó állomány.

De az idegállomány a neurofibrillumokon kívül még interfibrilláris (vagy az izoláltan lefutó neurofibrillumokon perifibrilláris) anyagból is áll

* A p á t h y I s t v á n, Tanulmány a Najadeák szövettanáról. Kiadta a Magy. Tud. Akadémia.

úgy, mint az izomrostok összehúzódó állománya is myofibrillumokból és interfibrilláris állományból. Az idegek interfibrilláris anyaga sűrű, olajszerűvé vált sejtnedv, meglehetősen hasonló az izomban található interfibrilláris anyaghoz, azzal a lényeges különbséggel, hogy az idegek interfibrilláris állományába sok myelin rakódhatik bele.

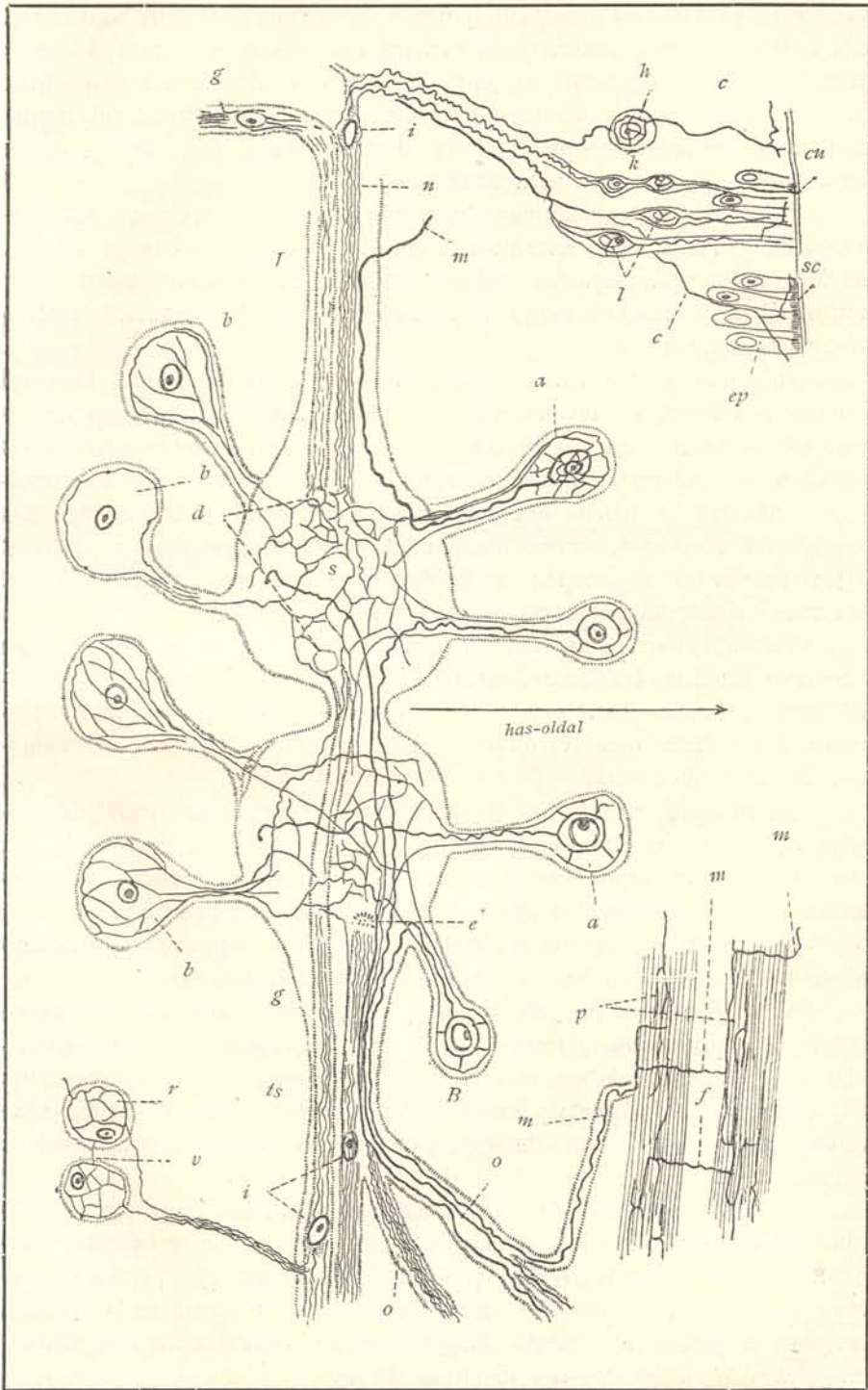
A gerinceseknek velőhüvelyes idegrostjaiban az idegállomány csak a tengelyfonálban foglaltatik. A velőhüvely legnagyobb részt myelinből áll, mely a gerincesek ez idegféleségében periferikusan rakódott le, holott a gerincesek úgynevezett halavány (R e m a k-féle) idegrostjaiban, valamint a gerincztelenek idegrostjaiban többnyire interfibrillárisan. De azért myelin ezekben is elég bőven van, miként azt A p á t h y régen kimutatta.

A tengelyfonál tehát »nem talán fibrilláris szerkezetű idegplazmából áll, hanem bizonyos számú, szakadatlan lefutású neurofibrillumból (10. ábra), melyek interfibrilláris állományba vannak beágyazva« (A p á t h y).

A neurofibrillumok vastagsága a gerincesekben nem nagyon változatos; átlag nagyon vékonyak; a gerincztelenekben azonban, pl. a földi gilisztában és piócfafélékben, 0.05μ — 0.75 — 1μ vastagságúak, sőt még vastagabbak is találhatók.

A p á t h y készítményeiben még az 0.05μ vastagok (a milliméter húszezredrészénél nem vastagabbak) is élesen megkülönböztethetők s lefutásukban követhetők. Általában minden neurofibrillum kisebb-nagyobb számú elementáris fibrillumnak kimutatható közti-állomány nélkül igen szorosan egyesített pamata s e szerint vastagabb vagy vékonyabb. A legvékonyabb még észlelhető és lefutásukban követhető neurofibrillumok vastagsága csak 0.05μ lévén, föltehető róluk, hogy egyetlen elementáris fibrillumnak felelnek meg. Az ilyenek az elementáris rácsozatba nem elágazással mennek át, hanem a rácsozat csomópontjaiban három neurotagmasor, három egyforma vastag elementáris fibrillum szögellik össze és megý át teljes folytonossággal egyik a másikba. A vastagabb neurofibrillumok

9. ábra. A vezető pályák lefutásának és összeköttetésének vázlatos feltüntetése egy *Hirudo* szomitájának transversális metszetében. (A p á t h y nyomán.) A ganglion két (jobb és bal) fele mozgató (*a*) és érző, vagy csak összekapcsoló dúczsejtekkel (*b*). Az idegorsók, illetőleg idegrostok három félesége: viselkedésők a centrumban, eloszlásuk a centrális rosttömegben s összeköttetésők a dúczsejtekkel; viselkedésők a periferián: izomrostok, epidermális és subepidermális érző sejtek, szabad végelágazódás az epidermisben (*c*). *d* az a hely, a hol egy érző tömlő, *e* az a hely, a hol egy érző nyaláb a központi rostmasszában hosszanti irányban hajlik el. *f* vezető hidak az izomrostok között. *g* érző tömlő. *h* dúczsejt. *i* idegsejt magja. *k* vezető anastomosis, melyet egyik dúczsejt neurofibrillum-reczéjéből kijövő, s a másik dúczsejt reczéjébe átmenő neurofibrillum alkot. *cu* cuticula, *l* epitheliális érző sejt, *sc* subcuticula, *ep* epitheliumsejtek, *m* mozgató primitív fibrillum, *n* érző nyaláb, *o* mozgató idegorsó, *p* izomfibrillum, *J* jobb oldal, *B* bal oldal, *s* elementáris rácsozat, *r* retinasejtek.



rendes elágazásaiknál a neurofibrillumok vékonyabb pamataira szakadnak, sőt erősen hullámos lefutás esetében kis darabokon mindenütt ilyenekre hasadhatnak, azután ismét egységes vastag neurofibrillummá egyesülnek. A dúczsejttől bizonyos távolságban a gerinczesek tengelyfonalának neurofibrillumai is igen összeállók, sőt a közti-állomány eltűnésével össze is tapadhatnak igen vastag neurofibrillummá.

Hogy még a legvékonyabb neurofibrillumokat se lehessen más szöveti alakelemekkel összetéveszteni, a Hirudoban részletesen leírja Apáthy az idegrendszer támasztó és burkoló szöveteit is fennebb idézett nagy munkájában. Célunktól azonban messze vezetne, ha részletek ismertetésébe bocsátkoznánk.

Most már azután a Leydig-féle »*Punktsubstanz*«, a dúczok központi anyaga is fölbontható alkatelemeire. A piócza-félékben, Lumbricusban és más gerincztelenekben is a következő elemekből van összetéve: határozott és állandóan jellemző lefutású neurofibrillumokból, peri- vagy interfibrilláris anyagból, a beléje rakódott myelinával, gliarostokból, collageneus kötőszöveti rostokból, kevés interstitiális alapkocsonyából s a szövetet átjáró szérumból és esetleg a kocsonya s a szérum megalvadásából származó rostocskákból vagy szemecskékből.

Tekintettel az idegrostok burkának minőségére és az idegrostban lévő neurofibrillumok számára, vastagságára meg elrendeződésére: a piócza-félékben, Lumbricusban (s több más gerincztelen állatban) háromféle idegrostot különböztet meg Apáthy: 1. Mozgató rostokat. 2. Érző tömlőket. 3. Érző nyalábokat.

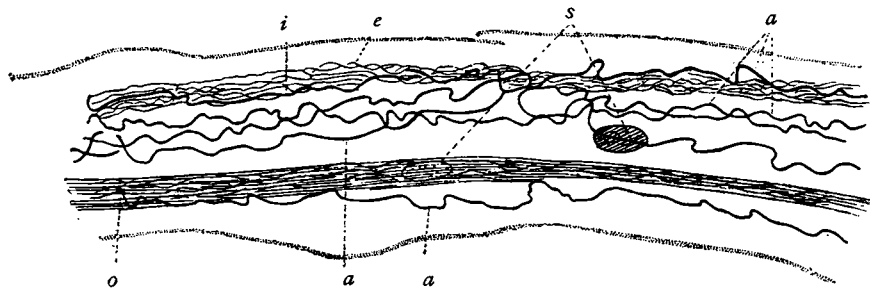
»A mozgató rostok (9. és 10. ábrán *m*) egy, vagy legfeljebb néhány neurofibrillumot tartalmaznak, de ezek a legvastagabb minőségűek. A vastag neurofibrillumot vastag, homogén, myelinában szegény perifibrilláris köpeny s ezenkívül a glia-hüvely veszi körül.« (Apáthy.)

Egy ilyen vastag neurofibrillum megfelel a gerinczesek mozgató idege tengelyfonalában lévő vékony neurofibrillumok *összegének*.

Az érző tömlők (9., 10. ábrán *g*) nagyszámú, igen vékony neurofibrillumot tartalmaznak, melyek ép úgy, mint a gerinczesek periférikus idegeinek tengelyfonalában, myelinát magában nem foglaló interfibrilláris anyagba vannak beágyazva. Külső burka az érző tömlőnek vastag glia-hüvely, mely alatt az interfibrilláris állománynak vékony, myelinatartalmú zónája lehet.

Az érző nyalábok (9., 10. ábra *n*) vékonyabb minőségű neurofibrillumok kisebb-nagyobb nyalábjaiból állanak, melyek myelinában nagyon dús interfibrilláris állományba vannak beágyazva, s a nyalábot vékony gliaburok veszi körül. A gerincztelenek idegrostjainak ez a félesége megfelel a gerinczvelő hátulsó idegyökereiben található, nagyon vékony tengelyfonalú rostok egy-egy kis nyalábjának.

A dúcokban az érző tömlők és nyalábok átmennek az elementáris reczébe (9. ábra); nevezetesen az érző tömlők mindig ugyanazon dúcban, a melybe beléptek; az érző nyalábok azonban részben ugyanazon dúcban, részben a szomszéd vagy egy távolabbi dúcba mennek át s ott oszlanak föl az elementáris reczében (Elementargitter). Ebbe az elementáris reczébe megy át számos olyan neurofibrillum is, a melyek közvetlenül a dúcsejtekből, a bennök foglalt neurofibrillum reczéből jönnek ki. Az elementáris recze tehát, mely a dúcok központi állományának, vagy gerinczesekben a szürke állománynak a dúcsejteken s a glián kívül lényeges, főfőalkatrésze, részben olyan neurofibrillumok oszlásából s reczét alkotó egymásba olvadásából áll, melyek a dúcsejtekbe léptek volt be és igen sok esetben egyenesen a periferikus idegből követhetők a dúcsejtekhez.



10. ábra. Mozgató és érző neurofibrillumok a *Lumbricus* haránt idegéből. *i*-ben az érző fibrillumok (*e*) be vannak rajzolva, egy másik érző nyalábban (*o*) csak jelezve; *a* mozgató fibrillumok, *s* sejtmag. 1000-szeres nagyítás. Utólagos aranyozás a neurofibrillumok differenciálásával. (A p á t h y nyomán.)

Itt Apáthy vizsgálatainak egy igen érdekes és a szövetfejlődés szempontjából igen fontos eredményére hívom föl a figyelmet.

Eddigélé a dúcsejt s idegsejt fogalmát összezavarták. Az idegcentrumok idegsejteket foglalnak magukban, melyeket azért dúcsejteknek neveznek. Az idegrendszer különböző részeit az embrióban idegsejtek hozzák létre, mondották, de az idegsejt és dúcsejt elnevezés között s a rajtok értett szövettani alakelemek között nem tettek különbséget. Épen azért tetszés szerint használták az idegsejt elnevezést a dúcsejt elnevezés helyett s megfordítva.

Apáthy alapos különbséget tesz a dúcsejt és az idegsejt között, teljes mértékben juttatván érvényre Balfour idegfejlődési elméletét.

Balfour elmélete szerint a centrumokban a dúcsejtek az idegrostoktól függetlenül fejlődnek; az idegrostokat pedig egymás után sorakozó, egymással később teljesen összenövő sejtek hozzák létre. Apáthy ezekre korlátozza az idegsejt elnevezést. Jogos és a szó történetének

egyedül megfelelő elnevezés volna ez akkor is, ha kiderülne, hogy az idegrostnak csak bizonyos alkatrészeit, pl. Schwan n-féle burkát és velőhüvelyét hozná létre e sejtek, holott a tengelyfonál, mint a dúczsejt nyújtványa, tehát minden esetre más sejtfeleség produktuma, hatolna át soraikon. De Apáthy szerint bizonyos gerinczelenekben biztosan kimutatható, továbbá a gerinczeseknek bizonyos idegein (pl. a nervus lateralis) is, hogy a tengelyfonalat nem a vele összeköttetésbe jutó dúczsejt, hanem más, az ektodermából külön kiváló sejtek sora hozza létre. Valószínű tehát a gerinczesek többi idegére nézve is, hogy a tengelyfonál nem mindvégig egyszerű nyújtványa valamely dúczsejtnak, hanem más sejtek produktuma, mely a dúczsejttel másodlagosan lép összeköttetésbe, magába zárva a dúczsejtnak korábban már meglevő, de utóbb egészen el is tűnő, idegnek még nem nevezhető protoplazmás nyújtványát.

Az eredeti idegsejtek magvai a kifejlődött idegrostokban a legtöbb esetben fölismerhetők a gliaburok, vagy gerinczesekben a Schwan n-féle burok alatt. A Ranvier-féle befűződések nagyjában eme magvak közötti területeket felezik, úgy hogy két Ranvier-féle befűződés közé egy idegsejt területe (= idegorsó, Apáthy) esik.

»Idegsejteken tehát azokat a sejteket értem — mondja Apáthy* — melyek a lényegileg rostocskákból, meg nem szakított primitív fibrillumokból álló vezető anyagát termelik az idegrendszernek és az összeköttetést egyrészt a környezeti érző elemek s a központi érző (perzipiáló) dúczsejtek, másrészt az indító (impulzust adó) dúczsejtek és a szervezet reagáló környezeti elemei (pl. izmok), illetőleg különböző dúczsejtcsoportok között létrehozzák. Sejtmagjaik azok az idegmagvak, melyek bizonyos idegrostokon kívül, többnyire azonban belül fekszenek s melyeket jelenleg legtöbbször a kötőszövetnek tulajdonítanak, s az idegben, mint valami járulékosat, lényegtelennek tekintenek. Az idegsejt főalkatrészei az idegprotoplazma, az idegmag (9., 10. ábrán *i*) és a vezető állomány (9. és 10. ábrán *g, m, n, o*), az idegsejtnak legfontosabb (jóllehet nem egyedüli) terméke.«

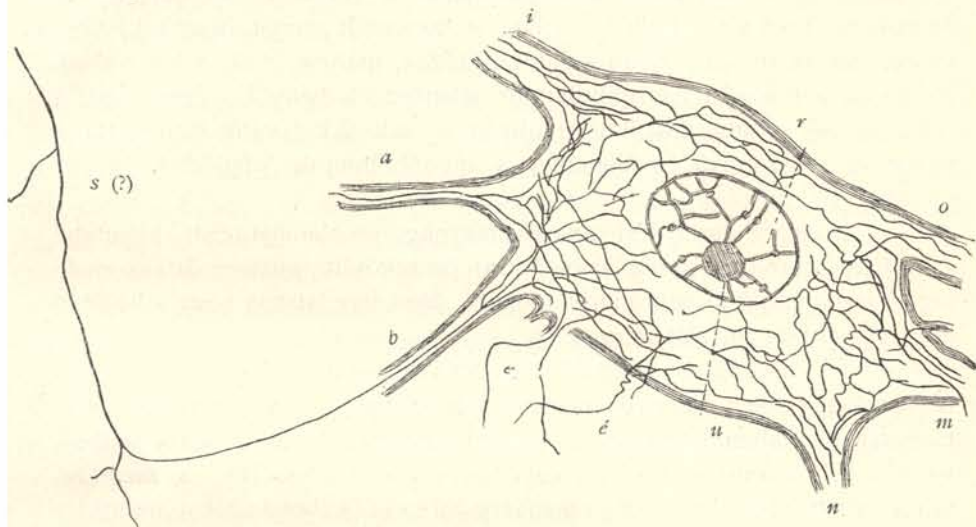
»Ezzel szemben a dúczsejtek (9., 11., 12. ábra) azon elemei a szervezetnek, melyek mint galvanikus elemek (Albrecht P. kifejezése szerint) az idegpályákban szakadatlanul jelenlévő áramokat hozzák létre, de maguk nem vezetnek. A vezető elemek (t. i. a neurofibrillumok) organikus összeköttetésben vannak ugyan velök, de ez az összeköttetés nem szükségképpen van meg kezdetétől, hanem gyakran (csaknem mindig) csupán az embrionális fejlődés folyamán másodlagosan állott elő.« Röviden ki-

* Apáthy, A dúczsejtek és idegsejtek közötti különbségről. Gyógyászat. 1891.

fejezve: »A dúczsejt hozza létre azt, a mit vezetni kell, az idegsejt hozza létre azt, a mi vezet.« (A p á t h y.)

Ezzel az elmélettel szemben His (fejlődéstani vizsgálataira támaszkodva), s a neuron-elmélet követői az ő nyomdokán haladva, úgy vélik, hogy az idegrostok a dúczsejtek nyújtványai, kinövései, bármilyen hosszúak legyenek is. Ezért azután nem is tesznek különbséget a dúczsejt és idegsejt között.

Kifejlődött állapotban a pióczafélék idegrendszerében háromféle fon-



11. ábra. Nagy sokszárú dúczsejt Lumbricusból a hasdúczlánc ventrális, paramedianus síkjából, 10μ vastag metszetben. 1500-szoros nagyítás. Utólagos aranyozás. (A p á t h y nyomán.) *s* (?) neurofibrillum, mely a dúczsejt felé haladtában, oldalágakat bocsátva, folyton vékonyabbá válik. Erősen kifejlődött intracelluláris neurofibrillumreze, melynek felépítésében az összes nyújtványok neurofibrillumai részt vesznek. *i* és *o* longitudinális nyújtványok nagyszámú neurofibrillummal. *a* és *b* nyújtványokban egy-egy neurofibrillum van, melyek a dúczsejt testébe érve erős, divergáló ágakra hasadnak. *s*-nél a (?) azt jelenti, hogy ez a fibrillum nagy valószínűséggel érző és nem mozgó. *r* a dúczsejt magja, *n* a sejtmagocska (nucleolus), *c* és *e* a sejtől kilépő neurofibrillumok, *u* és *m* több neurofibrillumot tartalmazó nyújtványok.

tos szerepű sejt található: dúczsejtek, idegsejtek (a neurofibrillumok létrehozói) s a gliasejtek (a gliarostok létrehozói), a melyenekből áll az idegrostok specifikus burka, s a melyenek alkotják a dúczok támasztó, részben burkoló szövetét is.

A fajfejlődés folyamán kezdetben ugyanazon sejtek terméke lehettek a neurofibrillumok és a gliarostok. Sőt úgy látszik, az alsóbbrendűeknek, még a pióczáknak egyénfejlődésében is van olyan histogenetikus korszak, a midőn az idegsejtek gliarostokat is, a gliasejtek idegrostokat is fejlesz-

tettek. A fejlődés folyamán azonban az illető sejtek egy része kizáróan a gliarostok létrehozására, másik része pedig főleg a neurofibrillumok fejlesztésére alakult át, de ez utóbbiak még a fejlődés későbbi szakában is bírnak, csekélyebb mennyiségben, gliarostokat is produkálni. (A p á t h y.)

»A pióczaféléken minden jel arra vall, hogy a dúcsejtek magok nem hoznak létre neurofibrillumokat, hanem a neurofibrillumok másodlagosan nőnek át rajtuk. Tehát lenni kell más sejteknek, melyeknek föladata a neurofibrillumok produkálása.« Ezeket a sejteket a pióczafélékben, Lumbricusban s más gerincztelen állatokban a kifejlődött szervezetben is megtalálta A p á t h y. Fejlődéstanilag is konstatált annyit, hogy a későbbi vezető pályák az embrióban sejtközi hidak, melyek csak akkor válnak idegekké, a mikor a neurofibrillumok jelenkeznek bennök; épen úgy, a mint egy sejt protoplazmatikus nyújtványa csak akkor válik izomrosttá, a mikor az összehúzódó állomány, a myofibrillumok kifejlődtek benne. (A p á t h y.)

»Az idegrendszer histogenesisének nagy problémája tehát, kimutatni azt, hogy az ab ovo protoplazmatikusan összekötött sejtlanzoltnak mely tagjai produkálják a neurofibrillumokat.« Mert úgy látszik, hogy a későbbi dúcsejtek nem hozzák létre.

»A dúcsejteknek jellemző (speczifikus) sejterméke nem a neurofibrillumok, hanem bizonyos chromatikus állomány, mely minimális szemcskék alakjában jelenkezik s a gerincztelenek közt az egész sejtben, vagy a sejt bizonyos zónáiban egyenletesen van eloszolva; a gerinczekben ellenben az ismert F l e m m i n g - N i s s l-féle formációkat alkotják.« (A p á t h y.) [I. közlemény 7. és 8. ábra].

Nincs olyan különbség a dúcsejtek nyújtványai között, a melyet a neuron némely hivi tanítanak, hogy t. i. a dúcsejteknek csak egy nyújtványa, az axon volna a speczifikusan vezető, a többi nem; mert, a mint A p á t h y kimutatta, az összes nyújtványokban (tehát a protoplazmás nyújtványokban is) vannak neurofibrillumok, vagyis: közöttük a speczifikus vezető elemek tekintetében nincs különbség, tehát a vezetésre való hivatás tekintetében sem lehet. Hanem igenis lényeges szövettani különbség van a dúcsejtek nyújtványai között abban, hogy csak egy, ritkán több tartalmaz kizárólag vezető állományt, azaz neurofibrillumokat és interfibrilláris állományt, s e mellett semmi chromatikus állomány nincs bennök. Csak ezekbe nem folytatódik bele a dúcsejt testállománya. Ezért nevezi A p á t h y őket *szintelen (achromatikus)* nyújtványoknak; ellenben a többieket, melyek több-kevesebb chromatínát tartalmaznak, minthogy a dúcsejt testének közvetlen folytatásai, *chromatikus* nyújtványoknak mondja.

Rendkívül érdekes és fontos a neurofibrillumok viszonya a dúcsejthez, melyről eddigelé semmi bizonyosat nem tudtak, mert pl. a G o l g i-

féle eljárással, az Ehrlich-féle intravitam methylenkék-festéssel, a Nissl stb. módszereivel nem is tudhattak meg. Legtöbbet mutat még a methylenkék-ammoniumpicrátumos Apáthy-féle eljárás, de oly pregnansul, mint az Apáthy utólagos aranyozása, egyik módszer sem tünteti fel a neurofibrillum hálózatot a dúcsejtokban. Így például sikerült Apáthy-nak kimutatni, hogy a dúcsejtbe hatoló neurofibrillum ott vékonyabb neurofibrillumokra oszlik, hálózatot alkot (9., 11., 12. ábra), s a hálót formáló fibrillumok, vagy egy, vagy több vastagabb neurofibrillumba újra összeszedődve, ismét elhagyják a dúcsejtet, vagy ugyanazon a nyújtványon át (12. ábra), vagy a sejtnek különböző más pontjain (11. ábra), rendszeren másként csoportosítva magukban az elementáris fibrillumokat, mint a hogy a belépő neurofibrillumokban el voltak osztva. Tehát a dúcsejtben az idegrostnak sem eredete sem végződése nincs. Így képzelte ezt Schultze Miksa is. A maggal sem lépnek viszonyba, sem a sejttest plazmájában fel nem oszlanak. A gerinczesekben azonban az eddigi vizsgálatok szerint (Apáthy, Bethe) a dúcsejtbe hatoló fibrillumok egy része símán halad át a sejttesten (3-ik ábra); t. i. egyik dendritiszen bemennek, s a dúcsejt periferikus részén haladva, egy másik dendritiszen vagy az axonon át kilépnek a dúcsejtből.

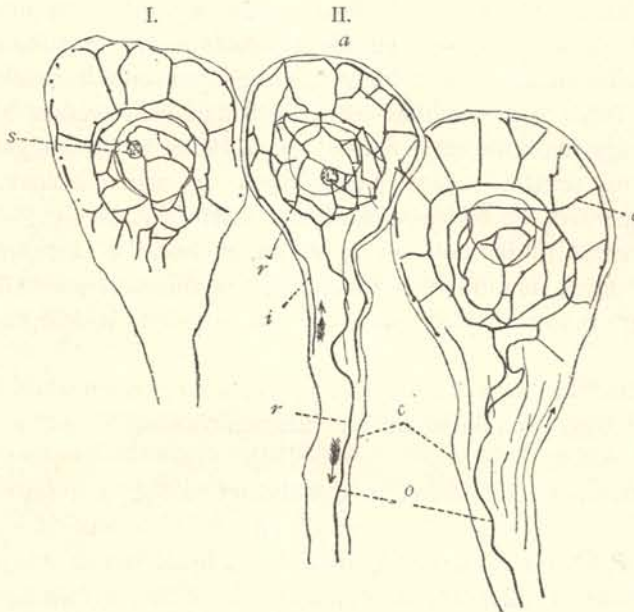
A Hirudoban és a Lumbricusban Apáthy számos dúcsejtalakot irt le idézett nagy munkájában az idegcentrumokból és a periferikus testtájokról.

A Hirudoban két főalakot különböztet meg: a nagy dúcsejtek típusát (*G*) és a kis dúcsejtek típusát (*K*).

Mind a *K* típus (12. ábra), mind a *G* típus rendszerint egy nyújtványú, körtealakú dúcsejt, a nyújtvány a körte nyelének, kocsányának felelven meg. Vannak azonban a pióczafélékben is dúcsejtek, melyeknek e nyélnyújtványon kívül más, vékonyabb nyújtványaik is vannak. A *K* típusban a gerinczesek axonjának megfelelő, rendszeren igen vastag neurofibrillum halad a nyújtvány tengelyében a dúcsejtbe. A dúcsejt testében, vagy esetleg valamivel előbb is, dichotomikusan elágazik s a dúcsejt magja körül egy rácsgömböt, a belső vagyis a magköri rácsozatot (perinucleärer Neurofibrillenkorb, Innengitter) alkotja. A rác fibrillumainak érintkező pontjain nem csupán keresztesződnek a neurofibrillumok, hanem valósággal összeolvadnak. A belső rácsgömbnek legtöbbször három ágú csomópontjaiból radialis neurofibrillumok haladnak azután a dúcsejt periferiája felé s ott, de még mindig a dúcsejt testében egy újabb rácsgömböt, a külső rácskosarat (Aussengitter) alkotják. A vezető elemek a külső rácsgömbből a nyélnyújtvány felőli pólusán nagyszámú neurofibrillum képében lépnek ki, melyek a nyélnyújtványon át, inkább periferikusan rendeződve el ott, hagyják el a sejtet. A nyél-

nyújtvány tehát egyesíti magában a gerinczesek axonját és dendritiszeit. (12. ábra.)

A *G* típusban a nyújtványban nincs egy, a többinél sokkal vastagabb axiális neurofibrillum, hanem egyenlőtlenül elosztott, vékonyabb-vastagabb fibrillumok, vagy egyenletesen elosztott csupa igen vékony neurofibrillum van benne. A dúcsejtbe érve, a neurofibrillumok a sejttestet, minden irányban divergálva, átjárják, de csak egy rácsgömböt alkotnak, mely a sejt felszínéhez közelebb fekszik a sejttestben.



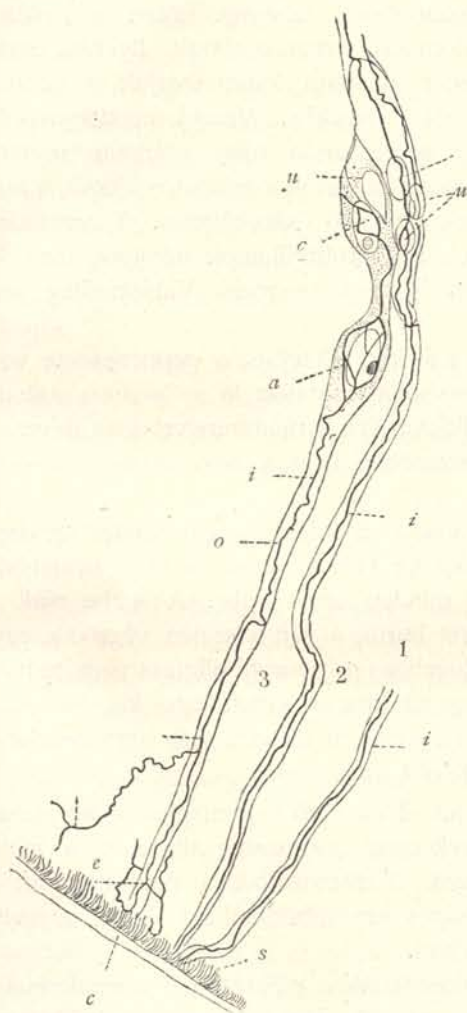
12. ábra. Három körtealakú dúcsejt a *K* típusból hosszmetsetben, különösen szépen fejlődött belső reczevel, radiális fibrillumokkal s a külső recze részleteivel, Hirudoból. Az első ganglion (a garatgyűrű supraoesophagealis része) bal paramediális dúcsejt csomójából. 1350-szeres nagyítás. Utóaranyozás. (A p á t h y nyomán.) *r* belső recze, vagyis a sejttag körüli (perinucleáris) neurofibrillum recze; *a* a külső, vagyis a periferikus intracelluláris recze. *i* cellulipetális irányban haladó neurofibrillum, *r* cellulifugális irányban haladó neurofibrillum; *o* tengelyfonál, azaz többnyire mozgató primitív fibrillum a dúcsejt nyújtvány tengelyében, *c* a körtealakú dúcsejt nyújtványa, *s* sejttag, *e* radiális fibrillumok.

A *G* típusú dúcsejtek nyújtványában foglalt neurofibrillumok rendszeren a központi rosttömegbe (Fasermasse) mennek át, de néha megtörténik, hogy az oldalideg mellett fekvő dúcsejtek nyújtványában foglaltak egy része az oldalidegbe megy át, s csupán a többi oszlik fel a központi rosttömegbe.

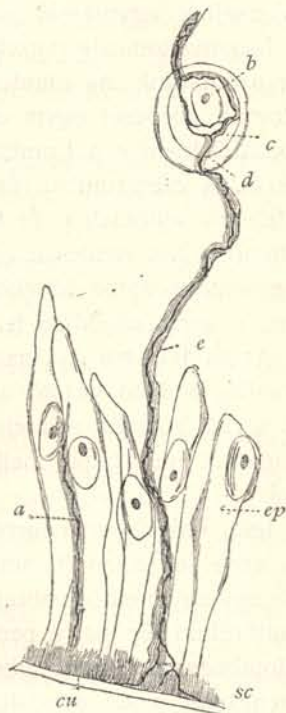
Hasonló viszonyokat találunk a *Lumbricus*-ban is, csak hogy az *o*

dúcsejtjei között nagyszámúak a többnyújtványúak s a neurofibrillum-recze az egész sejtestet nemcsak periferikus, hanem periferikus és magkörüli zónáját szövi át sűrűn. (11. ábra.)

A neuron-elmélet híveitől a dúcsejteknek oly állhatatosan tagadott



13. ábra.



14. ábra.

13. ábra. A neurofibrillumok három epidermális érző sejtben. Hirudoból. 1500-szoros nagyítás. Utóaranyozás. (A p á t h y nyomán.) 1-nek csak a distális része van feltüntetve. Az *a* neurofibrillum, mely a 3. sz. sejt *b* duzzanatába lép be, egy másik az *a* sejtől jön, a hol szintén perinucleáris reczét alkot, ismételen dichotomikusan ágazik el. Egyik ága kilép az érző sejtől; ez, és a másik, *é*-nél kilépő, intercellulárisan tovább ágazódik el. Az egész

kép egy metszetben van. *u* sejtmag, *i* epitheliális érző sejt, *c* cuticula, *s* subcuticula, *o* érző neurofibrillum. — 14. ábra. Egy kis subepidermális dúcsejtől jövő vezető primitív fibrillum szabad elágazódásai az epidermisben, Hirudoból. 1800-szoros nagyítás. Utólagos aranyozás. (A p á t h y nyomán.) *a* egy neurofibrillum darabja. *b* sejtmag, *c* dúcsejt, *d* üreg a dúcsejt körül, mely valószínűleg az anyag kezelése alatt jött létre, *e* vezető primitív fibrillum, *ep* epitheliumsejt, *cu* cuticula, *sc* subcuticula.

anastomosisairól és a különböző pályáknak egymásba való átmenetéről a következőleg nyilatkozik Apáthy: .

»Valamint a dúczsejtekben való magatartását a neurofibrillumoknak, ép oly bizonyosan demonstrálhatom a pióczafélékben előjövő különböző anastomosisokat, különösen könnyen a Pontobdella bélcsövének falában. A dúczsejtek egymással anatómiailag össze lehetnek kötve a nélkül, hogy ideganastomosis (vezető anastomosis) lenne közöttük. Ilyenről csak akkor szólhatunk, ha minden kétséget kizáróan kimutathatjuk a neurofibrillumok átlépését egyik dúczsejtből a másikba. Vezető anastomosisok a pióczafélékben s a Lumbricusban a periferián nagy számban mutatatók ki. A centrumban az ilyen anastomosisok meglehetősen ritkák, a hol t. i. feltűnő sejtgidakon át történnek a vezető összeköttetés. A centrális anastomosisokat rendszeren csak azok a neurofibrillumok alkotják, melyek az elementáris recze létrehozásában is részt vesznek. Valószínűleg így van ez a gerincesekben is.«

Azóta Bethé A. igazolta Apáthy feltevését a gerincesekre vonatkozólag s ilyen vezető anastomosisokat mutatott ki a Carcinus rákban is. E sorok írójának szintén sikerült Apáthy módszereivel s az ő vezetése alatt a méh (Apis mellifera) szemében ilyen vezető anastomosisokat találni.*

Igen érdekes a neurofibrillumok viselkedése a pióczafélék epidermalis érző sejtjeiben (tapintó kúpok, Apáthy), a hol az érző nyálabból kiterő egy-egy neurofibrillum hatol minden érző sejtbe. A sejtbe csak a neurofibrillum lép be, a perifibrilláris burok a sejt felszínén végződik, egy kis dombocskát, lemezt alkotva. Régebben a neurofibrillumot nem tudták differenciálni s azt gondolták, hogy az ideg a sejten egy kis lemezzel (Endplatte) végződik, holott Apáthy-nak itt is igen szép intracellularis s e mellett intercellularis reczét sikerült kimutatni.

A neurofibrillum osztatlanul jut el az érző sejt magjának közelébe, ott azonban több ágra oszlik; ezek szép rácsozatot alkotnak, a mely kosárszerűen magába zárja a magot. A rácsozattól a neurofibrillum a mag mögötti póluson ismét egységes neurofibrillumként lép ki, a mely tovább halad az érző sejt tengelyében.

Igen tanulságosak s nagyfontosságúak a pióczafélék subepidermalis érző sejtjeiben (retina-sejtek) [15. és 16. ábra], kimutatott beidegzési viszonyok, melyeket három típusba oszt be Apáthy. Ezeket itt részletesebben nem tárgyalhatjuk s ezért utalunk Apáthy idézett nagy dolgozatára, megelégedvén e helyen az eredmények összegezésével, melyet az epidermalis beidegzésekről ad.

* Bálint S., Értesítő az Erd. Múz.-Egyl. Orvos-természettudományi szakosztályából. Term. tud. szak. 1899. XXV. k. p. 87.

»Határozottan tudtam konstatálni, hogy a mag mögött axiálisan tovahaladó, ismét egyesült neurofibrillum az epidermalis érző sejtnak ismételten bocsát oldalágakat, melyek a sejtből kilépnek (13. ábra) s a sejten kívül a szomszédos epidermis sejtek között tovább ágaznak el, míg rendkívül vékony ágacskáik a cuticula közelébe nem jutnak, a hol erősen meggörbülnek s tovább rendszerint nem követhetők, elvesznek szem elől, a nélkül azonban, hogy azt lehetne mondani, hogy ott végződnek. Sőt inkább úgy látszik, hogy a subcuticularis elementaris reczét, a centrálisnak periferikus mását hozzák létre.«

Az intercellularis recze alkotásában subepidermalis dúcsejtekből kilépő neurofibrillumok ágai is részt vesznek. Ilyen subepidermalis dúcsejtet tüntet föl a 14. ábra.

Nemcsak a szomszéd epidermalis érző sejtek, hanem a szomszéd retinasejtek neurofibrillum-reczéi között is kimutatta Apáthy az összeköttetést.

Látjuk tehát, hogy igenis van vezető anastomosis az érző sejtek között és van a dúcsejtek között is.

»Nagyfontosságú továbbá az a tény is, hogy az Aulastoma kevésbé fejlett szemeinek retinasejtjeiben a neurofibrillum-recze sokkal vastagabb rostokból áll és kevesebb szemű, tehát nagyobb nyílású, szabálytalan hálózatot alkot, mint a Hirudo sokkal fejlettebb szemeinek retinasejtjeiben.«

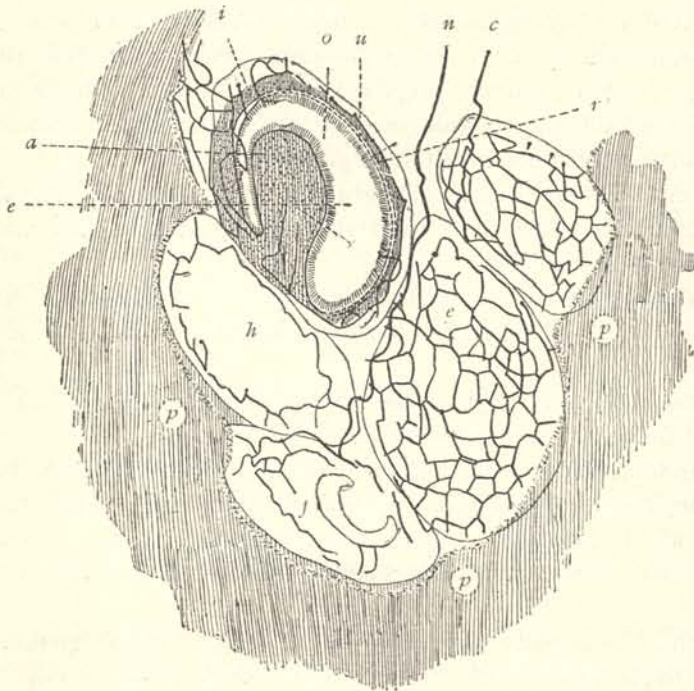
Újabban konstatálta Apáthy azt is, hogy a fiatal állatok neurofibrillumai fokozatosan vastagodnak a kor előhaladtával bizonyos ideig, de csakhamar elérnek egy bizonyos, a neurofibrillumok illető féleségére jellemző maximális vastagságot s akkor hosszában végig hasadnak. A hasadásból származó mindkét neurofibrillum önállóan nő tovább, míg bizonyos vastagságot elérvén, maga is ketté hasad. Így szaporodnak a neurofibrillumok.*

Rendkívül érdekesek és fontosak Apáthy-nak az izmok beidegzésére vonatkozó vizsgálatai. Már Gerlach kimutatta aranyozó módszerrel, hogy az ideg behatol az izomba s ott elágazik. De mert határozott bizonyossággal egyebet nem is tudott kimutatni, ez a fölfedezése is feledésbe merült, annyival is inkább, mert nem tudták elképzelni az idegrendszert idegvégződés nélkül.

Apáthy vizsgálatai szerint a neurofibrillum behatol az izomrostba s ott T-alakúan többszörösen elágazva, az izomrostot hosszában és keresztben egyaránt átjárja, de zárt reczét nem hoz létre, hanem majd finomabb, majd vastagabb ágai, az izomrostból kilépve, egy második,

* Apáthy, Értesítő az Erd. Múz.-Egyl. Orvos-természettudományi szakosztályából. Term.-tud. szak. 1898. XX. kötet p. 173.

harmadik, tizedik izomrostba is behatolnak (9. ábra). Ezen közben a kilépő legfinomabb ágak, miként Apáthy újabb vizsgálatai bizonyítják, az izomrostok között az interstitialis alapállományban reczét alkotnak.

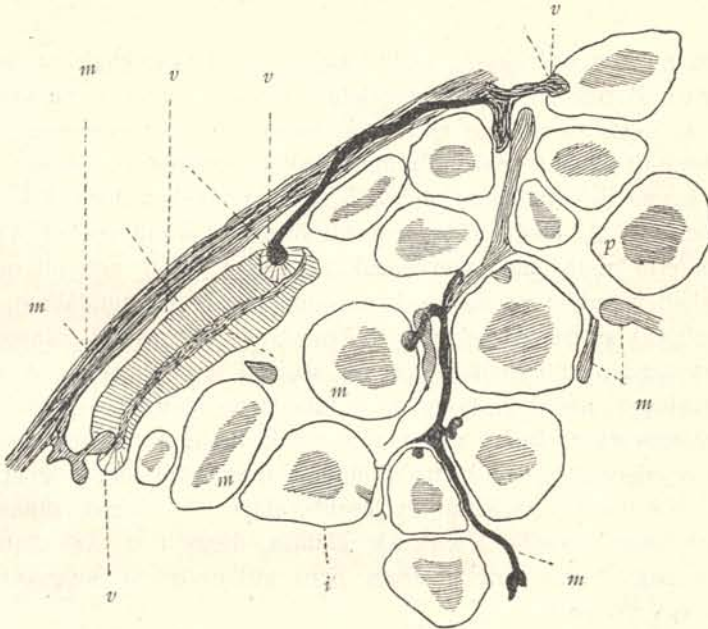


15. ábra. Neurofibrillum-recze a Hirudo szemének retinasejtjeiben. 1070-szeres nagyítás. Utóaranyozás. (Apáthy nyomán.) Rézsútos hosszanti metszet a jobboldali harmadik szemből. A pigmentumkehely nyílása nem esik a metszetbe, mely distális irányban a ventrális kehelyfalat, proximális irányban a szemidegnek legventrálisabban vezető primitív fibrillumait s az ideg izmát, mely az ideggel a szembe lép, találta. A metszet vastagságában foglaltató néhány neurofibrillum közül csak kettő: *n* és *c* van feltüntetve, mint a melyek egyenesen követhetők be a retinasejttekbe. A retinasejttek körvonalai a metszet felső lapjára való beállításnál rajzoltattak. A *g*, *h*, *f* sejtekbe csak annyi rajzoltatott bele a neurofibrillum-reczéből, a mennyi ennél a beállításnál látszik. A *d* és *e* sejtekbe azonban mind az, a mi a metszet vastagságában foglaltatik, egy síkba vetítve, *g*-ben a többi sejtszerkezet is jelezve van. A pigmentumburok (*p*) csak vázolva. *i* a sejthártya egy neme, *o* a retinasejt üvegteste, *u* a retinasejt üvegtestének radiálisan sávolyozott zónája, *e* a retinasejt üvegtestének világos zónája, *a* a Hirundo retinasejtjeiben kiálló somatoplazmadomb, *r* a sejt külső szemcskés zónája. (E másolat az Apáthy rajzának csak az alsó harmada.)

Azokon a helyeken, a hol a neurofibrillumok az izomrostokba nyomulnak, a perifibrillaris állomány természetesen visszamarad, s egy hosszanti léczet alkot, mely a gerinczesek különböző úgynevezett izomidegvégződésének felel meg. (16. ábra.) A régebbi bűvárok ugyanis, mert

a vezető fibrillumokat nem tudták az izomrostban meglátni, a mint már említettük, azt gondolták, hogy az idegek az izomrostokon véglemezzel, dombocskával, koronggal (Doyère-féle halmocskák, Kühne-féle véglemezek) tapadnak meg, de be nem hatolnak az izomrostba.

Klasszikus objektum ezeknek a viszonyoknak a feltüntetésére a *Pontobdella* bélcsövének izomzata.



16. ábra. Látszólagos idegvégzódések a *Pontobdella* nádalynek harántul metszett izomrostjaiban, előzetes aranyozással állítva elő, a vezető elemek differenciálása nélkül. 600-szoros nagyítás. (A p á t h y nyomán.) *m* mozgató ideg, melynek ágai az izomrostokba hatolnak be s ott az összehúzódó kéregállományban látszólagos idegvégződés *v*, mely itt keresztmetszetben látható, alkotnak. *p* medullaris plazma, az izomrost tulajdonképeni somatoplazmája. *i* izomrostok a test hosszanti izomrétegéből keresztmetszetben. Az izomrostok finomabb szerkezete, a radialis elhelyezett összehúzódó léczek csak egy rostban vannak jelezve.

Befejezésül álljon itt A p á t h y összegezése a saját vizsgálatai eredményéről:

»Bárminő fiziológiai viszonyba lépjenek is a neurofibrillumok a sejtek akárminő féleségével, ez az összeköttetés a piócfélékben, a *Lumbricus*-ban és, a mennyire eddigi vizsgálataim alapján állíthatom, az összes többi állatokban oly módon történik, hogy először a neurofibrillum behatol a sejtbe és másodszer ott elágazik. A neurofibrillumágak azonban sohasem végződnek a sejtben s a sejtmaggal sem lépnek semmiféle közvetlen összeköttetésbe, jóllehet a neurofibrillum-elrendezés bizonyos

típusaiban többé-kevésbé szoros reczegőmbbel veszik körül. A neurofibrillumok a sejtből ismét kilépnek s a sejten kívül (extracellularisan) végül szintén reczébe, az elementáris reczébe mennek át, úgy hogy idegvégződés extracellularison sem mutatható ki. A neurofibrillum-reczék a pióczafélékben s a Lumbricusban mindig sokszögű rácsok, többnyire háromágú csomópontokkal, nem pedig nemezszerű szövedék, csupán keresztződő rostokkal.«

* * *

Nem minden érdekesség nélkül valók az itt tárgyaltak szempontjából N ě m e c B.-nek legújabb vizsgálatai,* hogy t. i. a növények nagy részének az inger vezetésére elkülönült szöveti alakelemei vannak, melyek a felsőbbrendű állatok neurofibrillumaival hasonlíthatók össze. »Eredményeim egyenesen egybehangzanak azokkal, melyeket A p á t h y, a nagy bűvár ismertetett. Az elementáris neurofibrillumokat, a milyeneket A p á t h y a felsőbbrendű metazoák ingervezető pályáiban talált, sikerült nekem a növényekben is, eddig persze csak az edényesekben megtalálnom.«

Megfelelő eljárással sikerült N ě m e c-nek festéssel is kimutatni a vélt ingervezető rostok önállóságát, de sikerült neki fiziológiai kísérletekkel is. Megjegyzi azonban, hogy az ő fölfedezte ingervezető rostokat nem szabad *egészen azonosítani* a magasabb metazoák neurofibrillumaival, mert azoknak az ingervezetésen kívül alkalmilag más feladatuk is lehet.

Ha N ě m e c vizsgálatai szélesebb alapon is igazolhatók, fontos támogatást talál bennök C z a p e k állítása, hogy t. i. az állati reflex mozgások nagy része principialisan nem különbözik a növények reflex mozgásai egy részétől.

Dr. BALINT SÁNDOR.

* N ě m e c B. dr., Die reizleitenden Strukturen bei den Pflanzen. Biolog. Centralblatt. 1900. Bd. 20. p. 369 stb.