

Megjelenik minden hónap 10-ikén, legalább is 3/2 nagy nyolczadrét ivnyi tartalommal; időnként szövegközi ábrákkal illusztrálva.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY. HAVI FOLYÓIRAT

KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

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

XXXII. KÖTET.

1900. NOVEMBER

375. FÜZET.

Az idegrendszer szövettani szerkezete.

Az ember és állat szervezetét vizsgáló bűvárokat már kezdettől fogva állandóan foglalkoztatta annak a kiderítése: mi és milyen a szervezetnek az az alkatrésze, a melynek útján a külvilágról és a szervezetünkben végbemenő változásokról tudomást szerzünk, a mivel érzünk és gondolkozunk; milyen a szerkezete az emberi és állati szervezet legnemesebb alkatrészének, az agyvelőnek és az idegeknek.

A régi korszak. Az idegrostokat Leeuwenhoek A., a hirneves hollandus, már a XVII. század második felében ismerte és úgy fogta fel és írta le, mint valóságos csöveket, melyek az ismert sűrű anyaggal (friss idegben) vannak megtöltve. Ezért azután idegcsöveknek nevezte az idegrostokat. Ugyanebben az időtájban az angol Hooke Róbert az agyvelő dúcsejteit is látta, mint apró golyócskákat; Ehrenberg 1833-ban a test periferikus dúzcaiban is észlelte őket, de, nem lévén akkor meg a sejtelmélet, nem is sejteknek, hanem különböző nagyságú, szabálytalan, némelykor gömbalakú testecskéknek nevezte.

A harminczas évek elején uralkodó nézeteket s meglevő ismereteket igen jól összegezi Müller János, ki korának egyik legnagyobb anatómusa és fiziológusa volt, »Handbuch der Physiologie des Menschen für Vorlesungen« című 1834-ben megjelent művében.

»Az idegek kisebb-nagyobb, egymás mellett egyközesen fekvő nyalábokból állanak, melyeknek hártvás *neurilemmájok* van, s a melyek a nyaláb hosszában helyenként kapcsolatosak egymással. A nyalábok belsőjében lévő elemi idegrostok (Primitivfasern) azonban csak egyközesen fekszenek egymás mellett, de nem lépnek egymással összeköttetésbe, még ott sem, a hol a nyalábok anastomizálni látszanak, hanem csak egyik nyalábból a másikba mennek át, hogy más rostok mellé szegődjenek. A primitiv* rostok alakra és nagyságra nézve a különböző állatokban

* A szerző a latin és görög származású szavakat általában latinosan, csonkítatlanul írta (primitivus rostok, primitivus fibrillum, activus módon, embrium stb.), mi azonban beleegyezésével az általánosabban elterjedt s kiadványainkban szokásos írásmódot használtuk.

SZERK.

is igen hasonló, sehol sem állanak összegyűlt (aggregált) rögöcskékből, hanem mindig egyszerű rostok (. . . immer stellen sie einfache Fäden dar). Az emberi ideg primitív rostjai Krause szerint $\frac{1}{400}$ — $\frac{1}{200}$ párisi vonal vastagok. Wagner R. szerint $\frac{1}{300}$, a békáé $\frac{1}{200}$ vonal vastagok. A macska gerincz-idegének primitív rostja a piros vérsejtek átmérőjének $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ részével egyenlő vastagságú. A kapilláris vérerek nem mennek át az idegek primitív rostjaira, mert ezeknél maguk is vastagabbak, s a kapilláris recze csak a primitív rostok között halad.« (I. k. 583. l.)

Ehrenberg arról is meggyőződött, hogy az idegek az ember agyvelejét alkotó rostoknak közvetlen folytatásai, de a csöves idegekben található velőállomány csak attól kezdve jelenkezik, a hol az idegek az agyvelőből, vagy gerinczvelőből kiléptek. Mindaddig, a míg az agyvelőnek részei, azaz bent vannak az agyvelőben, csomósak és átlátszók, belső velő nélkül.

Hogy primitív rostokon nem azt értették ebben a korban, a mit ma értünk e kifejezésen, illetőleg a primitivum fibrillum kifejezésen, az egészen világosan kiténik Müller János-nak ama szavaiból, hogy a primitív rostok el- vagy el-nem-ágazódásának eldöntésére a szétpamattolt ideget fekete alapzaton egyszerű mikroszkópiummal vizsgálta. Vizsgálatai alapján különben megerősíti Fontana, Prévost és Dumas állítását, hogy az idegek primitív rostjai nem ágaznak el, sőt elmékedései alapján kimondja azt is, hogy, mivel a primitív rostok az idegekben csak egymás mellett fekszenek, s elágazásukkor csak megoszolnak, egy törzsben lehetnek együtt érző és mozgató rostok is (587. l.).

A házi nyúlön és juhön (*Nervus infraorbitalis* és *N. facialis*) tett vizsgálatai alapján az idegeket a központtól a periferiáig izolált lefutásúaknak képzele.

Hogy végződnek a periferián? Erre még nem tud feleletet adni, mert Rudolphi állítása, hogy a nyelvben hálózatot alkotnak s Prévost és Dumas nézete, hogy az idegek az izmokban, illetőleg izmokon hurkot alkotnak, csak makroszkópikus vizsgálatokra támaszkodik.

Az idegrostoknak a központokban való végződéséről és a dúczsejtekről 1834-ig még semmi közelebbit sem tudtak kideríteni.

A dúczsejtekről sokáig azt vélték, hogy nyújtvány nélkül szűkülöködnek, míg Purkinje János 1838-ban le nem írta a dúczsejtek nyújtványait. Csakhogy azokat nem értelmezte helyesen. Tőle függetlenül Remak Róbert 1837-ben, majd 1838-ban írta le a gerincztelenek dúczsejtjeinek nyújtványos voltát. A gerinczesekben Helmholtz 1842-ben mutatta ki, hogy a dúczsejteknek nyújtványaik vannak.

Az idegrostokban a tengelyfonalat Remak fedezte föl 1837-ben s »Primitivbandnak« nevezte; későbbi »Cylinderaxis« nevét Purkinje-től

kapta 1839-ben. 1838-ban különbözteti meg Remak a velőtlen idegrostokat a velősektől. Ugyancsak ebben az évben lesz figyelmissé a tengelyfonál sávozottságára, a miből azután a tengelyfonálnak finom rostokból való összetételére következtek.

A Schwann-féle burkot (Primitivscheide aut.) először Schwann Tivadar, az állati sejttan megalapítója, írta le 1839-ben.

Az idegek periférikus végződésének megismerése természetesen már eleitől fogva nagy mértékben foglalkoztatta a bűvárokat. Az izmokban a mozgató idegrostok tapadó végkészülékét 1840-ben írja le először Doyère a pókféle állatok izmaiban. Róla nevezték azután el a Tardigradumok izmain tőle leírt idegvégcsomókat Doyère-féle ideghalmocskáknak, melyekről Apáthy munkálataiig általában azt vélték, hogy idegvégzések, hogy az idegrost nem hatol be az izomrostba, hanem a felületén szétterülve s hozzátapadva végződik.

A gerinczesekben Rouget és Krause 1862-ben fedezte föl az idegvégzéseket.

A dúcsejtek fibrilláris szerkezetét 1853-ban konstatálta Remak. Körkörös rétegzettséget, melyet rostos szerkezettel helyeztek kapcsolatba, különben már 1844-ben észlelt ő a folyami rák s azután a ráják dúcsejtjeiben.

Wagner R. 1852-ben konstatálja a Torpedo hal agyvelejének dúcsejtjein, hogy a nyújtványok közül csak egyetlen egy, nagy ritkán kettő, kerül idegrosttal összeköttetésbe. Remak 1854-ben, az ökor agyvelején és gerinczvelején végzett vizsgálatai alapján, megerősíti Wagner nézetét.

1857-ben Kupffer kimondja, hogy az idegrostok a dúcsejtek rendkívül hosszú kinövései, akár központiak (centrálisak), akár környékiek (periférikusak) és, hogy minden egyes idegrost kezdetétől végéig egy dúcsejt produktuma. Később Kupffer, épen ellenkezőleg, annak a fölfogásnak vált egyik főszószólójává, hogy az idegrostok nagyobb-számú, egymás végtébe sorakozó sejt összenövéséből származnak.

1862-ben Schultze Miksa már kimondja azt a nézetét, hogy a tengelyfonál csupa finom, elemi idegrostocskákból (Primitivfibrillen) van összetéve, de ezt a tanát, széles alapra fektetve; csak 1868-ban tette közzé.

1865-ben — két évvel a korán elhunyt szerző halála után — jelent meg Deiters O. alapvető munkája,* melyben kimutatja, hogy a dúcsejtek nyújtványai, egynek kivételével, már csaknem a sejtből való kilépésöktől kezdve, elágaznak. Mivel pedig úgy látta, hogy a dúcsejtek protoplazmája egyenest e nyújtványokba folytatódik, s azok ideggel össze-

* O. Deiters, Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Braunschweig, 1865.

köttetésbe soha sem lépnek, hanem »mérhetetlen finomságú ágakra oszolva a porosus alapanyagban vesznek el«, protoplazma-nyújtványoknak nevezte őket. A többiek közül azonban egy nyújtvány mindig élesen kiválik és, már kezdettől fogva az idegrostban foglalt tengelyfonál tulajdonságai vannak meg rajta (»merev, üvegszerű anyagú, sokkal ellentállóbb a reagensekkel szemben és egészen másképpen viselkedik velök szemben«) s elágazás nélkül, egyenesen megy át az idegrostba. Ezt idegrost-nyújtványnak vagy tengelyfonál-nyújtványnak (Nervenfaser- oder Axencylinderfortsatz) nevezte.

Deiters nyomán a protoplazma-nyújtványokat tápláló nyújtványoknak neveztek, mert úgy fogták föl, hogy a dúcsejt ezeken át veszi föl a neki szükséges tápláló anyagokat; az idegrostba lépőt ellenben idegnyújtványnak, később, Deiters tiszteletére, Deiters-féle nyújtványnak mondták.

Deiters volt az, ki Wagner-nek és Remak-nak a dúcsejtek és idegrostok összeköttetése módjára vonatkozó észleleteit az ember agyvelején és gerinczelején tett vizsgálatai alapján is megerősítette s tovább fejlesztette.

Schultze Miksa kora. 1868-ban közölte Schultze Miksa azt a hipotézisét,* mely ma már Apáthy vizsgálatai alapján tényé vált, hogy az idegrendszerben az, a mi az ingereket vezet, tehát a vezető állomány nem az a többé-kevésbé pépszerű anyag, mely a frissen kettévágott idegből kinyomható, hanem a rendkívül finom, önálló rostok, a primitív fibrillumok a vezető pályák; minden más csak az ő védelmekre, fentartásukra való az idegrostban, de az ingerek vezetésében aktív módon szerepet nem játszanak. A tulajdonképeni vezető elemeket azonban, a melyeknek a primitivum fibrillum nevet adta, Schultze M. sem látta, hanem csak az idegrostok és a dúcsejtek fibrilláris sávottségéből következtetett jelenlétökre; csak föltételezte, postulálta őket. »A legegyszerűbb alak a primitivum fibrillum« mondja** 1871-ben; »Primitivfibrille«-nek nevezem a mikroszkópikus mérhetőség határán lévő ama finom idegrostokat, melyeket csak 500—800-szoros linearis nagyítással lehet világosan felismerni Finom fonalak, melyeken belső szerkezetet felismerni nem lehet.«

Schultze Miksa szerint tehát a fibrillumok (primitív fibrillumok) teljesen individualizáltak, az idegrost egész hosszában szakadatlan lefutásúaknak kell őket képzelni, melyek, igaz ugyan, hogy a tengelyfonálban a közti anyag által fibrillumnyalábbá vannak összekötve, de periferiás végződésű részeiken szétágaznak és mint önálló fibrillumok

* M. Schultze, *Observationes de structura cellularum fibrarumque nerveorum.* Bonnae, 1868.

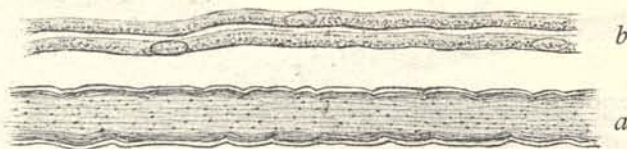
** M. Schultze, *Allgemeines über die Strukturelemente des Nervensystems.* Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben, Leipzig, 1871.

szerepelnek. A fibrillumokat összekötő anyagot, az interfibrilláris állományt, később *Waldeyer* axoplazmának, *Kölliker* neuroplazmának nevezte. (1-ső ábra.)

A primitív fibrillumokat a periferián csak az érző sejtekig tudta *Schultze M.* követni; hogy azután tovább az érzősejtekben mi történik velök, arról sem neki, sem másnak nem volt tudomása.

Ép így a fibrillumok sorsáról a központban is határozottan ki mondja, hogy nemcsak a *Deiters*-féle nyújtványban, hanem a protoplazma-nyújtványokban is futnak le primitív fibrillumok. De ezt az állítását a nyújtványok rostoskás mivoltára (fibrilläre Struktur) alapítja csupán. Úgyszintén csak a rostos, fonalas, sávolyozott külsőből következteti, hogy a primitív fibrillumok a dúcsejtbe be- és rajta átmennek. (A dúcsejteknek rostos szerkezetét egyébiránt, mint említők, először *Remak** hangoztatja.)

Azt a keveset azonban, a mit biztosan látott, *geniusának* erejével,



1. ábra. *a* széles velőhüvelyes idegrost az elektromos torpedóhal agyvelejéből *frissen* kikészítve; a tengelyfonál szerkezete látható. *b* velőhüvelynélküli idegrostok ökör szimpatikusából (lépideg). (*Schultze M.* nyomán.)

szerves egészé dolgozta ki, s hogy mennyire a valóságnak megfelelően: kétségbevonhatatlanul bizonyítják *Apáthy* vizsgálatai.

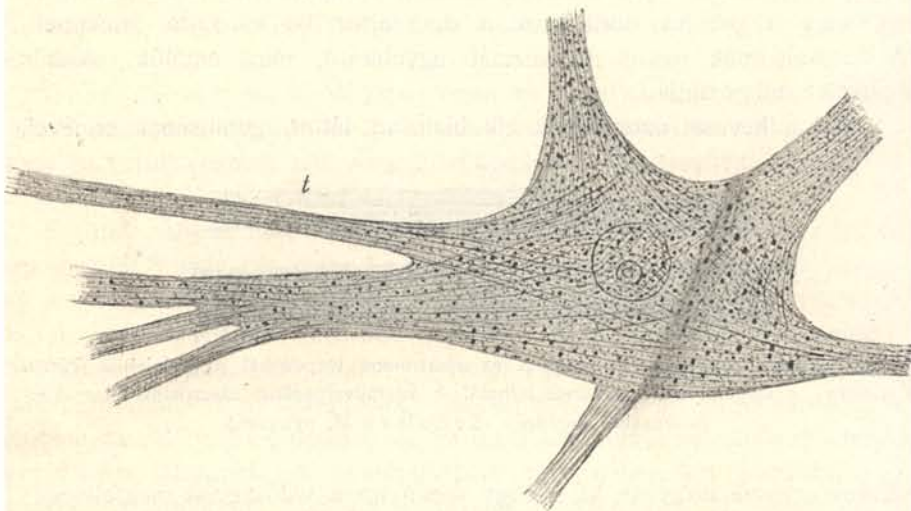
Ezért mondja *Schultze M.*, hogy a primitív fibrillumok viszonya a dúcsejtekben a *Valentin*, *Remak*, *Helmholtz*, *Deiters* s az ő vizsgálatai ellenére is még mindig nyílt kérdés (1871-ben); minthogy a bűvások a bizonytalan s változó mikroszkópi képek alapján meg-egyezésre nem tudtak jutni.

A dúcsejtek szerkezetéről és szerepéről szintén egészen a mai tényeknek megfelelő fölfogást árul el, midőn azt mondja, hogy egy dúcsejt, a melyből egy a periferia felé haladó tengelyfonál ered, csak annyiban fogható úgy fel, mint e tengelyfonál kiinduló, eredő helye, a mennyiben a tengelyfonalat összetevő fibrillumok az elágazott nyújtványokból rajta keresztül vezetettek a tengelyfonálhoz. A fibrillumok tehát nem veszik kezdetüket a dúcsejtben, hanem benne csak átrendezkednek, áthelyezkednek a kilépő tengelyfonál-nyújtvány megalkotására és más elágazó nyújtványokba való átvezetésre. (2-ik ábra.)

* Monatsberichte der Akad. der Wissensch. zu Berlin, 1853.

Hogy ez valósággal így van, azt konstataálta Bethe A. a kutya és ember agyvelejéből és gerinczelejéből vett készítményeken.* (3-ik ábra.)

A Schultze M. dúczsejt-rajzai az akkori ismereteket messze meghaladó tökéletességgel készültek, a miben Schultze kombináló tehetségének nagy szerepe van, s épen azért méltán mondja Barker:** »Tekintetbe véve, a mit ma tudunk a dúczsejt szerkezetéről s tekintetbe véve, hogy mit lehetett Schultze Miksa módszereivel*** elérni, teljesen megfoghatatlan, hogyan láthatott ő annyit a dúczsejtekben, a mennyit rajzai feltüntetnek. Fölfogása azonban tagadhatatlanul közel áll a legújabb bűvárlatok egy részének eredményéhez«.



2. ábra. Középnagy dúczsejt a borjú gerinczelejének elülső szarvából, 600-szoros nagyítás, jódszérumban való rövid maczerálás után izolálva. A nyújtványoknak csak a töve van feltüntetve. t tengelyfonálnyújtvány. (Schultze M. nyomán, Stricker's Handb. d. Lehre v. d. Geweben stb.-ből.)

Mi volt a Schultze Miksa fölfogása a központi anyagról, a primitív fibrillumoknak dúczsejtek közti sorsáról?

Úgy vélték, hogy a protoplazma-nyújtványok mérhetetlen finomságú ágacskákra oszolva vesznek el a glia-sejtek szövedéke között és hogy a primitív fibrillumok szintén hozzájárulnak a központi szivacszerű

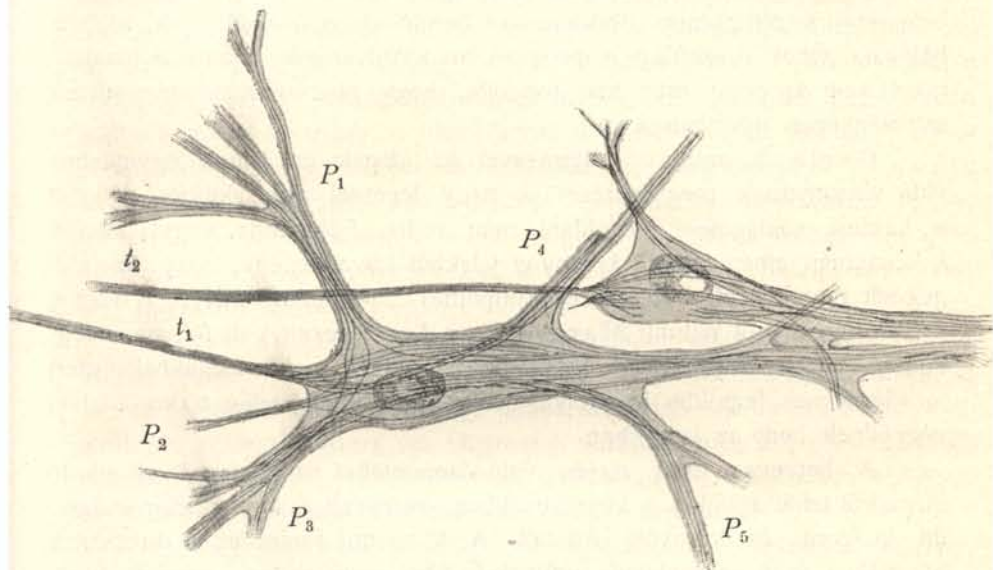
* A. Bethe, Ueber die Primitivfibrillen vom Menschen und anderen Wirbelthieren, G. Schwalbe's Morphologische Arbeiten. VIII. Bd.

** Lewellys F. Barker, The nervous system and its constituent neurones. 1899. p. 103.

*** Schultze M. vagy jódszérumban frissen, vagy kettedchromsavassók oldatával kezelve vizsgálta az ideget.

alpanyag alkotásához, a mennyiben minden irányban át meg át járják. De bizonyosat nem tudtak semmit.

Schultze Miksa tanának erős híve lett Schultze János, Engelmann s utóbb Kupffer is, ki eleintén nem akarta elfogadni. De mikor sikerült neki osmium-tetraoxidummal és savi fuchsinnal a béka ischiadicus idegében kimutatni a fibrillumokat, ő is elismerte Schultze Miksa tanának helyességét. Később tanítványai közül is számosan fogadták el e tant. Legnevezetesebb azonban e tan követői között Gerlach, ki a Cohnheim-tól 1866-ban feltalált aranyozó módszernek egy 1872-ben közzé tett módosítását alkalmazta az idegek szerkezetének



3. ábra. Két, középnagy piramis sejt az ember agyvelejének gyrus centralisából. (Bethe A. nyomán.) t_2 és t_1 a két tengelynyútvány, P_1 — P_5 protoplazmatikus nyútványok. 660-szoros nagyítás. (Bethe-féle methodus.)

vizsgálatában. A mi keveset eljárásával láthatott, abból azt következtette, hogy sem a különböző alsóbbrendűek, sem a felsőbbrendűek idegközpontjaiban, a dúczokban, pl. az ember agyvelejében és gerinczvelejében nincs meg a régiektől föltételezett »diffuse Nervensubstanz«, a mely elnevezésen a központokban a dúczsejteken kívül a többi zűrzaros ideganyagot értették, melybe a dúczsejtek protoplazma-nyútványai behatolva, elvesznek, s melyen át az idegrostok a dúczból kimennek. Ugy vélte, hogy e helyett igenis van itt a szürke állományban egy igen finom idegrostokból álló, nagyon sűrű hálózat. Gerlach szerint a dúczsejtek protoplazma-nyútványai, végtelen finoman elágazva, finom rostokká szét-

bomolva, alkotják a központi ideghálózatot, idegreczét, de hozzá járulnak a hálózat alkotásához még bizonyos idegrostoknak is hasonló finom elágazásai.

Hogy ez a recze valóságos anastomózisok útján jön-e létre, vagy csak szövetek (filzartig), azt nem tudta eldönteni. De ő még tovább ment és azt állította, hogy ebből a retikulumból másfelől idegek erednek.

E szerint az elmélet szerint tehát a dúcsejteknek kétféle összeköttetésök van az idegrostokkal: 1. az idegnyújtványi kapcsán, mely elágazás nélkül megy át az idegtengely fonálába, és 2. a protoplazma-nyújtványok útján, melyek pl. az emberi agyvelőben a szürke állomány finom hálózatának egy részét alkotják, minthogy a másik részét a periferiáról belemenő s ott primitív fibrillumokra bomló idegrostok alkotják, melyek hálózata tehát összefügg a protoplazma-nyújtványok alkotta hálózattal. Gerlach azonban még azt gondolta, hogy nincs minden dúcsejtnak szükségképen nyújtványa.

Gerlach aranyozó eljárásával az idegek és izmok egymáshoz való viszonyának megismerését is nagy lépéssel vitte előbbre, jóllehet a kérdést véglegesen megoldani nem tudta. Fölismerte, vagyis inkább a készítményeiben látható bizonyos jelekből következtette, hogy az idegeknek úgynevezett véglemeze (Endplatte) az izmokon, melyet Kühne, s tőle függetlenül nálunk Margó Tivadar fedezett volt föl, nem végződése, hanem csak belépő helye az izmokhoz menő idegeknek; mert az idegek az izmokba behatolva, számtalan T alakú elágazódás közben végződnek bent az izmokban.

A hetvenes évek elején való ismereteket az idegrendszer alkotó elemeiről tehát röviden a következőkben összegezhetjük: Az idegrendszer áll központi és környéki részből. A központit főrészen a dúcsejtek alkotják s az ő protoplazma-nyújtványaikból meg az ott primitív fibrillumokra bomló idegek legvégső finom ágaiból álló tömött hálózat. A dúcsejteknek kétféle nyújtványuk van: az idegnyújtvány és a protoplazma-nyújtvány. 1. Az idegnyújtvány, melyet Deiters tiszteletére sokan Deiters-féle nyújtványnak is neveztek, egyedül jut közvetlen összeköttetésbe az idegrost tengelyfonálával. Ilyen idegnyújtvány egy dúcsejten rendszeren csak egy van, nagy ritkán található kettő. 2. A protoplazma-nyújtványok a dúcsejt táplálását végzik. A környéki rész áll az idegrostokból, az idegpályákból, melyek a külérzések fölvette ingereket a központba s a központban létrejövő impulzusokat a környékre viszik. A vezető idegpályák, az idegrostok, kívülről finom, egynemű hárttyával, a Schwann-féle hárttyával vannak borítva, mely alatt bizonyos távolságokban sejtmagvak észlelhetők. A Schwann-féle hárttya alatt van a velőhüvely, mely az idegrost középvonalában lefutó tengelyfonalat minden oldalról egyenletesen veszi körül. A tengelyfonalat a tulajdonképeni

vezető elemek, a primitív fibrillumok alkotják. (1. ábra *a.*) Ezek a két-tős körvonalú idegek, vagyis a melyeket akkor velőseknek hvtak, ma pedig csak velőhüvelyeseknek mondanak.

Vannak azután olyan idegrostok is, melyekben, úgy vélték, a velő hiányzik; ezek a halvány, velőtlennek mondott, de csak velőhüvelynélküli, vagy általános nevükön Remak-féle rostok. Ilyenek a gerincztelenek idegrostjai általában és a gerinczesekben a szimpatikus idegek rostjai (1. ábra *b.*)

A környéki idegvégződésről annyi volt ismeretes, hogy az idegek az izmokba behatolnak s ott T alakra többszörösen elágaznak.

Schultze M. tana azonban nem talált föltétlen helyeslésre. Nevezetesen Leydig Ferencz, korának* egyik legelső hisztológusa, a sejtek szerkezetét általában kétféle állományból összetettnek képzelte. Az egyik, a szilárdabb s mintegy vázat alkotó, szivacsos szerkezettel, a spongioplazma. A spongioplazmának üregeit az egynemű, üvegszerűen átlátszó másik állomány, a hialoplazma tölti ki. Szerinte azután a hialoplazma a székhelye minden életműködésnek, életjelenségnek. Leydig természetesen mindent az ő kedves elméletének prokrustesi ágyára fektetett. Tehát — szerinte — az idegek is ebből a kétféle anyagból állanak. A váz a spongioplazma, a vezető anyag a hialoplazma, mely híg, folyékony természetű.

Bütschli Ottó megint más elméletet alkotott a protoplazma szerkezetéről.** Szerinte az élő lények elemi alkotórészei, a sejtek, a méhek lépjeihez hasonló, mintegy habos, alveoláris szerkezetűek (Schaumstruktur, Wabenstruktur). Az idegrostok vezető elemei, a Schultze-féle primitív fibrillumok, szerinte, csak látszólagosak, hosszában sorakozó és megnyúlt alveolusok oldalfalainak optikai átmetszetei.

Jóllehet Bütschli maöcsul ragaszkodik elméletéhez s folyton újabb és újabb vizsgálatokkal igyekszik teoriáját támogatni: a korán elhalt Erlanger-en kívül csak néhány követője akadt, sőt mindinkább bebizonyul, hogy »Bütschli idevágó munkái legnagyobb részben csalódások gyűjteménye, melyeket artefactumokból következtetett; mint a legcsattanóbb példákat, az idegsejtet és a tengelyfonalat emlitem föl, — úgy mond Flemming, — melyeket Bütschli szép lépsejtesnek (wabig) ír és rajzol le, holott Apáthy és Bethe készítményei a lehető legvilágosabban tárják elénk, hogy rostos, párvonalosan sávolyozott szerkezetűek«. (W. Flemming, Ueber Zellstrukturen. Verhandl. d. Anatom. Gesellschaft a. d. 13. Versamml. in Tübingen. 1899.)

* Leydig működésének fénykora szintén a 60-as és 70-es években volt.

** Bütschli, O. I. Untersuchungen über mikroskopische Schäume und die Struktur des Protoplasmas. Leipzig, 1892. — II. Untersuchungen über Strukturen etc. Leipzig, 1899. Továbbá számos kisebb értekezésben fejtegeti elméletét.

Nagy a száma azonban azoknak a bűvároknak, kik a Schultze M. követelte primitív fibrillumokat itt is, ott is több-kevesebb bizonyossággal ki vélték mutathatni. Így Schwalbe látott rostos szerkezetet a gerinczvelői dűczsejtekben és a multipoláris szimpatikus dűczsejtek rostjainak kilépésénél. Kupffer, Flemming (4. ábra), Boveri, Dogiel, Kölliker stb. a gerinczvelő különböző részeinek dűczsejtjeiben és a tengelyfonálban igyekezett konstatálni. Mivel azonban nem tudták minden kétséget kizáróan kimutatni a rostok egyéni önállóságát, szakadatlan lefutását és preformáltságát: az ellenfelek meggyőzése sem sikerült.

Apáthy István kolozsvári egyetemi tanárnak volt fentartva, hogy különös festő módszereivel és tökéletes mikrotechnikájával minden kétséget kizáróan, úgyszólván kézzelfoghatóan bizonyítsa be a tőle *neurofibrillumok*-nak nevezett vezető rostocskák önálló létezését s pályájoknak szakadatlan voltát, mind a központban mind a környéken.*

Joggal mondja azért Flemming: »Apáthy-é a nagy érdem, hogy azt, a mire mi mások a mi még tökéletlen készítményeinken csak következtetni birunk, kitűnő technikájával véglegesen kimutatta.«

A neuron korszaka. A neuron-elmélet előmunkálatait Golgi végezte sajátzerű impregnáló methodusával, de az elméletet nem ő alkotta meg, sőt határozott ellentétben is van a neuron-elmélet néven ismeretes, s a legújabb időkig dívott felfogással.** Cajal, jöllehet a Golgi módszereit fejlesztve dolgozik, mégis sok tekintetben a Golgi ellenlábasa.

Golgi methodusa felette alkalmas a dűczsejtek és idegpályák topografiájának kiderítésére, sőt a neuron-elméletre is szolgáltat látszólagos alapot; de nem jó arra, hogy vele és általa az idegrendszer tulajdonképeni szöveti szerkezetét megismerhessük, mert az ő eljárása szerint az idegeket nem festjük, hanem impregnáljuk a chrómezüstnek az interfibrilláris és perifibrilláris állományba rakódása útján, s így az idegrostok, mint sötét, átlátszatlan, fekete vonalak, a dűczsejtek (5. és 6. ábra) pedig mint elágazó nyújtványú, fekete foltok tűnnek fel a mikroszkopium alatt. De nemcsak az idegek válnak az ő eljárásával ilyen átlátszatlan feketévé, hanem alkalmilag más szövetelémek is, a mi természetesen tág teret ad az elmékedésnek és megnehezíti a látottak tiszta, határozott értelmezését.

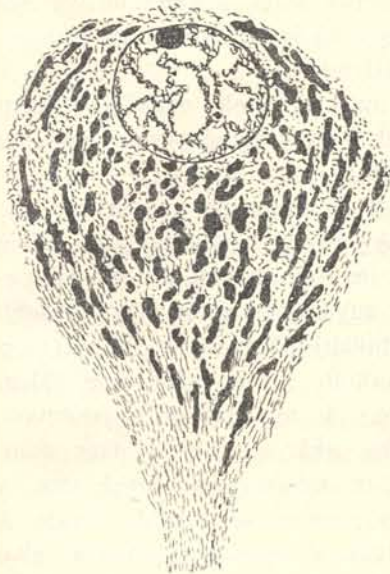
Golgi Camillo 1873-ban*** lépett fel először idegfestő methodusával, de módszere általánosan csak 1886-tól kezdve terjedt el, a

* Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1898. Bd. VII, p. 449.

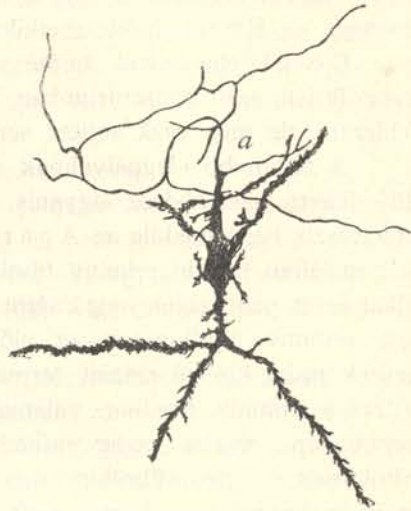
** Golgi C. Sur la structure des cellules nervenses de la moëlle épinière. Cinquantenaire de la Société de Biologie de Paris. 1900. p. 508 és p. 509.

*** Golgi C. Sulla struttura della sostanza grigia del cervello. Gazzetta medica Lombarda. T. VI 1873.

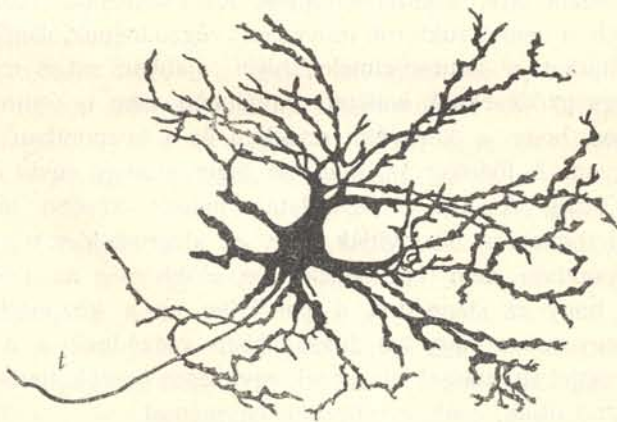
mikor t. i. megjelent: »Sulla fina anatomia degli organi centrali del sistema nervoso« című nagyszabású műve.



4. ábra.



6. ábra.



5. ábra.

4. ábra. Dúcsejt a *Gadus* hal gerinczeleje szürke állományának ventralis szarvából. (Flemming nyomán, Barber: The nervous syst.-ből). Az axon a sejt alsó feléből indul ki. Az axonban s eredete körül a sejt testében rostos szerkezet vehető ki. A sejt testében orsóalakú szemecsketőmegek sötétén vannak színezve. Közöttük láthatók a Fleming-féle fibrillumok, többnyire rézsútosan vagy keresztben metszve, a melyek azonban nem azonosak az Apáthy-féle neuro-fibrillumokkal. — 5. ábra. Dúcsejt egy 32 cm hosszú emberembrió gerinczeleje Clarke-féle oszlopából. *t* tengelynyújtvány (Lenhossék M. nyomán). — 6. ábra. Elágazott axon *a* (dendraxon) 12 napos csibe gerinczeleje hátsó szarvából (Lenhossék M. nyomán).

Sajátságos tulajdonsága Golgi methodusának, hogy mindig csak bizonyos idegrostokat és bizonyos dúcsejteket tüntet fel; a mi magában véve nagyon jó oldala, mert különben a képek sötét, átlátszatlan voltánál fogva nagyon keveset lehetne a készítményben látni. Közös ez a tulajdonsága az Ehrlich-féle methilenkék eljárással.

Golgi eljárásával természetesen az idegrostok végződését sem a periferián, sem a centrumban, nemcsak hogy végérvényesen nem lehet felderíteni, de még csak sejteni sem lehetett.

A finomabb idegpályáknak Golgi-féle chrómezüst módszerrel előálló fekete színeződése ugyanis, mint Apáthy kimutatta, csak addig következik be, a meddig az Apáthy-féle neurofibrillumot, a Schultze-féle izoláltan haladó primitív fibrillumnak egyik, még pedig a lényegesebb alkatrészét, nem szűnik meg kísérni a perifibrillaris állomány, a Schultze-féle primitív fibrillumnak az előbbit burkoló másik alkatrésze. Megszűnik pedig kísérni részint természetesen, pl. mindazokon a pontokon, a hol a primitív fibrillum valamely sejtbe, akár érzősejtbe, akár izomsejtbe lép, részint pedig műtermékieg, a midőn varicosussá téve a fibrillumot, a neurofibrillum mentén apró csomókká húzódik össze. A mely szakaszaiban a legfinomabb idegpályáknak lemeztelenednek ez által a neurofibrillumok, azok a szakaszok a Golgi-féle készítményben láthatatlannak; ezért látszik úgy, mintha a pályák kis csomókkal (Endknöpfchen, Endkolben stb. a német auktorok műveiben) végződnének, illetőleg kezdődnének. Egyébiránt a neuron-elmélet hívei újabban azt is mondogatják, hogy az idegvégzódéseknek ismerete egyáltalán nem is fontos, mert hiszen bizonyos, hogy a környéki részekben és a központban is végződnek valahogyan. A fődolog az, hogy az inger átmegy egyik idegpályáról a másikra. Pedig Apáthy vizsgálatai, miként később látni fogjuk, szinte kézzel foghatóan bizonyítják, hogy az idegrostok sem a környéken, sem a központban nem végződnek. De előbb még az a fölfogás vált általánossá, hogy az idegrostok a periferián és a központban elvékonyodva, elhegyesedve vagy kis duzzadásban végződnek s a különböző pályák idegrostjai egymással nincsenek egyenesen összeköttetésben, hanem csak kontaktus útján, csak érintkeznek egymással.

A neuron-elmélet szerint tehát az idegrendszer végtelen számú, önálló idegelemből van összetéve, melyek ép úgy, mint az idegek első eredetei, a neuroblastok az embrióban, melyeknek még nincsenek nyújtványaik, teljes kifejlődésük után is — bármilyen dúsan ágazzanak is el nyújtványaik — egymással mindig csak kontaktus útján érintkeznek.

Számos elődje után az idegegység fogalmát Waldeyer W. hangsúlyozta legtisztábban 1891-ben, a mikor a neuron fogalmát meghatározta s a *neuron* nevet a tudományba bevezette.

Minden esetre érdekes jelenség, hogy ez a tan születése után oly

későre részesült keresztségben, s nem is a tulajdonképeni megalapítójától, hanem egészen függetlenül olyan bűvartól, ki e téren nem is végzett önálló vizsgálatot.

E tan szerint az idegrostok a dúczsejtek kinövései. Dúczsejt pedig Golgi szerint az a sejt, melynek egy specziális (mindig csak egy), a dúczsejt minden többi nyújtványától (protoplazma-nyújtványok = dendritikus-nyújtványok) különböző nyújtványa van, mely arra való, hogy idegrosttal lépjen összeköttetésbe.

Mi tehát a neuron? Mit értünk neuron néven?

»A neuron áll egy dúczsejtből és elágazásaiból.« Pontosabb körülírással: »A neuron áll egy dúczsejtből és protoplazmás nyújtványaiából (dendritiszekből), tengelyfonál-nyújtványból (axon), a kollaterálisokból (a tengelyfonál finomabb oldalágai) s a végső elágazódásokból, a telodendriumokból«.

»Hogy a test összes idegrostjai a dúczsejteknek rendkívül hosszú kiágazásai, nyújtványai, akár a centrumban, akár a periferián; és hogy minden egyes idegrost kezdettől végződéséig egy dúczsejt terméke, helyesebben alkotó része«, azt Cajal, Lenhossék M. és Retzius tyúk-embriókon végzett vizsgálataikkal vélték igazolhatni.

Ezt a felfogást különben, mint mondtuk, először Kupffer* hangoztatta 1857-ben, tyúk- és juhembriókon végzett vizsgálatai alapján; de később szakított vele.

Hogy alakul össze már most az ilyen önálló, egymástól teljesen függetlenül fejlődő élő és működő neuronokból az idegrendszer? Itt Golgi fölfogása és a neuron-elmélet között, úgy, a miként Cajal és később Waldeyer megalkotta, többrendbeli eltérés van.

Láttuk, hogy Schultze, Gerlach stb. vizsgálatai alapján az a nézet terjedt volt el, hogy a központban a dúczsejtekközi állománynak az a része, a mely ideganyagból áll, diffusus (centrale, diffuse Nervensubstanz) és nem egyéb, mint a protoplazmatikus nyújtványok sűrű elágazódásának és az alkotó elemeire felbomlott idegrostoknak szövédéke. Ugy képzelték, hogy itt a dúczsejtek protoplazmás nyújtványai, folyton finomabb és finomabb ágakra oszolva, végre csak pontsorokból állanak.

Golgi és követői szerint a nyújtványok fokozatosan vékonyodnak s végre eltűnnek. A protoplazmás nyújtványok nem vesznek részt az idegrostok alkotásában, hanem igen szoros összeköttetésbe lépnek a kötőszöveti sejtek nyújtványaival s a vérerekkel. Tehát az ő révükön táplálkoznak a dúczsejtek s általában az ő segítségével táplálkozik az idegrendszer.

* F. Bidder und C. Kupffer, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes. Leipzig, 1857.

Waldeyer nomenklaturája szerint a dúczsejt nyújtványait általában *neuraxon*-nak nevezik. Ha csak el nem ágazó nyújtvány jut az idegrostba, *inoneuritis* vagy *inaxon*, vagy újabban egyszerűen *axon* a neve. Ha ellenben eredetétől fogva kezd elágazni s folyton több és több ágra bomolva, ágbogason látszik végződni, *dendroneuritis*, *dendraxon*, vagy szokásosabb néven *dendritis* (németes csonkításával a görög szónak neurit, dendrit stb.) a neve. A végágazat neve *telodendrion* (Rauber).

Vannak a dúczsejteken apróbb nyújtványok is, melyeket *collateralisok*-nak, *paraxonok*-nak, vagy, ha elágaznak, *paradendriumok*-nak neveznek.

Az *inaxont*, vagy egyszerűen *axont* jellemzi a nagyobb egyneműség, szinte üvegszerű minőség; a felülete nagyon síma, elágazás nélkül megy át az idegrostba. Ezzel szemben a protoplazmatikus nyújtványok (dendritisek) eredetükön vastagabbak, szemecskézettek, sávozottak, nem nagyon szabályosak s hamar elágaznak.

Vajjon az idegnyújtvány, az *axon*, a dúczsejt testéből vagy a sejtmagból veszi-e eredetét, arról Golgi nem tud fölvilágosítást adni; Deiters-re, Schultze-ra, Kölliker-re stb. hivatkozik, kiknek egyike sem látta, hogy a sejtmagból eredne. Ez is bizonyítja, mennyire nem alkalmas Golgi módszere a finomabb szövettani feladatok megoldására.

Az idegnyújtványok távolabbi részének sorsáról szintén kevés fölvilágosítást tud nyújtani. Mivel a nagy agyvelő kérgében, a hol ezeket a viszonyokat behatóan vizsgálta, az idegnyújtványok és oldalágaik fokozatosan elágaznak, ott egy sűrű szövedék keletkezik a protoplazmatikus nyújtványok (dendritisek) hozzájárulásával. Ezt a szövedéket Golgi hálózatnak tartja, de alkotását határozottan kimutatnia nem sikerült.

Forel, His, Lenhossék M., Cajal, Retzius, Kölliker és mások vizsgálatai szerint azonban ott, a hol Golgi retikulumot (melynek létét Gerlach állította először) vélt látni, mindenütt csak a dendritisek végső szabad elágazásai mutathatók ki. Hálózat, retikulum szerintök nincs; tulajdonképeni recze nem jön itt létre, hanem csak nemezszerű szövedék keletkezik az idegvégágakból (neuropilema, neuropilion; His kifejezésével neuropil). Ezt nevezte Leydig »Punktszubsztanz«-nak. Érintkezés az idegelemek között mindig csak kontaktus útján történik. Hogy a dúczsejtek a központban egymástól teljesen függetlenek, önállóak, His fejlődéstani vizsgálatokkal is igyekezett bizonyítani.

Az idegrostoknak a központban való végződésére, illetőleg eredetére vonatkozólag Golgi is, mint Gerlach, kétféle módot tételez föl: 1. A közvetlen összeköttetést, mely szerint a dúczsejtek idegnyújtványa, jöllehet bocsát egyes apróbb oldalágakat, de egyéniségét megőrizve közvetlenül megy át az idegrost tengelyfonalába. 2. A közvetett összeköttetést, a midőn az idegrostok sokszorosan elágaznak és azzal a hálózat-

tal lépnek összeköttetésbe, melynek alkotásában bizonyos központi dúcsejtek idegnyújtványainak van legnagyobb részök. Golgi-nak nevezetes fölfedezése ugyanis az, hogy a dúcsejtek egyik féleségének (sensoricus vagy asszociáló dúcsejteknek) idegnyújtványai mindenestől beleágazódnak a központi, diffuzus hálózatba, és nem kerülnek periférikus idegrosttal összeköttetésbe. A központi idegrendszer több helyén feltalálták ezeket a Kölliker-től Golgi-féle sejteknek nevezett dúcsejteket. Legszebben azonban a kis agyvelő kérgében mutatkoznak (Lenhossék M.). (6. ábra.) A dúcsejtek másik féleségét, melyeknek idegnyújtványa periférikus idegrostba folytatódik, Deiters-féle sejteknek nevezték el. Deiters úgy írta volt le az idegnyújtványt, mint a melynek oldalnyújtványai nincsenek. Golgi azonban itt is mutatott ki finom oldalágakat (collateralisokat), melyek az idegnyújtványon, mindjárt az eredetétől kezdve, előfordulnak. Lenhossék M. ezeket Golgi-féle oldalágaknak nevezte el.*

Fiziológiai szempontból, Golgi szerint, a közvetlen összeköttetés a motorikus, vagyis a pszichikus-motorikus szférába, a második, vagyis a közvetett összeköttetés a szenzorikus, vagyis a pszichikus-szenzorikus szférába tartozik. A kétféle eredetű idegrost között az összeköttetést a kollaterálisok tartják fenn. Golgi szerint tehát a központi, diffuzus hálózatot nemcsak a dendritisek ágai, hanem bizonyos idegnyújtványok finom ágai is együttesen hozzák létre. E diffuzus hálózat útján jutnak összeköttetésbe a szenzorikus és motorikus idegpályák.

Tekintetbe véve, hogy a protoplazmatikus nyújtványok sohasem lépnek összeköttetésbe periférikus idegrosttal, hanem csupán az idegnyújtvány (axon), s mivel minden dúcsejten tipikusan csak egy axon van, ezért a dúcsejtek mindig monopolarisak (unipolarisak).

Ezt a vélt sajátosságot újabban Lenhossék M. bizonyította legbehatóbban. Ugyancsak Lenhossék M. igyekezett a leggondosabb fejlődéstani és szövettani vizsgálatok alapján kimutatni, hogy a Golgi-féle retikulum a dúcokban nincs meg, mert a dúcsejtek nyújtványai egész bizonyosan kétféle alakban végződnek: vagy kihegyesedve, vagy kis bunkócskában (Endkolbe). Cajal és His vizsgálatait, hogy a dúcsejtek nyújtványai mindig csak kontaktus útján érintkeznek egymással, Lenhossék szintén megerősíti saját vizsgálatai alapján. De már említettük, mily kevés bizonyító erejük lehet a Golgi-féle készítményeknek az idegpályák végződésére nézve.

Golgi szerint azonban az egyes idegrostok nem állanak egyéni izolált összeköttetésben egy-egy dúcsejttel, hanem a legtöbb esetben a

* Lenhossék M. Der feinere Bau des Nervensystems im Lichte neuester Forschungen. Berlin, 1895. II-te Aufl. p. 61 etc.

dúcsejtek kiterjedt csoportjával. De előfordulhat az ellenkező is, hogy t. i. egy-egy dúcsejt több idegrosttal áll összeköttetésben, a melyeknek azért különböző feladatuk és működésök lehet.

Szükségképeni következménye volt ennek, hogy eddigelé igen nagy önkényűséggel jártak el, mikor azt állították, hogy a periférikus végpontok és a központ egyes sejtelemei között izolált idegvezetés van.

Golgi tapasztalatai alapján kimondhatni véli, hogy az izolált vezetés, a mennyiben a központi idegrostok és dúcsejtek működésének módjára akarjuk vonatkoztatni, minden anatómiai alapot nélkülöz.

Az idegrostok szerkezetéről a Golgi-féle methodussal egyáltalán semmi fölvilágosítást sem lehet kapni. Azért ad Ramón y Cajal 1897-ben ilyen leírást róla: Az idegrost tengelyfonala friss állapotban félig folyékony. Az összes reagensek közül az ozmiumtetraoxidum alkalmas egyedül alakjának fixálására. Savi fuchsinnal vagy haematoxilinnal való festés után vizsgálva, szerkezete hálózatos. De a hosszirányban haladó részek vastagabbak. Hanem, hogy ilyen-e a szerkezete az eleven idegrostnak is, az még kérdés. E fölött most nem lehet határozott itéletet mondani. Cajal az önálló, elemi fibrillumok létezésének elfogadására az eddigi vizsgálatokat nem találja elegendőknek, de vannak elméleti okai is a fibrillumok létezésének tagadására, ú. m.: 1. Ha a tengelyfonál minden egyes fibrillumja fiziológiailag önálló egység volna, az ember abbéli képességének, hogy a bőrre egy időben egymás mellett ható két ingert külön-külön tudjon percipiálni, sokkal finomabbnak kellene lennie, mint a milyen tényleg. Akkor a Weber-féle körző-próbára nem több milliméter távolságot, hanem egy milliméter századrészével egyenlő távolságot is észre kellene vennünk. 2. Ha minden neuron csakugyan nyalábba összefogott számos vezető fibrillumból állana, akkor sem látható be, hogy mire való az a bonyolódott idegrostszerkezet, mikor ez esetben sokkal egyszerűbben, kevesebb komplikációval alkothatta volna meg az idegrendszer a természet.

Cajal a Frommann-féle harántcsíkolatot a Ranvier-féle kereszttek alatt és fölött a kolloidális anyag megmerevedésével járó chemikofizikai tüneménynek tekinti.

Lássuk ezek után, hogyan képzelik maguknak a neuron-elmélet hívei az idegrendszer működését!

A dúcsejtek soha sem végzik különleges működésüket önmagukból kiindulva, minden külső inger nélkül. Az idegelemek működései mindig csak az ő reakcióik a külső hatásokra. A *külső* kifejezés itt természetesen mindazt magában foglalja, a mi a dúcsejt testének és mindennemű nyújtványainak határán kívül van, tehát a közvetlen szomszéd környezetet is.

Az inger vezetése úgy történik, hogy pl. a gerinczvelő motorikus, elülső szarvának dúczsejtjében (egyszerűség okáért egy dúczsejtről szólunk) létrejövő inger átmegy az idegnyújtványon a végső ágazatba (Endbäumchen) s ez adja át az izmoknak. Tehát a dúczsejt a központ, a hol az inger létrejön, az idegnyújtvány, az axon pedig a centrifugálisan vezetőkészülék, a transzmisszió szerve, melyen át az inger halad a célja felé. A végágazat pedig az emisszió eszköze, a mely azért ágazik oly dúsan el, hogy egy dúczsejtnél több, pl. izomsejtet vessen alá.

Az ingernek egyik dúczsejtből a másikba való átmenetelét úgy képzelik, hogy az egymás mellett közel fekvő, vagy érintkező részeken úgy halad át, mint az elektromos szikra.

A dendritisek, mert a dúczsejt protoplazmájához hasonló anyagból állanak, úgy vélték, minden bizonnyal főleg tápláló (nutritivus) feladatot teljesítenek. E mellett azonban, nagy kiterjedésöknél fogva, s minthogy különben is fogékonyak az ingerek iránt, mint az izgatás impulzusait felfogó organumok szolgálnak.

A dúczsejtek a műhely, a melyből, mint működő készülékből, a központból eredő impulzusok kiindulnak, melyben az érzés ingerei öntudatra jutnak, a hol a szellemi működések folyamatai lejátszódnak. A dúczsejtek különböző alakjai különböző fiziológiai munkát is végeznek; az eltérő, különböző alak tehát a dúczsejteken nem véletlen, nem esetleges.

Hoche A. a neuron létezésének bebizonyítására a következő fiziológiai példával él: Zúzzunk szét pl. az ember agyveleje központi girusainak szürke állományában egy-egy helyet. Tegyük föl, hogy ennek következtében az illető egyénnek jobb lába bénulttá válik, akaratos mozgás nem jöhet létre, de a reflexus megmaradt, sőt növekedett. Nem tekintve a későbbi, másodlagos változásokat, a lábizmok és idegek megmaradnak a magok előbbi mivoltában. Anatómiailag vizsgálva, azt találjuk, hogy a hosszú motorikus pálya a kéregállománytól a keresztcsont tájáig degenerálódott. Itt azonban a jobb elülső szarvak dúczsejtjei nincsenek alterálva. A szürke kéregtől tehát a táplálkozásbeli (trophicus) és működésbeli (functionalis) hatásaik eljutnak egészen a gerinczvelő szürke állományának dúczsejtjeiig, de nem tovább.

A jobb lábat akaratos bénulás akkor is érheti, mikor pl. a jobb elülső szarvat gyuladással széttroncsolja. Ebben az esetben az idegek és izmok is elcsenevésznek (degenerálódnak) és hiányoznak a reflexusok is. A gerinczvelő dúczsejtjeinek trofikus és funkcionális hatása kiterjed egészen az izmokig, sőt az izmokra magukra is. A dúczsejtektől fölfelé vezető pályák sokáig mentek maradnak minden változástól. Itt tehát két, trofikus és funkcionális szempontból egymástól elkülönült vezető pályarészt láttunk, a melyek egymástól függetlenül betegednek meg.

A neuron-elmélet szerint ezek a tünetények könnyen megmagyarázhatók. A nevezett pályarészletek mindenike egy elszigetelt idegindividuumnak felel meg, melyek mindenike egész terjedelmében megy tönkre, ha a központi része elpusztul. A hozzá közel, vagy mellette fekvő idegindivíduumok nem betegednek meg, vagy, ha igen, egészen más módon.

Ezekből és hasonló példákból következik, hogy a neuropathológia jelenségeit a neuron-elmélet segítségével (és csakis ezzel) lehet egészen jól megmagyarázni (H o c h e A.).

Golgi* az utóbbi időben különböző állatok csigolyaközi és gerincvelői dúcsejtjeiben sajátzerű reczét, hálózatot (7. ábra) fedezett föl, mely a dúcsejtek pigmentumos részét kerülve ki csupán, a dúcsejt egész testében elterjedt s a csigolyaközi dúcok sejtjeiben a periferiától a központ felé irányuló lobulusokat alkot. Fiatal állatokban, pl. 2—3 hetes borjú gerincvelői dúcsejtjeiben már kimutathatók e készülék kezdetei, de tulajdonképeni retikulumról még nem lehet szólni. Az állat fejlődésével arányosan mind tökéletesebb, sűrűbb a recze, sőt születés után is folyton fejlődik. Pensa és Negri hasonló reczét látott a suprarenalis capsula és a glandula thyreoidea stb. sejtjeiben. Golgi később azt is megállapította, hogy ezekből a reczéből eredő egyes szálak a dúcsejtek nyújtványába is követhetők kis darabon.

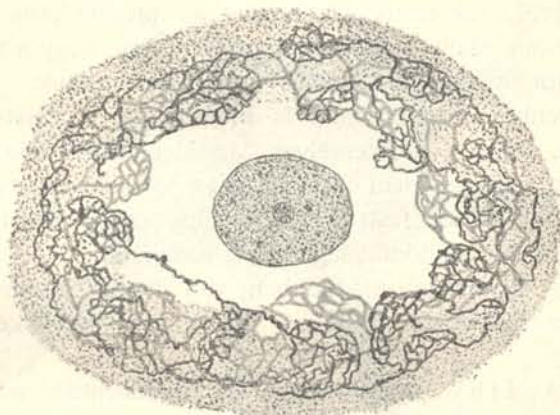
Mi legyen ez a recze? Hogy a Schultze követelte és Apáthy kimutatta fibrillumokhoz, az Apáthy-féle neurofibrillumokhoz semmi köze, azt Golgi is elismeri. Más részről Bethé** meg azt mutatja ki, hogy a Golgi-féle intracelluláris recze a Holmgren-től újabban leirt sejtenbelői résrendszerrel, a Holmgren szerint tévesen külön falúaknak mondott csatornákkal sem azonos.

Apáthy István nézete szerint bizonyára kiválasztó járathálózattal van itt dolgunk. E mellett bizonyít az is, hogy idősebb állat dúcsejtjeiben a hálózat sokkal tömöttebb. Valószínűleg annál sűrűbb, minél intenzívebb és gyorsabban lefolyó működést teljesít a dúcsejt. A dúcsejtek felülete, tömegökhöz képest, aránylag kicsinynek mondható s így valószínűleg nem elégséges arra, hogy rajta keresztül elég gyorsan eltávolodhassanak a dúcsejtben, ha igen fokozott a működése, bizonyára nagy mennyiségben meggyülemelő bomlás-termékek. Ha ezek, mielőtt a sejt felszínén át mind eltávozhatnak, hosszabb ideig maradnának a protoplazmában elvegyülve, a dúcsejt működését idő előtt megbénítanák. Ha azonban, bár a sejten belül vannak, a Golgi-féle járatokban gyűlve meg, a protoplazmától elkülönülnek, a dúcsejt működése akadálytalanul folyhatik tovább mindaddig, míg a járatok egészen meg

* Golgi C. Di nuovo sulla struttura delle cellule nervose dei gangli spinali 1899.

** Bethé A. az Anatom. Anzeiger-ben. 1900. Bd. XVII, p. 304.

nem telnek. Ekkor következik be Apáthy szerint az elfáradás, az álmoság. Alvás közben azután a dúcsejt felületén át lassanként eltávolodik a gyüledék, a járatrendszer kiürül, összeesik, láthatatlanná válik. Apáthy e föltevését az által véli bizonyossággá változtathatni, ha sikerülne kimutatni, hogy a dúcsejteknek fokozott működése után, pl. egy csigolyaközi dúcznak izgatása után, vagy még jobban, teszem, a kutyanak gyors és hosszas futása, erős hajszolása után, a megfelelő dúcsejtekben könnyen impregnálható, igen dús Golgi-féle recze található; ellenben igen csekély vagy semmi az állat hosszabb pihenése, alvása után. Apáthy föltevése mellett szól végre még az is, hogy a reczétet Golgi nem találta meg minden sejtben egyforma mértékben. Igaz, hogy lehetne ezt a körülményt a Golgi-féle impregnálás szeszé-



7. ábra. Dúcsejt egy 20 éves ló csigolyaközi dúcából. (A metszet a sejtnek egy meridianusán halad át. Jól látható a belső reczekészülék, lobularis elrendezésben. A lobulusok a sejt középpontja felé irányulnak.) (Golgi nyomán.)

lyességének is tulajdonítani. De mi más e »szeszélyesség«, mint a reakció be nem következése olyan okokból, a melyeket nem ismerünk és nem ellenőrizhetünk!

1886-ban tette közzé Ehrlich* a methilénkékkel intra vitam festést.

Sokáig azt gondolták, hogy a methilénkék az eleven ideget festi meg, sőt, hogy a festődés az idegek eleven voltának jele, míg Apáthy** ki nem mutatta erre irányult kísérletekkel, hogy a festendő szöveteknek nem eleveneknek, hanem igenis frisseknek kell lenniök; bennök kell

* Ehrlich, Deutsche medic. Wochenschrift, 1886, Nr. 4, I. továbbá: Biolog. Centralblatt Bd. VI. 1886. p. 214—224.

** Apáthy, Erfahrungen in der Behandlung des Nervensystems für histologische Zwecke. I. Methylenblau. Zeitschr. für wiss. Mikrosk. 1892. Bd. IX, p. 15—37.

lenni mindennek, a mi elevenen bennök van, s a mit a fixálás vagy eltávolít, vagy a festődésre nézve kedvezőtlenül átalakít. Ugyancsak Apáthy állapította meg azt is, hogy a methilénkék festésre nem a levegő oxigéniuma, hanem ammoniáktartalma van lényeges hatással. Épen ezért kísérleteiben a methilénkékkel festett piócza- és Lumbricus-idegek elemeinek differenciálására ammonium pikratummal telített 1—2%-os ammoniumcarbonatum-oldatot használt. Itt a szabad ammoniák a festés differenciálására szolgál. Apáthy-nak sikerült is methilénkék methodusával a neurofibrillumokat s a dúcsejtekben a retikulumot festeni, mert az interfibrilláris állományból kivonul a methilénkék s a neurofibrillumok élesen festve, sötétkékeknek (egészen kékesfeketéig) tűnnek fel a sárga alapon.

A rendes eljárással (Ehrlich, Dogiel, Arnstein, Retzius G. stb.) nem a fibrillumok festődnek, hanem az interfibrilláris állomány, s a protoplazma finom csapadékkal impregnálódik, úgy, hogy a tulajdonképeni vezető elemekről ily módon tudomást nem szerezhethünk.

A methilénkék methodusnak is megvan az a sajátsága, mint a Golgi-félének, hogy t. i. szeszélyes, az idegelemek közül majd egy, majd más részt hagy ki, nem fest. De ez a jó oldala is, mert ha mindig mindent egyforma erősen festene, alig lehetne az így előállított készítményeket a sötét képek túltömöttsége miatt használni.

Apáthy eljárásával módunkban van tetszés szerint irányítani az elemek differenciálódását és így a sötét készítményeket kellő világossá tenni.

Ámbár Apáthy módosításával a methilénkék methodussal is aránytalanul többet és jobban lehet látni, mint a Golgi feketére impregnálásával, azért az Apáthy-féle aranyozó eljárást még sem éri el. Mert »a Golgi-féle methodus és a régi methilénkék-festés még arra sem való, hogy határozottan eldöntsük, vajjon a »pericelluláris kosár« valósággal — gerinczesek szimpatikus dúcsejtjeiről van itt szó — a sejt testén kívül van-e? Én, jóllehet egészen periferikusan, de egynehányszor mégis határozottan a somatoplazmában láttam. A neurofibrillumok intracelluláris lefutásából a Golgi-féle feketére festés semmit, a methilénkék-festés pedig, a hogy eddig alkalmazták, rendkívül keveset tüntet elő.«

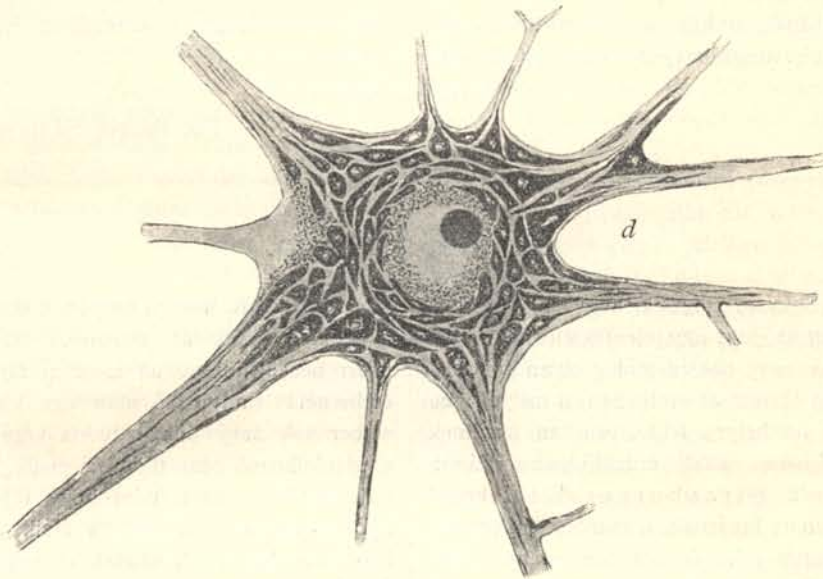
»Azoknak a neurofibrillumoknak, a melyeknek a »pericelluláris kosárból« a sejtmag felé mélyebben hatolnak a sejtestbe s ott egy belső, az egész somatoplazmát átszövő neurofibrillum-reczét alkotnak s azután a nyújtvány tengelyi rostjának fibrillumába mennek át, az eddigi búvárok előtt elrejtve kellett maradniok« (Apáthy).

Itt kell még végül megemlékeznünk Nissl Ferencz érdekes vizsgálatairól is. A Nissl-től leirt testeket már előtte látták többen

(Flemming, Benda), de csak Nissl beható vizsgálatainak közzétételével (1885-től kezdve) keltettek nagyobb érdeklődést.

Nissl a dúcsejtekben saját methodusa szerint való kezelés után (alkoholos fixálás után festés methilénkékkel vagy magentavörössel) kétféle alkatrészt különböztetett meg: 1. A festhető alkatrészt, »a látható alakelemeket« vagyis »a szervezett anyagot« és 2. »a nem festődő, nem látható alkatrészt« (8-ik ábra). Az előbbieket általános névvel Nissl-féle testecskéknek, rögöknek (Nissl'sche Schollen) nevezik.

A festhető alkatrészek gyakran sorokba rendezkednek (a 8. ábrán a nyújtványokban), egyenetlen körvonalúak, néha sokszögűek, különböző



8. ábra. Motorikus dúcsejt a házinyúl gerinczeleje szürke állományának elülső szarvából. (Nissl nyomán, Barker: The nervous system-ből.) A három alsó nyújtvány közül a középső az axon, a többi mind dendritis. A nagy dendritis (*d*) elágazásánál jól meg lehet különböztetni az elágazás kúpját (Verzweigungskegel). Az orsóalakú Flemming-Nissl-féle rögök jól láthatók, főleg a dendritisekben.

vastagságúak és hosszúságúak s nagyon változatos az elrendeződésük is. Némelyek homogéneusnak tűnnek föl, másokban belső szerkezetet lehet feltalálni, s különböző intenzitással festődnek. Mindezeknek a jelenségeknek figyelembe vételével osztályozta Nissl a dúcsejteket, igen terjedelmes új nomenklaturát állítván fel elnevezésökre, a melyet azonban ma már ő maga is jelentőségtelennek tart.

Held, és utána mások a Nissl-féle testeket műtermékeknek mondták. De nincs igazuk; láthatók azok még a dúcsejtek eleven állapotában is. Csak annyi igaz, hogy bizonyos eljárással (pl. a mint Apáthy

kimutatta, az ammonium picrátumnak szabad ammoniákat tartalmazó vizes oldatával) eltávolíthatók a sejtből, vagy pedig (megint más kezelésre) színezhetőségök szűnik meg. Ezt a színezhetőséget a beléjük ágyazott chromatikus szemecskéknek, a sejtmagban találhatókkal azonos reakciókat adó chromatina szemecskéknek köszönhetik. A p á t h y el is nevezte a Nissl-féle testeket a dűczsejt teste chromatikus állományának és ilyen állományt bizonyos jellemző elrendezésben a legkülönbözőbb gerincz-telenek dűczsejtjeiben is mutatott ki. Sőt mivel a rajtok keresztül vonuló, vagy bennök hálózatokat alkotó neurofibrillumokat nem a dűczsejt állítja elő, A p á t h y ezt a chromatikus állományt tartja a dűczsejtek egyedüli speczifikus termékének. Nissl-nek is igazat ad ezzel, valamint mindazoknak, a kik a chromatikus állomány változásaiban keresik a dűczsejtek megbetegedésének egyik látható képét.

(Befejezése következik.)

DR. BALINT SÁNDOR.

Az élet tartama.

Sokszor mesélik, hogy egy-egy odavetett szó, egy-egy jelentéktelennek látszó állítás vagy beszéd utólag olyan gondolatokat ébreszt az emberben, a melyek, kivált ha helyes feldolgozásban kerülnek papirosra, sokak érdeklődésére számíthatnak. Strasburger Ede, bonni egyetemi tanárnak, a szerves lények élet-tartamáról irt érdekes tanulmánya,* melyet rövidebbre fogva közölni szándékozom, ez állításom helyességét bizonyítja.

*

I. »Nem azt mondta ön az imént, — szólt felém fordulva gondolatokba merült beteg útitársam az albanói vendégszobában, a hol a kandalló tűzénél melegedve ültünk, írja Strasburger — hogy a Galleria di Sopra tölgyfái 1623-ból valók? Ezekre a fákra a harmadfél század tehát vést nem hozott s alkalmasint virulva és gyümölcsöt érelve a jövőben is több évet fognak megélni, mint én napot.

* Deutsche Rundschau, XXV. évf. 3. és 4. füzeté.

Megfoghatatlan, hogy a természet milyen mostohán bánik az emberrel! Ugyan miért becsüli többre az esztelen fát az embernél? Ennyi idő alatt egy kiváló ember sok nagy dolgot tudna végezni, a gondolkozni nem tudó fa pedig alig hajt egyéb hasznot, mint hogy fájával nyomorúságos testünket, ha fázik, egy kissé átmelegíti.« E szavak elhangzása óta évek multak. Strasburger útitársa már régen kidült az élők sorából, de a Galleria di Sopra tölgyei, melyeket VIII. Orbán pápa ültetett, állanak és hatalmas lombkoronáik még mindig égnek merednek az Albanoi-tó fölött.

II. Kicsibe mult, hogy P l i n i u s azt nem állította, hogy a fák élete határtalan, végtelen, a minek az ember nem mond ellen, ha a fák életét a saját rövidre szabott életével méri össze. Ámde az állatok és növények élettartama az összehasonlítást csak bizonyos megszorítással tűri meg, azzal tudniillik, hogy az állati testben a sejtszövetek, ha készen vannak is, szünetlenül tovább működnek, a hosszabb