

## A GYOMORMŰKÖDÉS NEUROHYSTOLÓGIAI ALAPJAI A SILURUS GLANISNÁL

DR. BENDE SÁNDOR

Azokat a problémákat, melyek a bélcsatorna működésére, a bélcsatorna beidegzésére, nemkülönben a bélcsatorna interoceptív feltételes reflexeire vonatkoznak, illetőleg amelyek kutatásaink irányt mutató gondolatát képezik, előző két dolgozatomban igyekeztem összefoglalni, s ugyancsak tájékoztatást adtam az idevonatkozó irodalomról is. — Lényegében arról van szó, hogy sok olyan kérdés merül fel a bélcsatorna működésével kapcsolatban, amelyeket az élettani kísérletek és a klinikai tapasztalatok nem tudnak egyértelműen eldönteni, következésképpen fontos feladat a bélcsatorna-működés idegrendszeri alapjait adó vegetatív fonadékok neurohystológiai kutatása. Mi az élővilág származástani rokonságát szem előtt tartva, a legalacsonyabbrendű gerinces csoport bélcsatornájának a vizsgálatával foglalkozunk jelenleg. Tesszük ezt egyrészt azért, mert a halak bélcsatornájának a beidegzése kevésbé vizsgált, tehát megfelelő összehasonlító adatokat kívánunk ezzel szerezni a törzsfajlás magasabb fokán álló gerincesek bélcsatornájának a működését szabályozó idegapparátus megismeréséhez, másrészt azért, mert eddigi vizsgálataink azt mutatják, hogy a halak intramuralis fonadékai igen sok irányú és figyelemre méltó adatokat szolgáltatnak synaptológiai, cytológiai és közvetve élettani tekintetben is.

Jelen dolgozatomban a *Silurus glanis* bélcsatornájának a neurohystológiai vizsgálatáról számolok be.

A *Silurus glanis* bélcsatornájának az innervációjáról kevés adatot ismerünk. *N. G. Kolossow* és *J. F. Iwanow* [9] közölt egy idevonatkozó munkát „*Zur Frage der Innervation des Verdauungstraktes einiger Fische (Acipenser ruthenus, Silurus glanis)*” címmel, azonban dolgozatukban főképpen az *Acipenser ruthenus* bélcsatornájával foglalkoznak, a *Silurus glanis* bélcsatornájáról konkrétan kevés szó esik. Mivel a *Silurus glanis* bélcsatornáján végzett vizsgálataim nincsenek teljesen összhangban a fenti szerzők véleményével, úgy gondolom, hogy mind a halak intramuralis fonadékainak a megismerése, mind sok más neurohystológiai probléma szempontjából is érdemes a kérdéssel foglalkozni.

## Anyag és módszer

A vizsgálatokhoz szükséges halakat részben a poroszlói, részben a szegedi halászati szövetkezetekből szereztük be, tehát valamennyien tiszai halak voltak. A beleket az általános szövettani vizsgálatokhoz *Bouin-féle rögzítőben*, a neurohystológiai munkákhoz *10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os neutralis formalinban* rögzítettük. Többféle impregnációs módszert (Cajal, Bielschowsky—Gross, Bielschowsky—Ábrahám, Bielschowsky—Cauna) kipróbáltunk, melyek közül a legfinomabb struktúrákat a *Bielschowsky—Cauna* módszerrel tudtuk kimutatni. A készítmények jól fényképezhetők, azonban az összefüggő rendszerek áttekinthetősége szempontjából jobbnak tartottuk, ha mikroszkópi rajzokon közöljük vizsgálataink jellegzetes eredményeit.

### a) Az intermuscularis idegfonadék

Intermuscularis idegfonadékon a magasabbrendű gerincesek Auerbach-fonadékának megfelelő idegfonadékot értjük, mely a hosszanti és körkörös izomréteg között a halaknál is megtalálható.

Az intermuscularis idegfonadék mikroszkópos képe eltér az általam már eddig leírt halak (*Salmo irideus*, *Belone belone*, *Esox lucius*, *Cyprinus carpio*) azonos képződményeitől. A különbség alapjára a keresztmetszeti preparátumok mutattak rá. Ugyanis, míg az előbb felsorolt halaknál a körkörös izomréteg egységesnek mondható, addig a *Silurus glanis*-nál a körkörös izomréteget vastag kötőszöveti nyalábok tagolják fel, melyek összeköttetésben vannak a submucosával. Ennek az a következménye, hogy az intermuscularis idegfonadék nemcsak a hosszanti és körkörös izomréteg között terül el, hanem a kötőszövet mentén benyomul a körkörös izomrétegbe is és a helyenként kiszélesedő kötőszöveti szigetekben szintén fonadékok vannak, sőt a submucosa is kap ezekből a fonadékokból rostnyalábokat. Eddigi vizsgálataink arra engednek következtetni, hogy a *Silurus glanis* gyomrában nincs is a magasabbrendűek Meissner-féle fonadékának megfelelő külön plexus submucosus, annál is inkább, mert a véredényeket követő rostnyalábok nem alkotnak finom hálózatot és idegsejteket sem tudunk a submucosában kimutatni. Ez a megfigyelésünk teljesen megegyezik *Sakussew* és *Rina Monti* [16, 17] adataival, de ugyanakkor ellentmond *N. G. Kolossow* és *Iwanow* által közöltekkel, akik szerint az *Acipenser ruthenus* és a *Silurus glanis* gyomrában a submucosájában bár csekély számban, de sok sejtet tartalmazó dúcképződmények figyelhetők meg.

A keresztmetszeti képek alapján azt is megfigyelhetjük, hogy a *Silurus glanis*-nál az elsőrendű, vagyis a tetemes vastagságú idegrost kötegek, a hosszanti izomrétegen kívül, a tunica adventitiában haladnak, tehát nem vesznek részt az intermuscularis fonadék képzésében. Bennük vékony, finom és vastag varikózus rostok egyaránt előfordulnak, ami arra enged következtetni, hogy sympathicus és parasympathicus rostokat egyaránt tartalmaznak.

A plexus intermuscularis finomabb morfológiai sajátosságait tangentialis metszeteken tanulmányoztuk. Mindenekelőtt azt állapítottuk meg, hogy az intermuscularis fonadék az idegrostok rendkívüli gazdagságát és változatosságát mutató hálózat. A rostok és rostnyalábok elrendeződése, nemkülönben a rostnyalábok által bezárt „hálószemek” alakja egyáltalában nem mutat olyan szabályosságot, mint ahogyan ezt a magasabbrendű állatok, különösen az emlősök és az ember esetében írják. Lényegében a *Silurus glanis* gyomrában fekvő plexus intermuscularis kötőszövetbe ágyazott, szabálytalanul futó idegrostok fonadéka, mely nemcsak egy szinten, vagyis a hosszanti és a körkörös izomréteg között terül el, hanem a kötőszöveti septumok útján gazdagon behálózza a körkörös izomréteget is. A rostnyalábok és a rostkötegek átívelnek egymásba, de szabályosan elrendeződött „csomópontokról”, ahol a rostnyalábok „kereszteznek” egymást, nem beszélhetünk. Ezzel függ össze a *Silurus glanis* gyomrában levő intermuscularis plexus azon sajátossága is, hogy benne az idegsejtek a rostnyalábokban, vagy azokon kívül szórtan helyezkednek el, csak ritkán fordul elő 3—4 idegsejt csoportosulása a rostnyalábok találkozási, ill. szétágazási helyén.

Az intermuscularis plexus alkotásában a másodlagos és a harmadlagos rostnyalábok, a szórtan elhelyezkedő sejtek, valamint azok nyúlványai vesznek részt (l. 1—2. ábra). A *másodlagos rostnyalábok* hozzák létre a durvább hálózatot, amelyen belül a harmadlagos rostnyalábok finom rostjai által körülvevett hálózat terül el. A másodlagos rostnyalábokban 15—20, esetleg több, erősen hullámos rost halad. A rostok többségükben vékonyak, velőhüvely nélküliek, de halad közöttük számos, vastag, szintén velőhüvely nélküli, szakaszonként fellazuló, neurofibrillázott, varixokat viselő rost is. Ezek a rostok kétségtelenül a fonadék sejtjeiből származnak, hiszen megfigyelhető eredési helyük és a rostnyalábokban hosszan követhetők. A másodlagos rostnyalábok általában az arteriolák mentén futnak és bennük idegsejtek fekszenek.

A *harmadlagos rostnyalábokat* lényegesen csekélyebb számú és kevésbé hullámos idegrost alkotja. Bennük is vannak a fentebb említett sajátosságokkal rendelkező vastag idegrostok, mivel a plexus hálószemjeiben elszórt idegsejtek nyúlványai a harmadlagos rostnyalábokba lépnek. A harmadlagos rostnyalábok hálózatán belül terül el az *intermuscularis plexus finom végfonadéka*, mely a hálózatnak helyt adó kötőszövet elemeivel, nemkülönben a sima izomzattal van kapcsolatban. Ez a vegetatív idegrendszer terminalis része, ami sok vitára és fejtörésre adott alkalmat a neurohystológusoknak. Dolgozatom keretei miatt nem áll szándékomban azokkal a vegetatív végformációkról alkotott nevezetes elméletekkel foglalkozni, melyeket *Van Esveld, Boeke, Reiser, Stöhr, Feyrter, Jabonero, Herzog, Meyling, Kuntz* és *Napolitano, Ábrahám, Temesrékási, Szentágothai* és sokan mások képviselnek, annál is inkább, mert az említett kutatók általában más állatcsoportokkal foglalkoztak. Azokról a viszonyokról fogok írni, melyeket az általam használt ezüst-impregnációs módszerek útján készített preparátumok mutatnak. Ezek szerint a *Silurus glanis* gyomrában a vegetatív végfonadék a kötőszövet-

ben és az izomszövet felületén szétterülő, igen finom, önálló idegrostokból álló hálózat. Semmiképpen nem támaszthatom alá Kolossownak és Iwanownak az Acipenser ruthenusra és Silurus glanisra, ill. E. Müllernek a Selachiusok gyomorplexusára vonatkozó azon megállapítását, hogy az idegsejtek nyúlványai egymással anastomizálnak s a neurofibrillák egyik sejtől a másik sejtbe áthaladnak. Készítményeinken ilyen viszonyokat soha nem látni, viszont annál inkább megfigyelhetők a sejteken és a sejtek körül a különleges végződésformák és a synapsisok.

A véghálózatot alkotó idegrostok fő tömege a kötőszövetben van. Vannak rostok, melyek a hálózati kötelékből kilépnek s egyesek magában a kötőszövetben végfejeckében végződnek, mások a sima izomzatba nyomulva, az izomsejtek felett hálózatot alkotnak. Ennek az igen finom hálózatnak a mikroszkópos képe hasonlít K. A. Reiser [15] által, az emberi appanedixből leírt „praeterterminalis” hálózathoz. A sima izomsejtek magjai mellett különböző magtípusok, köztük a kerek-ovalis „intercalaris” sejtek magjai is láthatók, kirajzolódik a magok körül a sejtek plasmakonturja is, de az semmiképpen nem látható, ahogyan Reiser írja, hogy az idegrostok közvetlen kapcsolatban lennének velük. Az idegrostok önállóan haladnak, egyes helyeken neurofibrillaris elemekre lazulnak, s az izomsejteken végződnek. Az idegrost és az izomsejt közvetlen kapcsolatáról tetemes immerziós nagyítással sem alakíthatunk ki teljesen megnyugtató végleges véleményt. Nem hinném, hogy be fog teljesülni Knoches (1955) alábbi gondolata: „Talán egy napon sikerül a terminalreticulumot jobb módszerrel a Stöhr-féle definitió értelmében impregnálni.” Ennek az elképzelésnek ellentmondanak az elektronmikroszkópos megfigyelések is. Én inkább úgy látom, hogy a sima izomsejt és az idegrost kapcsolatát — a mai módszerek alapján — a Jabonero [8] által megfogalmazott „homogén felépítésű” efferens vegetatív idegvégződésnek lehet tekinteni.

## b) A plexus intermuscularis idegsejtjei

A gerincesek bélcsatornájának az idegfonadékaiban levő idegsejtek alakjára és funkciójára vonatkozóan különböző adatokat és eltérő véleményeket találunk az irodalomban.

Kuntz (1913—1922), Johnson (1925), Stöhr jr. (1927) kivételével általában elfogadják a multipolaris idegsejteknek a Dogiel I. és II. típusba való sorolását. A Dogiel I. sejtek csillag alakúak vagy megnyúltak, belőlük 5—15 dendrit és egy neurit lép ki. A dendritek a sejt közelében elágaznak és fonadékot alkotnak. A Dogiel II. típusú sejtek szintén több nyúlványa van. Közülük a neurit vastagabb idegrostkötegbe lép és sokszor varixokat visel. A dendritek a sejtől távolabb ágaznak el. Az ágak vékonyabb idegrostkötegbe lépnek, vagy az alapszövetben még finomabb ágakra esnek szét. Varixokat általában nem képeznek. Dogiel a bélcsatorna dúcsejtjeinek az osztályozásánál a nyúlványok sajátágain kívül a methylénkével szembeni affinitást is figyelembe vette. Sze-

rinte az I-es típusú sejtek plasmája intenzívebben veszi fel a metylénkéket. *Van Esveld* szerint a Dogiel I. sejtek ezüsttel igen gyengén impregnálódnak. *Temesrékási* (1955) lényegében egy véleményen van Esveld-del, vagyis a Dogiel II. sejtek ezüsttel szemben szerinte is nagyobb affinitást mutatnak. Saját vizsgálataink — legalábbis a *Silurus glanis* esetében — szintén arra mutatnak, hogy az idegsejteknek ugyanazon készítményben is eltérő lehet az impregnálódási mértéke aszerint, hogy milyen típusba sorolhatjuk őket.

A sejtek eme morfológiai elkülönítése azért is fontosnak tekintendő, mert több kutató nézete szerint a sejtek nemcsak alakjukban, hanem működésük tekintetében is különböznek. *E. Müller* (1924) adott először kifejezést annak a véleménynek, hogy az I-es típusú sejtek motoneuronok, míg a kisebb számban előforduló II-es típusú dúcsejtek sensibilis funkciót töltenek be. *T. C. Iwanowa* (1955) a macska belén operatív beavatkozással tanulmányozta a Dogiel II. sejteket, s kísérleti eredményei alapján azokat egyértelműen érzősejteknek tartja, melyek mind a bél sima izomzatában, mind a bél dúcaiban faalakú érző végződéseket alkotnak.

A halak bélcsatornájának az intramuralis dúcsejtjeiről különböző véleményeket olvasunk az idevonatkozó irodalomban. *Rina Monti* (1898), *Kolossow—Iwanow* (1930) csak multipolaris idegsejtekről ír. *Sakussew* (1898) a *Teleosteusoknál* és a *Ganoideáknál* két sejtípust különböztet meg. *Abrahám* (1933, 1933) a *Lota lota*, *Tinca tinca* és az *Esox lucius* bélcsatornájának vizsgálata alapján uni-, bi- és multipolaris idegsejteket említ, melyek közül legnagyobb számban a multipolaris sejtek vannak. A *Salmo irideus*, a *Belone belone*, az *Esox lucius* és a *Cyprinus carpio* bélcsatornáján végzett vizsgálataim (1964) és a még nem közölt adatok alapján, Ábrahámmal egyezően azt írhatom, hogy a halak bélcsatornájának az intramuralis fonadékaiban egyformán megtalálhatók az uni-, bi- és multipolaris idegsejtek. Bizonyos esetekben jól kirajzolódnak a Dogiel I. és II. sejtípusokat jellemző fentebb említett bélyegek, de sok esetben igazat kell adni *Stöhr* (1927) ama véleményének, amely szerint a sympathicus dúcsejteknek a neuritjét a dendritektől alaktanilag nem lehet elkülöníteni. A multipolaris idegsejtek között a *Salmo irideus*, a *Belone belone* és az *Esox lucius* esetében (újabb vizsgálataim szerint a *Lota lota*-nál is) olyan sejteket figyeltünk meg, melyek a többi multipolaris sejtektől kétszer-háromszor nagyobb átmérőjűek, így ezeket „óriás sejteknek” neveztük el. Az óriás sejtek azonban nemcsak méretükkel hívták fel magukra a figyelmet, hanem azzal is, hogy plasmájukban argentofil granulák vannak s a *Belone belone* esetében egyes óriás sejtek az *amitoticus osztódáshoz* hasonló jelenségeket mutatnak. Előzetes bejelentésként megemlítem, hogy azóta a *Leucaspius delineatus* és a *Lota lota* bélcsatornájában is hasonló eseteket és más, még eddig nem tisztázott folyamatokat figyeltünk meg. Így joggal tarthatjuk ezeket a sejteket az intramuralis fonadékok „különleges neuronjainak”, melyekről egy legközelebbi munkában szeretnék további adatokat közölni.

A plexus intermuscularis sejtjeinek a helyzetére vonatkozóan általában egyező a kutatók véleménye. Eszerint a sejtek az idegrostnyalábokban és az idegrosthálózatban szórta helyezkednek el. Ritkán a rostnyalábok kereszteződésében 2—3, 4—5—6 sejt csoportosulása figyelhető meg, de valódi dúcképződményekkel nem találkozunk.

A *Silurus glanis* plexus intermuscularisában a sejtek általában szórta helyezkednek el. Persze vannak a fonadéknak olyan helyei is, ahol 2—3 sejt egészen közel kerül egymáshoz. Az első- és másodrendű rostnyalábok mindig tartalmaznak idegsejteket, a sejtek főtömege azonban az idegrosthálózatban fekszik. A sejtek között egyaránt vannak *uni-*, *bi-* és *multipolaris* formák, óriás sejteket azonban nem találtunk.

Az *unipolaris* sejtek tojás alakúak, magvuk ovális. A plasmához viszonyítva nagy, jól látszik bennük a kerek, központi fekvésű nucleolus. Az egész hosszában jól impregnálódó nyúlványuk széles alappal ered. A másodlagos rostnyalábokba lép és abban enyhén hullámos, vastag rost alakjában hosszan követhető. Amikor a sima izomnyalábok fölé ér, finom ágakat ad a sima izomsejtek közé. Ezen az alapon az unipoláris sejtek motoneuronoknak tekinthetők.

A *bipolaris* sejtek kb. ugyanolyan számban fordulnak elő, mint az unipolarisak. Nagyságuk is közel megegyezik. Alakjuk lehet a két végükön kihegyezett (l( 4. ábra). A nyúlványok ebben az esetben a sejt két végéről erednek. Sokkal nagyobb számban vannak azonban az olyan bipolaris sejtek, melyeknél a nyúlványok közelebb kerültek egymáshoz. Az ilyen sejtek lekerekítettek s magvuk is a sejt közepén fekvő gömb alakú képződmény. A bipolaris sejtek egyik nyúlványa mindig szélesebb alappal ered s eredeti vastagságát csaknem megtartva a másodlagos rostnyalábba lép, ahol az unipolaris sejtek nyúlványaival halad együtt. Ez a nyúlvány valószínűleg a neurit. A másodlagos rostnyalábon belül az unipolaris és a bipolaris sejtek nyúlványai már nem különíthetők el egymástól, mert egyformán vastagok, hullámosak és jól impregnálódnak. — A bipolaris sejt másik nyúlványa finomabb, sokkal vékonyabb. A sejtől kilépve, anélkül hogy elágazna, ez is messzire követhető, de nem lép be rostnyalábba, hanem a finom rosthálózat alkotásában vesz részt.

A *multipolaris idegsejtek* alakjukat tekintve sokfélék lehetnek, mégis úgy látom, hogy egyes jellegzetes típusaik alapján elkülöníthetők *Dogiel I.* és *Dogiel II. típusú sejtekre*. Szép *Dogiel I.* sejtet mutat az 5. ábra. Ezen világosan kirajzolódik a széles alappal eredő, tetemes vastagságú, erősen hullámos lefutású, neurofibrillás fellazulásokat mutató, messze követhető és a másodlagos rostnyalábba lépő neurit. A keskenyebb alappal eredő, sokkal vékonyabb és sima felületű dendritek legnagyobb része mindjárt a sejt körül végződik, vagy a szomszédos sejtekkel alkot synapsist. Ha a *Dogiel I.* sejteket *E. Müller* és *T. C. Iwanowa* vizsgálatai alapján motoneuronoknak tartjuk, a *Silurus glanis* bélcsatornájában a sima izomzat motorikáját az unipoláris sejtek mellett a *Dogiel I.* sejtek is biztosítják. A kétféle sejt előfordulása ellentmond *Kolossow* és *Sabussow*, *Brandt*, *Lenhossék*, *Carpenter* és *Szentágothai* megállapításának, akik szerint unipolaris sejtek ott fordulnak elő, ahol *Dogiel I.* sejtek

nincsenek. Úgy látom, hogy a fenti szerzők ezen álláspontja a halakra nem vonatkoztatható, mert míg a *Belone belone* bélcsatornájában Dogiel I. sejteket valóban nem találtam [4], a *Silurus glanis* gyomrában, mint fentebb láttuk, az unipolaris és Dogiel I. típusú sejtek egyaránt képviselve vannak.

A 6. ábra két, egymás mellett fekvő Dogiel II. típusú sejtet ábrázol. Különösen a felső sejten látszik, hogy a sejtől kilépő nyúlványok szinte azonos alaktani sajátosságokat mutatnak. Valamennyi széles alappal ered, finoman neurofibrillázott, elágazás nélkül a sejtől messzire távolodik, varixokat nem visel, majd az idegrostnyalábokba lépve és egészen elvékonyodva a többi rost közé vegyül. Ezekre a sejtekre továbbá az is jellemző, hogy jóval nagyobbak s különösen nagy maggal rendelkeznek. Kitűnnek azzal is, hogy plasmájuk ezüstsókkal kevésbé impregnálódik. A készítményeken tehát halványabbnak látszanak, finomabb szerkezeti sajátosságokat mutatnak, vagyis a *Silurus glanis* esetében a Dogiel II. típusú sejtek éppen ellenkezően viselkednek az ezüstsókkal szemben, mint ahogyan ezt *van Esveld*, ill. *Temesrékási* (1955) más állatoknál tapasztalták.

Persze a sejtek két típusba sorolása a *Silurus glanis* esetében is ad problémákat. Erre mutat a 3. és 7. ábra, amely másodrendű rostnyalábokba ágyazott multipolaris sejteket ábrázol. Különösen a 7. ábrán látható multipolaris idegsejten aligha lehet különbséget tenni az idegsejt nyúlványai között. Valamennyi egyforma, úgy mint a Dogiel II. sejtek esetében, viszont ugyanekkor a rostnyalábok legvastagabb, leghullámossabb, legneurofibrillázottabb idegrostjait adják, úgy mint a Dogiel I. sejtek neuritje. Ilyen esetekben szaporodnak a gondok, homályossá válnak a sejtek funkciójára vonatkozó elképzelések és az idegsejtek rendszerezését óhajtó kutató kénytelen megállapítani, hogy a sympathicus dúcsejtek nyúlványait valóban nem lehet minden esetben alaktanilag elkülöníteni.

Az intermuscularis idegfonadék sejtjeinek a kapcsolatára vonatkozóan gazdag irodalmi anyag gyűlt össze. Ez nem is csoda, hiszen ezen a területen folyt és részben folyik ma is a vita, a neurontan és a neuron-tant ellenző kutatók között. A kontinuitás elmélet képviselői, amint azt *Reiser* (1943) és *R. Greving* (1952) összefoglalták 1. *plasmahidakat* (*Reiser*, *Stóhr*, *Greving*), 2. *dendritanastomosist* (*E. Müller*, *Lawrentjev*, *Cole*, *Kolossow* és *Iwanow*, *Harting*, *Rieder*, *Seto*), 4. *összefüggő egységes idegsejthálózatot* (*Dogiel*, *S. Müller*, *Boeke*), 5. *direkt fibrillaris dendritanastomosist* (*Stóhr*) tételeznek fel, s közülük többen éppen a bélcsatorna intermuscularis fonadékaira hivatkoznak.

Mivel a halak bélcsatornájával kevés neurohystologus foglalkozott, csupán *E. Müller*, valamint *Kolossow* és *Iwanow* munkáira hivatkozhatunk. *E. Müller* szerint a *Selachius* gyomor idegplexusa „valódi idegfonat”, amelyben a neurofibrillák egyik sejtől a másikhoz futnak. *Kolossow* és *Iwanow* az *Acipenser ruthenus* és a *Silurus glanis* esetében a következő véleményen vannak. — Az *Auerbach-plexus* sejtjeinek a nyúlványai, különösen a gyomorban igen hajlamosak a „lamella” képzésre.

A lamellák neurofibrillákból álló, laposan szétterülő, pókhálószerű képződmények, melyek a nyúlványok különböző pontjain, nem ritkán a nyúlványok végén láthatók. A lamellákat képző sejtek egymással „kétségtelenül anastomizálnak”, sőt megfigyelhető, amint a neurofibrillák egyik sejtől a másikba átmennek. (Fibrillaris dendritanastomosis!)

Számos hal bélcsatornájából készült preparátum alapján ellent kell mondanom a fenti szerzők nézeteinek. Ha készítményeinket a legjobb kutatómikroszkóppal és immerziós nagyítással átvizsgáljuk, valóban kiderül, hogy az idegrostok hajlamosak a neurofibrillaris fellazulásra és laposan szétterülő fibrillaris lemez képzésére (l. 5., 8., 9., 10. ábra). Olyan esetek is gyakran megfigyelhetők, hogy egyes dendritek mindjárt a sejt közelében szétterülő fibrillaris lemezt alkotnak s ezek a lemezek a szomszédos sejtre ráfekszenek (l. 5. ábra). Azonban semmilyen más kapcsolatot nem lehet felfedezni ezekben az esetekben, mint a neuronok egyszerű érintkezési kapcsolatát, vagyis sajátos interneuronális synapsisokat.

### c) A plexus intermuscularis synapsisai

Az interneuronális synapsisok területén még nagyon sok gyakorlati és élettani szempontból is jelentős probléma vár megoldásra. Az utóbbi időben pl. igen felhívta magára a figyelmet N. G. Kolossow és A. A. Milochin (1963) [11] munkája, akik a *Netta ruffina* és az *Anas platyrhynchos* nevű vízimadarak nyelőcsőéből és mirigyes gyomrából egyes idegsejtek körül, a csigolyaközi dúcból, vagy a nervus vagusból eredő rostok sajátos receptor készülékeit írták le. Szerintük az a megfigyelés, hogy a vegetatív neuron körül a ganglion spinaleból, vagy a nervus vagus érző magvából eredő idegrost által képezett receptor készülék van, megadja annak a lehetőségét, hogy a vegetatív neuron állapotáról a központi idegrendszer közvetlen információkat kapjon. Ez az érző készülék a bélcsatorna feltételes interoceptív reflexívének az érző talpa lehet. Annak ellenére, hogy a bélcsatorna plexusainak a dúcsejtjein, vagy közvetlen szomszédságában, több kutató a praeganglionális rostoknak, ill. a szomszédos sejtek nyúlványainak a sajátos végződési formáit leírták, vannak neurohystologusok — a „*terminalreticulum*” hívei, akik a synapsisok létezését tagadják. Stóhr Ph. (1957) összefoglaló munkájában azt írja, hogy a praeganglionális rostok és a vegetatív dúcsejtek közötti összeköttetés formáit hystologiai módszerekkel nehéz eldönteni, mert igen erős nagyítást kell alkalmazni, ami az exact megfigyelést nehezíti és különböző hypothézisek kialakulására vezet. Ábrahám (1959) Stóhr-nek válaszolva azt írja, hogy Stóhrnek ebben teljesen igaza van, mert nem mindegyik mikroszkópi készítmény alkalmas az interneuronális kapcsolatok demonstrálására.

En úgy gondolom, hogy a *Silurus glanis* gyomrából készített metszeteink erre alkalmasnak bizonyulnak s minden elképzelés nélkül igazolják a synapsisok különböző formáinak a létezését.

A 8. ábrán egy másodlagos rostnyalábban fekvő, halványan impregnálódott idegsejt látható, melyet pericellularisan rendkívül finom ideg-



rostok hálóznak be. A sejt bal alsó végén egy vastag rost fibrillaris lemeze figyelhető meg, jobb felső végéhez pedig egy másik rost terminalis bunkója simul hozzá. — Egészen sajátságos terminalis véglemezt mutat a 9. ábra. Ezen egy távolról jövő, számos neurofibrillaris fellazulást viselő, erősen kanyargós idegrost látható, amely már jóval a sejt előtt praeterterminalis lemezt képez, majd szétterülve kétágú terminalis lemezzé szélesedik ki. A véglemez felett ezenkívül egy hajszálvékony rostot is megfigyelhetünk, mely kiválik a rostok hálózatából s nem sokkal ezután a kötőszövet sejtjei között apró végfejecskében végződik.

A Silurus glanis intermuscularis fonadékában elég gyakran találunk olyan dúcsejteket, melyeken a synapsisoknak a legfinomabb formái is felismerhetők. Ezek a mikroszkópi képen, vagy önálló, vagy egy finom idegrost végéhez tartozó karika alakú képződménynek látszanak, melyeket az irodalom *Kirsche-féle végkarikáknak* (1958) nevez. Kirsche ezeket a synapsisokat először az emberi truncus sympathycus lumbalis dúcaiból írta le. Ha a 10. ábrán a dúcsejtek testét, de egyben a sejt nyúlványrendszerének a környékét megfigyeljük, kétségtelenül felismerhetjük a Kirsche-féle karikák jelenlétét. De ezeken kívül a sejten és a sejt közelében apró végtalpakot és finom fibrillaris véglemezeket is láthatunk. — Végeredményben megállapíthatjuk, hogy a Silurus glanis intermuscularis vegetatív fonadékában többféle synapsis található, melyek lehetnek *pericellularis fonadékok*, *praeterterminalis* és *terminalis lemezek*, *végbunkók*, *végtalpak* és *Kirsche-féle „kistranszmissziós” végkarikák*.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozat a Silurus glanis gyomor intermuscularis fonadékának a neurohystologiai vizsgálatával, ill. a gerinces bélcsatorna vegetatív plexusainak idevonatkozó problematikájával foglalkozik. Főbb megállapításaink a következők:

1. A Silurus glanis gyomrában az intermuscularis fonadék nemcsak a hosszanti és a körkörös izomréteg között terül el, hanem a körkörös izomréteget behálózó kötőszövettel benyomul a körkörös izomrétegbe is.

2. Eddigi vizsgálataink alapján úgy látszik, hogy a Silurus glanis gyomrában nincs külön plexus submucosus, mivel a submucosa idegrostnyalábjai nem formálnak finom hálózatot és a submucosában nem találunk idegsejteket sem.

3. A Silurus glanis gyomrában a plexus intermuscularis a rostnyalábok és a rostok *szabálytalan* fonadéka. Az idegsejtek szórطان helyezkednek el. Csak ritkán figyelhető meg 3—4 idegsejt egymás szomszédságában.

4. A Silurus glanis gyomrában a vegetatív végfonadék a kötőszövetben és az izomszövet felületén szétterülő, igen finom, *önálló idegrostokból álló hálózat*. Az idegrostok és a neurofibrillák nem anastomizálnak.

5. A tunica muscularis sejtjeinek és az idegrostoknak a közvetlen kapcsolatáról a ma használatos legjobb impregnációs módszerek segít-

ségével sem alakíthatunk ki teljesen megnyugtató, végleges véleményt. Lehetséges, hogy az idegrostok és a simaizom sejtek a *Jabonero* által megfogalmazott „homogén felépítésű” efferens vegetatív idegvégződés formájában kapcsolódnak egymáshoz.

6. A *Silurus glanis* plexus intermuscularisában uni-, bi- és multipolaris sejtek egyaránt előfordulnak. A *Salmo irideus*, a *Belone belone* és az *Esox lucius* bélcsatornájára jellemző „óriás sejtek” azonban nem mutatkoznak.

7. Előzetes bejelentésként közöljük, hogy az óriás sejteknek a *Belone belone* intermuscularis fonadékában tapasztalt amitotikus osztódását és egyéb különleges sajátosságait (1964), azóta a *Leucaspius delineatus* és a *Lota lota* bélcsatornájában is megfigyeltük. Így joggal tarthatjuk az óriás sejteket az intramuralis fonadékok „különleges neuronjainak”.

8. A *Silurus glanis* gyomrában az unipolaris és a Dogiel I. típusú sejtek egyaránt képviselve vannak, következésképpen a halakra nem érvényes *Kolossow* és *Sabusow*, *Brandt*, *Lenhossék*, *Carpenter* és *Szentágothai* megállapítása, akik szerint unipolaris sejtek ott fordulnak elő, ahol Dogiel I. sejtek nincsenek.

9. *Kolossow* és *Iwanow* álláspontjával szemben, mely szerint a „lamellákat” képző sejtek az *Acipenser ruthenus* és a *Silurus glanis* gyomrában az intermuscularis fonadékaiban kétségtelenül anastomizálnak, azt állapítottuk meg, hogy az idegrostok valóban hajlamosak a fibrillaris fellazulásra és fibrillaris lemezek képzésére, azonban a fibrillaris lemezek és sejtek között nem anastomózisok, hanem sajátos synapsisok vannak.

10. A *Silurus glanis* gyomrában intermuscularis fonadékában a synapsisok: *pericellularis fonadék*, *praeterterminalis* és *terminalis lemezek*, *végbunkók*, *végtalpak* és *Kirsche-féle végkarikák* formájában figyelhetők meg.

## NEUROHYSTOLOGISCHE GRÜNDE DER MAGENTÄTIGKEIT BEI SILURUS GLANIS

ALEXANDER BENDE

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Arbeit beschäftigt sich mit der neurohystologischen Untersuchung der intermuskulären Flechte des Magens von *Silurus glanis*, d. h. mit der hierhergehörigen Problematik der vegetativen Plexus des Wirbeltierdarmkanals. Die wichtigsten Feststellungen sind wie folgen:

1. Im Magen von *Silurus glanis* bereitet sich die intermuskuläre Flechte nicht nur zwischen den Längs- und Ringmuskelschichten aus, sondern sie dringt auch in die circuläre Muskelschicht mit der Bindegewebe ein, das die circuläre Muskelschicht umstrickt.

2. Auf Grund unserer bisherigen Untersuchungen scheint es so, dass kein Plexus submucosus im Magen von *Silurus glanis* getrennt sei, weil die Nervenfaserbündel von Submucosa kein feines Netz bilden und wir in Submucosa auch keine Nervenzellen gefunden haben.

3. Plexus intermuscularis des Magens von *Silurus glanis* ist eine *unregelmässige* Flechte der Faserbündel und Fasern. Die Nervenzellen sind zerstreut. Man kann nur selten 3—4 Nervenzellen nebeneinander beobachten.

4. Die vegetative Endflechte im Magen von *Silurus glanis* ist ein sehr feines, *aus selbständigen Nervenfasern bestehendes Netz*, das sich im Bindegewebe und auf der Oberfläche des Muskelgewebes ausbreitet.

5. Wir können über die unmittelbare Verbindung der Zellen von *Tunica muscularis* und der Nervenfasern auch mit Hilfe der heutzutage gebräuchlichen besten impregnations Methoden keine beruhigende, endgültige Meinung ausgestalten. Es ist möglich, dass sich die Nervenfasern und die Glattmuskelzelle als efferente vegetative Nervenendigung von „*homogenem Aufbau*“ (*Jabonero*) zueinander verbinden.

6. In Plexus intermuscularis von *Silurus glanis* kommen in gleicher Weise uni-, bi- und multipolare Zellen vor. Aber „*riesigen Zellen*“ zeigen sich nicht, die auf den Darmkanal von *Salmo irideus*, *Belone belone* und *Esox lucius* charakteristisch sind.

7. Als vorhergehende Ankündigung teilen wir mit, dass wir die amitotische Teilung der riesigen Zellen, die in intermuscular Flechte von *Belone belone* erfahren wurde, und andere besonderen Eigenschaften (1964), seitdem auch im Darmkanal von *Leucaspius delineatus* und *Lota lota* beobachtet haben. So können wir mit Recht die riesigen Zellen „für sondere Neuronen“ der intramuralen Flechten halten.

8. Im Magen von *Silurus glanis* sind die unipolaren Zellen und die Zellen von Typ-Dogiel I. in gleicher Weise vertreten demzufolge, für die Fische, ist die Feststellung von *Kolossow* und *Sabussow*, *Brandt*, *Lenhossék*, *Carpenter* und *Szentágothai* nicht gültig. Ihre Meinungen nach unipolare Zellen kommen nur dort vor, wo keine Zellen von Dogiel I. sind.

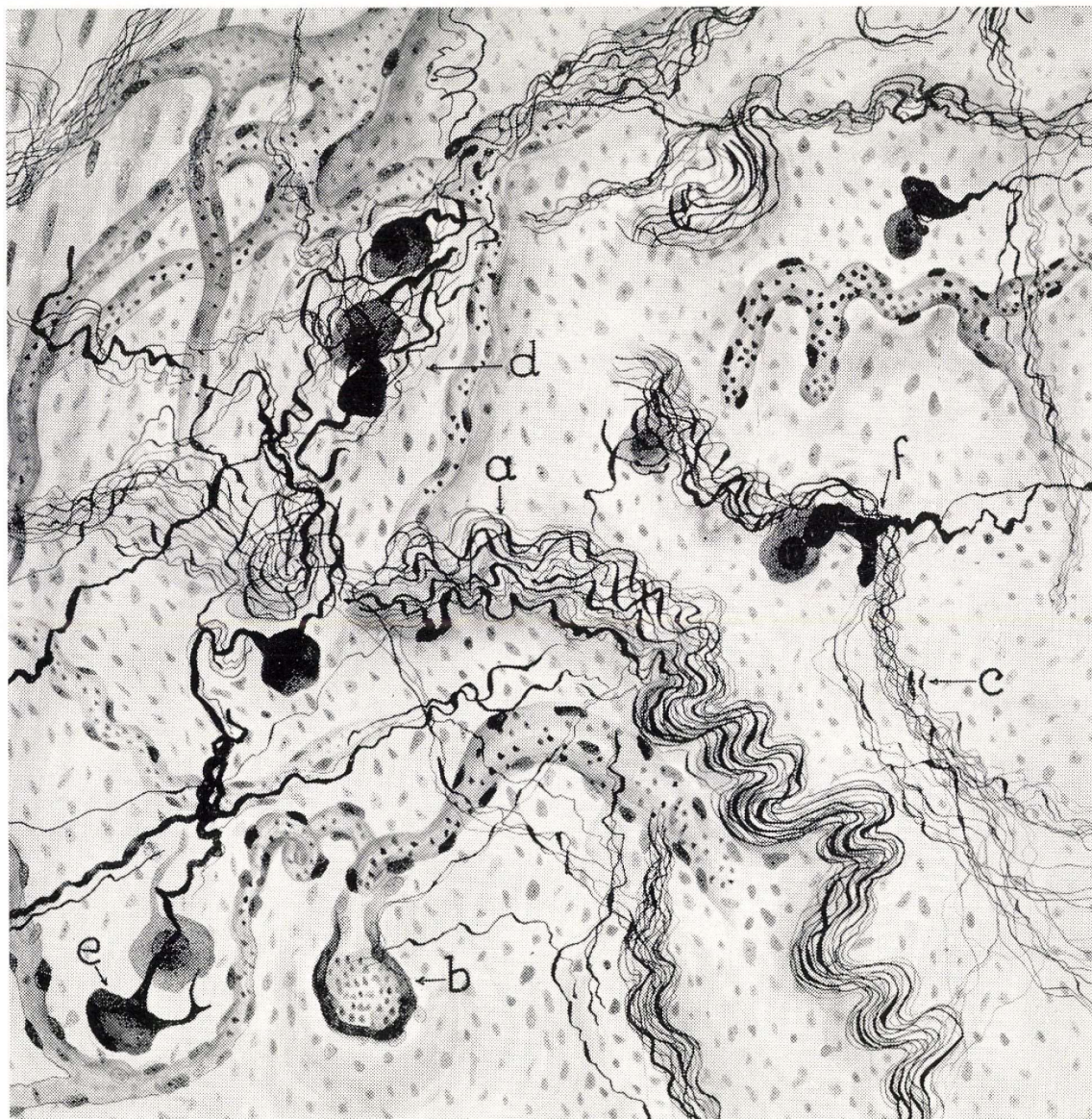
9. Dem Standpunkt von *Kolossow* und *Iwanow* entgegen, dem nach die „*Lamellen*“ bildenden Zellen in plexus intermuscularis des Magens von *Silurus glanis* ohne Zweifel anastomosieren, haben wir festgestellt, dass die Nervenfasern zu fibrillärer Lockerheit und zur Bildung der fibrillären Lamellen, wirklich geneigt sind, aber zwischen den fibrillären Lamellen und die Zellen nicht Anastomosen, sondern Synapsen sind.

10. In der plexus intermuscularis des Magens von *Silurus glanis* sind die Synapsen in Form der pericellularen Flechte, der praeterterminalen und terminalen Lamellen, der Endkolben, der Endsohlen und der Endringe von *Kirsche* zu beobachten.

#### I R O D A L O M

- [1] Ábrahám A.: Adatok az édesvízi csontoshalak fali dúcsejtjeinek ismeretéhez. Allattani Közl., XXX. 1933.
- [2] Ábrahám A.: Über die innervierung des Verdauungstraktes einiger Knochenfische. Magy. Biol. Kut. Int. VI., Tihany, 1933.
- [3] Ábrahám A.: Zur Frage der interneuralen Synapsen in den vegetativen Ganglien. Zeitschr. für mikr.-anat. Forsch. 65, 4. 1959.
- [4] Eende S.: Egyes csontoshalak bélcsatornájának intermuscularis és intramuscularis beidegződése. Acta Acad. Ped. Agriensis Nova ser. Tom. II. 1964.
- [5] Bende S.: Újabb adatok a bélcsatorna submucosájának a beidegzéséhez. Acta Acad. Ped. Agriensis Nova ser. Tom. IV. 1966.
- [6] Greving, R.: Histologische Studien am Plexus myentericus des Magens. Acta Neuroveg. III. 3—4. 1952.
- [7] Ivanova, T. S.: Zur Frage der afferenten Innervation des Dünndarms. Dokl. Akad. Nauk. SzSzsR, N. S. 85. 1952.
- [8] Jabonero, V., Lopez, R., Perez Casas, A. und Bengoechea, M. E.: Neue Beobachtungen über die Endigungsweise der efferenten vegetativen Nervenbahnen. Zeitschr. für mikr.-anat. Forsch. 67. 1961.

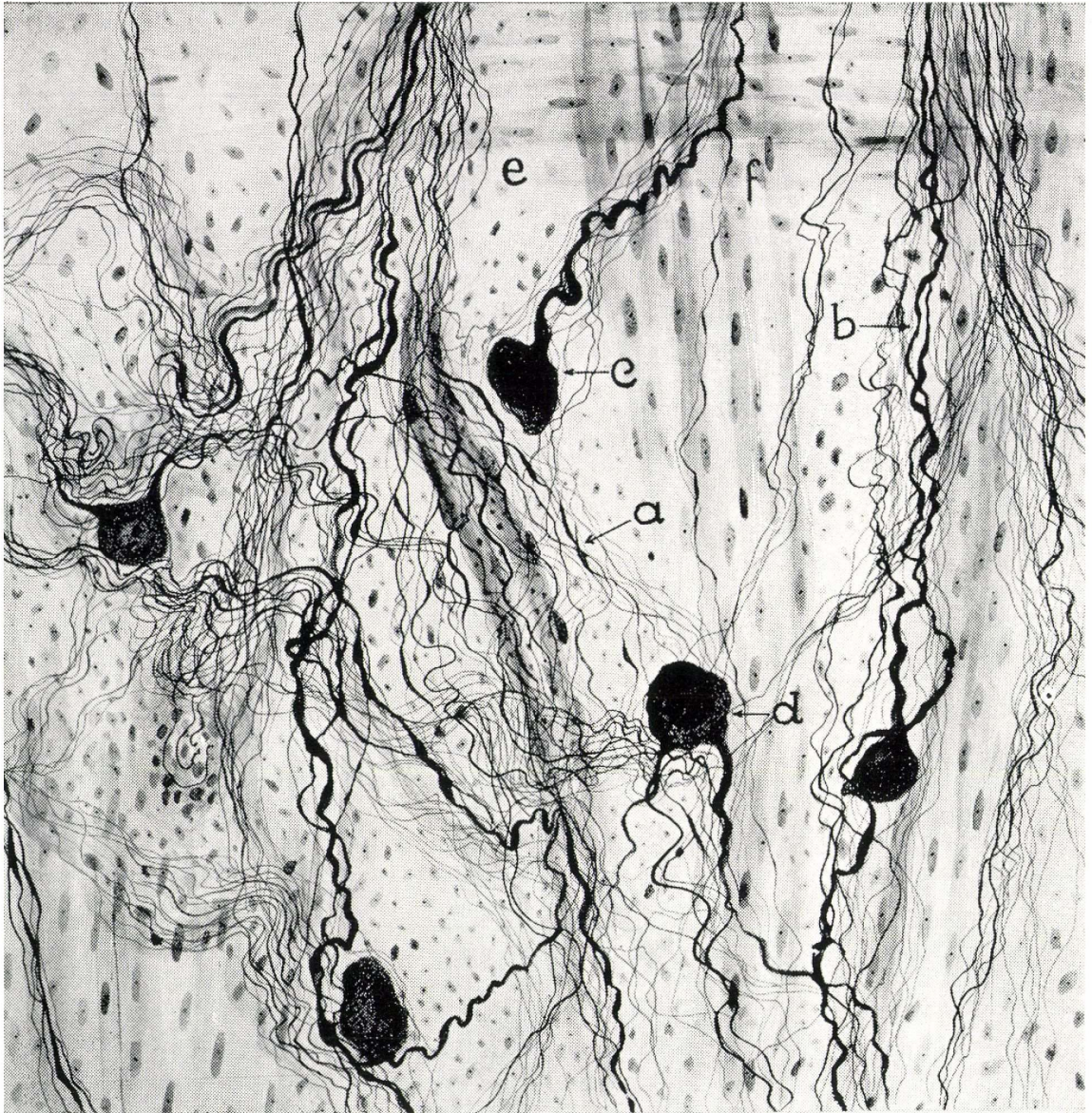
- [9] Kolossow, N. G., Iwanow, J. F.: Zur Frage der Innervation des Verdauungstraktes einiger Fische (*Acipenser ruthenus*, *Silurus glanis*). Zeitschr. für mikr.-anat. Forsch. 22. 1930.
- [10] Kolossow, N. G., Sabussow, G. H.: Die simpatische Innervation des Verdauungstraktes der Sumpfschildkröte. Zeitschr. für mikr.-anat. Forsch. 15. 1928.
- [11] Kolossow, N. G.—Milochin A. A.: Die afferenten Innervation der Ganglien des vegetativen Nervensystems. Zeitschr. für mikr.-anat. Forsch. 70. 1963.
- [12] Milochin, A. A.: Morphologischer Nachweis der afferenten (sensiblen) Innervation der periphere Neurone des vegetativen Nervensystems. Zeitschr. für mikr.-anat. Forsch. 69. 1963.
- [13] Liven, A. N.: Über die Innervation der Speiseröhre bei Wirbeltieren und Mensch. Zeitschr. für mikr.-anat. Forsch. 67. 1961.
- [14] Ottaviani, G., Bonivento, E.: Contributi istoanatomici alla innervazione della tonaca muscolare dell'intestino di „*Tinca vulgaris*“. Atti Soc. med.-chir. Padova 14. 1936.
- [15] Reiser K. A.: Bemerkungen zum Feinbau der vegetativ-nervösen Peripherie. Acta Neuroveg. IV. 1952.
- [16] Rina Monti: Contributo alla conoscenza dei nervi del tubo digerente dei pesci. Rendiconti del ist. Lomb. e lett. Serie 6. 28. 1895.
- [17] Sakussew, S.: Über die Nervenendigungen am Verdauungskanal der Fische. Travaux de la société Impériale des Naturalistes de St. Petersburg. 27. 1898.
- [18] Stöhr, Ph. jr.: Zusammenfassende Ergebnisse über die Endigungsweise des vegetativen Nervensystems I—II. Acta Neuroveg. 10. 1954.
- [19] Stöhr, Ph.: Mikroskopische Anatomie des vegetativen Nervensystems. Hdb. d. mikrosk. Anatomie d. Menschen 4. 1957.
- [20] Temesrékási, D.: Die Synaptologie der Dünndarmgeflechte. Acta Morph. 5. 1955.



1. ábra.

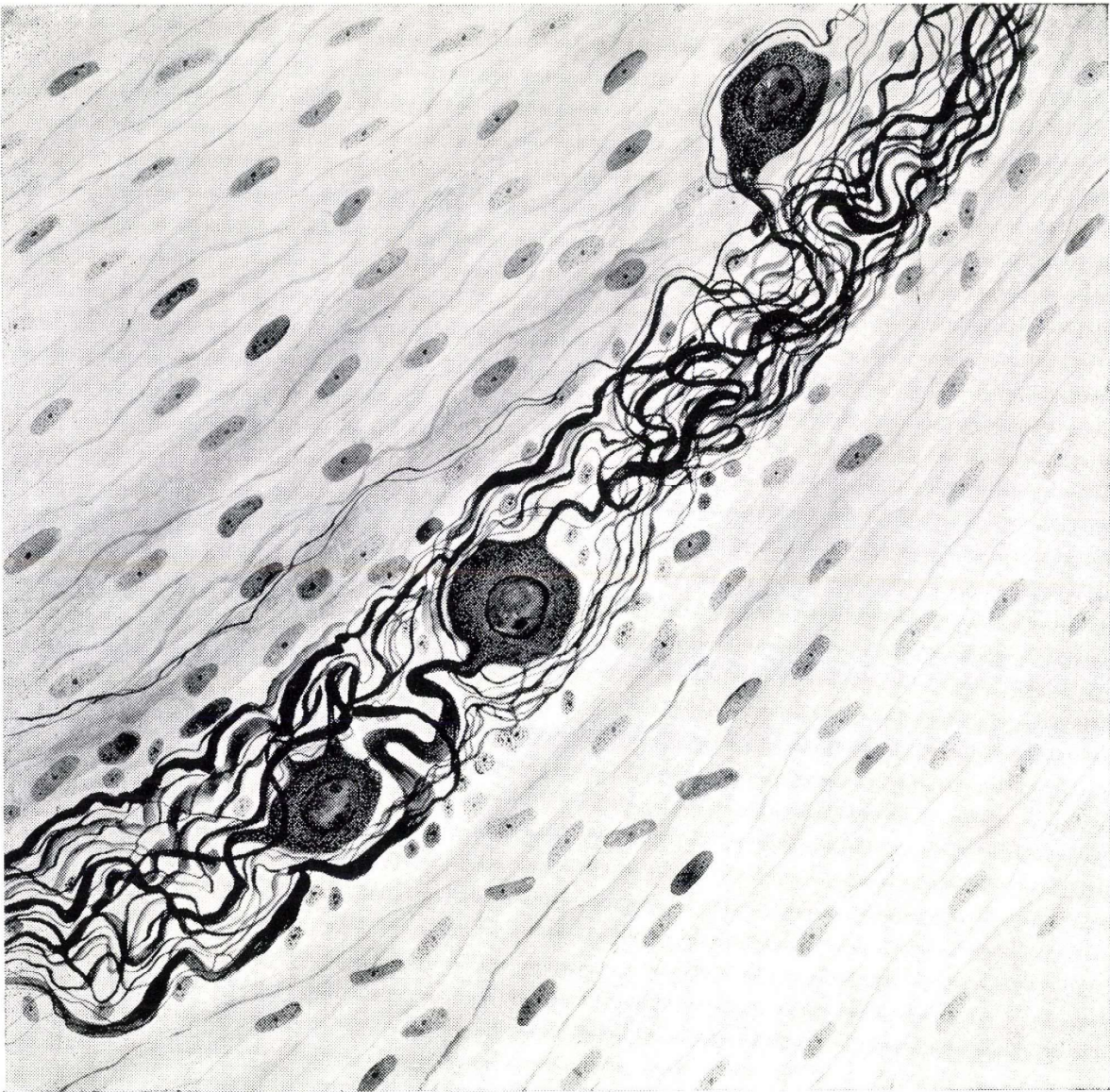
*Silurus glanis*: gyomorszáj. Intermuscularis idegfonadék. Nagyítás 200 x.

a — másodrendű idegrostnyaláb; b — véredény; c — harmadrendű rostnyaláb;  
 d — idegrosthálózat; e — bipolaris idegsejt; f — terminalis lemez.



2. ábra.

*Silurus glanis*: gyomorszáj. Intermuscularis idegfonadék. Nagyítás 300 x.  
 a — idegrosthálózat; b — másodrendű rostnyaláb; c — unipolaris idegsejt; d —  
 bipolaris idegsejt; e — kötőszövet; f — simaizom



3. ábra.

*Silurus glanis*: gyomorszáj. Másodrendű rostnyaláb multipolaris idegsejtekkel a körkörös izomrétegben. Nagyítás 600 x.

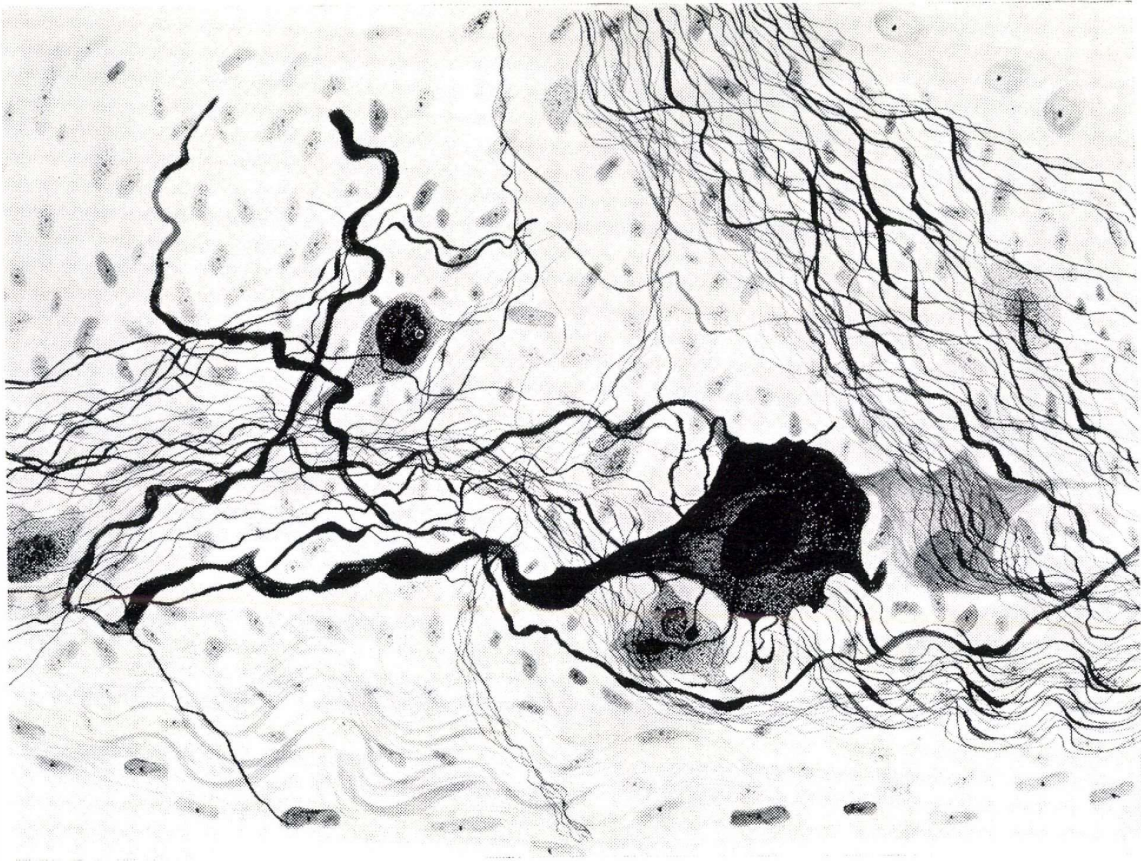


4. ábra.

*Silurus glanis*: gyomorszáj. Uni- és bipolaris idegsejtek az idegrosthálózatban.  
Nagyítás 600 x.

a — kötőszövet; b — simaizom; c — harmadrendű rostnyaláb.





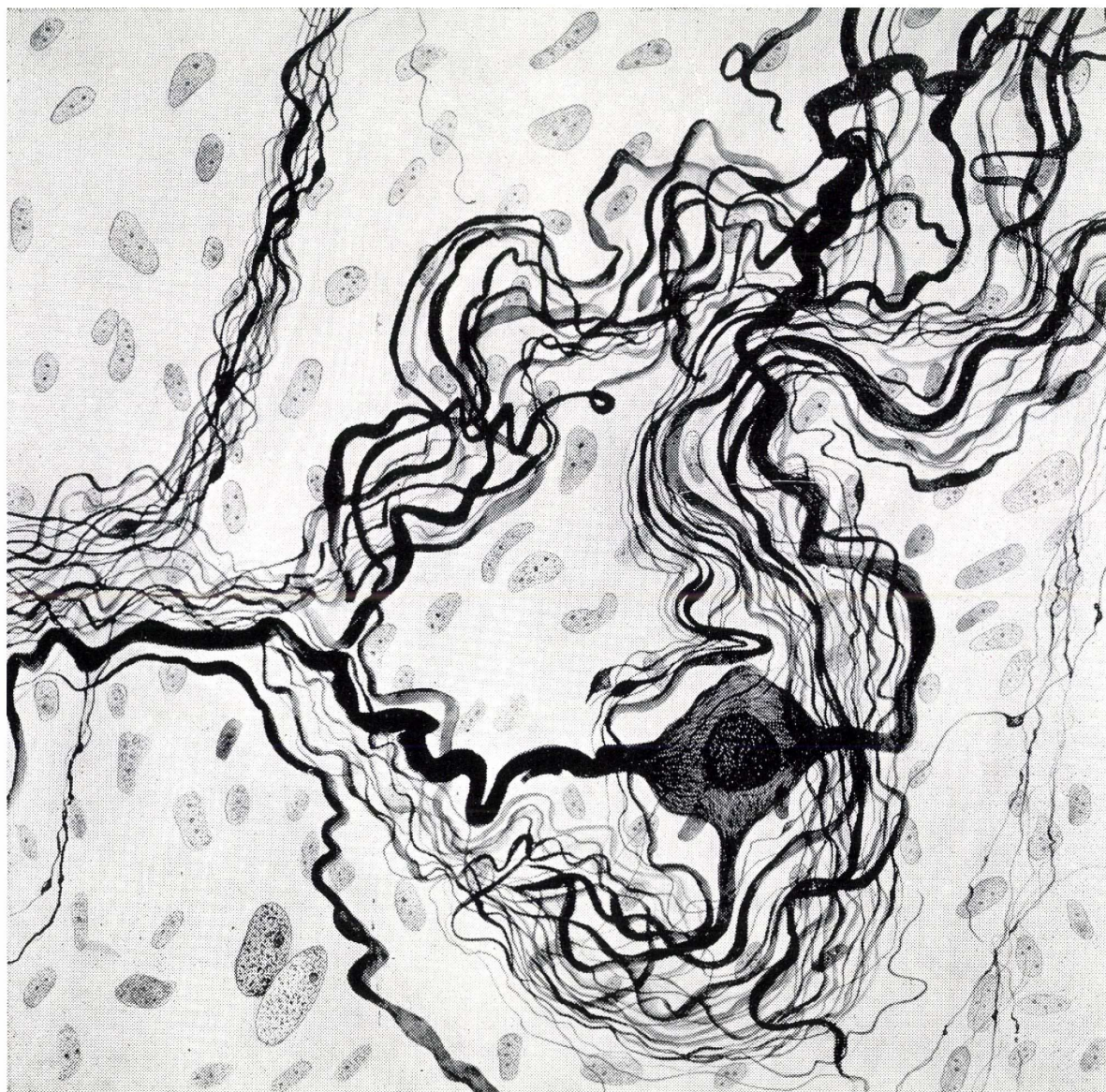
5. ábra.

*Silurus glanis*; gyomoralap. Dogiel I. típusú idegsejt. Nagyítás 800 x.



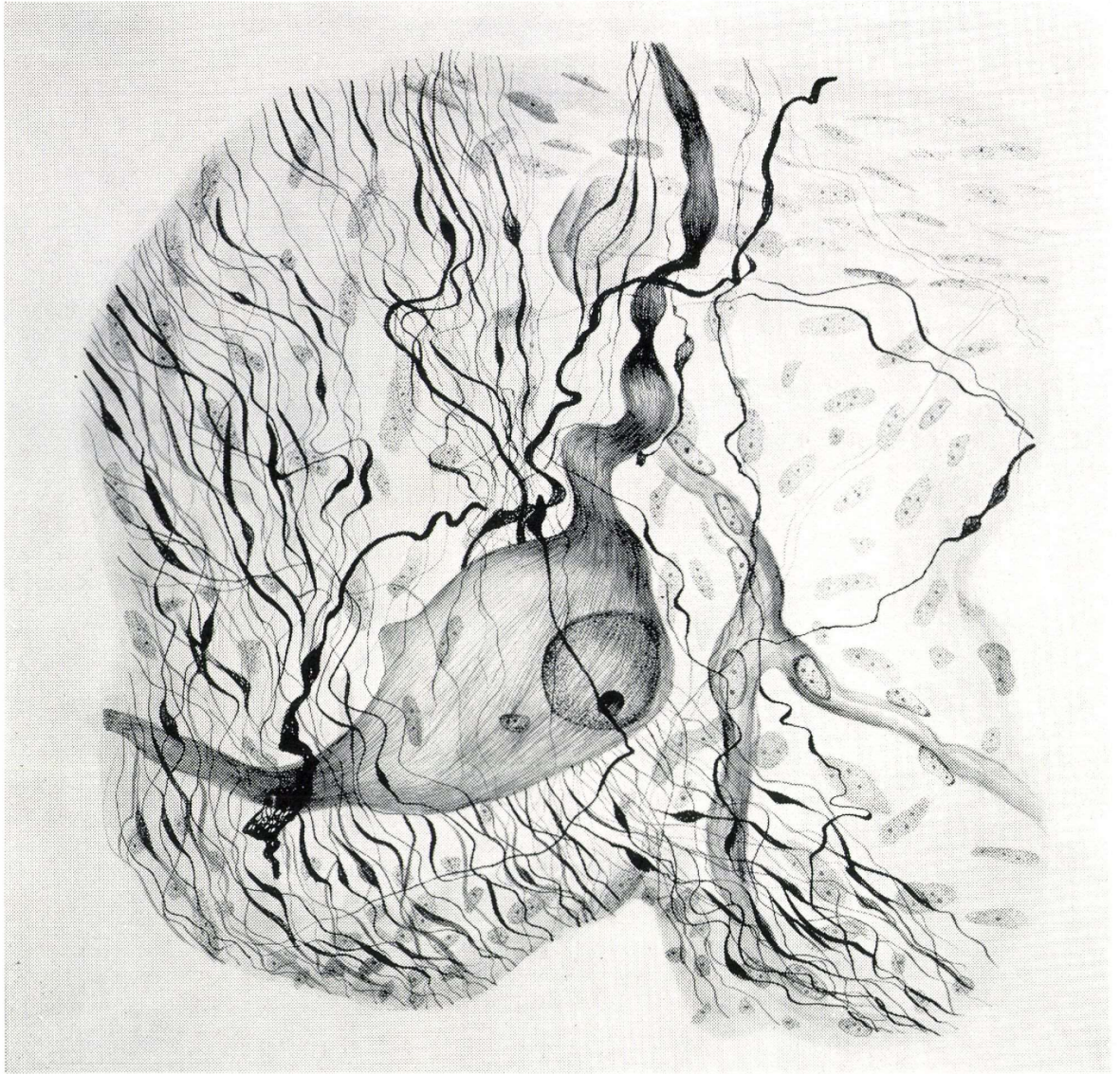
6. ábra.

*Silurus glanis*; gyomorszáj. Dogiel II. típusú idegsejtek. Nagyítás 800 x.



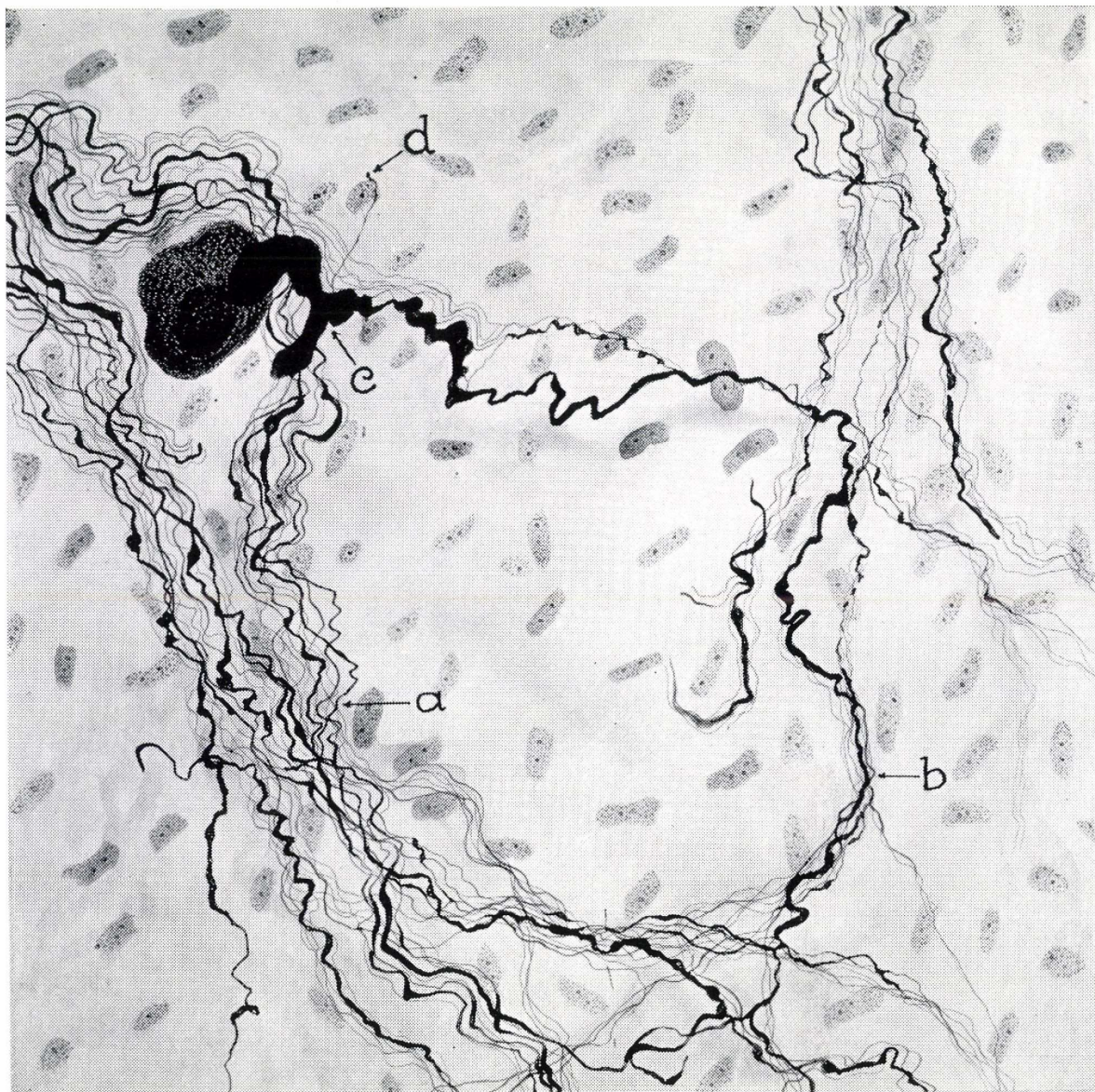
7. ábra.

*Silurus glanis*: gyomorszáj. Multipolaris idegsejt a másodrendű idegrostnyaláiban.  
Nagyítás 800 x.



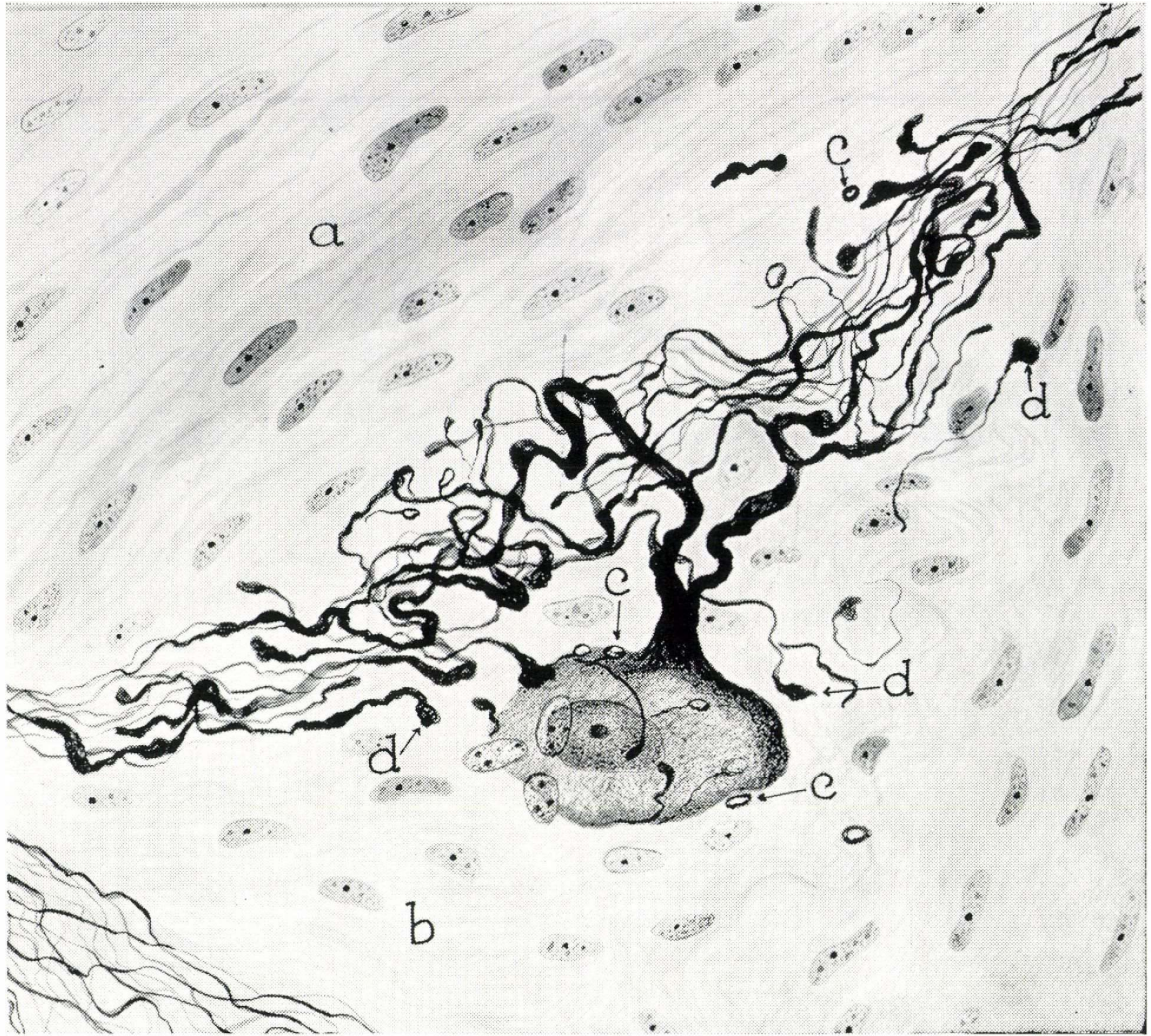
8. ábra.

*Silurus glanis*: gyomoralap. Idegsejt synapsisokkal. Nagyítás 800 x.



9. ábra.

*Silurus glanis*; gyomorszáj. Intermuscularis idegfonadék. Nagyítás 800 x.  
a — másodrendű rostnyaláb; b — harmadrendű rostnyaláb; c — terminalis lemez;  
d — végfejecske.



10. ábra.

*Silurus glanis*: gyomorszáj. Idegsejt synapsisokkal. Nagyítás 800 x.  
 a — simaizom; b — kötőszövet; c — Kirsche-féle végkarika; d — fibrillaris véglemez