

EGYES CSONTOSHALAK BÉLCSATORNÁJÁNAK INTERMUSCULARIS ÉS INTRAMUSCULARIS BEIDEGZÖDÉSE

Dr. BENDE SÁNDOR

Bevezetés

A bélcsatorna ideghystológiai vizsgálatának a fontosságát és ütemét, két egymásnak ellentmondó kísérlet alapozta meg.

Az első nagy jelentőségű kísérletet Magnus (1904) végezte el. Ő túlélő macskabélnek a hosszanti és a körkörös izomrétegét úgy választotta el egymástól, hogy a hosszanti izomrétegen hagyta az Auerbach-féle fonadékot. Megfelelő kísérleti összeállításban Magnus azt tapasztalta, hogy a hosszanti izomréteg spontán, ritmikus kontrakciókat végzett, míg az Auerbach-plexustól mentes körkörös izomzat kontrakciókat nem mutatott.

Magnus kísérleteinek ellentmondtak Gunn és Underhill (1914) kísérletei, akik megfigyelték a körkörös izomréteg kontrakcióit is, annak ellenére, hogy a körkörös izomrétegről a legnagyobb gondossággal eltávolították az Auerbach-féle fonadék elemeit.

A két kísérlet ellentmondása következtében az a kérdés alakult ki, hogy a bélcsatorna mozgásai, vajon idegi eredetűek-e (neurogen teória), vagy a bélcsatorna izomzatának a sajátágaival vannak összefüggésben (myogen teória)? — A kérdés eldöntése nem könnyű, különösen azért, mert a simaizomzat a vegetatív idegrendszer hatása alatt áll, amely mind morphologiai, mind élettani tekintetben sok problémát, fejtörést okozott a múltban és okoz még ma is a tudományos kutatók és a gyakorlati emberek számára. — Hogy éppen a fölvetett kérdésnél maradjunk, még ma sem egységes a vélemény a bélcsatorna peristalticus mozgását illetően, amit az alábbi idézet is alátámaszt:

„Valószínű, hogy ez a perifériás idegapparátus (plexus myentericus Auerbachii) fontos szerepet játszik a perisztaltika kiváltásában és szabályozásában.” (Went: Élettan p. 255.)

Az első hystologiai vizsgálatok annak az eldöntésére irányultak, hogy van-e a bélcsatorna körkörös izomzatában idegsejt. — Erre vonatkozóan Paul Schultz már 1895-ben adatokat szolgáltatott. Ő béka és kutya gyomrából írt le néhány jelentéktelen sejt képződményt. Evans és Underhill (1923) a macska gyomrának a körkörös

izomzatából írtak le egy-két dúcsejtet. Van Esveld (1928) vas-hämatoxilines vizsgálatokkal arra, az eredményre jutott, hogy dúcsejtek egyaránt előfordulnak a körkörösizomzat külső, belső és középső rétegében. Számuk azonban nem nagy. Sőt talált olyan preparátumokat is, amelyekben egyáltalán nem volt ganglionsejt.

Az idegfonadékok alaktani viszonyaira vonatkozóan Cajal és Dogiel végeztek alapvető vizsgálatokat. Cajal (1889, 1893, 1911) Golgi-impregnációval békák és különböző emlősök bélcsatornájában orsószzerű, háromszögű, csillag alakú képződményeket fedezett fel, melyeket „neurones sympathiques interstitiels”-nek, vagy interstitialis sympathicus neuronoknak nevezett el.

Van Esveld (1928) szerint az interstitialis sejteknek kicsi teste, csekély protoplasmája és hosszú, anastomizáló, szűk hálózemű fonadékokat képező nyúlványai vannak. Megtalálhatók az Auerbach-fonadékon kívül a mucosában, a submucosában és az izomrétegben is. Ezek az izomrétegben az Auerbach-plexusból érkező idegrostokkal együtt ún. „plexus musculaire profond”-ot képeznek, amely a simaizomsejt nyalábokkal párhuzamosan futó s egymással ferde, vagy haránt összeköttetésben lévő idegrostokból, illetve vékony idegrostkötegekből áll. — Cajal szerint a finom ágakra széteső idegrostok, vagyis az Auerbach-plexus sejtjeinek és az interstitialis sejteknek az axonjai az izomsejteken végződnek s azokkal bensőséges kapcsolatba jutnak.

Van Esvelden kívül idegelemeknek tartják a Cajal-féle interstitialis sejteket La Villa, E. Müller, M. Lawdowsky, Lawrentjew, Boeke, Heringa, Kolossow, Iwanow, Sabussov. Viszont Dogiel (1895) methylénkékkel festett metszeteiken szintén talált a bélben, a Cajal-féle interstitialis sejtekhez hasonló, ún. „csillag alakú sejteket”, de megállapította, hogy ezek a sejtek nemcsak a bél dúcaiban és fonadékaiban találhatók, hanem a subcutisben, a centrum tendineumban is. Éppen ezért Dogiel a csillagsejteket kötőszöveti sejteknek tartotta. — Ugyancsak kötőszöveti sejteknek tartják a Cajal-féle interstitialis sejteket Heidenhain, Cole, C. Huber, Johnson, Kuntz, Tiegs, Gasser is.

Dogiel a bélcsatorna fonadékaiban kétféle sejtípust különített el, melyeket Dogiel I., illetve Dogiel II. sejteknek nevez az irodalom. A Dogiel I. sejtek csillag alakúak, esetleg megnyúltak. Belőlük 5—15 dendrit, s egy neurit lép ki. A dendritek a sejt közelében elágaznak és dús fonadékokat alkotnak. — Lawrentjew (1929) szerint a dúcsejtek dendritjei rendkívül finom hálózatot alkotó „dendritlamellákra” osztódnak, melyek a szomszédos dúcsejtekhez, idegrostokhoz, illetve az izomsejtekhez simulnak. A Dogiel I. sejtek neuritja mindig vékonyabb, vagy vastagabb idegrostkötegbe lép.

A Dogiel II. típusú sejteknek 1—15 nyúlványa lehet, melyek közül a neurit sima, helyenként varixokat visel s idegtörzsbe lép. — A dendriteken varixok általában nincsenek. A sejttesttől távolabb hosszú, vékony ágakra esnek szét. Az ágak egy része kisebb idegrost

kötegekbe léphet, másik része keresztülhalad a körkörös izomrétegen és a mucosába tart.

Dogiel, nemkülönben E. Müller (1924) annak a véleményének adott kifejezést, hogy az I-es típusú sejtek motoneuronok, míg a kisebb számban előforduló II-es típusú dúcsejtek érző funkciót töltenek be.

A Dogiel I. és II. dúcsejttípusok morfológiai elkülönítése tekintetében már Dogiel is szem előtt tartotta a sejtek festődésének a mértékét. — Tapasztalata szerint az I-es típusú sejtek plasmája intenzívebben köti meg a metylénkéket, mint a II-es típusú sejté. — Van Esveld szerint a Dogiel I. sejtek ezüsttel rendkívül gyengén impregnálódnak. — Újabban többször olvasunk olyan véleményt (pl. Temesrékási 1955), hogy a Dogiel-féle sejtípusokat nemcsak a nyúlványok száma és lefutása alapján, hanem az ezüsttel szemben tanúsított affinitás szerint is el lehet különíteni. A Dogiel II sejt, az ezüsttel sokkal intenzívebben impregnálódik. Mindezek ellenére Stammer A., Minker E., Horváth I., Erdélyi L. (1958) felfogása látszik helyesnek, akik szerint az idegsejteken észlelhető impregnálódási különbözőségekből nem szabad messzire menő következtetést levonni a sejt működését illetően.

A dúcsejtek Dogiel-féle felosztását ma is általánosan használják az irodalomban, habár kialakultak — megjegyezhetjük, hogy sok esetben megfelelő, nyomós indokok alapján — más vélemények is. Kuntz (1913, 1922) és Johnson (1925) mellett Stöhr jr. (1927) fejezi ki a leghatározottabban álláspontját. Ő a következőket írja: „Es unterliegt meiner Ansicht nach nicht dem mikroskopischen Präparat heraus eine Einteilung der Zellausläufer in Neuriten und Dendriten eine Unmöglichkeit darstellt,“... „ich halte es für ein besonderes Charakteristikum aller sympatischen Ganglienzellen, dass sie einem Unterschied zwischen Dendriten und Neuriten niemals erkennen lassen.“

A bélsatorna intramuralis fonadókainak, de általában a szervek beidegzésének a vizsgálatában lényeges haladást jelentett a Lawrentjew (1925) által bevezetett műtéti módszer. Ennek során az idegátmetszéseket, a határköteg átvágásokat, vagy a dúc kiirtásokat követő degenerációs és regenerációs folyamatokból, illetve más morfológiai elváltozásokból vonnak le következtetéseket az idegrostok lefutására, élettani szerepére, az idegrostok terminalis végkészülékeire, az interneuronális kapcsolatokra stb. — Persze a műtéti beavatkozások mindig megfelelő neurohystológiai módszerek útján értékelhetők és elsősorban a könnyen operálható és kezelhető, nemkülönben az operációt jól tűró állatoknál végezhetőek el. A halaknál ilyen operációs neurohystológiai vizsgálatokról még nem tudok.

A bélsatornával kapcsolatos újabb neurohystológiai vizsgálatok főképpen a simaizom beidegzésére, a vegetatív synapsisokra és az intramuralis dúcok afferens beidegzésére vonatkoznak.

Langley-nek (1903) a véleménye alapján, a kutatóknak általában az volt az álláspontja, hogy a vegetatív dúcokban nincsenek receptorikus elemek. S. E. Michailow (1908, 1909, 1910) ugyan már

a század elején kimutatott az emlősök húgyhólyagjának a dúcaiban, ill. bizonyos extramuralis dúcokban receptorokat, de felfedezése feledésbe ment. Csak több évtized után ismerték fel és bizonyították be Michailow felfedezését De Castro (1918, 1923), Lawrentjew (1943), I. Nonidez (1946), Ábrahám A. (1951), N. G. Kolossow (1952, 1954, 1960), G. A. Koblów (1953), N. E. Jarygin (1954) és mások.

A vegetatív dúcok receptorainak igen intenzív kutatása folyik manapság többek között a leningrádi Pavlov-Intézetben, ahol az ember — és különböző gerinces állatok, köztük a halak bélcsatornájából is, — modern ezüstözési módszerekkel, ill. műtéti beavatkozásokkal, sajátságos típusú érzőidegvégződéseket mutattak ki. — Gomolyszerű receptort írt le pl. I. M. Spassova (1959) az ember nyelőcsővéből, V. I. Iljina (1960) a macska gyomrának intramuralis dúcaiból. Faalakú receptorokat talált N. I. Ljapin (1953) a macska nyelőcsővének az intermuscularis fonadékában. Ugyancsak faalakú receptorokat mutatott ki E. M. Krochina (1947), A. S. Altschul (1948) és N. B. Lawrentjewa (1956) a vastagbél intramuralis plexusaiból.

N. G. Kolossow (1951, 1954), A. J. Chabarowa (1952, 1955), A. I. Koblów (1953), T. A. Batirjewa (1953), I. I. Slepko (1953), különböző szervek intramuralis dúcaiból olyan receptoricus végződéseket is leírtak, melyek magát az idegsejtet veszik körül. Ezeket „perikapsularis apparatus”-nak nevezték el. A. A. Milochin (1963), valamint N. G. Kolossow és A. A. Milochin (1963) nemrégien megjelent dolgozataikban számolnak be a vegetatív dúcok afferens beidegződésének az élettani jelentőségéről s külön a perikapsularis apparatusról. — Szerintük az a megfigyelés, hogy a vegetatív neuron körül egy, a ganglion spinaleból, vagy a nervus vagus érző magvából eredő idegrostok által képezett érzőkészülék van, megalapozza annak a lehetőségét, hogy a vegetatív neuron állapotáról a központi idegrendszer megfelelő jelzéseket kapjon.

A bélcsatorna működésének a megértése, ill. magyarázása szempontjából jelentősek azok a vizsgálatok is, melyek a simaizomzatban mutattak ki receptorikus idegvégződéseket. — Carpenter (1918, 1924) a kutyák gyomrából, Cole a békák végbeléből tesz említést az izomrétegbe beágyazott sajátságos idegvégződésekről. Először C. Hill (1927) tételezte fel annak a lehetőségét, hogy a simaizomzattól közvetlen afferens rostok futnak a magasabb idegközpontokba. Behatóan tanulmányozta a kérdést De Castro (1950) és J. R. Sotelo (1940, 1941, 1944, 1947, 1954). A kísérletek túlnyomórésze azonban az ember és az emlősök bélcsatornájára vonatkozik. A halak bélcsatornájának az izomzatában tudomásom szerint, eddig még nem mutattak ki érző idegvégződéseket.

*

**

Ami kimondottan a halak bélcsatornájának a beidegződését jelenti, elmondhatjuk, hogy irodalmi ismeretanyagunk kevés. Ha ennek az okát keressük, lehet hivatkozni arra, hogy az anatómusok, hystológusok, physiologusok elsősorban az emberhez közelebb álló szárazföldi állatokat és különösen az emlősöket vizsgálták. Ez a gyakorlati szükséglettel közvetlen kapcsolatban álló tény nemcsak a halak idegrendszerének kutatására, hanem valamennyi szervrendszerére vonatkozik. Azonban feltétlenül érvényesült egy másik ok is, nevezetesen az, hogy a halak bélcsatornája igen nehéz médiumnak bizonyult a neurohystologiai vizsgálatok tekintetében. Erről panaszkodik Rina Monti (1898) is, aki Sakussew, S. (1898) úttörő munkája után, először ismertette, elég nagy anyagra kiterjedően a halak bélcsatornájának intramuralis idegkészülékeit. Rina Monti sok és értékes adatot szolgáltatott, de munkája természetesen magán viseli a kezdetleges technikából adódó hiányosságokat. A halak bélcsatornájának a neurohystologiai megismerése is akkor lendült előre, amikor Bielschowsky és Cajal kidolgozták az ezüstimpregnációs módszereiket.

Brandt, W. (1922) a Cyclostomatákhoz tartozó *Myxine glutinosa* bélcsatornarendszerét, ill. annak beidegzését ismertette.

Kolossow, N. G. — Iwanow, J. F. (1930) az *Acipenser ruthenus* és a *Sylurus glanis* bélcsatornájának a beidegzéséről közöltek alapos, szép tanulmányt, azonban dolgozatukban lényegében csak az *Acipenser ruthenus*-ra találunk adatokat. — Megállapítják, hogy az *Acipenser ruthenus* Auerbach-plexusa nagyon felületesen fekszik. A plexusban csekély az idegsejtek száma. Az idegsejtek nem csoportosulnak dúcokba, és kivétel nélkül multipolarisak. E. Müller, K. Müller (1908) és Cole (1925) vizsgálataira hivatkozva azt írják, hogy a neuronok anastomizálnak. Ezzel a megállapításukkal kapcsolatosan le kell szögezni, hogy vizsgálataim során, melyek már eddig is sok hal bélcsatornájára kiterjedtek, én anastomizáló sejteket sohasem láttam. Különben az elektronmikroszkópos vizsgálatok alapján ma már elmondhatjuk, hogy a kontinuitás teóriája megdőltnek tekinthető. — Ugyanakkor teljes egészében egyezik nézetem fenti szerzőkkel a körkörös izomzat beidegzését illetően. Kolossow és Iwanow ugyanis hangsúlyozzák munkájukban, hogy olyan idegrost gazdagságot, mint amilyent a halak bélcsatornájának az izomzatában találtak, más állatoknál sohasem lehet látni. Erre a körülményre már Rina Monti is rámutatott.

Ábrahám A. (1933, 1933) két dolgozatban foglalkozik a halak bélcsatornájának a beidegzésével. Dolgozataiban főképpen a *Tinca tinca*, a *Lota lota* és az *Esox lucius* bélcsatornájának a fali dúcsejtjeit, ill. fonadékait ismerteti, igen nagy alapossággal. Ugyanekkor rámutat a vegetatív idegrendszer sok problémájára és kutatásának nagy jelentőségére, sokrétűségére. Részletesen tárgyalja a simaizomzat és az idegrendszer kapcsolatának a kérdését. Véleménye szerint a halak bélcsatornájában is megvannak azok az idegfonadékok, melyeket a gerinces állatoknál általában Auerbach- és Meissner-féle fonadéknak neveznek. Az intermuscularis idegfonadék ganglion sejtjei nem ren-

deződnek mindig dúcokba, mint a magasabbrendű állatoknál. — A sejtek részben Dogiel I., részben Dogiel II. típusúak, ami Lawrentjew és Müller vizsgálatai alapján arra enged következtetni, hogy a bélcsatorna idegi elemei részben a sympathicus, részben a parasympathicus rendszerhez tartoznak.

Az általa vizsgált halak idegsejtjeinek a nyúlványai között a neuritet és a dendriteket egymástól elkülöníteni nem lehetett. A nyúlványok sem Lawrentjew-féle dendritlamellákat, sem Bocke, Harting, Reiser, Stöhr-féle periterminalis hálózatokat nem alkotnak. Ábrahám A. már említést tesz a bélcsatorna izomzatának sajátos gomolyszerű idegvégződéseiről is, melyekről ezt mondja: „*Ich erachte dieselben für die sensiblen Nervenendorgane der Muskel.*”

A halak bélcsatornájára vonatkozó neurohystológiai munkák közül megemlítendő még Ottaviani és Bonivento (1936) közös dolgozata a *Tinca vulgaris* bélcsatornájának a beidegzéséről s ezzel, a rendelkezésemre álló irodalmi ismeretek alapján úgy látszik, hogy a halak bélcsatornájának a beidegzését ismertető tanulmányok hosszú időre le is zárultak.

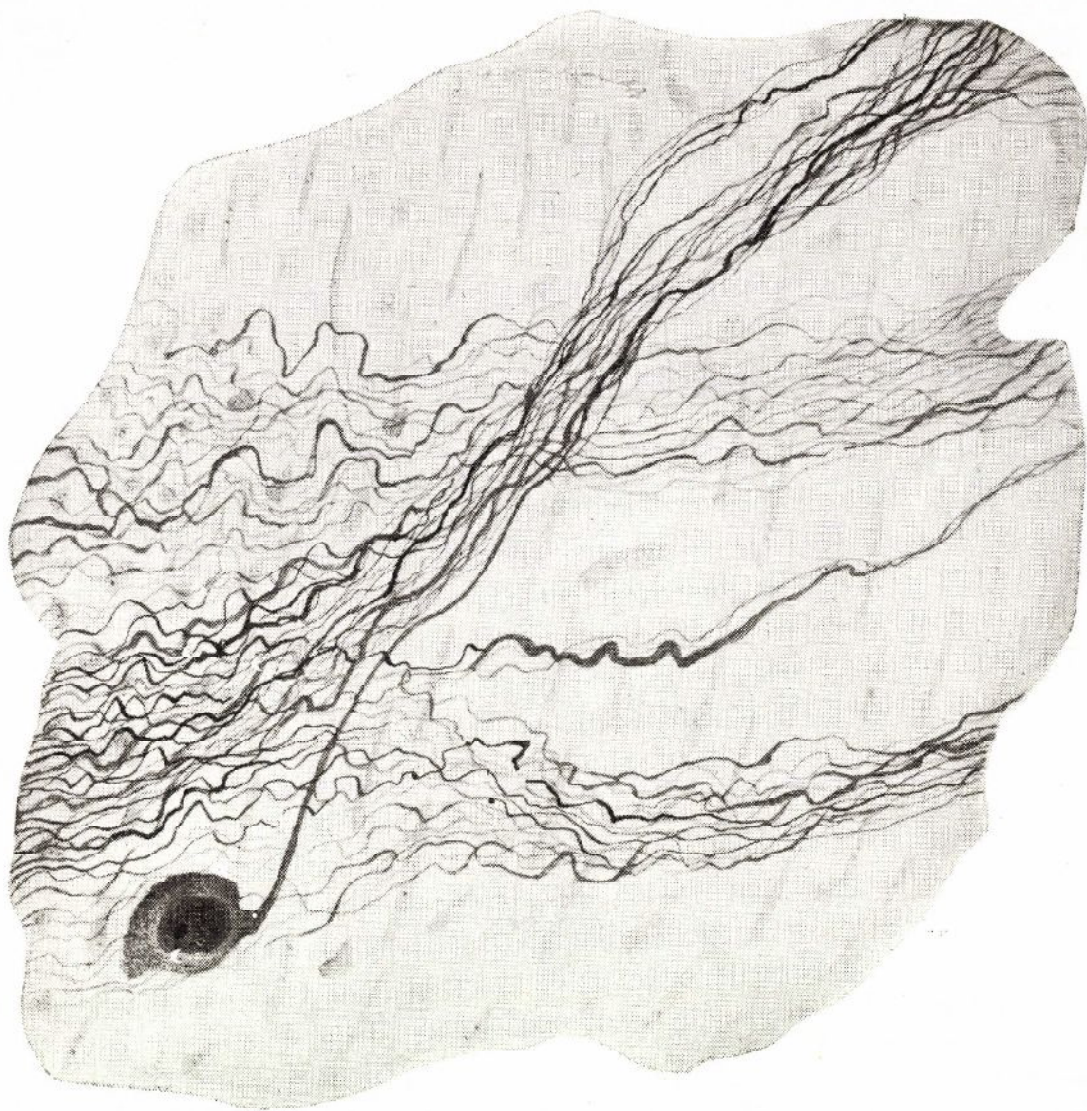
Újabban Milochin (1963) és Kolossow — Milochin (1963), valamint munkatársaik foglalkoznak ismét a halak bélcsatornájának az intramuralis beidegzésével, főképpen annak a nagy arányú kísérletsorozatnak a kapcsán, amely a vegetatív idegrendszer dúcainak az afferens beidegzését vizsgálja. Erről az előzőekben már megemlékeztem.

Anyag és módszer

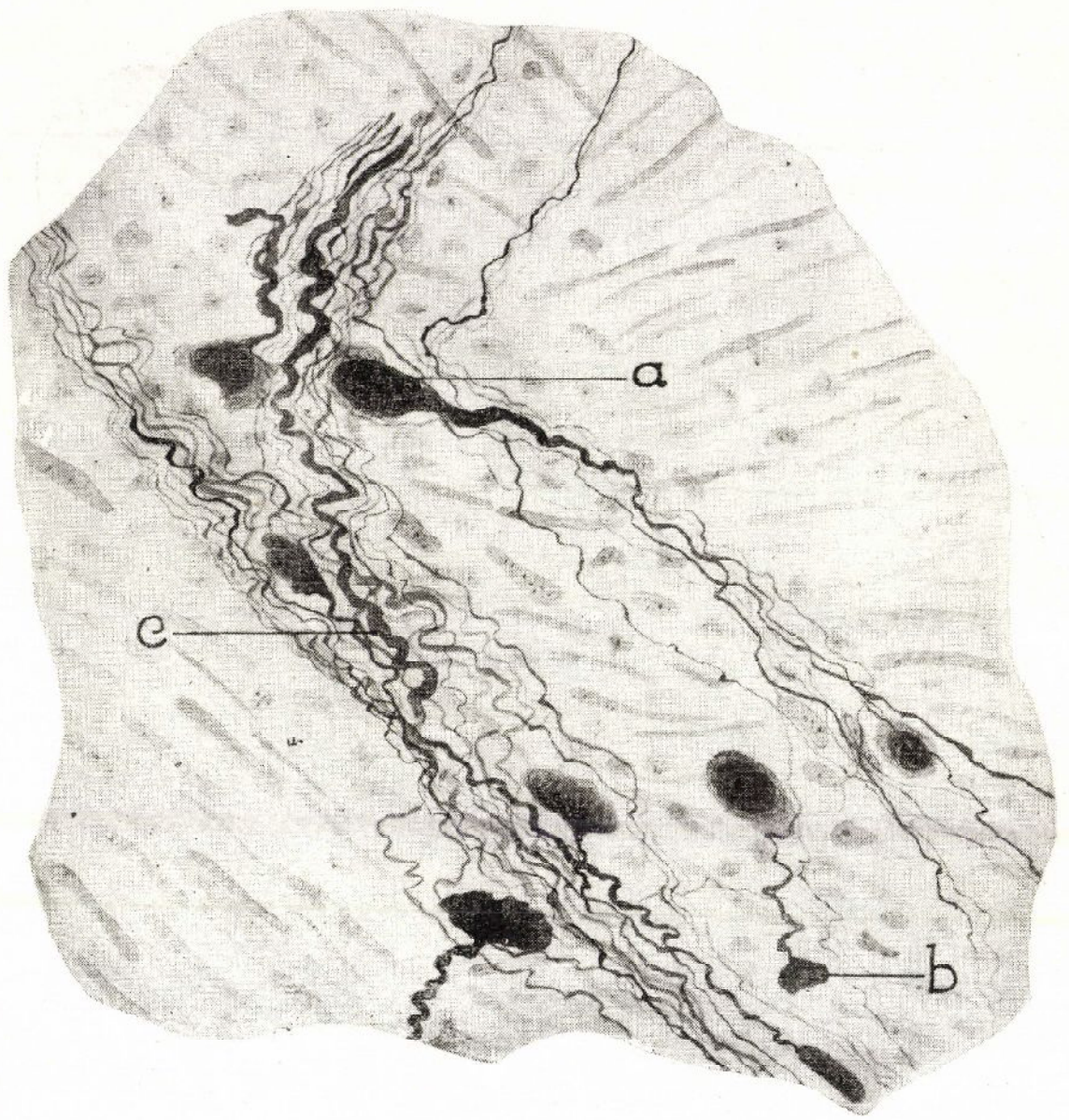
Tanulmányomban azokról az eredményekről fogok beszámolni, melyeket a *Salmo irideus*, a *Belone belone*, az *Esox lucius* és a *Cyprinus carpio* bélcsatornájának a neurohystológiai vizsgálatai során kaptam. Mint ahogyan a címben is érzékeltettem, a magasabbrendű gerincesek Auerbach-féle fonadékának megfelelő intermuscularis és a vele szoros kapcsolatban levő intramuscularis beidegzésről írok. A mucosa és a submucosa beidegzését nem tárgyalom. Ennek egyik oka az, hogy véleményem szerint a csontihalaknál Meissner-féle fonadékról olyan értelemben, mint más gerinces csoportoknál nem beszélhetünk. A másik ok, hogy a halak bélcsatornájának a mucosája és submucosája szinte független és különleges beidegződést mutat, amelyről külön dolgozatban kívánok beszámolni.

A vizsgálathoz szükséges halak egy részét a Művelődésügyi Minisztérium által biztosított tudományos tapasztalatcsere során, a Fekete-tengerből gyűjtöttem, másik része a Tiszából, ill. a hortobágyi halastavakból származik.

A kiboncolt és előkészített bélcsatornákat, ill. azok megfelelő részeit, a tájékozódó vizsgálatokhoz Bouin-féle rögzítőben, az impregnáláshoz 10%-os formalinban fixáltam. Az ismert impregnációs módszerek közül a Bielschowsky—Ábrahám, a Bielschowsky—Gross és a Bielschowsky—Cauna módszereket tudtuk a legnagyobb sikerrel alkal-

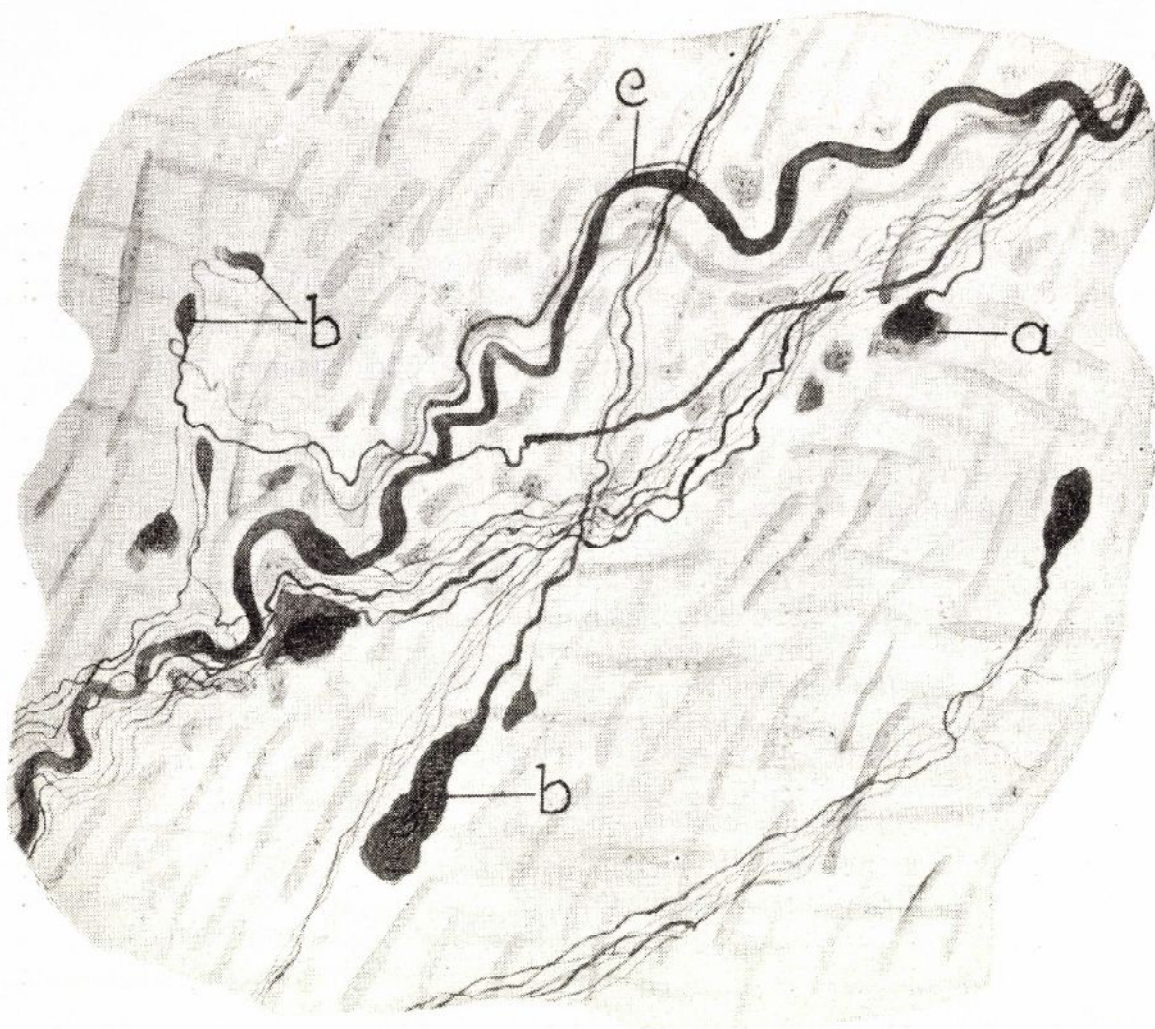


1. ábra.
Salmo irideus: bél. Intermuscularis idegfonadék



2. ábra.

Salmo irideus: bél. Intermuscularis idegfonadék. a — unipolaris idegsejt; b — véglemez; c — vastag idegrost



3. ábra.

Salmo irideus: bél. Intermuscularis idegfonadék. a — unipolaris idegsejt; b — véglemez; c — vastag idegrost

mazni. De be kell vallanunk, hogy sikerünket csak nagy körültekintéssel és sok kísérletezéssel tudtuk biztosítani, mert nekünk is az a tapasztalatunk, hogy a halak bélcsatornájának a neurohystológiai vizsgálata, a sok kiváló impregnációs módszer ellenére is, még a nagy gyakorlattal rendelkezők számára is, sok gondot és nehézséget okoz.

A vizsgálatok eredményei

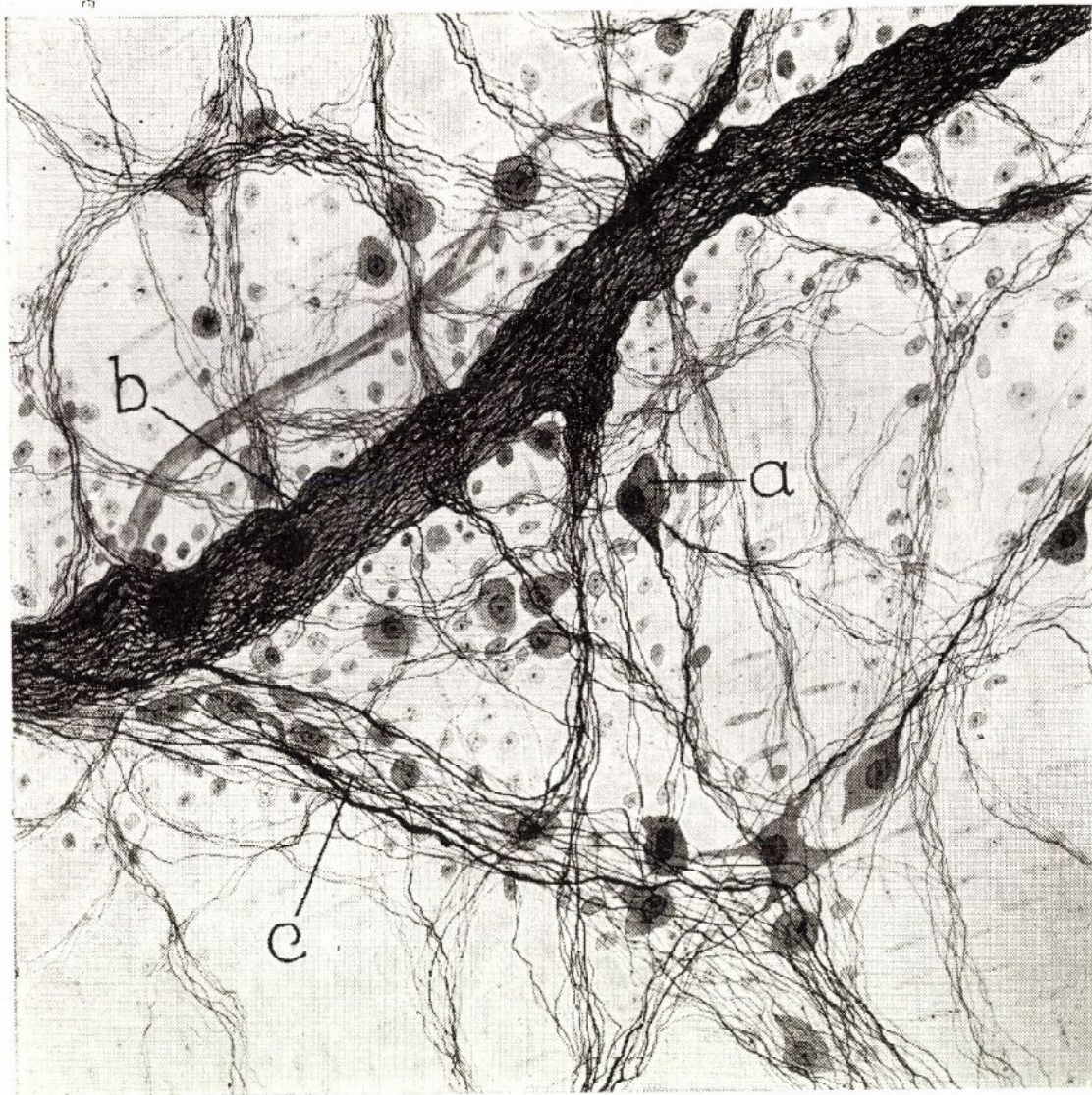
a) Az *intermuscularis* idegfonadék

Salmo irideus. A *Salmo irideus* intermuscularis idegfonadéka sűrű. Főtömegében a bélcsatorna hosszanti tengelyével párhuzamosan haladó, vastag, elsőrendű idegrostkötegekből, ill. ezeket egymással összekapcsoló, igen finom rostok fonadékból áll. Az elsőrendű kötegeket 10—15 idegrost alkotja. A metszeteken világosan látszik, hogy az idegrostok legnagyobb részét az elsőrendű kötegekbe ágyazott unipoláris idegsejtek nyúlványai adják. Az idegrostok velőhüvely nélküliek. Hullámos lefutásúak. Sokszor meandervonalszerű kanyarulatokat képeznek. A nagyobb számú, vékony idegrost mellett az elsőrendű kötegekben egészen vastag, általában 2,5 mikron átmérőjű rostok is futnak. Ezek, ha lehet még hullámosabb lefutásúak, szintén velőhüvely nélküliek. Egyes helyeken fellazulnak, neurofibrillázottságot mutatnak, de varixokat nem alkotnak.

Az elsődleges kötegeket összekapcsoló finom idegrostok számos helyen kilépnek az intermuscularis hálózathoz s a körkörös izomzat haladási irányával megegyezően, az izomsejtek közötti rések finom kötőszövetében haladnak tovább.

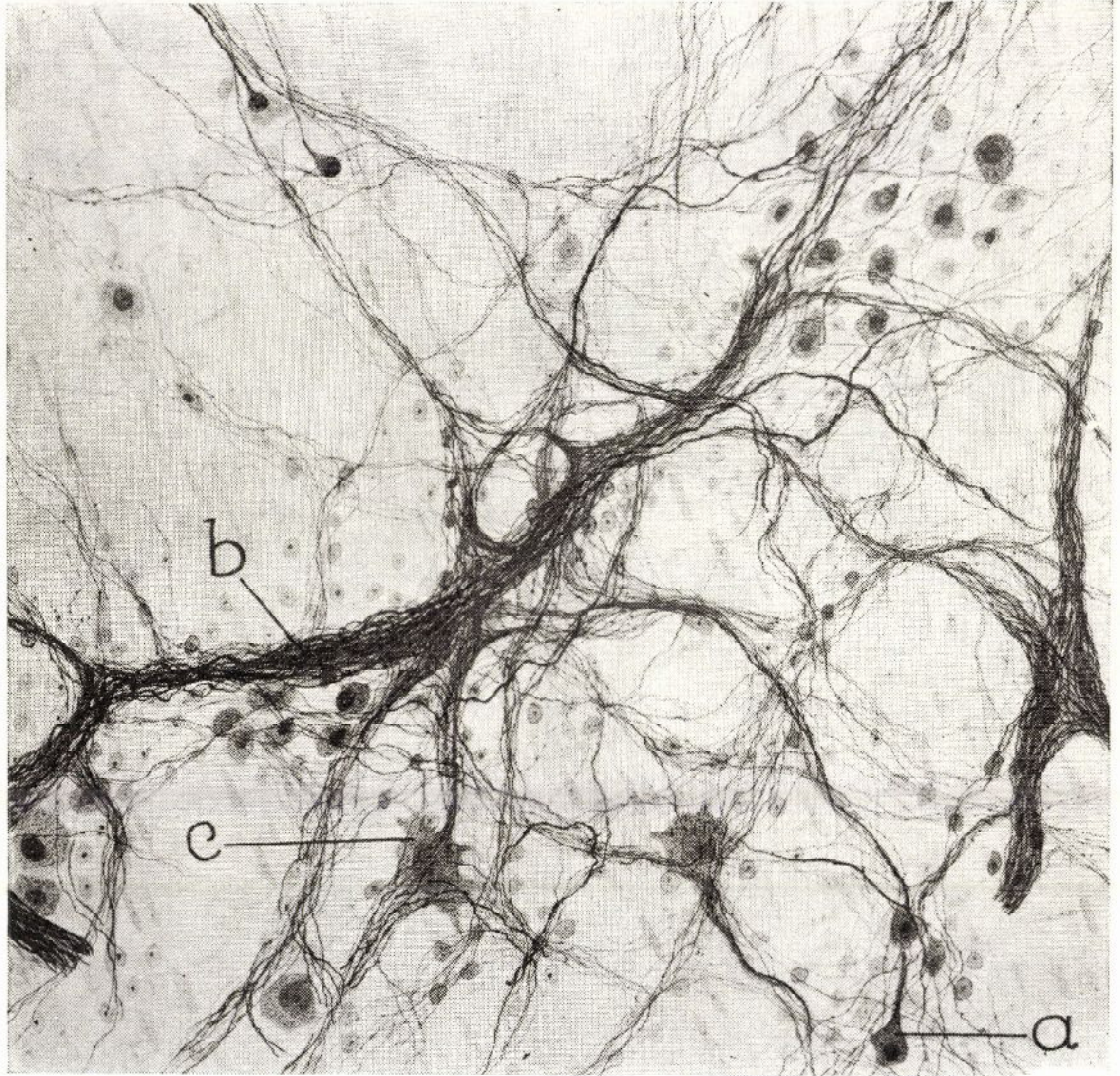
Az egész intermuscularis fonadék, a szó szoros értelmében vett, laposan szétterülő, különösebb szabályosságot nem mutató idegrosthálózat, melyben a hosszanti idegrostkötegek dominálnak. Impregnált készítményeken az idegrosthálózatot magába foglaló, vékony kötőszöveti lepel is átítatódik kismértékben ezüsttel, következésképpen a Schwann-féle magvak és az izomsejtek magvai mellett a kötőszövet változatos alakú magvai is jól kivehetők.

Belone belone. A bélcsatorna intermuscularis fonadéka intenzíven és szépen impregnálódik. Más típusú, mint a pisztrángé. A *Belone belone* esetében csupán néhány rendkívül vastag, elsőrendű idegrostköteg fut végig a bélcsatorna hosszában, melyeket számos másodrendű köteg kapcsol össze. Az elsőrendű és másodrendű kötegek által formált durvább fonadékon belül alakul ki a magános idegrostokból felépülő, egészen finom hálózemekből álló, sűrű fonadék. Míg az elsőrendű kötegekben az idegrostok szorosan egymás mellett haladnak, a másodlagos kötegekben ez a szoros kötelék fellazul. A fonadék idegrostjai általában vékonyak, de az első- és másodrendű kötegekben szintén megtaláljuk a *Salmo irideus* intermuscularis fonadéknál már ismertetett vastag idegrostokat.



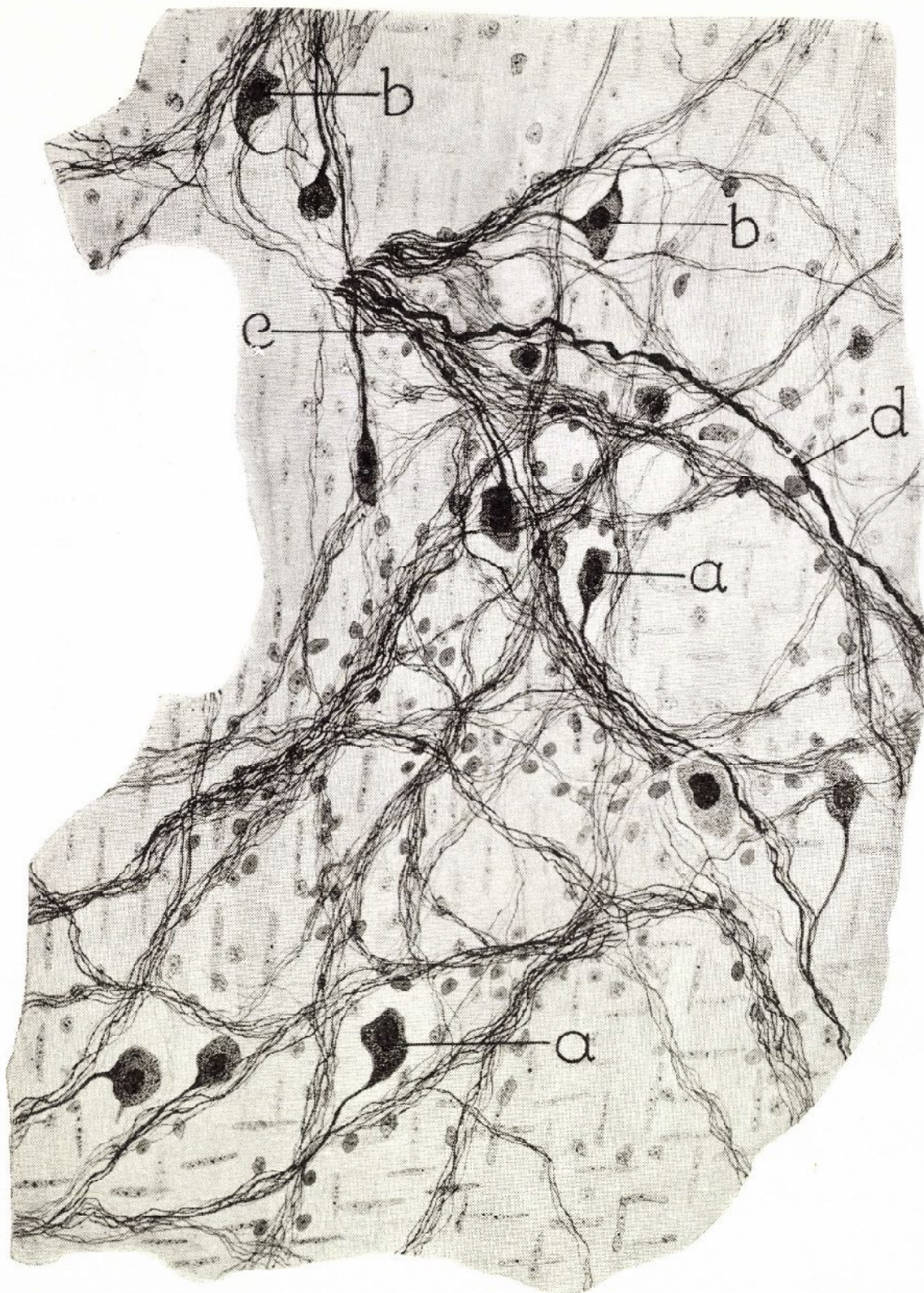
4. ábra.

Belone belone: gyomor. Intermuscularis idegfonadék. a — unipolaris idegsejt; b — elsőrendű idegrostköteg; c — másodrendű idegrostköteg



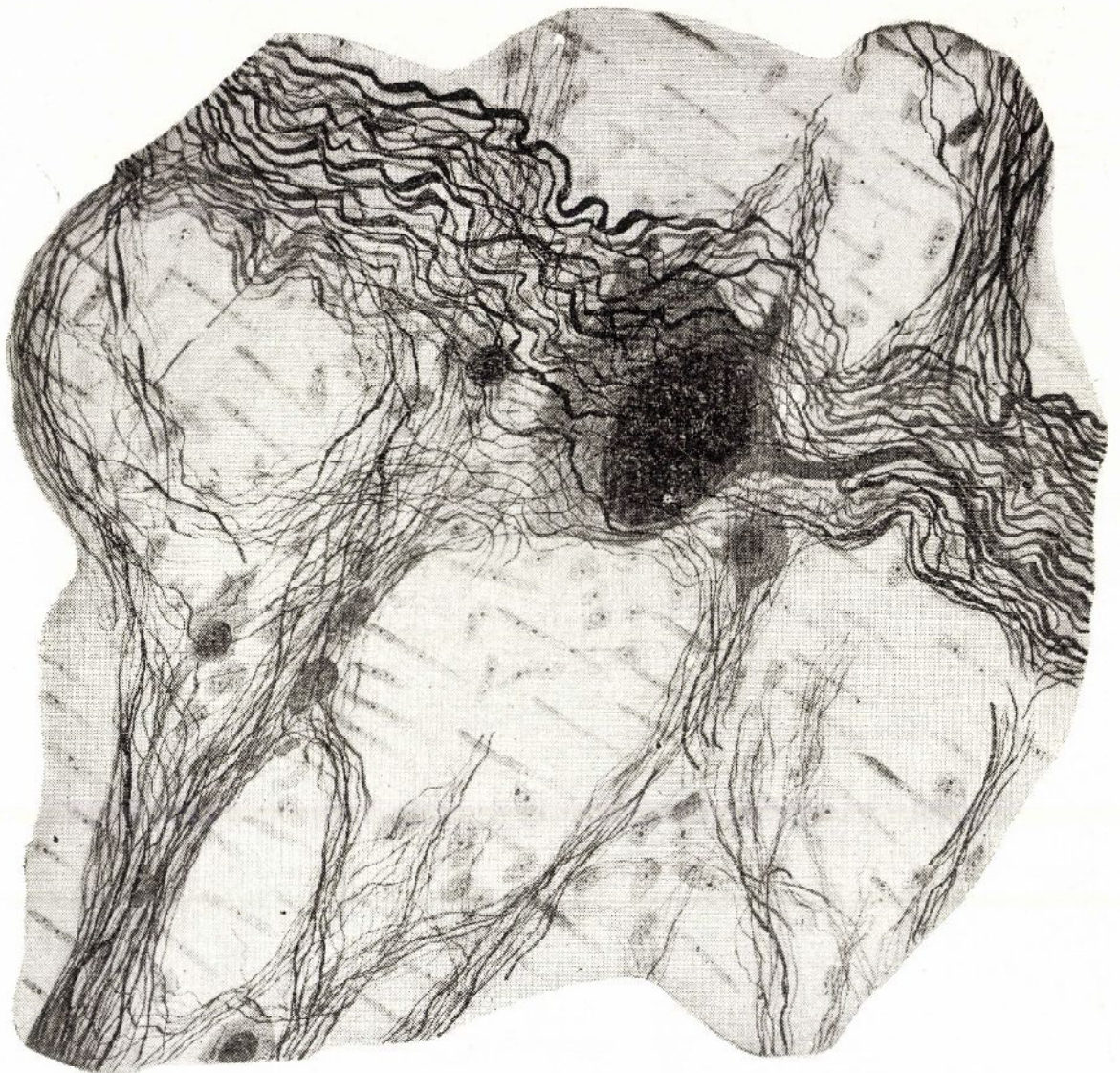
5. ábra.

Belone belone: gyomor. Intermuscularis idegfonadék. a — unipolaris idegsejt; b — másodrendű idegrostköteg; c — multipolaris idegsejt



6. ábra.

Belone belone: gyomor. Intermuscularis idegfonadék. a — unipolaris idegsejt; b — bipolaris idegsejt; c — másodrendű idegrostköteg; d — vastag idegrost



7. ábra.

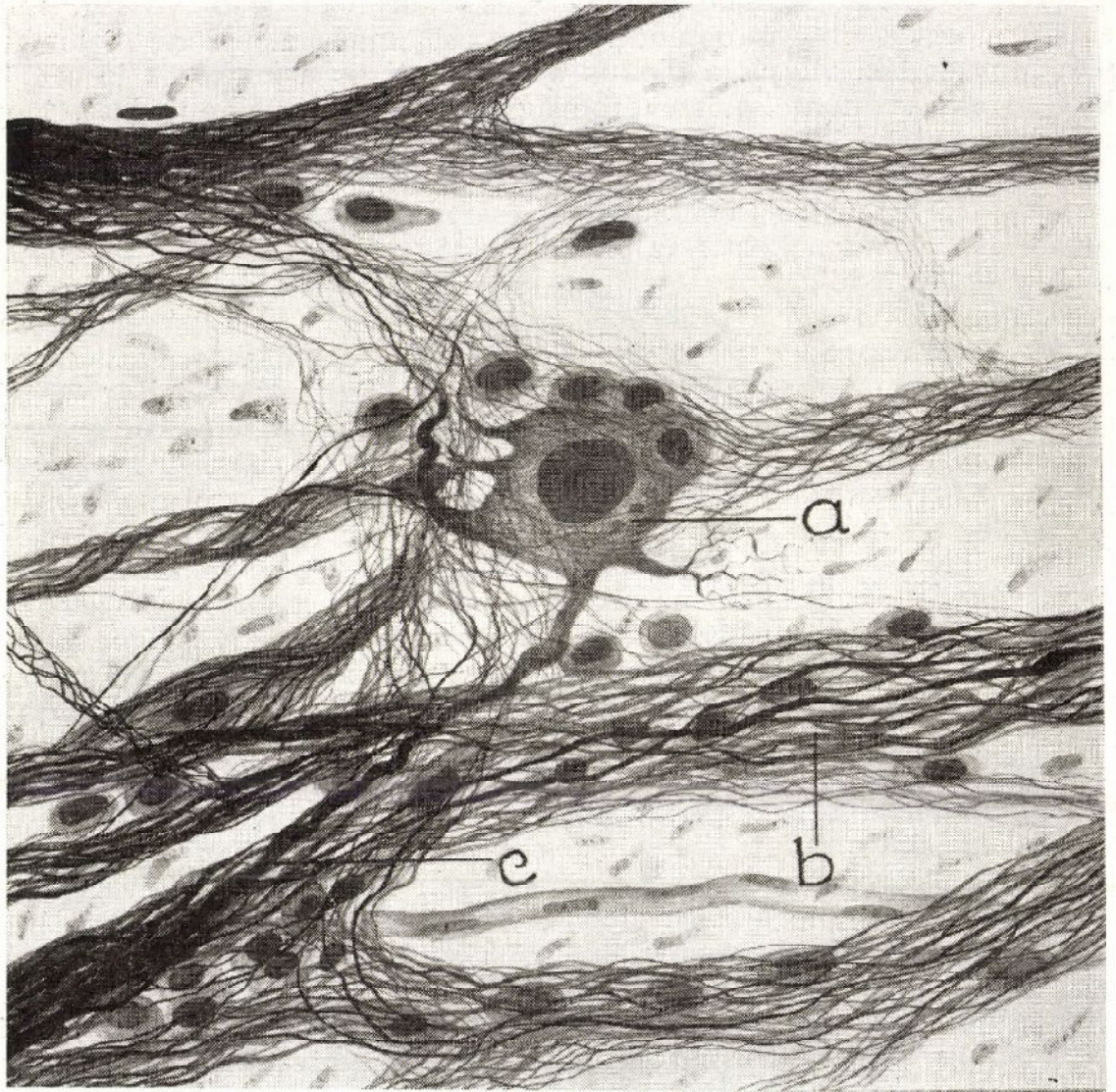
Belone belone: gyomor. Intermuscularis idegfonadék az elsőrendű rostkötegbe ágyazott „óriás” sejttel

Az első- és másodrendű rostkötegek azzal is kitűnnek, hogy bennük a többi idegsejthez viszonyítva, igen nagy magános sejteket („óriás sejt”) és mellettük, vagy kissé távolabb 2—3 közép nagyságú sejtet találunk. Azokon a készítményeken, ahol az impregnáció nem nagyon erős, jól látszik a nagy sejtek körül kialakult, finom pericellularis idegrost hálózat.

Az idegfonadék hálószeleinek az alakjában szabályosság, mint ahogyan egyes magasabbrendű állatokról írják, a *Belone belone*-nél sem mutatkozik, vagyis a plexus a hosszanti és a körkörös izomréteg között fekvő, finom kötőszövetbe ágyazott, szabálytalanul futó, idegrostok fonadéka.

Esox lucius. A csuka bélcsatornájának az intermuscularis fonadékára mindenekelőtt az jellemző, hogy sokkal sűrűbb és tömöttebb, mint az eddig ismertetett halaké. A tömörittség és sűrűség onnan ered, hogy a hosszanti izomréteg izomsejt nyálábjaival párhuzamosan haladó elsődleges idegrostkötegek közel futnak egymáshoz, vastagabbak és szinte párhuzamos sorokba rendeződnek. Egy másik jellegzetesség az, hogy az elsődleges rostkötegekből kilépő másodlagos kötegek egy része szinte collateralisként követi az elsődleges kötegeket s vagy visszalép azokba, vagy egy szomszédos elsődleges idegrostnyaládba tér be. Közben a másodlagos idegrostkötegek finom idegrostokat adnak le egymás felé. — Az idegrostkötegek ilyen elrendezése folytán az *Esox lucius* intermuscularis fonadékának a hálószelei, a bélcsatorna hossz tengelye irányában megnyúltak. Vagyis bizonyos szabályosságot mutatnak. A plexus területén feltűnően vastag, 35—40 mikron átmérőjű véredények tűnnek fel. Ez arra enged következtetni, hogy a plexust magába foglaló kötőszövet nagyobb teret foglal el a két izomréteg között, mint más halaknál. — A csuka intermuscularis ideghálózatára szintén jellemzőek az „óriás sejtek” nyúlványaiból képződő, igen vastag, hullámos lefutású rostok, amelyek sok esetben kiválnak az elsődleges kötegekből s két-három kötegen merőlegesen átívelve egy másik elsődleges kötegen haladnak tovább. A csuka bélcsatornájának az intermuscularis plexusában elég sok az idegsejt. A sejtek dúcokat nem alkotnak, de azt megállapíthatjuk, hogy mindig ott csoportosulnak leginkább, ahol az idegrosthálózat sűrűbb. Számos olyan idegsejt is van, amely a legvastagabb elsődleges idegrostkötegekbe van beágyazódva.

Cyprinus carpio. A *Cyprinus carpio* intermuscularis idegfonadékja laza, finom szerkezetű. Ez abból adódik, hogy a hosszanti izomréteggel azonos irányban haladó fő idegrostkötegek aránylag vékonyak. Csupán 5—6 idegrost fut bennük. Továbbá az idegfonadékban nem lehet elkülöníteni másod-, illetve harmadrendű nyálábokat, mint ahogyan ezt a *Belone belone*, vagy az *Esox lucius* esetében tettük. A fő idegrostkötegeket leginkább magános idegrostok hálózata kapcsolja össze. Ezek a magános rostok az idegkötegekbe beágyazott, vagy az idegkötegek mentén fekvő sejteknek a nyúlványai. Egy további jel-



8. ábra

Esox lucius: gyomor. Intermuscularis idegfonadék. a — Dogiel I. típusú idegsejt; b — elsőrendű idegrostköteg; c — vastag idegrost



9. ábra.

Esox lucius: gyomor. Intermuscularis idegfonadék. a — „óriás” idegsejt; b — kis idegsejt; c — elsőrendű idegrostköteg; d — véredény; e — vastag idegrost

lemző sajátosság abban mutatkozik, hogy a *Cyprinus carpio* bélcsatornájának az intermuscularis fonadékában fekvő sejtek egyenletesen szét vannak szórva az egész hálózat területén. A sejtek között, az *Esox lucius* és a *Salmo irideus*, ill. a *Belone belone* intermuscularis plexusaiban látott „óriás sejtek” nincsenek. Ezzel függ össze az a jelenség, hogy a *Cyprinus carpio* bélcsatornájának az idegfonadékában nem láthatók olyan idegrostok, melyek vastagságukkal különösen kitűnnének a többiek közül.

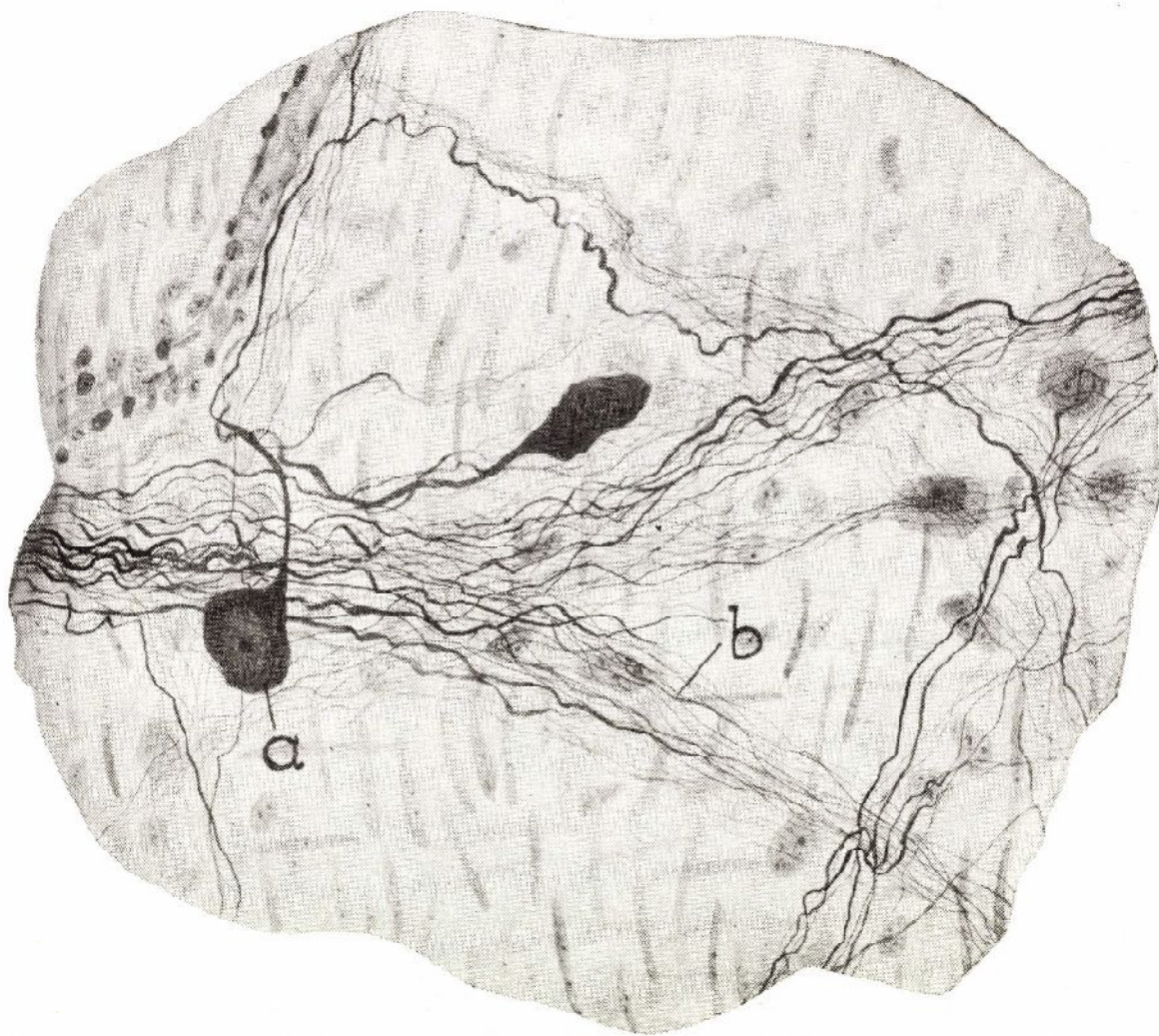
b) *A plexus intermuscularis idegsejtjei*

Salmo irideus. Az idegsejtek száma a szivárványos pisztiráng bélcsatornájának az intermuscularis idegfonadékában nem sok. Az idegsejtek főképpen az elsődleges idegrostkötegek mentén fekszenek, néhány sejt azonban a hálózat szemciben is található.

Legnagyobb részük unipolaris. Ezek általában megnyúlt lombik alakúak. Nem nagyok. Leghosszabb átmérőjük 13—15 mikron, rövidebb átmérőjük 4—5 mikron. Magvuk ovális alakú. A plasmához viszonyítva nagy. Sokszor csak egészen keskeny plasmaszegélyük van. Világosabb metszeteken jól látszik a kerek, központi fekvésű nucleolus. Az unipolaris sejtek nyúlványa széles alappal ered. Jól impregnálódik. A hosszanti idegrostkötegbe lép, amelyben messzire követhető. Persze, az ismertetett tipikus unipolaris idegsejteken kívül, vannak más formájú unipolaris idegsejtek is, melyeket az előbbiekkal együtt az 1, 2, 3, 10-es ábrán láthatunk. — Az unipolaris idegsejteket rendkívül finom idegrostok övezik s az is megfigyelhető, hogy egyes idegrostok a sejtek körül finom végágacsokkára esnek szét, és végfejecskékben végződnek.

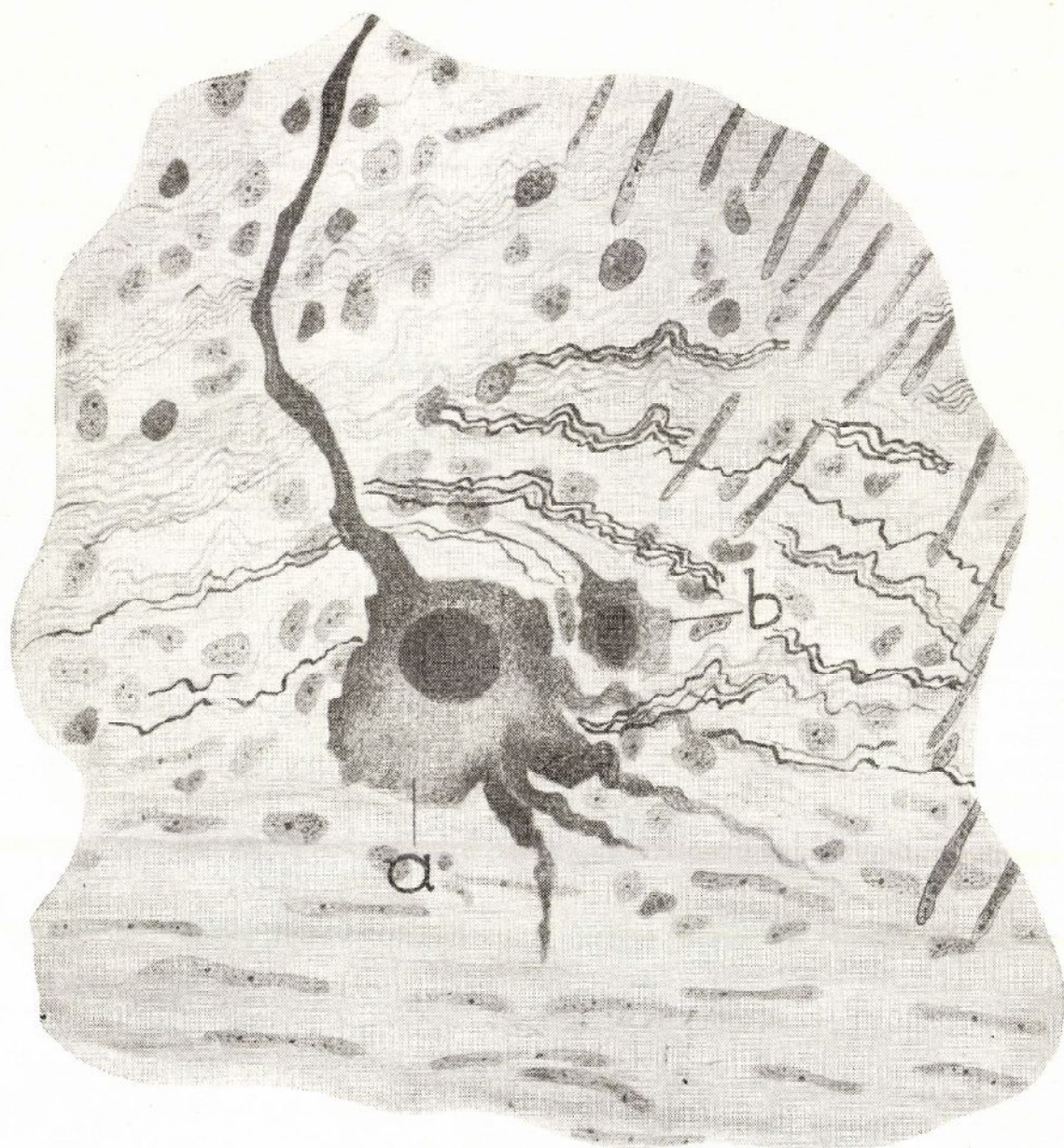
Az unipolaris idegsejtek mellett, nagy számban találunk a *Salmo irideus* plexus intermuscularisában multipolaris sejteket is. Ezek általában a sejt közelében elágazó dendritjeikkel és a sejttől messzebbre futó neuritjükkal tűnnek ki. A 14—15 mikron nagyságú multipolaris sejteken kívül felhívják magukra a figyelmet a 38—40 mikron nagyságot is elérő multipolaris sejtek, annál is inkább, mert az irodalomban ilyen vonatkozásban nem találtam említést. Ezeknek — a többi sejtekhez viszonyítva — „óriás sejteknek”, méretük mellett jellemző tulajdonságuk az, hogy plasmájuk és dendritjeik általában gyengébben impregnálódnak, viszont intenzíven impregnálódik kerek, vagy ovális, nagy hólyagszerű magvuk és neuritjük. A széles alappal eredő neuritnek, különösen a világosabb kezdeti szakaszán, jól látható a neurofibrillázottsága. Viszonylag egyenes lefutással messze halad a sejttől s azután belép egy vastagabb idegtörzsbe, amiben követhető a bélcsatorna hosszanti irányában.

Belone belone. Az idegsejteknek a száma közepesnek mondható. Helyüket tekintve előfordulnak az idegkötegekben is, azonban leginkább a plexus hálózataiban fekszenek és igen finom idegrostokkal vannak körülhálózva. (Lásd 7, 4, 5, 6. ábra.) Általában egymástól



10. ábra.

Salmo irideus: gyomor. Intermuscularis idegfonadék. a — unipolaris idegsejt; b — másodrendű idegrostköteg



11. ábra.

Salmo irideus: gyomor. Intermuscularis idegfonadék. a — „óriás” idegsejt; b — kis multipolaris idegsejt

távol, szórtan helyezkednek el, viszont azokon a helyeken, ahol a fonadék rosthálózata finom és sűrű, 4—6, 10—15 sejt is csoportosul. A sejtek uni-, bi- és multipolaris típusúak. Legnagyobb számban az unipolaris sejtek vannak. Ezek nyúlványukkal együtt jól impregnálódnak. Meglehetősen kicsinyek. Általában megnyúltak, lombik alakúak. Legnagyobb átmérőjük 16—20 mikron. Plasmájuk egynemű. Magvuk gömb, vagy ovális alakú, kissé excentrikus fekvésű. A mag annyira feketére impregnálódik ezüsttel, hogy benne a nucleolus nem látható. Nyúlványuk széles alappal ered s hamarosan egy másodrendű idegrostnyaládba lép be, melyben elvékonyodik. — A készítményeim alapján azon a véleményen vagyok, hogy az unipolaris sejtek nyúlványai bizonyos út után kilépnek az idegrostnyaládbokból s létrehozzák a fonadék finom hálózatát, amelynek rostjai azután beidegzik a simaizomzatot.

A bipolaris sejtek száma kevesebb. Alakjuk lehet a két végén kihegyezett, ilyenkor a sejt két pólusáról indulnak ki a nyúlványok. Sokszor azonban sajátságosan meghajlottak, ebben az esetben a nyúlványok eredési helye közelebb kerül egymáshoz. A bipolaris sejt egyik nyúlványa szélesebb, világosabb alappal ered, de a sejt elhagyása után erős kontúrúvá válik. Ez a nyúlvány valószínűleg a neurit, melyet egy másodlagos nyaládban hosszan követhetünk. A másik nyúlvány halványabban impregnálódik. Bizonyos esetekben ez is hosszan követhető, azonban mindig a finomabb idegrosthálózatban halad. A bipolaris sejtek nagysága általában olyan, mint az unipolaris sejté.

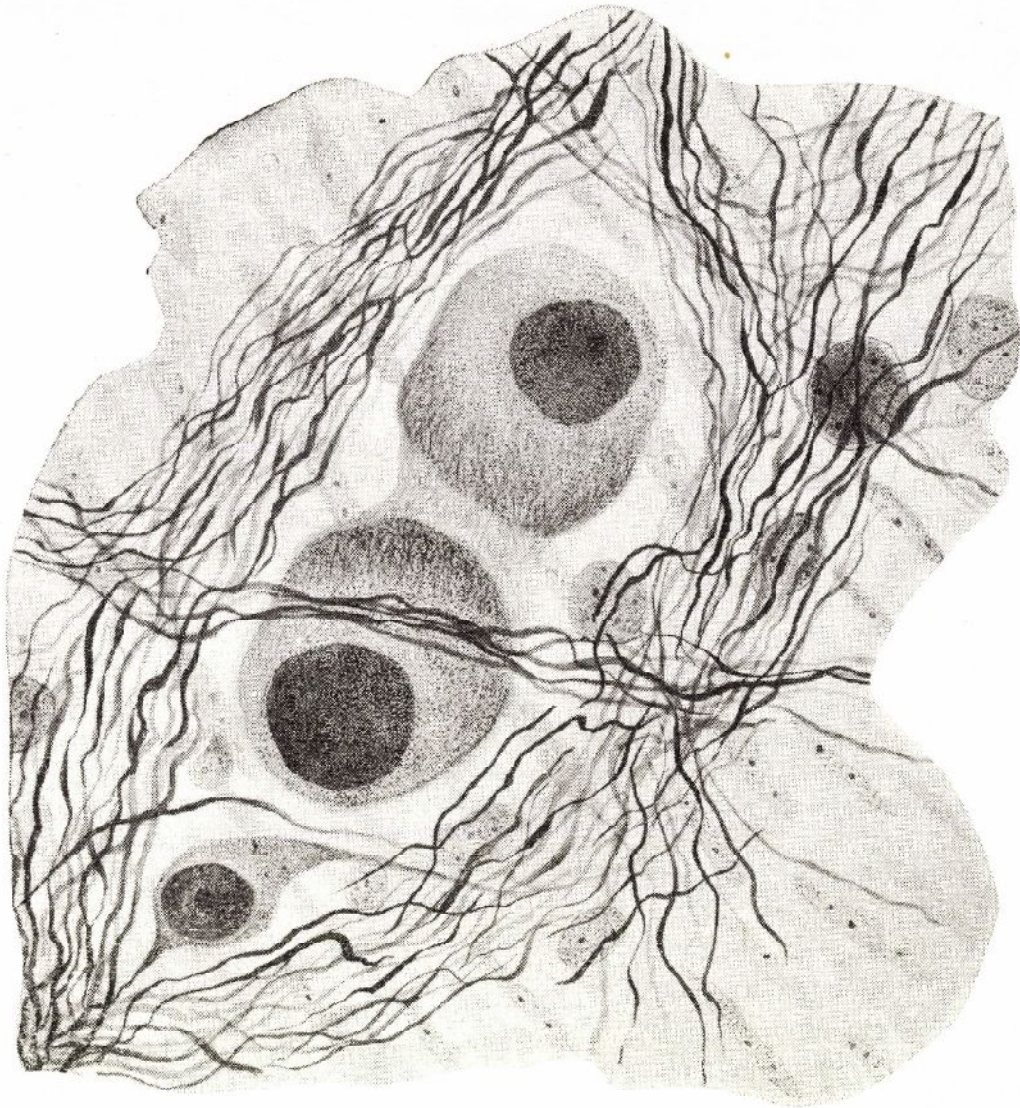
A multipolaris idegsejtek a többi sejtípushoz viszonyítva rendkívül nagyok. Átmérőjük eléri az 50—70 mikront. Gyakran be vannak ágyazva az elsőrendű idegtörzsekbe. (Lásd 7. ábra.) Plasmájuk finoman szemecskézett. Magjuk nagy, centralis fekvésű, hólyagszerű. Ezüsttel igen intenzíven impregnálódik, szerkezete így nem tanulmányozható. Átmérője 20—25 mikron. A multipolaris sejtek nyúlványainak a száma 6—7. A nyúlványokat morfológiailag nem lehet elkülöníteni. Ezekre a sejtekre tehát alkalmazható Cajal, Van Es weld, illetve Stöhr nézete. Valamennyi nyúlvány közel azonos módon ered a sejtéből, azután belép egy vékonyabb, vagy vastagabb idegtörzsekbe s abban halad messzire. A sejt közelében tehát egy nyúlvány sem ágazik el. Ezen az alapon ezeket a nagy multipolaris idegsejteket Dogiel II. típusú sejteknek lehet tekinteni. Mivel a multipolaris idegsejtek között Dogiel I. típusú sejtek nincsenek, valószínűnek látszik Kolossow, és Sabussow, Brandt, Lenhossék, Carpenter, Szentágothai azon megállapítása, hogy unipolaris sejtek ott fordulnak elő, ahol Dogiel I. sejtek nincsenek.

A multipolaris idegsejteknek fentebb vázolt sajátságai mellett arról az igen jellegzetes, illetve különös tulajdonságukról is számot kell adnom, hogy megtartották osztódási képességüket s a készítmények, illetve a róluk készült ábra tanúsága szerint, amitotikusan osztódnak. (Lásd 13. ábra.) Ezzel ismételten bővült az ilyen vonatkozású irodalmi adatok száma. Persze nem szeretném azt a látszatot kelteni, mintha a neuronok osztódását általánosnak tartanám az intermuscularis plexusban. Megfigyelésemmel inkább annak a lehetőségére sze-



12. ábra.

Belone belone: gyomor. Intermuscularis idegfonadék. a — Dogiel II. típusú „óriás” idegsejt; b — unipolaris idegsejt; c — másodrendű idegrostköteg



13. ábra.
Belone belone: gyomor. Intermuscularis idegfonadék osztódó „óriás”
idegsejttel

retnek rámutatni, hogy ezek a méretekben különleges nagyságot elérő s osztódásra is képes multipolaris idegsejtek funkciójuk tekintetében is eltérő sajátosságokkal rendelkezhetnek a többi idegsejtekkel szemben. Ezzel kapcsolatosan egy legutóbbi neurohystologus kongresszuson elhangzott véleményre lehet gondolni, amely szerint, a neurosecretio megismerése óta egyes kutatók kétféle típusú neuront különböztetnek meg. (Ábrahám A. szóbeli közlése.) Ha funkciójukat tekintve elkülönítjük a többi neurontól a neurosecretiós neuronokat, akkor feltehető, hogy a neuronok ezen típusa megtartotta osztódási képességét. — Végleges álláspontunkat azonban csak azután fogalmazhatjuk meg, ha méginkább kiterjesztjük az ehhez szükséges vizsgálatainkat.

Esox lucius. Rina Monti (1898) a csuka bélcsatornájában csak multipolaris idegsejteket talált. Ábrahám A. (1933, 1933) uni-, bi- és multipolaris sejteket figyelt meg igen szép készítményein, de szerinte is, a sejtek legnagyobb része multipolaris. A multipolaris idegsejtek nyúlványai Ábrahám A. vizsgálatai szerint morfológiailag hasonlóak, vagyis a neurit nem különböztethető meg a dendritektől.

Mindezekhez a magam részéről a következőket teszem hozzá. — A csuka bélcsatornájának intermuscularis plexusában a sejtek túlnyomó többsége benne fekszik az elsőrendű rostkötegekben, a kisebb részük a vékonyabb idegrostkötegek kereszteződési helyein található. A kisebb unipolaris és bipolaris idegsejtek mellett az *Esox lucius*-nál is feltűnnek a 45—50 mikron átmérőjű nagy multipolaris idegsejtek. Ezek mintegy kétszer olyan nagyok, mint a többi sejtek. Magvuk centralis fekvésű, nagy, hólyagszerű. Ezüsttel igen erősen impregnálódnak. A cytoplasmájuk halványan színeződik, de egyes sejtek plasmájában durva, sűrű argentophyl szemecskék láthatók. (L. 8., 9. ábra.) — A nyúlványaik nem egyformák, mert míg többségük a sejt közelében finoman elágazik, a főnyúlvány nem sokkal a sejtől való kilépése után betér egy elsőrendű idegrostkötegbe és abban halad tovább. A főnyúlvány eredési helyénél halványabban itatódik át ezüsttel s jól felismerhetők benne a neurofibrillák. Mikor belép a vastag idegrostnyaládba, erősen fekete színűvé válik s az idegrostnyaláb legvastagabb idegrostja lesz. Ezeknek a nagy multipolaris idegsejteknek a nyúlványai tehát azok a különleges vastagságú idegrostok, melyekről az idegfonadék ismertetésénél már írtunk. — A Dogiel-féle felosztás alapján a nagy multipolaris sejteket Dogiel I. típusúnak tartom.

Cyprinus carpio. A ponty intermuscularis idegfonadékának a sejtjei csaknem egyformák és igen kicsinyek. Átlagos átmérőjük 9—12 mikron között van. Azonban nemcsak nagyság tekintetében hasonlóak, hanem azért is, mert valamennyien multipolarisak. Mivel a sejtek az idegfonadékban szinte egyenletesen szét vannak szórva, vannak olyanok, amelyek a körkörös izomzattal, s vannak olyanok, amelyek a hosszanti izomzattal kerültek szorosabb kapcsolatba. Vannak olyan sejtek is, melyek vékony kötőszöveti nyalábbal benyomulnak a körkörös izomsejtek közötti résekbe s csak főnyúlványuk útján

tartanak kapcsolatot az idegplexussal. Mind a sejtek, mind a nyúlványaik eléggé nehezen impregnálódnak. Míg a *Belone belone* és az *Esox lucius* esetében a magvak erősen itatódnak át ezüsttel, addig a *Cyprinus carpio*nál a mag és a plasma közel egyformán impregnálódik. De mivel a dús neurofibrilláris hálózat, nemkülönben a sejteket körülburkoló sűrű pericellularis képződmények mintegy kiemelik környezetéből a magot, a pontszerű sötét magvacskával úgy tűnik fel a sejt centrumában, mint egy világos, nagy szemgolyó. A sejteknek eme szerkezete különösen azoknál a sejteknél tűnik elő, amelyek a körkörös izomzat interstitiumában fekszenek, vagy a fonadék lazább részeibe vannak beiktatva.

A sejtek közel csillag alakúak, de vannak kissé megnyúlt, kihegyezett piramis alakú sejtek is. A nyúlványok száma 6—8. A sejtek nagyobb részénél nem lehet eldönteni, hogy a nyúlványok közül melyik a neurit és melyik a dendrit. Az ilyen típusú sejtek a Dogiel II. típusba tartoznak. A sejteknek nem kis hányada, különösen azok, amelyek a körkörös izomzat interstitiumaiban fekszenek, Dogiel I. típusúak, mivel ezeknél azt tapasztaljuk, hogy a sejtekből kilépő nyúlványok a sejt közvetlen közelében a Lawrentjew-lamellákra emlékeztető képződményeket formálnak, de ugyanekkor egy nyúlvány megszűrése követhető, amint elágazás nélkül halad az idegrostköteg felé.

c) Az intramuscularis beidegzés

Jellegzetesnek látszik, hogy a nagyon sűrű, illetve finom intermuscularis fonadékkal rendelkező *Esox lucius* és *Belone belone* bélcsatornájának az intramuscularis beidegzése kisebb mértékű, ill. nem mutat olyan finom, az egész izomzatot átszövő hálózatot, mint ahogyan azt a kevésbé sűrű intermuscularis hálózattal ellátott *Salmo irideus* és *Cyprinus carpio* bélcsatornájában tapasztaljuk. Persze ennek az okát lehet keresni az impregnálódási, technikai viszonyokban is, azonban azt mi igyekeztünk tőlünk telhetően kiküszöbölni.

Salmo irideus. A bélcsatorna hosszanti izomrétegében alig láthatók készítményeimen finomabb idegrostok. Annál több és jelentősebb idegképződményt találunk a körkörös izomrétegben. A körkörös izomzatban futó idegrostok a hosszanti főidegtörzsekből válnak ki, benyomulnak az izomsejtnyalábok közötti interstitiumokba, amelyekben egymással párhuzamos sorokban haladnak. Lefutások közben több helyen neurofibrillaris fellazulást mutatnak, majd ismét egységessé válva, igen vékony, finom rostok alakjában a simaizom sejtek közé simulnak. Ezeknek az idegrostoknak a végződési formáit nem volt alkalmam megfigyelni.

Az ismertett idegrostok mellett vannak a körkörös izomrétegben vastagabb, hullámos lefutású, bizonyos szakaszokon enyhe duzzanatokat viselő idegrostok is. Ezeknek a végén megnyúlt körte alakú, máskor kerekded véglemezek képződnek. A véglemezek szerkezete

lehet tömött is, de leginkább fibrillaris szerkezetet mutatnak. Egyes esetekben (Lásd 15. ábra) jól látható, amint a véglemezen túl egy kisebb ultraterminalis lemez képződik. Előfordul az is, hogy egy vastagabb rostot két finomabb rost követ, melyek a főrost véglemeze mellett szintén terminalis véglemezt alkotnak. — A pisztráng bélcsatornájának egyes területein ezek a terminalis véglemez-rendszerek csoportosulnak, valóságos mezőt alkotnak. Én úgy gondolom, hogy az ismertetett terminalis idegvégződéseket, szerkezetük alapján olyan pressoreceptoroknak tarthatjuk, melyek felfogják a bélcsatorna teltsége folytán kialakult nyomást s az általuk küldött impulzusok útján alakul ki a bélcsatorna megfelelő tónusa az emésztés idejére.

Ezek a most leírt receptorok ismereteim alapján, különösen a halak bélcsatornáját tekintve, újak az irodalomban. De ismeretlennek látszanak más állatok bélcsatornájára vonatkozóan is, mivel az újabb munkák (De Castro 1950, Sotelo 1954, T. S. Ivanova 1952, Temesrékási 1955, 1956, R. K. Winkelmann 1961, T. A. Batyreva 1953 stb.) nem tesznek említést a simaizom ilyen típusú idegvégződéseiről.

Szükségesnek tartom megemlíteni, hogy az általam ismertetett receptorokkal — az összetetteket kivéve — morfológiai tekintetben szinte azonosak azok a receptorok, melyeket Ábrahám A. (1960) a sertés aortaívéből közölt, azzal a különbséggel, hogy azokat Ábrahám A. az adventitiából a mediába benyomuló kötőszövetben találta. — Viszont hasonló esetről számolhatok be jómagam is a *Blennius sanguinolentus* esetében, amely halnál a gyomorszáj környékéről készült preparatumon tapasztalható, hogy a tunica muscularisba behúzódó adventitiában terjedelmes, szép receptor mező terül el. (Lásd 16. ábra.)

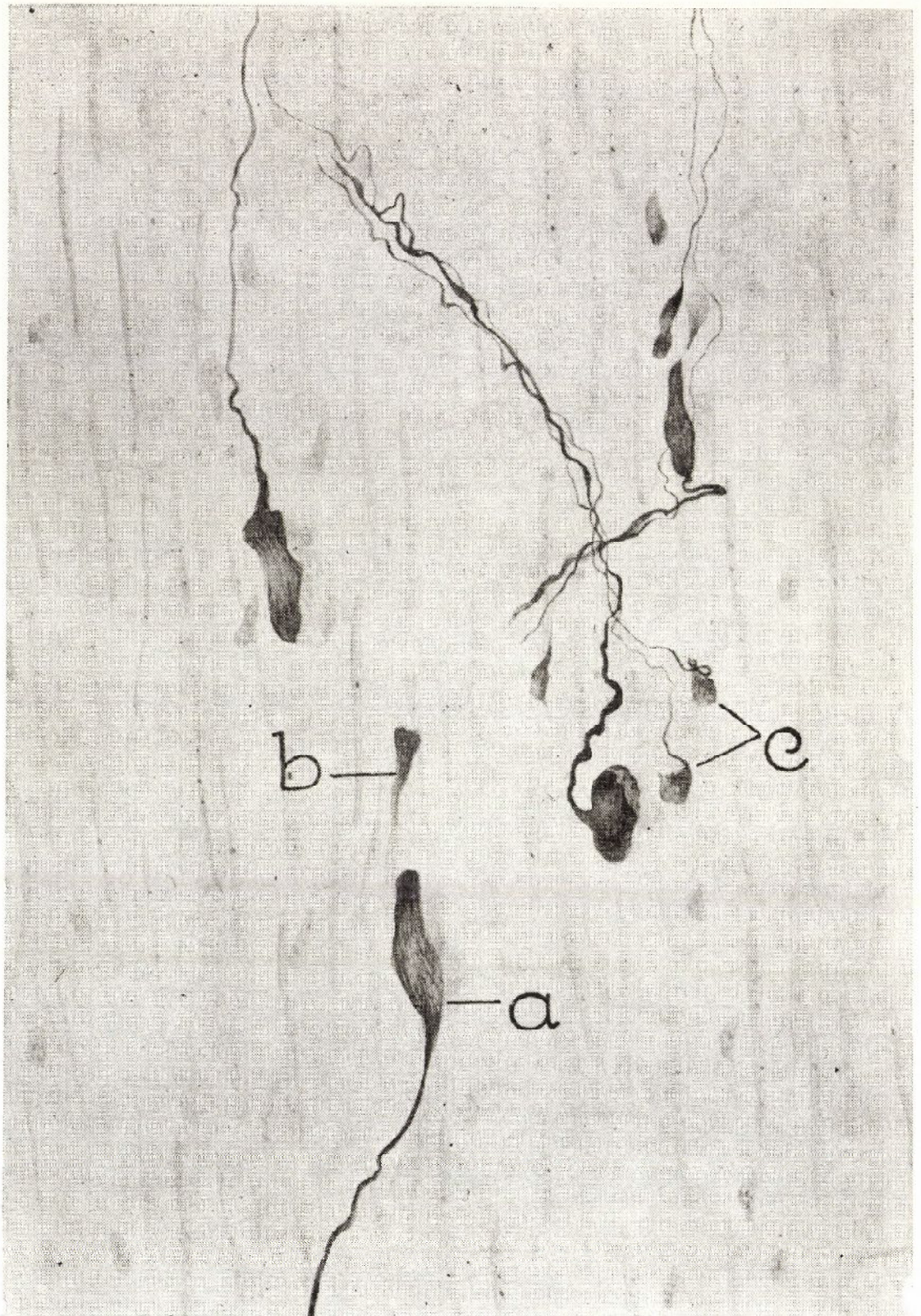
Cyprinus carpio. A *Cyprinus carpio* intramuscularis idegrostjai főtömegükben az intermuscularis hálózattól származnak, de vannak olyan idegrostok is, melyek a submucosából térnek be a körkörös izomrétegbe. Viszont ezek valószínűleg csak átívelődő vagy áthaladó rostok, melyeknek közvetlenül nincs különösebb szerepük a bélcsatorna izomzatának az élettani funkcióiban.

A körkörös izomzat idegrostjai alakjukat s ezen keresztül funkcióikat tekintve, háromfélék. A rostok, egyik nyalábokban haladó csoportja, legtöbbször a véredényeket követve, merőlegesen töri át a simaizomzatot. Ezeknek úgy látszik nincs kapcsolata az intermuscularis és az intramuscularis hálózattal, hanem azoktól függetlenül a submucosának és a mucosának a beidegzését biztosítják. — A rostok másik része vastag, hullámos lefutású, általában párhuzamosan halad a hosszanti izomréteggel. Egyes helyeken fellazul, neurofibrillázottá válik, megvastagszik s útközben oldalágakat ad le, amelyeken terminalis véglemezek képződnek. — Egyik legszebb ilyen véglemezrendszer esetében a következőket figyelhetjük meg. — Egy, a főrostból kiágazó vastagabb rost mélyebb ívben áthajlik 4—5 simaizomsejt nyalábon, majd erős kanyart formálva visszahajlik és T alakban két ágra osztó-



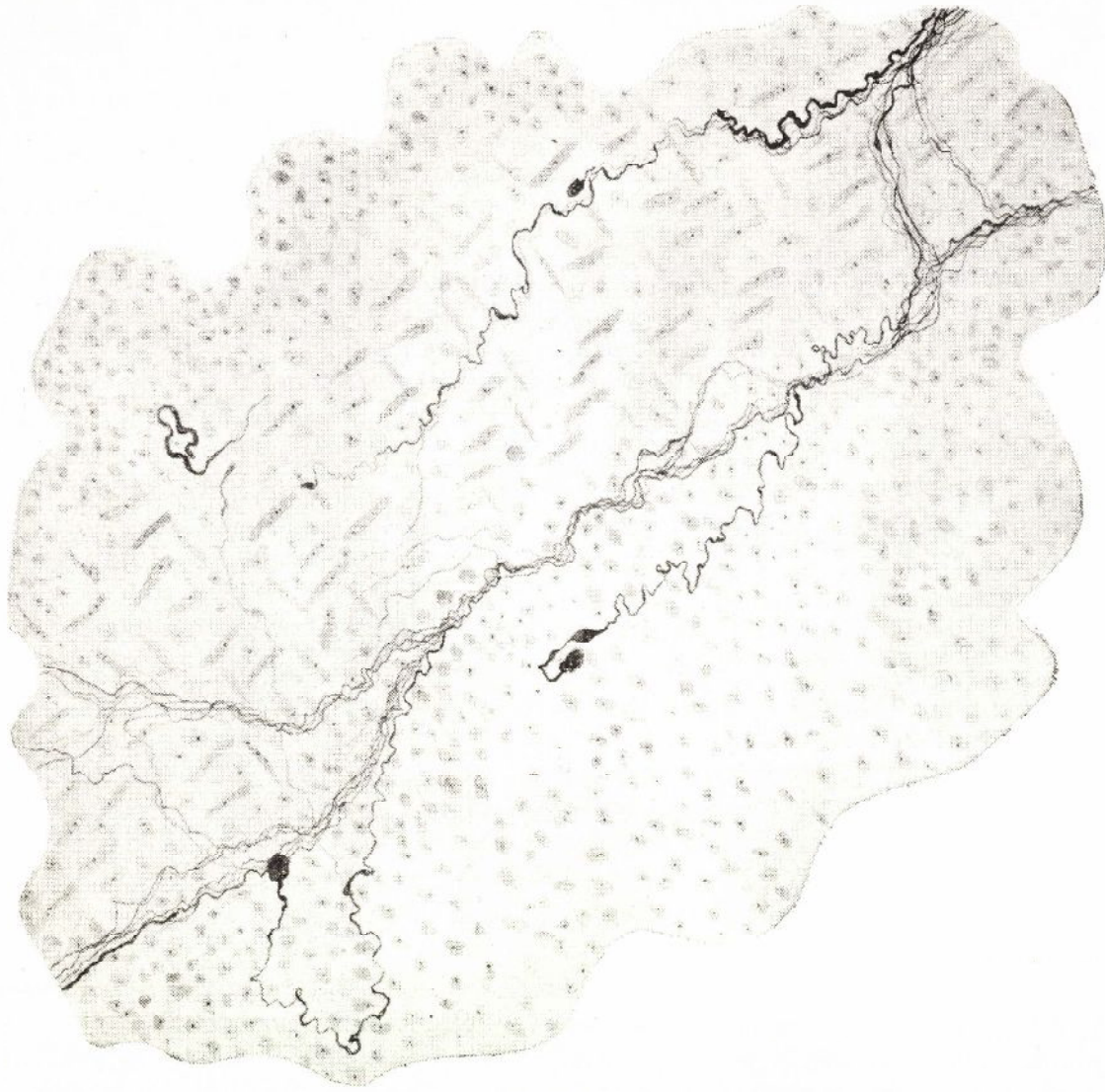
14. ábra.

Salmo irideus: gyomor. Pressoreceptor mező a cirkularis izomrétegben



15. ábra.

Salmo irideus: gyomor. Pressoreceptor mező a cirkularis izomrétegben.
a — terminalis ideglemez; b — ultraterminalis lemez; c — a mellékrostok
terminalis lemezei



16. ábra.

Blennius sanguinolentus: gyomorszáj. Receptorok a tunica muscularisba behúzódó adventitiában

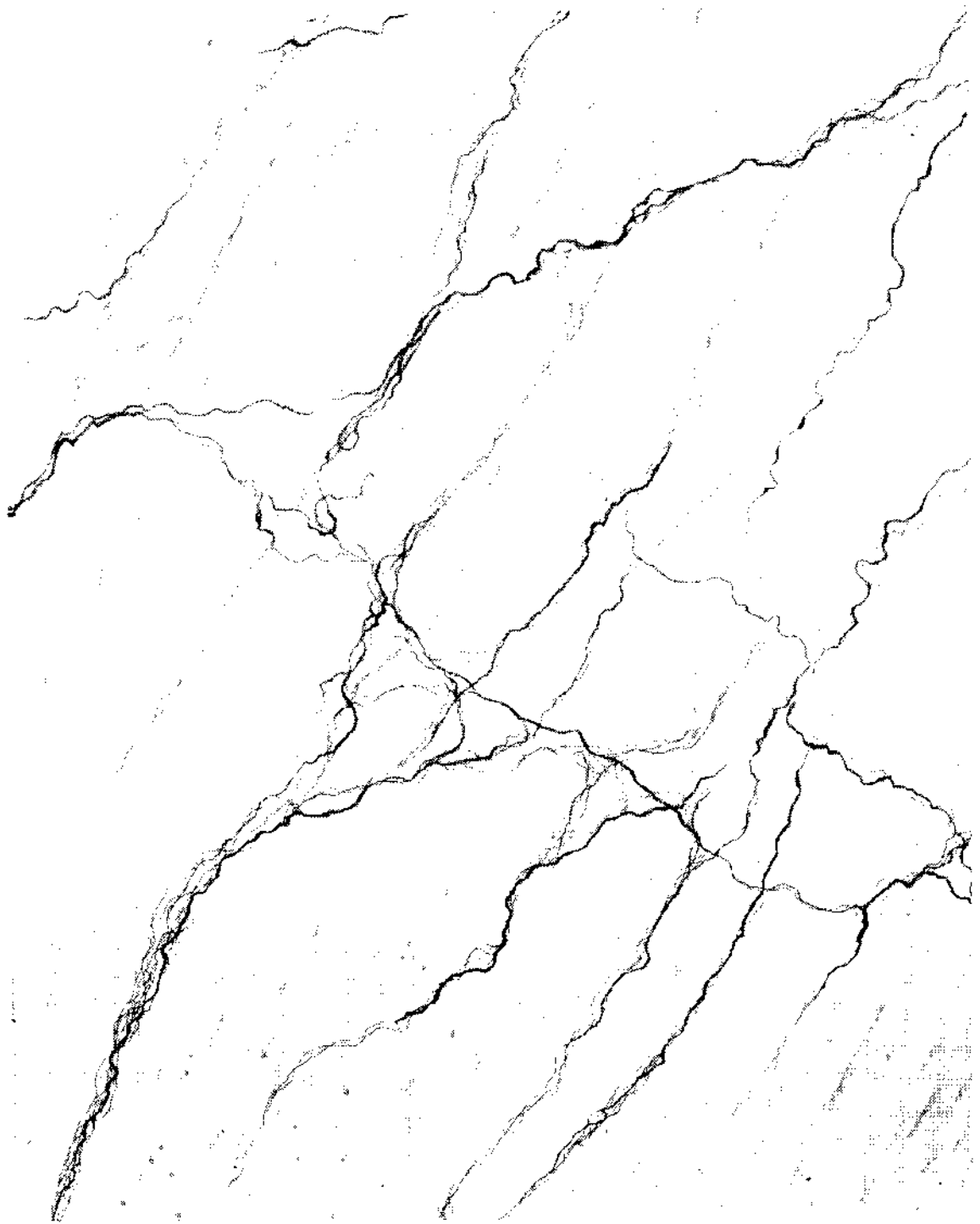
dik. A vékonyabbik ág szétesik a simaizom sejteken leheletszerű, fa alakú hálózatra. A másik ág megvastagszik, s nem sokkal eredése után szintén egy igen finom hálózatot képző rostot ad le, majd rövid út után, eléggé tömör szerkezetű, megnyúlt körte alakú végbunkót alkot. A végbunkóból finom ultraterminalis rost húzódik tovább a simaizom-sejtek között, amelyen újabb két kisebb, valamivel lazább szerkezetű, ultraterminalis lemez keletkezik s végül az ultraterminalis rost egészen elvékonyodva, elvész az izomsejtek között. — Ezt az idegvégződést szintén joggal tekinthetjük a simaizom pressoreceptorának s irodalmi ismereteink alapján, a bélcsatorna tekintetében új adatnak. — A pressoreceptorokat képző rostok véleményem szerint központi eredetűek s a pressoreceptoroknak ugyanúgy, mint a *Salmo irideus*-nál írtam, a bélcsatorna tónusának a kialakításában lehet szerepük.

Az intramuscularis idegrostok harmadik csoportja az intermuscularis fonadék sejtjeiből és az interstitiumokban levő idegsejtek nyúlványyaiból adódik. Ugyanúgy, mint a pisztrángnál, a körkörös izomzat haladási irányát követik. Vékonyabb, vagy vastagabb kötőszövettel vannak körülvéve. A vékonyabb kötőszövetben csupán egy rost halad, a szélesebb réseket kitöltő kötőszövetben 2—4. Ezek lefutásuk közben egymáson többször áthajolva, laza hálózatot alkotnak. A rostok nem egyforma vastagok. Véleményem szerint ez nem abból adódik, hogy a rostoknak más lenne a központi sejtje, mint amit az előbbieken megjelöltem, hanem arról van szó, hogy az egyik rostnak a kezdeti szakasza, a másiknak a középső, vagy végső szakasza esik egymás mellé. A rostok egészükben teljesen körülfogják a bél körkörös izomzatát, de egyes rostok kilépnek az interstitiumból s több izomnyalábon átívelve, az izomzat mélyebb vagy magasabb rétegeibe hatolnak és belépnek egy másik interstitiumba. Ilyenformán az egész körkörös izomzat az idegrostok rendkívül gazdag hálózataival van átszőve. Egyes metszeteken ez annyira kifejezésre jut, hogy azt a látszatot kelti, mintha a körkörös izomzatot alkotó simaizom sejtnyalábok különböző emeletein egy-egy összefüggő lapos rosthálózat lenne.

Az intramuscularis idegrostoknak ezt a most ismertetett csoportját a simaizom mozgató rostjainak tartom. Bár fénymikroszkópos nagyítással nem figyelhetők meg a rostok végén megnyugtató módon elhatárolható különleges végződés formák, az kétségtelen, hogy az interstitiumokból helyenként igen finom idegrostok válnak ki, melyek hozzásimulnak, ráfekszenek az izomsejtekre, s azokon elvesznek látószervünk számára. — A neuro-muscularis kapcsolatok tekintetében nem osztom véleményemet a Reiser- illetve Stöhr-féle terminalreticulum elmélettel, de nem állítanám azt sem, hogy a rostok hypolemmáisan végződnek (Ábrahám A. 1933, 1952). Inkább R. Caesar (1958) és más kutatók elektronmikroszkópos megfigyelései alapján fogalmazom meg nézetemet. — E szerint a simaizomszövet sejtjei nem képeznek syntitiumot. A simaizom sejtek önállóak. Minden sejt jól felismerhető membránnal van körülvéve. A sejtmembránon nincsenek olyan nyílások, amelyekben a neurofibrillák, vagy neurofilamentumok átlépnének. Vagyis mind az izomsejt, mind az idegrost meg-



17. ábra.
Cyprinus carpio: bél keresztmetszet. Receptor rendszer a cirkularis
izomrétegben



18. ábra.
Cyprinus carpio: bél tangentialis metszet. Idegrosthálózat a cirkularis izomrétegben

tartja egymással szemben morfológiai önállóságát. Az idegingerület átadása az izomsejt és az idegrost terminális képződményének az érintkezése útján, a membránok közvetítésével megy végbe.

Összefoglalás

A *Salmo irideus*, a *Belone belone*, az *Esox lucius* és a *Cyprinus carpio* bélcsatornájának az intermuscularis és intramuscularis beidegződésére vonatkozó vizsgálataim eredményeit a következőkben foglalom össze:

1. Az intermuscularis idegfonadék a vizsgált halaknál különböző típusú. Legsűrűbb intermuscularis idegfonadéka az *Esox lucius* és a *Belone belone* bélcsatornájának van. Az *Esox lucius* intermuscularis idegfonadékának a hálószelei a bélcsatorna hossztengelyének az irányában megnyúltak, ovális alakú tereket zárnak közre, tehát bizonyos alaktani szabályosságot mutatnak.

2. Az intermuscularis idegfonadék sejtjei uni-, bi- és multipolárisak, de a *Cyprinus carpio* idegfonadékában csak kicsi, egyforma, multipoláris idegsejtek vannak.

Az idegsejtek nyúlványainak a megkülönböztetésére nincs mindig mód, így a sejteket nem tudjuk minden esetben a Dogiel-féle típusok szerint elkülöníteni.

Különös figyelmet érdemelnek a *Salmo irideus*, az *Esox lucius* és a *Belone belone* intermuscularis fonadékaiban található „óriás” sejtek, annál is inkább, mert a *Belone belone* bélcsatornájából készült preparátumokon amitotikus osztódást mutatnak, továbbá az irodalomban ilyen sejtekre adatot nem találunk. Lehet, hogy ezek a bélcsatorna intramuscularis neuronjainak egy sajátos típusát képviselik, melyek élettani funkció tekintetében is különböznek a többi neurontól.

3. A sejtek általában kisebb-nagyobb fészkekben csoportosulnak, ill. a vastagabb rostkötegekbe vannak beágyazva, de dúcokat sohasem alkotnak. — A *Cyprinus carpio* esetében a sejtek egyenesen szét vannak szóródva a plexus területén.

4. Különösen gazdag idegrostokban és különleges képződményekben a *Salmo irideus* és a *Cyprinus carpio* bélcsatornájának az intramuscularis beidegzése. A körkörös izomzatban található idegrostok háromfélék. Vannak olyanok, melyek leginkább a véredényeket kísérve, merőleges nyalábokban haladnak át az izomzaton s egyenesen a mucosába és a submucosába tartanak. Ezeknek az idegrostoknak nincs különösebb kapcsolata az intermuscularis és intramuscularis idegrosthálózattal. A mucosának és a submucosának önálló idegellátása van.

Az idegrostok másik része az intermuscularis plexus sejtjeinek, ill. az izom interstitiumaiban fekvő sejteknek a nyúlványaiból származik. Ezek a rostok az izom interstitiumainak a kötőszövetében haladva, a körkörös izomzattal együtt körülölelik a bélcsatornát. Közben egyes rostok kiválnak a kötélekből, átívelnek több izomnyalábot, s a körkörös izom magasabb, ill. mélyebb rétegeibe hatolva, vagy belépnek egy má-

sik interstitiumba, vagy igen finom ágakra szétesve, a simaizom sejtekhez simulnak és azokon végződnek. Ezeket az idegrostokat, melyek rendkívül gazdag és finom hálózattal látják el a simaizmot, a simaizom mozgató rostjainak tartom.

A bélcsatorna izomzatában található idegrostok harmadik fajtájú képviselői a többi idegrostoktól függetlenek, vastagabbak, hullámos lefutásúak, bizonyos szakaszokon enyhe duzzanatot viselnek. Legtöbbször a hosszanti izomzattal párhuzamosan haladnak, s a körkörös izomzatban terminalis lemezben, ill. terminalis lemezrendszerekben végződnek. A simaizomzatnak ezen terminalis idegképződményeit szerkezetük és helyzetük alapján pressoreceptoroknak tartom, melyek felfogják a bélcsatorna teltségéből eredő nyomást, s ennek alapján szerepük van a bélcsatorna tónusának a kialakításában.

5. A halak bélcsatornájának a simaizomzatát ellátó receptorikus idegvégződésekre vonatkozóan, nem találtam az irodalomban adatokat, így az általam ismertett pressoreceptorok, ill. pressoreceptor mezők, új ismeretanyagnak számítanak.

INTERMUSCULARE UND INTRAMUSCULARE INNERVATION DES DARMKANALS EINIGER KNOCHENFISCHE

ALEXANDER BENDE

ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfolge meiner Forschungen bezüglich der intermuscularen und intramuscularen Innervation des Darmkanals der Regenbogenforelle (*Salmo irideus*), des Schnabelhechtes (*Belone belone*), des Hechtes (*Esox lucius*), des Karpfens (*Cyprinus carpio*) fasse ich in den Folgenden zusammen.

1. Das intermusculare Nervengeflecht ist bei den untersuchten Fischen von verschiedenem Typ. Das dichteste intermusculare Nervengeflecht hat der Darmkanal von *Esox lucius* und *Belone belone*. Das Netzwerk des intermuscularen Nervengeflechtes von *Esox lucius* hat sich in der Richtung der Längsachse des Darmkanals verlängert und schliesst ovalenförmige Plätze um, also sie zeigen eine gewisse morphologische Regelmässigung.

2. Die Zellen des intermuscularen Nervengeflechtes sind von uni-, bi- und multipolarc, aber in den Nervengeflechten von *Cyprinus carpio* sind nur kleine und gleichförmige multipolare Nervenzellen. Für das Unterscheiden der Fortsätze der Nervenzellen gibt es nicht immer eine Weise, so können wir die Zellen nicht in jeden Fall nach den Dogiel Typen ausscheiden.

3. In den intermuscularen Nervengeflechten von *Salmo irideus*, *Esox lucius* und *Belone belone* findliche „riesige“ Zellen sind einer besonderen Aufmerksamkeit wert, unsoemehr, weil die Präparaten welche aus dem Darmkanal von *Belone belone* verfertigt wurden, zeigen amitotische Verteilung, weiterhin finden wir in der Literatur auf solche Zellen keine Daten. Es ist möglich, dass diese, einen eigenartigen Typ der intramuralen Neuronen des Darmkanals vertreten, welche unterscheiden sich von den anderen Neuronen auch in der Hinsicht der physiologischen Funktion.

4. Die Zellen bilden im allgemeinen kleinere und grössere Gruppen, bzw. sie sind in den dichteren Fasernbündeln eingebettet, aber sie bilden niemals Ganglionen. — Die Zellen sind im Falle von *Cyprinus carpio* gleichmässig auf dem Gebiet des Geflechtes zerstreut.

5. Die intramusculare Innervation des Darmkanals von *Salmo irideus* und *Cyprinus carpio* ist an Nervenfasern und besonderen Bildungen besonders reich.

In der Ringmuskelschicht befindliche Nervenfasern sind dreierlei. Es gibt solche, welche meistens die Blutgefäße begleiten, in vertikalen Bündeln ziehen durch den Muskel und sie laufen gerade in Mucosa und Submucosa. Diese Nervenfasern haben keine besondere Verbindung mit dem intermuscularen und intramuscularen Nervenfasernetz. Mucosa und Submucosa haben eine selbständige Nervenversorgung.

Der andere Teil der Nervenfasern stammt aus den Fortsätzen der Zellen des intermuscularen Nervengeflechtes, bzw. aus denen, welche in den Interstitien des Muskels liegen. Diese Fasern laufen in der Bindegewebe von Interstitien des Muskels und umarmen den Darmkanal samt mit dem Ringmuskel. Inzwischen treten einige Fasern aus den Band aus, und biegen mehrere Muskelbündeln über, und in den höheren, bzw. tieferen Schichten des Ringmuskels eindringend, entweder treten sie in eine andere Interstitium oder auf feinere Zweigen zerfallend, schmiegen sie sich den glatten Muskelzellen an, und an diesen enden. Diese Nervenfasern, welche mit einem außerordentlichen reichen und feinen Netz den glatten Muskel versorgen, halte ich für die Bewegungsfasern des glatten Muskels.

Die dritte Sorte der im Muskel des Darmkanals befindlichen Nervenfasern sind von den anderen Nervenfasern unabhängig. Sie sind dicker und haben ein wellenförmiges Laufen, auf gewissen Abschnitten tragen sie milde Schwellungen. Meistens laufen sie mit dem Längemuskel parallel und im Ringmuskel in einer terminalen Platte bzw. in terminalen Plattensystemen enden. Ich halte diese terminalen Nervenformationen des glatten Muskels auf Grunde ihrer Struktur und Lage für Pressoreceptoren, welche den aus der Gefülltheit des Darmkanals stammenden Druck auffangen und spielen sie eine Rolle in der Ausbildung des Tones vom Darmkanal.

6. Bezüglich der receptorischen Nervenendigungen, welche den glatten Muskel des Darmkanals der Fischen versorgen, fand ich in der Literatur keine Angaben. So sind die von mir dargestellte Pressoreceptoren, bzw. Pressoreceptorfelder zu den neuen Befunden zu rechnen.

I R O D A L O M

- Ábrahám A.: Adatok az édesvízi csontshalak fali dúcsejtjeinek ismeretéhez. — *Allatt. Közlem.*, XXX., p. 63—78. 1933.
- Ábrahám A.: Über die innervierung des Verdauungstraktes einiger Knochenfische. — *Magyar Biol. Kut. Int.* VI., 1933.
- Auerbach, L.: Über einen Plexus myentericus, einen bisher unbekanntem ganglionervösen Apparat im Darmkanal der Wirbeltiere. (Vorläufige Mitteilung.) *Breslau, Morgenstern*, 1862.
- Batyreva, T. A.: On sensory innervation of the duodenum. — *Arch. Anat. Gistol. Embriol.* 40, Nr. 3, 27—30. 1961.
- Boeke, I.: Sympatischer Grundplexus contra Terminalreticulum. Eine Antwort an Prof. Stöhr. — *Acta neuroveget.* 2. Wien, 1951.
- Brandt, W.: Das Darmnervensystem von *Myxine glutinosa*. — *Zeitschrift für Anat. u. Entwicklungsgesch.* 65. 1922.
- Dogiel, A. S.: Zwei Arten sympatischer Nervenzellen. — *Anat. Anz.* 11. p. 679. 1896.
- Caesar, R.: Elektronmikroskopische Beobachtungen zum Verhalten der marklosen Nervenfasern im glatten Muskelgewebe. — *Anat. Anz.* 105. 90—100. 1959.
- van Esveld, L. W.: Über die nervösen Elemente in der Darmwand. — *Zeitschrift für Mikr.-anat. Forsch.* 15. 1—42. 1928.
- Gansler, H.: Phasenkontrast- und elektronmikroskopische Untersuchungen zur Innervation der glatten Muskulatur. — *Acta neuroveget.* 22. 192—211. 1961.
- Ito, T.: Zytologische Untersuchungen über die intramuralen Ganglienzellen des Verdauungstraktes. — *Folia Anatomica Jap.* XIV. 5. 621—666. 1936.
- Ito, T.; Nagahiro, K.: Zytologische Untersuchungen über die intramuralen Ganglienzellen des Verdauungstraktes. — *Folia Anatomica Jap.* 15. 609—634. 1937.
- Ivanova, T. S.: Zur Frage der afferenten Innervation des Dünndarms. — *Dokl. Akad. Nauk. SzSszR.* N. S. 85. 901—904. 1952.

- Kolossow, N. G.; Iwanow, J. F.: Zur Frage der Innervation des Verdauungstraktes einiger Fische (*Acipenser ruthenus*, *Silurus glanis*). — Zeitschrift für mikr.-anat. Forsch. 22. 533—556. 1930.
- Kolossow, N. G.; Milochin, A. A.: Die afferenten Innervation der Ganglion des vegetativen Nervensystems. Zeitschrift für mikr.-anat. Forsch. 70. 4. 426—464. 1963.
- Kolossow, N. G.; Polycarpowa, G. A.: Experimentel-morphologische Untersuchung der autonomen Innervation des Rectums. — Zeitschrift Anat. 104. 716—728. 1935.
- Lawrentjew, B. I.: Über die Erscheinung der Degeneration und Regeneration im sympathischen Nervensystem. — Zeitschrift für mikr.-anat. Forsch. 2. 1925.
- Lawrentjew, B. I.: Experimentel-morphologische Studien über den feineren Bau des autonomen Nervensystems. II. Über den Aufbau der Ganglien der Speiseröhre nebst einige Bemerkungen über das Vorkommen und die Verteilung zweier Arten von Nervenzellen in den autonomen Nervensystem. — Zeitschrift für mikr.-anat. Forsch. 18. 233—267. 1929.
- Lawrentjew, B. I.: Experimentel-morphologische Studien über den feineren Bau des autonomen Nervensystems. IV. Weitere Untersuchungen über die Degeneration und Regeneration der Synapsen. — Zeitschrift für mikr.-anat. Forsch. 35. 1934.
- Lawrentjew, B. I.; Borowskaja, A. I.: Die degeneration der postganglionären Fasern des autonomen Nervensystems und deren Endigungen. — Zeitschrift für Zellforsch. und mikr. Anat. 23. 761. 1936.
- Makino, K.: A histological study of sensory nerves in the small intestines and the caecum. — Arch. jap. Chir. 24. 443—455. 1955.
- Milochin, A. A.: Morphologischer Nachweis der afferenten (sensiblen) Innervation der periphere Neurone des vegetativen Nervensystems. — Zeitschrift für mikr.-anat. Forsch. 69. 4. 615—629. 1963.
- Okamura, Ch.: Über die Darstellung des Nervenapparates in der Magen-Darmwand mittels der Versilberungsmethode. — Zeitschrift für mikr.-anat. Forsch. 35. 218—253. 1934.
- Oshima: Über die Innervation des Darmes. — Zeitschrift Anat. 90. 725—767. 1929.
- Ottaviani, G.; Bonivento, E.: Contributi istoanatomici alla innervazione della tonaca muscolare dell' intestino di „*Tinca vulgaris*“. Atti Soc. med.-shir. 14. 94—129. 1936.
- Reiser, K. A.: Über die Nerven der Darmmuskulatur. — Zeitschrift für Zellforsch. und mikr. Anat. 22. 675—693. 1935.
- Rina Monti: Contributo alla conoscenza dei nervi del tubo digerente dei pesci. — Rendiconti del ist. Lomb. e lett. Serie 6. 28. 1898.
- Sakussew, S.: Über die Nervenendigungen an Verdauungskanal der Fische. — Travaux de la société Impériale des Naturalistes de St. Petersburg. 27. 4. 1898.
- Sotelo, J. R.: Nerve endings of the walls of the descendent colon and rectum. — Zeitschrift für Zellforsch. und mikr. Anat. 41. 101—111. 1954.
- Stöhr, Ph. jr.: Mikroskopische Studien zur Innervation des Magen-Darmkanals. — Zeitschrift für Zellforsch. und mikr. Anat. 12. 66. 1930.
- Stöhr, Ph. jr.: Zusammenfassende Ergebnisse über die Endigungsweise des vegetativen Nervensystems. I. u. II. — Acta neuroveget. 10. 1954.
- Takahashi, T.; Numata, T.; Sugamata, G. u. Tokumitsu, J.: On the sensory innervation of the rectum in cat. — Arch. hist. jap. 10. 165—171. 1956.
- Temesrékási, D.: Die Synaptologie der Dünndarmgeflechte. — Acta Morph. 5. 53—69. Budapest, 1955.
- Wang Wei Fan: Histological studies of sensory nerves in the sigmoid and rectum. — Arch. jap. Chir. 24. 567—580. 1955.
- Winkelmann, R. K.: Nerve endings in the skin of the gorilla. — J. comp. Neurol. 116. 145—155. 1961.