

A VÉREREK BEIDEGZÉSE

43 szövegközlő ábrával

Írta: ÁBRAHÁM AMBRUS

BEVEZETÉS

Éppen száztíz esztendeje annak, hogy *Luca Sámuel* „*Quaedam observationes anatomicae circa nervos arterias adeuntes et comitantes*“ c. Frankfurtban megjelent dolgozatában amaz anatómiai, fiziológiai, kór- és gyógytani szempontból egyaránt nagyjelentőségű megállapításáról adott számot, hogy az idegtörzsekből ágak mennek az arteriákhoz, amelyek részben a periarterialis kötőszövetben, részben pedig az erek izomrétegében végződnek. De egyben megállapította azt is, hogy „minél fiatalabbak az emberek, annál sűrűbbek az arteriáknak a tulajdonképpeni idegei, amelyek az izomréteghez mennek“ és megállapította azt is, hogy az idegek „a korral fogynak azonképpen, ahogyan fogynak az ereknek az erei“.

Néhány évvel később jelent meg *Goering* „*Dissertatio inauguralis anatomica — physiologica de nervis vasa precipue extremitatum adeuntibus*“ c. dolgozata, amelyben egyebeken kívül a következőket írja: „*Ego in hanc tunicam (i. e. tunica muscularis) nervulos sese immergere non vidi, sed tenuos nervulos arteriis se affigentes observavi, quorum cylindri primitivi (Fontana) radiatim tunicae muscularis adherentes in eius superficie terminantur ita, ut eorum actio in vasa non possit negari.*“

Ezekkel a megállapításokkal véglegesen igazolódott az az ügy anatómiai, mint fiziológiai szempontból fontos és alapvető tény, hogy a vérerek falába idegek lépnek, aminek egyenes következménye az, hogy az erek munkáját az idegrendszer tartja fenn és kormányozza. Azonban már a most megadott két első leírásban is mutatkozik az ellentét, amelyet később, hosszú évtizedes anatómiai és kísérleti fiziológiai munka során sem sikerült kiküszöbölni úgy, hogy mint *Millennck* 1948-ban megjelent dolgozatában olvassuk „*anatomical descriptions of the pattern of vascular innervation have been very conflicting.*“ De vonatkozik ugyanez az erek fiziológiájára is, annak dacára, hogy *Langley* (1921) és *Bayliss* (1923) kutatásai s a *Leriche* (1913) féle periarterialis neurektomia nyomán észlelt tapasztalatok sok értékes adattal és megfigyeléssel gyarapították az idevonatkozó irodalmat.

Annak, hogy az anatómiai leírásokban sok az ellentmondás és sok a tévedés, az az oka, hogy a makroszkopikus boncolás során, akkor, amikor a finomabb elágazások és vékony ágak következnek, igen könnyen adódik az a veszedelem, hogy a kutató a kötőszöveti nyalábokat és rostokat is idegnek nézheti. Ez az oka annak, hogy az a sok prae-

paratív munka, amely különösen *Leriche* és *Brünning* sympathektomiás vizsgálatai után napvilágot látott, igen sok ellentmondást tartalmaz, s a való helyzet bemutatására teljességgel elégtelennek bizonyul.

A kérdést, amely elsősorban arra irányult, hogy honnan erednek az adventitiában olykor még szabad szemmel is jól látható idegfonadékok, praeparatorikus úton próbálta eldönteni *Hirsch* (1925), *Berglas* (1925), *Braeucker* (1927), *Potts* (1915), *Kramer* (1914), *Laubman* (1924), *Hahn* és *Hunczek* (1925). Azonban mindezek a vizsgálatok éppen az előbb körvonalazott nehézségek következtében nem voltak tökéletesen megbízhatók. Nem voltak pedig megbízhatók, mint már jeleztem azért, mert sohasem lehetett biztosan eldönteni azt, hogy hol végződik az ideg és hol kezdődik a kötőszövet. Éppen ezért a kérdés tisztázását illetőleg rendkívül nagyjelentőségűek, voltak azok a vizsgálatok, amelyeket a makroszkópikus idegfonadékok megfestésére vonatkozólag *Worobierow* (1925) és *Kondratjeff* (1927) végeztek. Ezek a kutatók olyan festési eljárást dolgoztak ki, amellyel a makroszkópikus idegeket és elágazásaikat elektív módon meg lehetett festeni. Ezeket a módszereket először *Ljetnik* (1925) használta, s ezekkel végzett olyan vizsgálatokat, amelyek az összes addigi hasonló megállapításokat messzire felülmúlták. Az eljárás abban áll, hogy kutyáknak, vagy nyulaknak az érrendszerét először átmoszuk methylénkék és chlorofilsav vagy vanádium és neutralis vörössó vizes oldatával, s azután az ereket ebben a folyadékban hagyjuk egy bizonyos ideig.

Ljetniknek és más hasonló irányban dolgozó kutatóknak a vizsgálataiból kitűnt, hogy a vérerek falába lépő idegek egy része cranio-cerebralis ideg, a másik cerebrospinalis eredetű, s a harmadikat a sympathicus idegrendszer szolgáltatja. Kitűnt továbbá, illetőleg pontos megállapítást nyert az is, hogy az egyes arteriák a következő forrásokból kapják a falukba lépő idegeket, illetőleg rostokat. Arteria subclavia: plexus brachialis, ganglion cervicale inferius, truncus sympathicus; arteria carotis communis: vagus, glossopharyngeus, ramus descendens nervi hypoglossi, sympathicus; arteria carotis interna: finom ágak a ganglion Gasseriből és sympathicus: a fej felületen arteriái: trigeminus, facialis occipitalis major, auricularis magnus, sympathicus; arteria axillaris: ganglion cervicale inferius, nervus ulnaris, nervus medianus, sympathicus; arteria brachialis: a nervus musculocutaneus ágai; arteria radialis: a nervus radialis ramus superficialisának az ágai; arteria ulnaris: a nervus ulnaris ágai; aorta thoracica: vagus, sympathicus truncus colateralis; arteria iliaca: az aorta körüli fonadékból, nervus genito-femoralis, plexus mesentericus superficialis, plexus hypogastricus; arteria femoralis: plexus mesentericus superior, plexus hypogastricus, nervus femoralis; arteria poplitea: a nervus tibialis ágai; arteria tibialis posterior: nervus tibialis; arteria tibialis anterior: nervus peroneus profundus.

Az idegek, amelyek ágakat adnak az erek falába, az erek mentén haladnak, 2—3 centiméter távolságra egymástól. Ezek az idegek általában számos ágat adnak le a periaventitiába, ezek itt szabálytalan hálózatot alkotnak, anastomizálnak az adventitiában levő idegfonadékokkal. Az idegek merőlegesen mennek rá az erek falára, az adventitiára s az ereket szelvényekre osztják. A szelvényenként belépő rostok,

illetőleg rostkötegek merőlegesen lépnek magába az adventitiába, majd pedig ebben hosszanti irányt vesznek fel s párhuzamosan futnak az ér hossz tengelyével.

Ez a segmentalis beidegzés az általánosnak mondható helyzet, azonban emellett vannak még hosszú sympathicus pályák is. *Leriche*, a periarterialis neurektomia megalapítója, határozottan azon az állásponton van, hogy a segmentalisan érkező idegek mellett az erekben hosszú sympathicus efferens pályák is vannak. A klinikusok és fiziológusok tagadják a hosszú sympathicus, vagy efferens pályákat, (*Rhein, Rieder, Busch, Kappis, Schief, Langley, Wiedhopf, Machus* és *Melichom*) s a segmentalis beidegzésnek tulajdonítják a főszerepet. A sebészek közül *Brüning* és *Stahl* óvatosan viselkedik a kérdés megítélésében, *Gask* és *Roos* semleges álláspontot képvisel. Nézetem és tapasztalatom szerint nincs kétség aziránt, hogy a *segmentalis rostkötegek mellett hosszú pályák is vannak*. Az ilyen pályák lehetnek keverték, lehetséges az is, hogy a sympathicus végighalad egészen a capillárisokig, de lehetséges az is, hogy az ereket periphericusan csak cerebros spinalis rostok idegzik be. Természetesen az sem biztos, hogy azok a rostok, amelyek az adventitiában futnak, mind az érfal munkáját irányítják, mert előfordul olyan eset is, mikor az érfal fonadékából helyenként idegek térnek le, amelyek a környező szövetekbe, kötőszövetbe, izomba, vagy a mirigyekbe mennek. Ezek a rostok helyenként csak elrejtőznek az ér falában, mint *Stöhr* írja egyik idevonatkozó tanulmányában. Ebben a tekintetben csak egyet lehet bizonyosan tudni és hirdetni, s ez az, hogy az *éridegrendszer kibogozhatatlan egységet alkot a környéki idegrendszerrel*.

A makroszkópikus beidegzéshez hasonlóan még elég sok tisztázatlan kérdése van az erek mikroszkópikus beidegzésének is, ez pedig az érműködés megértésében és magyarázatában igen sok nehézséget okoz. Különösen a *tunica media* az, amelynek idegkapcsolatai még vizsgálatra várnak, pedig az anatómusokkal szinte egyidőben a histológusok is mindjárt munkába állottak, s egymás után közölték ama megállapításaikat, hogy az erek falában idegrostok vannak. Már *Remak* (1844) és *Purkinje* (1854) említést tesz arról, hogy az erekben idegrostok futnak, azonban annak a pontos megállapítását, hogy a falba csakugyan belépnek az idegrostok, *Koelliker*nek (1854) köszönhetjük. *Koelliker* után hasonló értelemben nyilatkozott *His* (1863), *Lehman* (1864) és *Beale* (1864).

Beale írja a tizenkilencedik század közepe táján közölt egyik dolgozatában, hogy „not only are nerve fibers distributed in considerable number upon the external surface of the artery ramifying in the connective tissue, but I have also followed the fibers among the circular fibres of the arterial coat. — These nerves incriably form net — works with meshes“. Sőt *Beale* volt az, aki egyik 1882-ben megjelent tanulmányában annak a felfogásának adott kifejezést, hogy „the nerves of the capillaries were probably the first „sentinels“ of the organism in its contest with injuries.“

Arnold (1871) már részletesen leírja az érfal mikroszkópikus beidegzését, sőt még arról is beszámol, hogy az idegvégágacsok az izomszövetek magvával is érintkezésben vannak. Magától értetődik, hogy a régi mikrotechnikai eljárások nem voltak alkalmasak arra, hogy velük az

4. A metszeteket hegyesrehúzott üvegpálcikával az ezüstnitrát-oldatból kivesszük, desztillált vízben gyorsan lemoszuk, s azután ammóniákos ezüstoldatba tesszük.

5. Az ammóniákos ezüstöt a következőképpen állítjuk elő. 5 cm³ 20%-os ezüstnitráthoz hozzáadunk 3 csepp frissen készített 40%-os nátronlúgot. Az így keletkezett csapadékhoz cseppenként addig adunk ammóniákos vizet, amíg a folyadék teljesen meg nem tisztul. Alkalmassint némi zavarosság is maradhat anélkül, hogy ez az impregnációt károsan befolyásolná. A kapott folyadékhoz hozzáadunk 20 cm³ desztillált vizet. Az így előállított ammóniákos ezüstoldatba tesszük a metszeteket, s addig hagyjuk benne, amíg dohánybarnák nem lesznek. Tapasztalatom szerint erre a célra 3—4 perc elegendő. A metszetek innen a következő mediumba kerülnek.

6. 50 cm³ desztillált víz + 3 csepp acidum aceticum glaciale. Ebben maradnak a metszetek egy és fél percig, vagy esetleg valamivel tovább.

7. Redukálás formalinban. A redukáló folyadékot a következőképpen állítjuk elő. Nyolevanöt cm³ kútvízhez hozzáadunk 15, vagy esetleg 20 cm³ neutrális formalint. Ebben a folyadékban maradnak a metszetek addig, amíg belőlük fehér felhők szállnak. Tapasztalatom szerint 20 perc alatt bekövetkezik a redukció, de eltarthat egy óráig is. Legújabbam úgy tapasztaltam, hogy jobb az impregnálás akkor, ha a metszeteket a már erősen felhősödő formalinból egy második formalinba helyezük. A redukció megtörténte után a metszeteket nagyobb mennyiségű desztillált vízbe tesszük, ahol legalább egy óráig maradnak. A redukció, mint mondtuk, néha tovább húzódhat, ezt természetesen mikroszkóp alatt könnyen ellenőrizhetjük.

8. A desztillált vízben gondosan, legalább egy óráig mosott, 5%-os nátrium thyosulphátban fél másodpercig rögzített és desztillált vízben újra alaposan kimosott metszeteket tökéletesen víztelenítjük, majd pedig kanada-balzsamban állandósítjuk. Az így kapott preparátumok a legfinomabb vizsgálatokra is kitűnően használhatók. Ha azonban egészen kifogástalan és szép preparátumokat akarunk kapni, akkor tanácsos a metszeteket utánaaranyozni, amit a szokásos és ismeretes módon hajtunk végre. Ha utóaranyozás nincs, akkor a natriumthyosulphatkezelés el is maradhat.

Az eljárás, amelyet hosszas kísérletezés, sok próbálgatás és sikertelenség után állítottam össze, kellő pontosság, tisztaság, körültekintő gondosság és ügyesség mellett mindig sikerrel jár, és minden idegzövetani probléma megoldására elsőrendűen alkalmas. Vele az idegsejtek, az idegrostok, az érző és mozgató végződésük szépen és elektív módon impregnálhatók. Meggyőződésem, hogy ezzel az eljárással még a tehetséges kezdő is szép eredményeket fog elérni.

Egyébként dolgozatom tárgya szempontjából is hangsúlyoznom kell, hogy tapasztalataim szerint az erek idegrostjainak és végződéseinek előtüntetésére ma a legalkalmasabbak a *Cajal* és *Bielschorsky* módszerek, s ezek közül is az utóbbi, amellyel kellő szakértelem mellett a finom és belső kapcsolódásoknak a legfinomabb alkotó elemei is tüneményesen tüntethetők elő. Meg kell azonban jegyezni, hogy természetesen ezzel is maradnak eldöntetlen,

illetőleg, mint látni fogjuk, erősen vitatható kérdések, melyeket felvetett és fenntartt egyrészt a neurohistologiai technikában való járatlanság, másrészt pedig a túlzás és a nem indokolt fantázia. Az elégtelen technikával közölt képek részben hiányosak, részben pedig sok műterméket tartalmaznak, amelyek különösen a *Golgi* és *Cajal* módszerek használatánál szoktak megjelenni. Azonban, mint ezt *Millen*nek 1948-ban „Observations on the Innervation of Blood Vessels” című cikkében is olvassuk, ugyanilyen, vagy legalább is hasonló természetű bajokat okoztak a *Bielschowsky*-féle eljárás nyomán publikált túlzások. Ezen a téren *Millen* szerint előljárt *Stöhr* (1935) és *Boeke* (1940), akik a *Bielschowsky*-féle eljárás különböző módosításai szerint előállított készítményeiket óriás nagyítással vizsgálták, s így olyan különleges idegképeket láttak és közöltek, amelyeknek a maguk teljességében való ideg-voltát illetőleg valóban komolyan megfontolandó *Millen* elgondolása, amely szerint „some of the fibres described as nerves by many of those employing silver techniques are probably connective tissue.” Egyébként ugyanezen a véleményen volt *Nonidez* (1936), aki kritika tárgyává tette a *Stöhr*-féle érbeidegzési vizsgálati eredményeket, s egy külön módszerrel állapította meg, hogy azok a finom rostok, amelyeket *Stöhr* közölt az idegvégződéses területtől s amelyeket terminalreticulum képében az idegrendszer végső kapcsoló szerveinek tartott, nem idegrostok, hanem kötőszöveti, argyrophil rostok, amelyek az erek középső rétegéből is nagy számban impregnálhatók, de amelyek természetesen nem az idegrendszer alkotó elemei. Ezek a *Stöhr*- és *Boeke*-féle túlhajtások eredményezték azt, hogy az újabb angol kutatók csak a metylénkéekkel való festéssel próbálták megközelíteni az erek beidegzésének sokat vitatott, de nehezen megközelíthető, rendkívül fontos és érdekes problémáját. Ezek az angol kutatók, mint magam is tapasztaltam, bizonyos fokú idegenséggel nézik azokat az eredményeket, amelyeket mi a *Bielschowsky*-féle eljárás különböző módosításaival ma is közlünk, s a metylénkéekkel kapott képek látszólagos használhatóságától félrevezetve nem hajlandók felismerni azt, hogy a metylénkéék egészen finom idegstruktúrák előtűntetésére teljességgel alkalmatlan és, hogy az idegkapcsolatok tisztázására a túlzások után is csak egyetlen használható módszerük van, a *Bielschowsky*-féle módszer, illetőleg ennek különböző módosításai.

Különbözik őszintén meg kell vallanom, hogy túlságosan nem is csodálkozom, hogy az angol kutatók és nem kutató szakemberek kissé idegenkednek, mert a *Bielschowsky* módszerrel éppen az erek falából a szakavatott bűvár kezéből olyan csodálatosan szép és elképzelhetetlenül finom struktúrák és kapcsolódási formák kerülnek elő, amelyeket a csak metylénkéekkel dolgozó szakember sem elhinni, sem megérteni, sem elképzelni nem tud.

Egyébként vitalis metylénkéekkel az erek idegeit már a régi idegkutatók is vizsgálták és pedig *Dogiel* és *Botezat* (1908), akik korukban ennek az eljárásnak valóságos és elismert mesterei voltak, s akik főleg az érző idegvégződéses kimutatása és leírása terén ma is méltányolandó eredményekkel gazdagították az idevonatkozó irodalmat. Ujabban *Wollard* (1926), *Busch* (1929), legújabban pedig a már

többször emlegetett *J. W. Millen* (1948) szintén methylenkéekkel vizsgálta meg az erek beidegzését.

Az ő közleményeikből, főleg pedig a magam végezte vizsgálatokból ítélve, az erek falának a mikroszkópikus idegelemei a következőképpen csoportosíthatók:

1. *efferens rostok*, 2. *idegsejtek*, 3. *afferens rostok*, 4. *érező idegvégződések*. a) *pressoreceptorok*, b) *chemoreceptorok*.

EFFERENS ROSTOK

A vérerek efferens rostjai mind a sympathicus rendszerből erednek, mert mind a tunica medianak a símaizomsejtjeihez mennek, amelyek tudvalevőleg az egész állatvilágban mindenütt a sympathicus idegrendszer kormányzó hatása alatt állnak. Ezek a rostok mind velőtlenek és természetesen mind postganglionaris rostok. Igaz ugyan, hogy ma már elfogadhatónak mondható az a vélemény, hogy a sympathicus idegrendszerben is vannak velőhüvelyes rostok. Ez lehetséges, azonban az egészen bizonyos, hogy a vérerek falában sohasem lehet olyan velőhüvelyes rostra akadni, amely a símaizmot idegezné be. Ez egyébként már eleve sem lehetséges, mert a cerebropinalis eredetű efferens velőhüvelyes rostok a maguk helyén mindig mozgó véglemezekben végződnek, ami viszont ismeretlen a símaizom szövetekben. Az természetes, hogy a sympathicus efferens rostok a cerebropinalis rostokkal együtt futnak az erek mellett, s a külső szöveti rétegben, még a sűrűbb szerkezetű fonadékokban is mindig jól felismerhetők, s a kötőszöveti rétegből a középső, izmos rétegbe követhetők. Hogy ezeknek a rostoknak a lefutását, helyét és kapcsolódási viszonyait könnyebben leírassuk, külön kell tárgyalás alá vennünk az arteriákat, külön a vénákat és külön a hajszálereket.

ARTERIÁK

Az arteriákhoz a periarteriális kötőszövetből különböző vastagságú és összetételű idegek lépnek, amelyek az adventitia külső rétegében osztódnak, majd hosszirányt vesznek, s több-kevesebb rosttal egymáshoz kapcsolódva nagyszemű, laza fonadékot alkotnak. Ez az artériák legkülső idegfonadéka, amelyet *Wollard plexus adventitialis*-nak nevez. A fonadék rostjai túlnyomó részben velőtlen, sympathicus rostok, azonban egyes arteriákban, főleg pedig egyes arteria szakaszokban vannak kisebb-nagyobb törzsek, amelyek mind vastag velős rostokból állanak és elég gyakran találkozunk olyan feltűnően vastag velőhüvelyű rostokkal is, amelyek párosával, vagy magánosan egészen külön futnak, de akadunk olyan rostokra is, amelyek az adventitia hosszában vastag sympathicus törzsben haladnak végig. Igen nagy számmal találunk ilyen vastagvelőhüvelyű rostokat embernél, állatnál egyformán a sinus caroticusban, a carotis communisban, az arcus aortae-ben, az arteria coronaria cordisban, az arteria renalisban és az arteria femoralisban.

A plexus adventitialistól befelé az adventitia és a media között van egy második fonadék, amelyet *Busch, interlamelláris* fonadéknak

nevez. Velőhüvelyes rostok ebben is vannak, de egyes különösen érzékeny érszakaszoktól eltekintve, kevés ezeknek a száma, annál is inkább, mert csak mint magától értetődőleg kizárólagosan érző elemek, a kötőszövet külső részében foglalnak helyet.

Az interlamelláris fonadéktól befelé a tunica mediában van a harmadik fonadék, amely, mint *Millen* írja: „are present between the smooth muscle cells”. Általánosságban ez a helyzet úgy a nagy, valamint a közép és kis arteriákban, amely utóbbiak beidegzését, legújabban a már többször emlegetett *Millen* vizsgálta egy újfajta metylénkékes eljárással a nyúl fülének és bélesatornájának a kisebb arteriáin.

A három idegtani réteget észlelték a régi kutatók is közöttük *Dogiel*, a kiváló orosz periferikus idegkutató, és részben észlelte *Stöhr* bonni anatómus és histológus is, aki a vérerek beidegzésével újabban több alkalommal és nagyobb tanulmányokban foglalkozott. Első tanulmányában, amelyet *Möllendorf* kézikönyvében tett közzé, hadat üzen a harmadik fonadéknak, s azt állítja, hogy ha a mediában fonadék volna, akkor igen nagy számmal kellene ott lennie rostoknak és idegvégződéseknek, pedig szerinte ilyenek nincsenek. „In Hunderten von Praeparaten habe ich nicht eine Spur von Nerven in der Muscularis bemerkt, ganz selten sah ich einmal ein vereinzeltes Fäserchen sich von dem tiefen Adventitiaplexus nach der Media hinabzweigen und selbst da war ich nicht ganz sicher, ob nicht ein Schrägschnitt die Ursache der Erscheinung war”. -- írja *Stöhr* egyik idevonatkozó tanulmányában. *Stöhr* ezen állításának határozott cáfolatát adják a *Busch*-, *Wollard*- és *Millen*-féle vizsgálatok. Azonban a *Stöhr* védelmére vonatkozólag meg kell jegyezni, hogy vannak esetek, amikor a media csakugyan idegmentesnek látszik, eltekintve néhány rendkívül finom rosttól, amely csak az adventitia felé eső felszínén tűnik a mikroszkópizáló szemébe. Éppen ezért, egészen a legújabb időkig magam is azon a nézeten voltam, hogy a media idegmentes és tónikus működését csak a külső felületén lévő idegkapcsolat alapján lehet és kell értelmeznünk, úgy ahogy azt több, mint száz esztendővel ezelőtt már *Goering* megmondotta. Azonban újabban, amikor igen sokféle, emberből, s a legkülönbözőbb emlősökből és madarakból eredő arteria szakaszoknak a mikroszkópikus beidegzését vizsgáltam meg tüzetesen, határozottan meggyőződtem róla, hogy vannak arteriák és arteria szakaszok, amelyeknek a mediájában valóban igen gazdag fonadékok rostjai terjednek szét az izomsejtek között. Ilyenek első sorban is az arteria coronaria cordis, továbbá ilyen a macskának, a rókának, a kutyának és a borznak az aortája, ilyen az arteria lienalis; azonban kétségtelenül vannak olyan arteriák, illetőleg olyan aorta szakaszok, amelyekre az eddigi tapasztalataim szerint minden körülmények között ráillenek a *Stöhr*-féle fenti megállapítások.

De ha van fonadék a mediában, akkor felvetődik az a kérdés, hogy milyen a kapcsolat, amely fennáll a media símaizomszövege és az idegrostok között. Súlyos és fontos kérdés ez, amelyre azonban mind-ezideig nem érkezett meg a pontos és megnyugtató felelet. És ezen túlságosan nem is lehet csodálkozni, mert igen nehéz a technika és talán még nehezebb a mikroszkópi képnek a tárgyilagos és valóban

megbízható értelmezése. A kérdés azért is rendkívül nehéz, mert tulajdonképpen egybeesik a símaizom idegkapcsolatainak sokat vitatott, sokféleképpen magyarázott, de mindezüdig megnyugtatóan meg nem oldott nehéz problémájával.

Hogy ezt a kérdéskomplexumot kellőképpen megvilágítsuk, vissza kell mennünk a régieknek ama *Golgi* preparátumoktól támogatott felfogásához, amelyek értelmében a vékony sympathicus rostok a símaizom sejtjei között finom fonadékot alkotnak, amelyből egészen vékony rostok lépnek az izomsejtekhez, s ezek kis gömböcskék, vagy gombocskák alakjában epilemmalisan végződnek. A másik felfogás, amely már tovább ment, azt a helyzetet érzékíti, amikor is a finom végrostoknak a fejecskéi intracellularisan, esetleg a mag közelében végződnek. Egyesek ennél is tovább mentek, s a helyzetet olyannak látták, hogy az intracellularis végződések igen finom végfibrillákra csnek szét, amelyek fokozatosan átmennek az izomsejt plasmájába, majd pedig eltűnnek anélkül, hogy az izomplasma és az idegplasma között valamiféle észrevehető határt hagynának. Természetesen a mai ideghistológus szemével nézve, mindezeket kellő alap nélküli szűkszégy-magyarázatoknak kell felvennünk, bár ószintén meg kell vallanunk, azt is, hogy ma még a legjobb készítményeink sem nyújtanak elég és biztos alapot ahhoz, hogy ebben a kérdésben határozott álláspontra helyezkedjünk. Ezért van az, hogy a kérdést mostanában is más- és másféle formában vélik elintézni a histológusok, főleg pedig a fiziológusok. *Marchand* az idegnek a végződését és az izomsejtet teljesen összetartozónak tartja, s ezért egyszerűen *neuromuscularis* rendszerről beszél, *Massco* „*musculo — nervous complex*”-nek nevezi a rendszert. *Kroetz* a vegetatív idegrendszert és a végrehajtó szervet működésbeli egységnek tartja, s együtt *vegetatív végkészüléknek* mondja. *Brodie* és *Dixon* a „*neuromuscularis összekötőszövet*” elnevezést használja a fenti fogalom megjelölésére. *Langley* is több különböző kifejezést használ ennek a kapcsolatnak a megjelölésére. Ilyenek a „*végkészülék*”, „*idegvégződés*”, „*myoneuralis összekötő hely*”, „*neuralis regio*” és „*receptio substanz*”. Mindezek a kifejezések mind magukban rejtik azt a homályosságot és bizonytalanságot, amely az egész kérdésben uralkodik, s ezért a legtöbb kutató tartózkodik attól, hogy a dolgot a nevén próbálja megnevezni.

A kérdésnek a tisztázására vannak hivatva azok a széles körben mozgó összehasonlító vizsgálatok, amelyeket újabban a legkülönbözőbb bűvárok a símaizomnak a beidegzésére vonatkozólag végeztek. Ezen kutatók közül a szem símaizmainak a beidegzését vizsgálták, *Agababov*, *Boeke*, *Kolmer*, *Schimert*, *S. L. Clark*, *F. Rossi*, *Krümmele*, *Pines* és *Pinsky*, az arrectores pilorumét *Boeke*, a lépnek és az epehólyagnak a símaizom elemeit *Riegele* és *Harting*, a bronchialis izomzatét *Hayasi*, a tubáét *Beaufays* és a gyomor bélsatornáét *van Esveld*, *Hill*, *Lavrentjev*, *Reiser*, *Sunder-Plassmann*, *Kolossco* és *Sabussco*, *Kolossco* és *Polykarpova*, *Lavrentjev* és *Borovskaja*, *Imanov* és *Radostina*, *Ábrahám*, *Schabadasch*, *Ottaviani*, *Benipentino*, és *Stöhr*.

Ezeknek a vizsgálatoknak az eredményei általában széthullók, s a rostok lefutásának és szerkezetének az ismeretében is bizonytalanok és ellentmondók, mivel a végkapcsolatok a legjobb készítményen, s

a legjobb lencserendszerek mellett sem döntően világosak, s a vizsgáló beállítottságának a legtöbb esetben széles teret engednek. Ennek tulajdonítható, hogy *Stöhr*, aki a kérdés megoldásán velünk együtt valóban sokat fáradozott, 1932-ben olyan megoldást talált, amelyet azóta is tart és tartós támadásaink ellenére jelenleg is igyekszik tartani. Ugyanis, mint maga mondja, Reiserrel együtt a processus vermiformis muscularisában olyan anyagra talált, melyen néztek szerint a kérdést sikerült érdemileg megoldani, s az eddig ide-oda hányódó problémát véglegesen tisztázni. Nevezetesen a processus vermiformis tunica muscularisában a *Bielschowsky*-féle eljárással sikerült nekik, mint *Stöhr* mondja, „eine aus feinsten, teilweise noch mit Kernen versehenen Nervenfasern bestehende, überaus netzartige Formation zu beobachten“, amelyet „nervöses terminalreticulum“ névvel illettek. Ezt a terminalreticulumot írja le *Stöhr* tanítványaival az arteriák mediájából is, bár hangsúlyozza, hogy „die Media für den Nachweis nervöser Elemente vielleicht infolge des ausserordentlich festen Zusammenhanges der glatten Muskelfasern, vielleicht noch aus anderen“ számára „nicht bekannten Gründen ein ungünstiges Objekt zu sein“. Ennek ellenére sok fáradsággal és sok próbálgatás után sikerült olyan preparátumokat impregnálniuk, amelyeken meg lehet állapítani, hogy „Eine dichte Fülle feinsten, gerade noch mit Silber imprägnierbarer und nur bei stärkster Vergrößerung hervortretender Nervenfasern breitet sich auf der Muscularis aus und zwingt sich gelegentlich zwischen die glatten Muskelfasern hinein. Teilweise sind noch Schwannsche Kerne vorhanden, teilweise fehlen sie völlig“. Ezt a sajátos, rendkívül finom rostokból álló aprószemű reticulumot *Stöhr* szintén terminalreticulumnak tartja, s az a határozott véleménye, hogy az erek mediájában és az intimában más idegvégződési forma, mint a terminalreticulum, nem igen tételezhető fel.

Dowgjallo a medián rajta fekvő, elég durva idegfonadékokat, az *Arnold*-féle hálót tartja inger-átvivő készüléknek, ugyanezt vallotta egyidőben *Stöhr* is a pia mater véredényeinek a beidegzési viszonyait tárgyaló dolgozatában. *Pines* és *Narowtschatorova* a mellékvese arteriájának a mediájában lemezszerű végződést talált, amit *Stöhr* a terminalreticulum birtokában „venig glaubhaft“nak talál. Hasonlóképpen mint „sonderbaren Kunstprodukte“-kről beszél, azokról a képződményekről, amelyeket „Danz in Media und Intima der Nabelschnurarterien als nervöse Endorgane aufgefasst wissen will“.

Stöhr felfogása szerint a terminalreticulum nemcsak a mediában és az intimában fordul elő, hanem a helyzet az, hogy „Man gewahrt vielfach im adventitiellen Bindegewebe unter Anwendung stärkster Vergrößerung ein allerfeinstes Wabenwerk vom zweifellos nervöser Herkunft“. *Stöhr* szerint a tunica adventitia egészen finom rostjainak igen nagy nagyítással való vizsgálata kétségtelenül igazolni látszik azt, „dass lässt die Existenz eines Terminalreticulums auch im Bindegewebe der Arterien als sicher hinstellen“. Ez a terminalreticulum a nagy arteriák adventitiájában az ott lévő vasa vasorumokkal szoros kapcsolatban áll, magátólérettőleg efferens természetű, tehát azonos azzal a terminalreticulummal, amely a végrehajtó szervekhez tartozik. Ez a terjedelmes terminalreticulum, amelyhez hasonlót *Boeke*, *Seto*,

Hayasi és *Sunder-Plassman* közöltek, *Stöhr* szerint nem csak a végrehajtó szervek hasonló képződményével áll szoros kapcsolatban, hanem úgy mint a törzsek és nyálábok, összefüggésben van a perivasalis kötőszövet idegeivel is. Ilyenformán a véreereknek az idegei és a vegetatív szervek idegei között „ein untrennbarer Zusammenhang“ áll fenn, mely nemcsak a nagyobb idegtörzsekre, nyálábokra és rostokra terjed ki, hanem a terminalreticulumra is. Ezekkel a berendezésekkel, mint *Stöhr* mondja, „die kleinsten Arterien mit den übrigen vegetativ innervierten Zellen des jeweiligen Organes zu einer, in nervöser Beziehung untrennbaren höheren funktionellen Einheit miteinander verknüpft.“ Mindezeknek a tényeknek és megfontolásoknak az értelmében *Stöhr* annak a határozotti nézetének ad kifejezést, hogy „die vegetativen Nervenfasern enden nicht „frei“, oder mit einer kleinen kopfförmigen Verdickung an den einzelnen Zellen des Erfolgsorganes“, hanem „als periphere Endformation unseres vegetativen Nervensystems kommt —, lediglich das nervöse teilweise noch kernhaltige Terminalreticulum in Betracht eine syncytial gebaute netzartige Konstruktion“.

A *Stöhr-Reiser*-féle terminalreticulumot a szakirodalom különbözőképpen fogadta és értékelte. Voltak akik mellette és voltak akik ellene foglaltak állást. Én magam, kezdettől fogva ellene voltam. Ennek először 1938-ban, a madarak bélesatornájának a beidegzését tárgyaló dolgozatomban a következő szavakkal adtam kifejezést: „... kann ich *Stöhr* nicht beistimmen, weil ich einerseits selbst an den besten Präparaten das Terminalreticulum nicht zu entdecken vermochte und andererseits die feinen Fasern, die nach ihm die Verbindungsglieder der Nervenendigungen seien und von ihm syncytiales Wabenwerk genannt werden, meiner Meinung nach keine Nerven sondern, sie sind anderen Gewebstruppen angehörende feine Fasergebilde.“

Stöhr válaszában egyszerűen elégtelennek tartotta az én technikámat, azzal a megokolással, hogy preparátumaimon a legfinomabb idegrostocskák nincsenek impregnálva, s a terminalreticulum tana tovább terjedt. Terjesztette maga *Stöhr* és azok az ideghistológusok, akik mint tanítványai az ő iskolájából kerültek ki, s ugyanazzal a módszerrel és ugyanazzal a bcállítottsággal ugyanazokat az idegalakulatokat vélték megtalálni. Az enyém után *Nonidez* tette kritika tárgyává a terminalreticulumot, s megállapította, hogy azok a rendkívül finom rostocskák, amelyeket *Stöhr* és tanítványai terminalreticulum címen közöltek, nem egyebek, mint finom argirophil kötőszöveti rostok, amelyeknek az idegrostokhoz éppenséggel semmi közük sincsen. Magam 1938-ban, az arteriák beidegzésének a leírása kapcsán idevonatkozólag újra a következőket írtam „Der Verlauf der Fasern ist auf mancher Stelle so wellig, dass sich die Wellen manchmal dermassen nähern, dass ein auf das *Stöhr-Reiser*-sche Terminalreticulum erinnerndes Bild Zustande kommt. Das alles sehen wir auf der rechten Seite der Abbildung sehr deutlich, dass aber dieses ein wahrhaftes Terminalreticulum wäre, kann ich nicht bestimmt behaupten, schon deswegen nicht, weil solche Anastomosen, die das Hauptmerkmal des Reticulums bilden, hier nicht anzutreffen sind und am dem scheinbaren Netz gewahrt man, dass die Fasern die Selbständigkeit beibehalten“.

Stöhr ezt, valamint a *Nonidez*-féle cáfolatot a következő mondattal vélte elintézni: „In Abb. 5, die gleichfalls einen Ausschnitt der direkt auf der Media ruhenden, nervösen Fasermasse darstellt, verlaufen nur wenige mittelstarke Nervenfasern im Gesichtsfeld; in ihrer Existenz bereits das Resultat einer vollkommenen Imprägnierung des Nervengewebes erblicken zu wollen, wie es etwa vor kurzem *Nonidez* und *Abraham* behauptet haben, scheint mir nicht angängig. Denn eine gute Impregnierung lässt im Präparat eine weitere wesentlich zarterer Nerven-elemente hervortreten“. Erre azonban hosszú évek során a preparátumok ezreinek az átvizsgálása után sajnos hiába vártam. A terminalreticulumot nem láttam és pedig nemcsak a vérerek falában nem, de máshol sem sehol. Ezért, mivel a további irodalmi vitát meddőnek véltem, 1938 nyarán Bonnba utaztam *Stöhr*-höz, hogy magam nézzem meg azokat a preparátumokat, amelyekről az a sok szép és mindenestre érdekes szerkezetű és szerepű terminalreticulum az irodalomba került. *Stöhr* készséggel mutogatta meg a preparátumait, s ezeken, igen nagy nagyítás mellett kedvenc szövetalakulatát, a terminalreticulumot, azonban becsületes lélekkel meg kell vallanom, hogy ezt a *Stöhr*-féle preparátumokon sem láttam. Ezt természetesen magának *Stöhr*nek is azonnal megmondtam. *Stöhr* nem lepődött meg túlságosan, mert — mint maga mondotta — a terminalreticulumok átértéséhez egy kis fantáziára van szükség — mire én azt válaszoltam, hogy nézetem szerint ilyen kérdések eldöntésénél a fantáziát lehetőleg mellőznünk kell.

Miután *Stöhr* készítményeit átnéztem, a magaméból is bemutatam egy néhányat, amelyek közül azokon, amelyek compó bélesatornájából készültek, *Stöhr* a muscularis mucosae-ban —, hogy saját szavaival éljek —: „csodaszép terminalreticulum“-okat vélte felfedezni. Én erre is azt mondtam, hogy azok az én megítélésem szerint nem terminalreticulumok, hanem egyszerűen fonadékok, amelyekben a rostok önállóságuk megtartása mellett a síma izomsejtekhez tartanak. Tehát nem értettük meg egymást és azzal váltunk el, hogy tovább is fogunk harcolni egymással, de ez természetesen nem érinti a barátságot. Azóta sok idő telt el, a készítmények ezreit készítettem el, amelyek bármilyen idegkészítménnyel mindig felveszik a versenyt, készüljön a kerek világon bárhol és csinálja bárki, de őszintén meg kell vallanom, hogy terminalreticulumot azóta sem láttam. De, ha ez így van és nincs terminalreticulum, akkor mégis önként vetődik fel újra a kérdés, hát akkor milyen az a kapcsolat, amely a mediában elterülő idegfonadékot, s az izomsejteket működési egységbe vonja.

Methylénkéssel való festés után *Wollard* (1926) a tunica media idegfonadékára vonatkozólag a következőket írja: „This muscular plexus is composed of the finest nonmedullated nerves“. „They ramify through all the layers of the muscular coat and in the aorta they form a deep and a superficial plexus in the tunica media. This intramuscular plexus is a real net: that is to say the fibres divide and rejoin and divide again, so that the whole is continuous throughout the length of the vessels, thus offering the possibility of conduction in all directions. From the individual strand in the net tiny side branches are given off and these end in small swellings after an extremely short course.“

A végződés formájára és helyére vonatkozólag pedig azt hiszi, hogy „these terminals are always pericellular and not intracellular”. Egyébként ebben a tekintetben eltérő a kutatók felfogása. Általában a többség amellet foglal állást, hogy a végződés az izomsejten kívül vannak. Mint már említettem *Arnold* van azon a véleményen, hogy a végződés intraplasmatikus helyzetűek. *Wollard*nak a megfigyelései saját szavai szerint egyeznek *Lapinsky* megfigyeléseivel, „who said, that he never saw intraprotoplasmatic endings. In a previous paper on the heart I found intraprotoplasmatic endings in the ventricular muscle”, — írja tovább *Wollard* — „but was unable to find them in the Purkinje fibers. It is suggested that in this respect there is a fundamental difference between the various types of muscle fibre and their innervation. In striated muscle there is always a highly differentiated end-apparatus situated hypolemmaly. In cardiac muscle there are simple loop endings in the muscle fibre with a large pericellular nerve net. In nonstriated only the third type, the pericellular nerve net is found”.

A símaizomszövet idegvégződésének tárgyalása kapcsán *Wollard* bizonyos „large branching” sejtekről is megemlékezik, amelyeket úgy a nagy, mint a kis véregekben észlelt, s amelyek nézete szerint kapcsolatban vannak bizonyos tengelyfonalakkal, máskor pedig ezektől egészen függetlenek. Szerinte ezekből a sejtekből bonyolult nyúlványok indulnak ki, amelyek kapcsolatosak, sőt „entwine with the axis cylinder”. A dolognak az érdekessége az, hogy „these structures persist after denervation by removal of the sympathetic trunk”. Ezeket a sejteket *Eugling* is leírta és lerajzolta a nyúl fülének a véreireiből, s szintén úgy észlelte, hogy persistálnak „after denervation of the vessels. They do not resemble nerve cells morphologically and one cannot make out Nissl granules in them”. Feltehető tehát, hogy ezek a sejtek is ideghatás alatt állanak, azonban nem idegsejtek, mert az idegrostokkal nincsenek kontinuitásban.

Hasonló értelemben nyilatkozik *Busch* (1929), aki különböző állapotoknál methylenekkel végzett vizsgálatai alapján azt vallja, hogy a mediában levő fonadéknak a rostjai, amelyet ő rete musculare elnevezéssel illet, az izomsejtek között apró gömbök és apró gombok (free knob-like endings) alakjában szabadon végződnek.

Millen már többször emlegetett dolgozatában (1948) szintén a valóságos végződés mellett foglal állást, amikor a kis arteriák mediájában levő finom rostokból álló fonadékról a következőket írja: „Exceedingly fine branches of this plexus can be traced; some appear to end freely in the tunica media while others show knob-like ending in close relation to the nuclei of the smooth muscle cells”, sőt még azt is látni véli, hogy „a short segment of a very beaded fibre can be seen approaching the nucleus as a series of moniliform expansions almost at right angles to it and one knob lies, just above the nucleus”.

Körülbelül ez a rövid összefoglaló kép, amely a media rostjainak és síma izomelemeinek a kapcsolatairól megrajzolható a mai irodalomból. Ennek a képnek a legutoljára megalkotott része s a legújabb vizsgálatoknak az eredménye az, amely amellet szól, hogy a mediában

intercellularis és intracellularis idegvégződésesek vannak. És most vajjon mi az igazság? Terminalreticulum, vagy szabadidegvégződés? Az elsőre vonatkozólag közöltem már a felfogásomat. Most tehát csak egy van hátra, nevezetesen eldönteni azt, hogy vannak-e szabad idegvégződésesek, és ha vannak, ezek hol vannak, s a símaizomsejttel milyen kapcsolatban állanak? Erre vonatkozólag újjólag sem habozom kimondani, hogy a símaizom idegvégződéseinek az előtüntetésére a methylnékék eljárását semmiképpen sem tartom alkalmasnak. Sokat és nagyon sokféle területen dolgoztam ezzel az eljárással, sok idegsejtet, rostot, érző és mozgató végződést festettem meg vele, szinte az egész állatországra kiterjedőleg, azonban eddig sohasem észleltem azt, hogy vele a síma izomban a végződéseket meg lehetett volna festeni. Ezért a leghatározottabban azt az álláspontot képviselem, hogy az, amit *Busch*, *Wollard* és legújabban *Millen* szabadidegvégződés néven közöl, nem szabad idegvégződés, de egyáltalában nem is végződés. Methylnékékkel símaizomsejt idegvégződést megfesteni nem lehet.

Különben őszintén meg kell mondanom azt, hogy a *Millen*-féle mikrofotografiákon a „knob-like” végződéseket felfedezni nem igen sikerült. (Plate 1., fig. 5.) Az, amit *Millen* efféle végződés címen közöl, lehet bármi más, vagy a legjobb esetben varix. Az utóbbi mellett szól az a körülmény is, hogy az 1.000×-es nagyítás után készült fényképen a fejcskék annyira ismétlődnek a rost lefutásában, hogy ezek közül az utolsót végződésnek kinevezni csak különleges jóakarattal s a festés teljességében való indokolatlan bizalommal lehet. *Millen*nek egyébként összes fotografiái csak arra valók, hogy az egész beidegzést, főleg pedig a végkapcsolatokat még az eddiginél is nagyobb homályosságba burkolják. Az általános beidegződéstől eltekintve a két táblán egyetlen fotografia sincs olyan, amelynek alapján a kérdést akár csak egy lépéssel is előre lehetne vinni. Minden kép felületen mozgó, a finom beidegzési viszonyoktól s a kapcsolatok realitásától teljesen távol álló. Ezekben a képeken csak egyetlen, ami meggyőző s ami már réges régóta ismeretes, s ez az, hogy a kis arteriák falában idegfonadékok vannak, egyéb semmi, mert ezek alapján még azt sem lehet eldönteni, hogy a közölt fonadékok az ér falának melyik rétegében vannak. Egyébként az elmondottakon kívül az összes képek minden hozzáértő szakembert maradék nélkül meggyőznek arról, hogy a vitalis methylnékék a finom idegkapcsolatok kiderítésére tökéletesen alkalmatlan, de meggyőznek arról is, hogy a fotografiák a finom idegstruktúrák demonstrálására nem érnek semmit.

Nézetem szerint az idegrendszer és a végrehajtó szervek között finom és bensőséges kapcsolatoknak a kiderítésére manapság egyetlen egy módszer használható és ez a *Bielschowsky*-féle eljárás és több semmi. Ezzel pedig immár hosszú évekre visszamenő vizsgálatok alapján a tárgyra vonatkozólag a következőket sikerült megállapítanom.

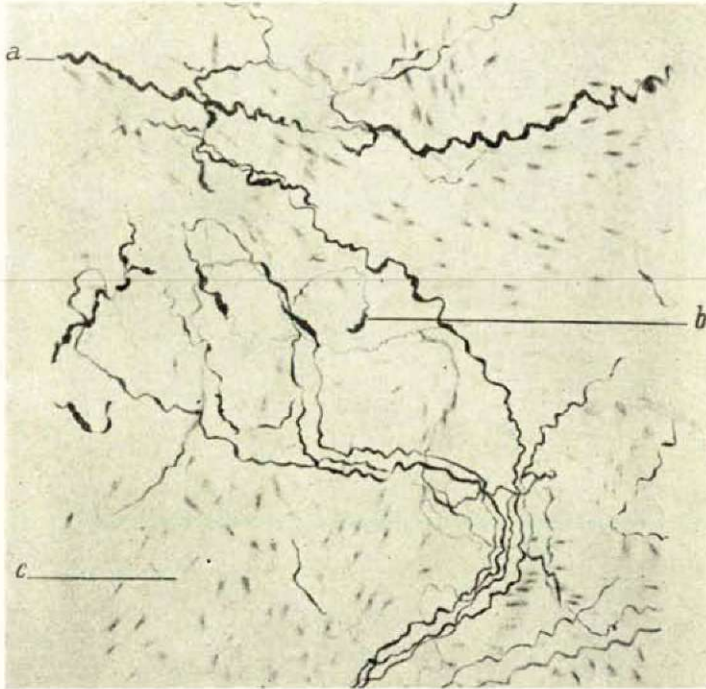
Az interlamellaris fonadékból a media felé haladó rostok a media felületén — a legtöbb esetben — valóban fonadékot alkotnak, amelyből egyes esetekben, úgy, mint a fentiekben is többször hallottuk, finom rostok lépnek be a media állományába, és ott nagyon finom, igen vékony rostokból álló második fonadékot alkotnak. Ezt a fonadékot nem minden arteriában és nem minden arteria szakaszon lehet egyformán jól

látani. Sok száz aorta metszetet vizsgáltam át, és úgy találtam, hogy az ív és a bifurcatio előtti szakasz az, ahol ezek a finom fonadékok nagyon szépen láthatók. De, hogy ezek valójában hálók volnának, amint azt *Wollard* látja, aziránt a legnagyobb kétségeim vannak. Én ugyanis mindig azt láttam, s látom ma is, hogy itt fonadékról és nem igazi hálóról van szó. Fonadékról, amelynek egyes rostjai olykor igen kitűnően követhetők, amelyekre vonatkozólag magam is úgy vélem, hogy valóban végződnek. Nehezen írom le a „végződnek” szót, mert a legtöbb esetben az a helyzet, hogy az idegvégeken nemcsak egy csomócskát, gömböt, illetőleg gombot látunk, hanem rendszeren egymás után többet, s így bár valószínű, hogy az utolsó a vég, mégis még mindig gondolhatunk arra, hogy talán még sem ez a vég, amit látunk. Viszont másrészt akkor, amikor eljárásunkkal minden más természetű idegvégződést kétségtelenül meg tudunk festeni, nincs semmi okunk arra, hogy éppen itt adjuk fel a végződés gondolatát, illetőleg tényét. És, ha ez így van, akkor meg kell elégednünk, mint ténnyel azzal, hogy a rostok a símaizomsejteken, illetőleg ezek között végződnek. A methylenkékkel doigozó svéd és angol szerzőknek az állítását, amelynek értelmében az idegrostok a síma izomsejtek plasmájában végződnek, indokolatlannak tartom azért, mert ilyen fontos histologiai megállapítások kivételére — mint mondtam — a methylenkék teljesen alkalmatlan. Nézetem szerint ezeknek a kutatóknak a megállapításai épp annyira a fantázia szüleményei, mint a *Stöhr*-féle terminalreticum.

Az arteriák tunica mediája, amennyiben ezt eddig sok-sok különböző emberi és állati eredetű metszeten meg tudtam állapítani, ideg-histológiailag a következő képet mutatja. A media külső felszínén ott, ahol ez közvetlenül az adventitiához kapcsolódik, az esetek legnagyobb részében erősen szembetűnő, laza szövésű idegfonadék terül el, amelyhez egyes érszakaszokon ott, ahol receptor mező van, vastag tengelyfonállal bíró velős rostok is bőven csatlakoznak. Különösen jól látható ez az aortaíven, ahol az egyenletes, síma, vékony, sokszor hajfűrtszerűleg elrendeződő sympathicus rostokat a vastag, erősen hullámos rostoktól jól meg lehet különböztetni. Jól lehet észlelni ezeket a viszonyokat az emberi aortán, különösen a vastag sympathicus kötegek környékén, de főleg a kutya aortáján, amely egyébként is az érbeidegzési viszonyoknak a tanulmányozására felette alkalmas anyagnak mutatkozik (1. ábra). Az ábrán, amely kis mikroszkópi nagyítás után készült, igen jól láthatók a rendkívül finom, szinte neurofibrilla-szerű rostokból álló kötegek, amelyekben kisebb-nagyobb számmal vastag hullámos rostok is futnak. A vékony rostok rendszeren kötegek alakjában igen messzire követhetők, a vastagok pedig, mint ezt majd az afferens rostok és érző végzések tárgyalásánál látni fogjuk, hirtelen és gazdagon elágaznak, majd pedig sajátosságosan érdekes és finom végszervekkel a símaizomsejtekhez, illetőleg az adventitia határrétegéhez kapcsolódnak. Ez a közösség, illetőleg kevertség, mint mondtuk, csak a pressoreceptor mezőkön, s ezek közelében észlelhető. Más arteria-szakaszokon a fonadék rostjai egyformán sympathicus jellegűek és csak a nagyobb törzsekben vannak, különlegesen vastag és jellegzetes megjelenési formájukból ítélve, kétségtelenül idegen eredetű rostok, amint ezt különösen az ökör arteria renalisának falában lehet igen szépen látni.

Maga a tunica media, mint már előbb jeleztem, sok arteriában szinte idegmentesnek látszik, csak itt-ott akad a mikroszkópi képen néhány rost, amely párosával vagy magánosan vagy a legritkább esetben vékony idegtörzs formájába rendeződve halad végig az izomsejtek között. Vannak azonban ütőerek, idetartozik elsősorban az aorta, főleg a kutyanak, különösen pedig a macskának és a rókának az aortája, nemkülönben az emberi és állati coronaria cordisok egyaránt, amelyeknek a mediájában, magában a símaizom-rétegben igen sok az idegrost (2. ábra).

Ezek a rostok néha, mint a második ábrán látjuk, hajfonatszerűleg vastag törzsekbe vannak rendeződve, amelyek egymásután többször

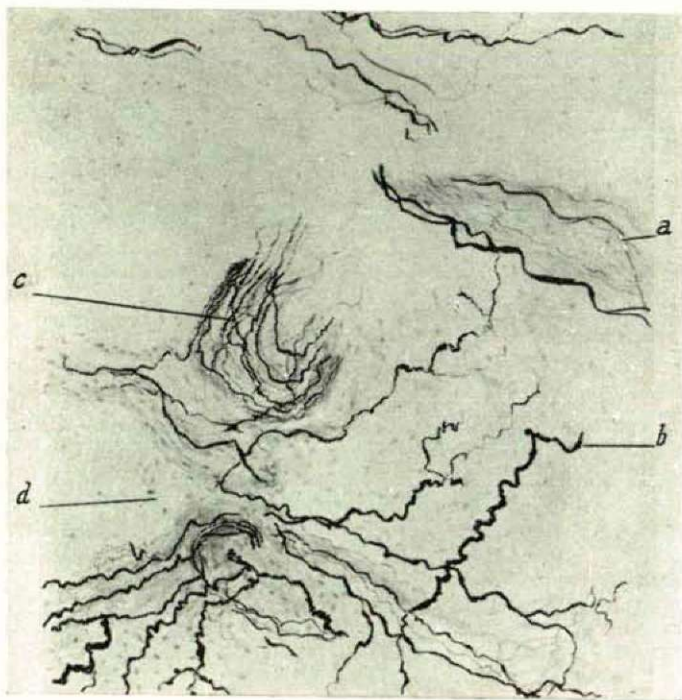


1. ábra. *Canis familiaris*: arcus aortae. Idegfonadék. a) velőhüvelyes idegrost, b) idegvégződés, c) símaizomszövet. Bielschowsky-féle eljárás, Nagyítás 600 \times .

Abb. 1. *Canis familiaris*: Arcus aortae. Nervengeflecht. a) markhaltige Nervenfaser; b) Nervenendigung; c) glattes Muskelgewebe. Bielschowskysches Verfahren. Vergrössung 600x.

osztódnak, de mindig úgy, hogy az elágazásnál a rostok megfogyatkoznak, mivel nem maguk az ideget alkotó rostok osztódnak, hanem a főideget alkotó nyálábok válnak szét vékonyabb, vagy vastagabb törzsek alakjában, mely utóbbiak ugyancsak ilyenformán oszlanak egészen addig, amíg mint egészen finom ágak, vagy fonadékszerűen összeálló rostok a végrehajtó izomsejtek közelébe érnek. Természetesen, főleg a vékonyabb arteriákban, különösen pedig kimondottan a koszorú-erekben vannak rostelágazódások is, ezek azonban inkább csak a végek felé

jelentkeznek és itt sem olyan gazdagságban és változatosságban, mint ahogy ezt a receptorok végei felé látjuk (3. ábra). Egy ilyen sajátos elágazási formát mutat a 3. ábra, amely a kutya aorta ívének a középső rétegéből való. Itt, amint ez az ábrán jól látható, igen vékony sympathicus rostok haladnak, nyalábokban, egymáshoz olyan szorosan hozzásimulva, hogy helyenként valamilyen vastag érzőrostnak a képét tárják elénk, bár vannak közöttük olyanok is, amelyek határozottan egységes vastag rostjelleggel bírnak. Feltűnő a rajzon s általában a disznó coronariáján a rendkívüli ideggazdagság, amely a koszorúserek különleges érzékenységét és akciógyorsaságát érthetővé teszi. Egyéb-



2. ábra. Canis familiaris: arcus aortae. Beidegzés. a) Sympathicus ideg, b) velőhüvelyes rost, c) kevert fonadék, d) símaizomszövet, Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 600 \times .

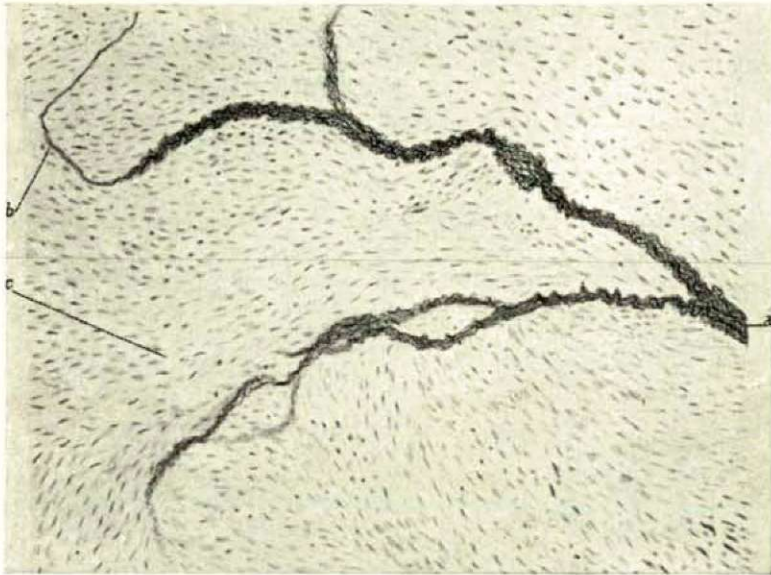
Abb. 2. Canis familiaris: Arcus aortae. Innervation, a) sympathischer Nerv; b) markhaltiger Faser; c) gemischtes Geflecht; d) glattes Muskelgewebe, Bielschowskysches Verfahren, Vergrössung 600x.

ként ezen az ábrán különös figyelmet érdemelnek azok a rendkívül finom neurofibrilláris fonadékok, amelyek a símaizomsejteknek és az idegrostoknak a belsőleges és gazdag kapcsolódási viszonyait általánosságban kellőképpen érzékeltetik.

Máskor, amint ezt különösen a kutyanak, a macskának, s a borznak az aortaívén észleltem, főleg pedig a disznónak a koszorús arteriáján, magában a mediában, ennek kb. a közepe táján összefüggő laza

fonadékok vannak (4. ábra). Ezeknek a fonadékoknak a rostjai között vannak vékonyabbak, vastagabbak, de a rostok mind símák, tulnyomó részük kimondottan hullámos lefutású, és egész hosszukban ismétlődnek az erősen szembetűnő tömör, hosszúkás magvak, amelyek a Schwann-féle hártványak a magvai. A rostok közül, mint ez az ábrán látható, egyesek fokozatosan erősen elvékonyodnak és a síma izomsejtekhez simulnak. Nem ritka az olyan rost sem, amelyik a végén finom szíj felosztódik s így vész el az izomsejtek között.

Különösen a macska aorta-ívében igen sűrűn jelentkeznek a mediában az egészen finom fonadékok, amelyeknek egyes részletei feltűnően emlékeztetnek a terminalreticulumokra. (5. ábra). Az ilyen ter-

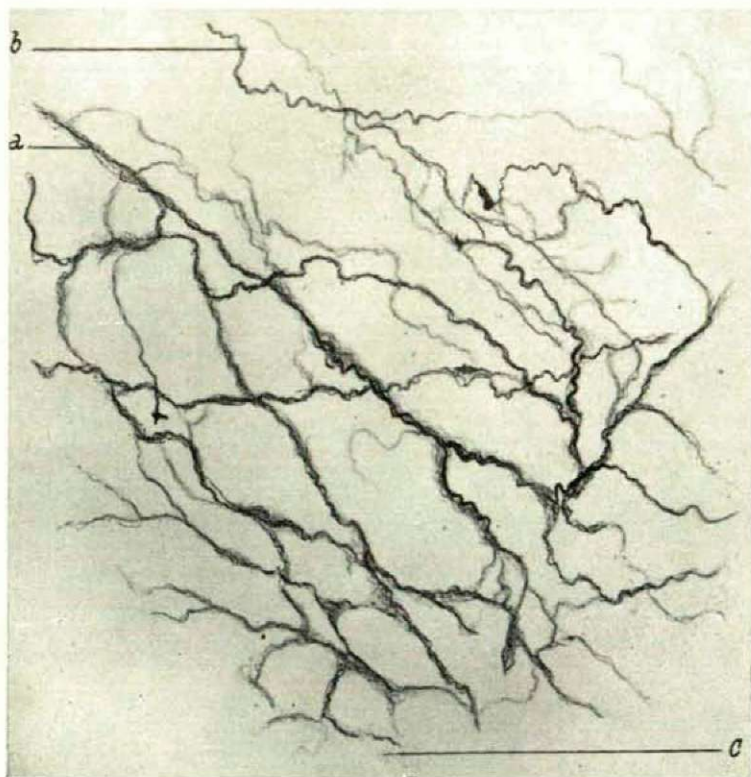


3. ábra. *Canis familiaris*: arcus aortae. Símaizom beidegzés, a) Sympathicus törzs, b) idegrost, c) símaizom, Bielschowsky-féle eljárás, Nagyítás 200×

Abb. 3. *Canis familiaris*: Arcus aortae. Innervation des glatten Muskelgewebes, a) sympathischer Stamm; b) Nervenfaser; c) glattes Muskelgewebe. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 200x.

mészetű fonadékok mindig a hajszálereket és a kis arteriákat veszik körül, szerkezetük szinte kibogozhatatlan és rostállományuk felette gazdag. A fonadék rostjai között vannak vastagabbak, amelyek varicosusak, finoman fibrillázottak, és vannak egészen finom, éppen csak a láthatóság határán lévő, igen kis varixokkal megrakott rostok, amelyek egymás mellett, majd pedig egymás felett és alatt haladnak s azután fokozatosan elvékonyodva eltűnnek a símaizomsejtek között, anélkül, hogy a végükön valamiféle terminalis alakulatot mutatnának. A fonadékok, különösen a vasa vasorumok mentén, olyan különlegesek és szokatlanul gazdagok, hogy látásukra egészen elfogadható valóságnak látszik Stöhrnek az az elgondolása, amely szerint a mediának minden egyes

izomsejtje külön idegrostnak, illetőleg az én megemlésem szerint idegvégződéseknek a befolyása alatt áll. Azonban, hogy milyenek ezek a végződések és hogy ezek milyen viszonyban vannak a sima-izomsejttel, annak az eldöntése szinte lehetetlennek látszik, annak dacára, hogy a legújabb vitalis methylenkével végzett angol vizsgálatok, mint fentebb már láttuk, határozott álláspontot látszanak elfoglalni a végfejecské, illetőleg a gombszerű végalakulat mellett. Ezekkel az angol megállapításokkal szemben (Wollard, 1926), (Millen 1948) ismételten a leghatározottabban ki kell jelentenem, hogy sok száz methylenkével

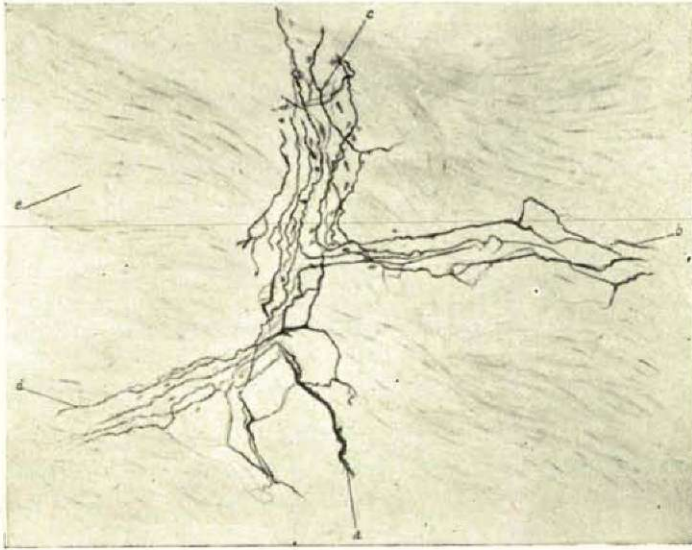


4. ábra. *Sus scrofa domestica*: arteria coronaria cordis. Idegfonadék a tunica mediában, a) ideglörzs, b) idegrost, c) idegfonadék. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 800X.

Abb. 4. *Sus scrofa domestica* Arteria coronaria cordis, Nervengeflecht aus der Tunica media, a) Nervenstamm; b) Nervenfaser; c) Nervengeflecht, Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 800x.

készült preparátumnak az átvizsgálása nyomán, amelyeket intravitalisan és supravitalisan festettem itthon és a nápolyi zoológiai állomáson, az erek falában egyetlen egyszer sem sikerült megtalálni a sympathicus rostoknak a végződéseit. Nem tudtam megtalálni a bőrben, de még az olyan egészen finom és erekben olyan különlegesen gazdag hár-

tyákban sem, mint amilyen a békák szájpád-nyálkahártyája. Ez utóbbi pedig az idegrostoknak vitalis methylénkéssel való festésére minden más vizsgálati anyag közül a legalkalmasabb és pedig azért, mert vékony, mert szerfölött könnyen festhető és a vastag hámréteg eltávolítása után szinte metszetvastagságban a legnagyobb mikroszkópi nagyítással is kitűnően vizsgálható. Az erek falában végződést még az ennyire gondosan előkészített anyagon sem láttam. Ezért legjobban festett készítményeimet paraffinba ágyaztam, ezekből különböző vastagságú metszetsorozatokat készítettem, azonban az eredmény így sem mutatkozott; úgy, hogy ezek után az a határozott vélemény kezdett bennem kialakulni, hogy a kérdés a mai idegtechnikai módszerek és eljárások birtokában teljességgel megoldhatatlan. Azonban a későbbiek

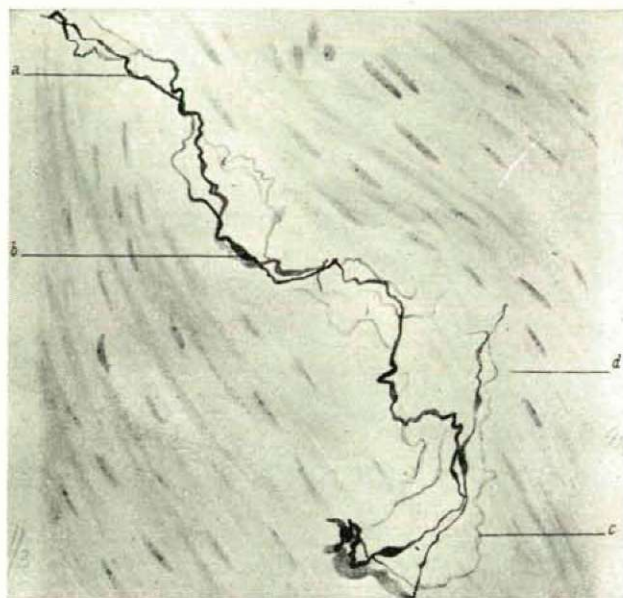


5. ábra. *Felis domestica*: arcus aortae. a) idegtörzs, b) neurofibrilla, c) idegfonadék, d) idegvégrostok, Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 400 \times .

Abb. 5. *Felis domestica*: Arcus aortae. a) Nervenstamm; b) Neurofibrille; c) Nerven-geflecht; d) Nervenendfasern. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 400x.

során a macskának, a kutyának, különösen pedig a rókának az aortájából a *Bielschowsky*-féle eljárással sikerült olyan metszeteket impregnálnom, amelyeknek birtokában a media idegrostjainak végződéséhez, illetőleg kapcsolódási viszonyaihoz tárgyilagosan hozzá tudok szólni. Ezek a készítményeken a leghatározottabb formában mutatkoznak olyan rostalakulatok, amelyekről tárgyilagossággal megállapítható az, hogy ezek a sympathicus rostoknak valóságosan a végződésői (6. ábra). Ezek az alakulatokon — mint az ábrán jól látható — a fonadék finom rostjai fokozatosan elvékonyodnak, azután szinte alig összefüggő cseppszerű képződményekre tagolódnak, majd pedig fokozatosan megszűnnek. Ezeknek a képeknek egyes rostjai, bár különböző eredetűek, mégis sok hasonlóságot mutatnak az intraepithelialis rostoknak a vég-

zódéshez közeleső szakaszaival s határczottan azt a benyomást keltik, hogy végrostok, amelyek több ponton érintkeznek az izomsejtekkel s végül is szabadon végződnek. Ilyenformán úgy látom, hogy a *Bielschowsky*-féle eljárással csakugyan sikerült megtalálni az idegvégződéseket és megállapítani azt, hogy azok az intraepithelialis idegvégződésekhez hasonló képződmények, amelyek a gazdagabb fonadékok körül mindenfelé nagy számmal mutatkoznak. — És ha ez így van, ami iránt nekem most már nem sok kétségem van, akkor hátra van még egy kérdés, amely a fentivel legszorosabb kapcsolatban áll, s ez az, hogy vajjon a fejecskék epilemmalisan fekiúsznek-e, vagy pedig intraplasmátikus fekvésűek. Ez a végzódések ismeretében is felette nehezen eldönthető



6. ábra. *Canis vulpes*: arcus aortae. a) idegrost, b) neurofibrilla, c) idegvégződés, d) símaizom. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 900 \times .

Abb. 6. *Canis vulpes*: Arcus aortae. a) Nervenfaser; b) Neurofibrille; c) Nervenendigung; d) glattes Muskelgewebe. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 900x.

kérdés, mert, amint ezt már több, hasonló kérdéseket tárgyaló dolgozatomban jeleztem, ennek az eldöntésére csak egyetlen kritériumunk van, és ez a mikrometerscavar. Ha a végfejecskét és a sejtmagot egy szintben látjuk és egyszerre ugyanazon mikroszkópi beállítás mellett világosan látjuk, akkor azt mondhatjuk, hogy az idegvégződés nem a sarkolemma felett, hanem a sejt plasmájában foglal helyet. Ez a kritérium azonban a síma izomsejteknél, főleg az erek falában nem bizonyul elégségesnek, mert a sejtek nagyon vékonyak, hegyesek, s különösen ezüstözött készítményeken a magplasmarelatíciók tökéletesen nem értékelhetők. Nézetem szerint ez a kérdés nem is túlságosan fontos, bár tisztán tudományos szempontból semmiképp sem mellőzhető. Nem égetően fontos fiziológiai szempontból sem, még pedig azért nem, mert az ideghatások

átadására az epilemmalis fekvés is tökéletesen elegendőnek mutatkozik. Egyébként eddigi vizsgálataim alapján azt az álláspontot látom tárgyi-lagosan alátámasztva, hogy mind a két végződési lehetőség fennáll és a tények szerint is igazoltnak mondható.

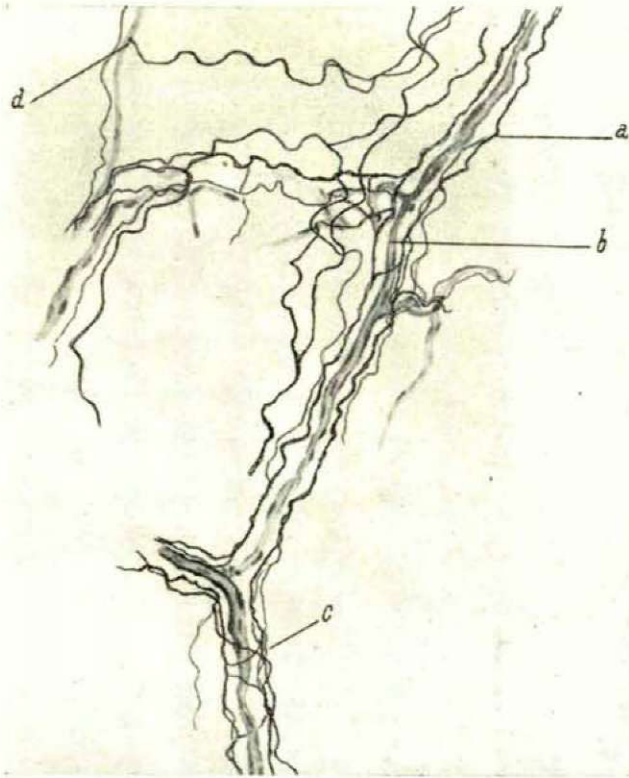
Mielőtt az artériák falának az idegkapcsolatairól szóló irodalmi és önálló kutatásaim alapján szerzett tapasztalataim összekapcsolását befejezném, foglalkoznom kell az intimával. Erre vonatkozólag ki kell jelentenem, hogy én eddig az intimában soha, semmiféle ideget nem láttam, sem az embernél, sem az emlősöknél, sem a madaraknál, mely utóbbiaknak arteriás törzseit ebből a szempontból legújabbán igen gondos vizsgálat alá vettem. Igaz, hogy erre vonatkozólag az irodalom sem nyújt tájékozódást, eltekintve a *Stöhr*nek második és ilyen irányban utolsó nagy tanulmányától, amelyben oda nyilatkozik, hogy a mediának a finom terminalreticuluma az intimába is átnyúlik. Mivel a terminalreticulumot olyan formában, ahogy *Stöhr* és tanítványai leírták, nemlétezőnek tartom, magától értetődik, hogy effélének az intimában való jelenlétét is tisztán a képzelet szüleményének tartom. Ezek után természetesen álláspontom más nem lehet, mint az, hogy eddigi tapasztalataim szerint az intimát idegmentesnek tartom.

VÉNÁK

A vénákra vonatkozólag a fentiek után újat mondani nem igen lehet. Idegtani szempontból ezekre vonatkozólag is nagyjából az érvényes, ami az arteriákra. Vonatkozik ez különösen a nagyobb vénákra, ahol az adventitiában, úgy mint az arteriákban, nagyobb nyálábokból álló idegfonadékok futnak, amelyeknek alkotó elemei befelé magától értetődőleg vékonyodnak, finomodnak és fokozatosan hullámossá válnak. A kisebb vénák beidegzése szintén efféle. A vékony tunica muscularisban a sympathikus elemek szerkezete és kapcsolódási viszonya hasonló az arteriákéhoz. *Stöhr* itt is terminalreticulumot lát, ez azonban itt is éppen olyan kétséges és természetesen úgy vitatható, mint az arteriákban. Mivel a terminalreticulumot az izomnélküli vénákban éppen úgy megtalálta, mint az izomréteggel rendelkezőkben, *Stöhr* azon a véleményen van, ami különben ebben az esetben egészen természetes is, hogy a „nervöse Terminalreticulum nicht lediglich als ein nur für die Muskelfasern bestimmter motorischer Endapparat betrachtet werden. Der Gedanke, jenem Endnetz auch eine trophische Funktion zuzuteilen, liegt nahe, wenn er sich auch schwer beweisen lassen dürfte“. *Stöhr* különben a vénák esetében is hangot ad annak az elgondolásának, amelyet az artériák esetében is erősen kihangsúlyozott, hogy tudniillik az erek falában olyan nagy az ideggazdagság, hogy meg van a lehetőség arra, „dass wir für jede einzelne Zelle der Gefäßwand die Möglichkeit einer Einwirkung des Nervensystems in Rechnung setzen dürfen.“

A postcapillaris vénákra vonatkozólag *Stöhr* megerősíti *Reiser*nek és *Yoshitosi*-nak ama vizsgálati eredményét, amelynek értelmében az ér falán szétterülő terminalreticulum a végrehajtó szerv többi sejtjeit körülvevő terminalreticulummal kontinuitásban van. Sőt, mivel effélét észlelt egy kis véna és a környező zsíresejtek idegkapcsolatát illetőleg is, *Stöhr* támogatni látszik *Wassermann* ama megállapításának a helyes-

ségét, amely szerint úgy a felnőttéknél, mint az embryonál a zsírszerv növekedése az ér parenchymából kifelé indulólag az érnek a növekedésével kapcsolatosan megy végbe. Egyébként azt, hogy a zsírsejt ideghatás alatt működik, már *Dogiel*, később pedig *Boeke* is kimutatta. *Stöhr* szintén úgy találta, hogy a zsírsejteknek idegellátásuk van. Erre vonatkozólag *Kostowiecki*, *Wilkinson* és *Burkitt* is közöl adatokat, legújában pedig *Millen* is úgy találta, hogy a zsírszövet ideghatás alatt van, sőt a zsírszövetben úgy, ahogy azt már *Dogiel* látta, érzőidegszervek is vannak.



7. ábra. Homo: vena saphaena magna. a) idegrost, b) hajszálér, c) idegfonadék, d) idegvégződés, Bielschowsky-féle eljárás, Nagyítás 1200 \times .

Abb. 7. Homo: Vena saphaena magna. a) Nervenfaser; b) Blutkapillare; c) Nerven-geflecht; d) Nervenendigung. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 1200 \times .

A nagyobb vénáknak a beidegzésére vonatkozólag, amilyen a két vena cava, a vena iliaca, a vena renalis és a vena portae, több érdekes lelettel rendelkezőnk. *Michelazzi* a vena pulmonalis periadventitialis kötőszövetében egy nagyobb dúcot talált. Ezenkívül, mint az irodalmi adatokból látjuk, a vénák falában érzővégkészülékek is elő szoktak fordulni. *Rachmanow* faalakú idegelágazásokat talált a tengeri malac vena cavájának a mediájában s ugyancsak *Rachmanow*, *Vater-Pacini*-féle testet is talált a tengeri malac vena caváját körülvevő kötőszövetben.

Eich újszülött embernek a vena portae-jában talált *Vater-Pacini*-féle testeket. *Nonidez* ott, ahol a két vena cava és vena pulmonalis beleszakad a szívbe, kétféle afferens idegvégkészüléket talált. Egyik típus subendothelialis, a másik perimascularis elágazódás. *Nonidez* ezeknek a végteteknek részletes leírását adja.

Keiffer az uterus vénáknak az intimájában erősen argentophil bipolaris és tripolaris sejteket látott, amelyek az ő felfogása szerint, „wirklich nervöser Natur sind“. Ennek a lehetőségét *Stöhr* is kétségbe vonja, magam pedig szintén azon a véleményen vagyok, hogy a kérdéses sejtek kötőszöveti sejtek, amelyek az ezüstnitrát hatás meghosszabbítá-



8. ábra. Homo: vena saphena magna. a) idegrost, b) idegvégrost, c) símaizomszövet. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 1200 \times .

Abb. 8. Homo: Vena saphena magna: a) Nervenfaser; b) Nervenendfaser; c) glattes Muskelgewebe. Bielschowskysches Verfahren, Vergrößerung 1200x.

sával a szívben az endocardiumban és vérerekben is nagyon könnyen impregnálhatók. Egyébként nézetem szerint ezek a sejtek azonosak a *Wollard*-féle erősen elágazó sejtekkel, amelyeknek kötőszöveti voltát, mint fent láttuk, idegátvágási kísérletekkel ketten is bizonyították.

A vénák közül eddig az ember vena femoralisát és saphaenáját vizsgáltam meg tüzetesebben. Ezek a vizsgálatok nagyjából a fent ismertetett általános beidegzési viszonyokat erősítik meg. Ezeket a vizsgálatokat az a körülmény tette szükségessé, hogy *Ambrus Matilddal*, a szegedi sebészeti klinika tanársegédjével, hosszabb ideig foglalkoztam a varixok beidegzési viszonyaival, amivel kapcsolatban a normális saphaena magna beidegzését is vizsgálat tárgyává tettem. Ezeknek a vizsgálatoknak az eredményeképpen sikerült megállapítanom, hogy az

adventitiában rendkívül sok az idegrost. Ezek a rostok mind velőtlen, sympathicus jellegű rostok, amelyek különösen a vasa vasorum területét lépik el hatalmas mennyiségben. (7. ábra). A vasa vasorumok mentén, ezeken keresztül-kasul az idegek olyan nagy tömegben futnak, amilyent eddig még az arteriák mentén is alig észleltem. A rostok általában vékonyak és magánosan messzire követhetők, de vannak közöttük olyanok is, melyek dichotomikusan ágaznak. Sympathicus voltuk mellett szól az is, hogy van közöttük olyan, amely egy hajszáléren végfejejske alakjában végződik. Az adventitiában sem velőrostot, sem pedig semmiféle érző végalakulatot ez idáig nem sikerült találnom.

Az emberi saphaena magna adventitiájának vastag izom-rétege szintén erős ideghatás alatt áll. Az izomnyalábokban gazdag lazaszerkezetű idegfonadékok vannak, amelyeknek vastag velőtlen rostjai dichotomikusan oszlanak. A keletkező ágak nagyon messzire követhetők, majd fokozatosan elvékonyodnak és az egészen finom végágak rendkívül gazdagon elágaznak. (8. ábra). Ilyen finom és gazdag elágazást eddig még az arteriák falában sem észleltem sehol. Az elágazásból keletkező szerfelett vékony ágak igen nagy nagyítás mellett nagyon messzire követhetők, míg azután az izomsejteken végződnek, mely utóbbiak a saphaena falában különlegesen nagyok és egymás felé élesen elhatárolódnak. Az egészen finom terminalis rostok közül egyesek nagyon laza gomolyszerű képződményt alkotnak, majd pedig szabadon végződnek. Mindezek a viszonyok különleges világossággal láthatók a 8. ábrán. Mondanom sem kell, hogy terminalreticulum itt sem fordul elő, bár az egyik finom rostnak a végrendszerét egy kis fantázia segítségével könnyen lehetne ilyenféle alakultnak minősíteni.

ARTERIOVENOSUS ANASTOMOSISOK

Az újabb irodalomban külföldön, de nálunk is többször szó esett és szó esik az arteriovenosus anastomosisokról. Ezeknek a beidegződési viszonyait már elég sokan kutatták. (*Masson, Clara, R. A. Pfeifer, Havelicek, Clark.*) Clara és társai tisztázták az anatómiai viszonyokat, *Spanner* pedig injiciálással azt mutatta ki, hogy ilyenek vannak a bélben, a glandula submandibularisban, továbbá a vesében s emellett egy régen ismert és sokat tanulmányozott szervben a nyúlban a fülében, ahol az újabb kutatók methylenkékkel a beidegzési viszonyokat is eléggé tanulmányozták.

Masson, az ember ujjának az arteriovenosus anastomosisaiban talált rendkívül gazdag beidegzést. *E. Brown* a kutya nyelvének hasonló képződményein látott velőtlen rostokat a mediában, az adventitiában pedig velős rostoknak jelenlétét konstataálta, amelyek gazdagon szétágaznak a kötőszövetben. Arra vonatkozólag is vannak adataink, hogy az arteriovenosus anastomosisok közelében Vater-Pacini-féle idegvégtestek vannak. (*Grosse, v. Schumacher, Clara*). Ezeknek a működésére vonatkozólag az a vizsgálók véleménye, hogy az osmotikus nyomás változásainak a megérezésére valók.

HAJSZÁLEREK

A hajszálerek falának és az idegrendszer kapcsolatainak kimutatása az ideghistológiának egyik legnehezebben megoldható feladata. Az, hogy a hajszálereket a legtöbb esetben finom, vékony, egyes idegrostok követik, amelyek keresztül-kasul járnak őket, már igen régóta ismeretes. Az első kutatók, akik tisztázni próbálták a beidegzési viszonyokat (*His* 1863, *Cicaccio* (1864), *Beale*, *Tomsa*, *Darwin*, *Grünhagen*, *Klein*, *Gad*, *Sihler*, *Meyer*, *Joris*, *Michajlow*, *Glaser*), ezeket a hullámosan haladó, lefutásukban a hajszálereket hol az egyik, hol a másik oldalán érintő rostokat tartották a hajszálerek idegrostjainak. Ebben lehet is igazság, hiszen végeredményben a gyakori és hosszú szakaszon ismétlődő érintkezést akár elegendőnek is lehet tartani arra, hogy az impulzus átadható legyen, azonban arra is lehet gondolni, hogy ez a szakaszos érintkezés talán még sem elégséges arra, hogy olyan gyors és terjedelmes ingereket közvetítsen, amilyenek szükségesek ahhoz, hogy a hajszálerek lumene olykor igen nagy kiterjedésű területeken pillanatok alatt változást szenvedjen.

Éppen ezért a kutatások ezen a vonalon is tovább folytatódtak, s ezeknek az eredményeképpen kezdett kialakulni az a felfogás, hogy a fentebb említett idegrostok a hajszálereknek csak kísérő rostjai, amelyek mellett vannak olyan egészen finom rostok is, amelyek az ér falával sokkal szorosabb kapcsolatban állnak, mint az előbbiek. Ilyen irányúak azok a vizsgálati eredmények, amelyek *Nesterowsky*, *Krimke*, *Allegra*, *Botezat* nevéhez fűződnek, de talán még inkább azok, amelyeket *Bremer*, *Ceccherelli* és *Crevatin* végeztek.

Újabbán *Barbsdale* és a már emlegetett *Wollard* foglalkozott a fenti kérdéssel, azonban *Stöhr* felfogása szerint nem valami nagy szerencsével. Nagyobb eredménnyel vizsgáloztak *Ohno*, *Gerneck*, *Clark* és *Dow*, *F. de Castro*, *Schabadasch*, *Akckeringa*, *Wilkinson*, *Hinsey*, *Larvenjtjerov*, *Zweifach* és *Sunder-Plassmann*, akik idevonatkozólag már olyan képeket közöltek, amelyek ismerete nyomán az ideghatásoknak gyors és egyszerre nagy területen való érvényesülése könnyebben érthető és magyarázható. *Stöhr* és tanítványai újabbán itt is a terminalreticulumot tartják a vegetatív idegrendszer végrehajtó szervének, azonban nézetem szerint minden elfogadható morfológiai alap nélkül. Ezenkívül arra vonatkozólag is vannak komoly vizsgálatok, hogy a pericyták is ideghatás alatt vannak. (*Busch*, *Reiser*, *Riegele*, *Sunder-Plassmann* (1958) és *Zweifach*). *Boeke* (1932—33) a parotis, a chorioidea, a verejtékmirigyek hajszálereinek a beidegzését vizsgálta emberi anyagon és a sündiszónának a szívét, és arra az eredményre jutott, hogy plasmazzerű összefüggés van a hajszáledény fala és az idegrendszer között. *Stöhr* szerint ez az egész *Boeke*-féle szerkezet a képek tanúsága szerint egyezik a terminalreticulummal annak dacára, hogy *Boeke* mindenféle oldalról felhozható ellenvetésekkel hevesen hadakozik a terminalreticulum elnevezése ellen.

Stöhr a hajszálerek falában is a terminalreticulumot tartja ideg-
végkapcsolatnak és oda nyilatkozik, hogy „das gleiche nervöse Terminalreticulum, das glatte Muskelfasern, Drüsen — und Bindegewebszellen

mit seinen zarten Waben umklammert, zieht auch die Capillarwand in seinen Bereich“.

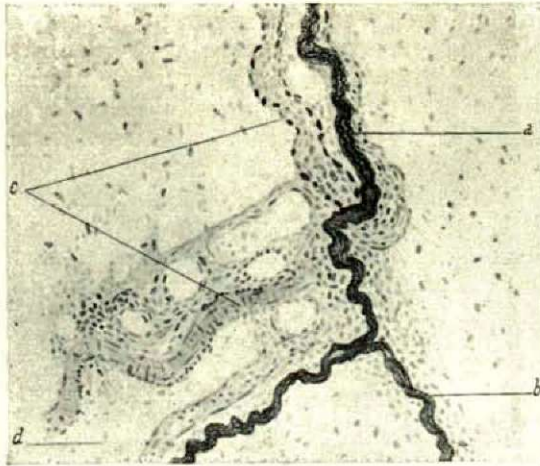
*Stöhr*nek ezzel az álláspontjával e helyen is hadilábon állok, egyszerűen azért, mert a hajszálereken terminalreticulumot nem láttam soha és nem látok ma sem. De nem látta *Michelis* és *Nonidez* sem, akik a terminalreticulum finom rostjait argentofil rostoknak tartják. *Stöhr* „unter Verwendung einer ungenügenden histologischen Technik“ készült preparátumok alapján hirdetett és be nem bizonyosodott állításnak mondja *Nonidez*nek idevonatkozó megállapítását, azonban őszintén meg kell vallanunk, hogy legalább is nem kielégítő alappal. Nem ismerik el többen mások, (*Busch*, *Wollard*, *Millen*) és nem ismertem el én, s nem ismerem el magam ma sem, pedig az én készítményeimet annak idején *Stöhr* „wunderbar“ és „wunderschön“ jelzőkkel illette és, hogy másokat ne emlegessek, Nápolyban egyik svéd ideghistológus „furchtbar schöne“ preparátumoknak nevezte.

Ennek dacára *Stöhr* harcos álláspontját becsülöm, s azt, hogy mikroszkópikus megállapításaihoz feltétlenül ragaszkodik, nemcsak respektálok, hanem komolyan értékelem. Azonban sajnos itt is a terminalreticulum ellen kell állást foglalnom úgy, ahogy tettem ezt feljebb a síma izomszövetnél és ott, ahol a media símaizomszövetnek az idegkapcsolatai forognak szőnyegen.

Sokszáz preparátum átvizsgálásakor, amelyek úgy a *Bielschowsky* módszerrel készültek, mint a *Stöhr*é és tanítványaié, sohasem láttam semmiféle terminalreticulumot és semmiféle olyan plasmaticus kapcsolatot sem, amelyet *Boeke* ír le, mint olyat, amely összeköttetést létesít a pericyták és a hajszálér falát alkotó endothel sejtek között. De azt is meg kell jegyezni, hogy nem találtam soha olyan fej-, vagy gömb-, illetőleg gombaalakú idegvégződéseket sem, amelyeket a legújabb angol irodalom közöl, s amelyhez hasonló képződményt egy időben maga *Stöhr* is a hajszálerek mozgató végződéseinek tartott.

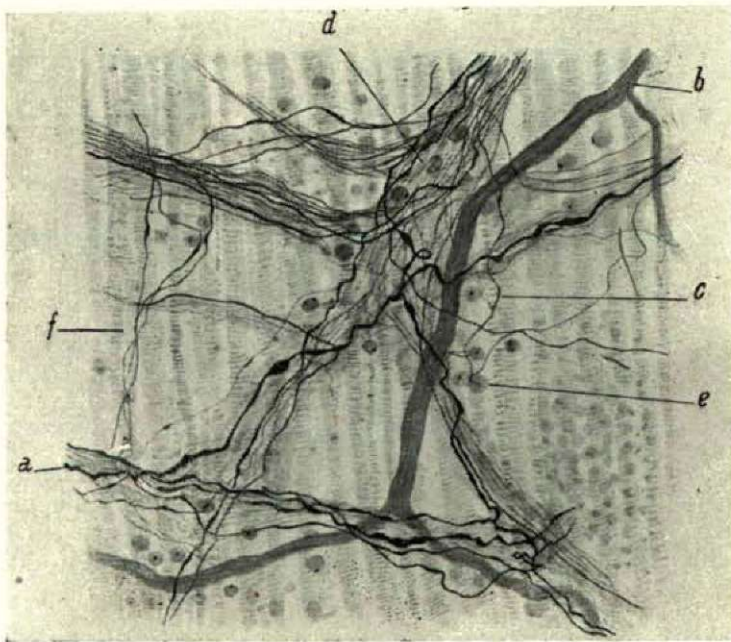
Ezek után az én felfogásom az, hogy a hajszálerek fala erős ideghatás alatt áll. Ezt biztosítják egyrészt a kísérő rostok, másrészt pedig azok a lazaszerkezetű fonadékok, amelyek szorosan a hajszálér falához kapcsolódnak. Szabad idegvégződéseket, amilyeneket különösen a *Golgi-methodus* nyomán régen közöltek, s amilyeneket vitalis metylénkék injekció után láttak egyes szerzők, soha sem láttam és úgy hiszem, hogy ilyenek a valóságban nem is léteznek. A magam részéről a több irányból jövő szakaszos érintkezést az inger átadása, illetőleg átadási lehetősége szempontjából tökéletesen elegendőnek tartom, annál is inkább, mert sem végződést, sem terminalreticulumot nem láttam, bár olyan lehetőségre is gondolhatunk, miszerint az idegrostok az endothel sejteken, vagy közöttük végződnek.

Egyébként, amint ezt a preparátumok igazolják, a hajszálereket egyes érszakaszokon, főleg az adventitia külső rétegében vastag sympathicus törzsek kísérik, amelyek a szomszédos hajszálérhálózathoz s a kis arteriákhoz is ágakat adnak. Különösen gazdagok, illetőleg erősek ezek az idegek a macska aortaívében, amely általános tapasztalatom szerint is sympathicus beidegzés tekintetében a legdúsabbnak mondható (9. ábra). Általában gyakoriak az olyan rostok is, amelyeket *Stöhr* kísérő rostoknak nevezett, azért, mert nem követik mindig az ereket,



9. ábra. *Felis domestica*: arcus aortae. a) idegtörzs, b) idegrost. c) vasa vasorum, d) kötőszövet, Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 400×.

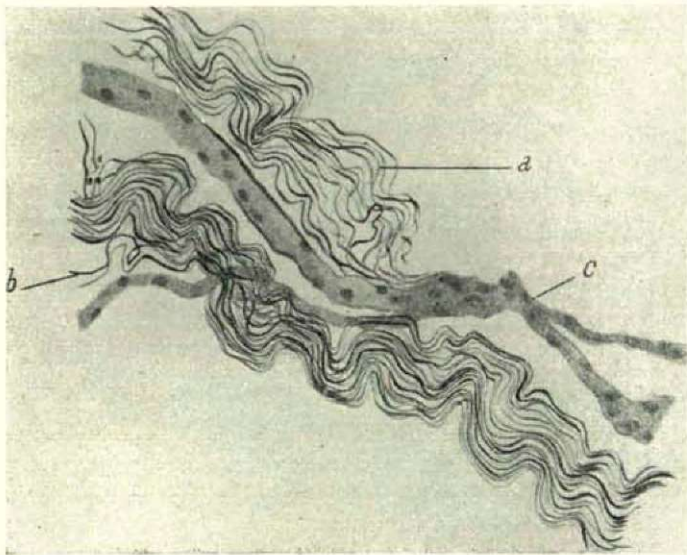
Abb. 9. *Felis domestica*: Arcus aortae, a) Nervenstamm; b) Nervenfaser; c) Vasa vasorum; d) Bindegewebe. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 400x.



10. ábra. *Tinea vulgaris*: gyomorbeidegzés. a) idegrost, b) hajszálér, c) kísérő rost, d) idegfonadék, e) idegsejt, f) harántcsíkolt izomszövet, Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 585×.

Abb. 10. *Tinea vulgaris*: Magen. a) Nervenfaser; b) Blutkapillare; c) Begleitfaser; d) Nervengeflecht; e) Nervenzelle; f) quergestreiftes Muskelgewebe. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 585x.

hanem helyenként eltérnek ezektől, majd pedig ezekhez visszatérnek, ezeken áthajlanak s az endothellel hosszabb-rövidebb darabon érintkeznek (10. ábra). Ezek a különböző vastagságú és valószínűleg különböző eredetű rostok igen jól láthatók és tanulmányozhatók a bélben. Különösen a compó gyomrának és beleinek a submucosája mutatkozott ilyen tanulmányokra különlegesen alkalmasnak, de igen szép megjelenési formákra akadunk az aortaiban és koszorús-ereken is, különösen a szarvasmarhánál. Ez a megjegyzés látszólag feleslegesnek mondható, azonban csak látszólag, mert az erekben még ugyanazon állat szervezeten belül is nagy szövettani különbségek vannak, de különösen nagyok a különbségek az egyes fajok, főleg pedig az egyes rendszertani csoportok



11. ábra. *Bos taurus*: arcus aortae. a) kísérő idegtörzs, b) idegrost. c) hajszálér, Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 400 \times .

Abb. 11. *Bos taurus*: Arcus aortae. a) Begleitnervstamm; b) Nervenfaser; c) Blutcapillare. Bielschowskysches Verfahren, Vergrößerung 400 \times .

tok erei között, amiben tükröződik egyrészt az életmód, másrészt pedig a filogenezis. Ideje volna az állatokat ebből a szempontból is alapos szövettani vizsgálatok tárgyává tenni, mert meggyőződésem, hogy a különbségek és a hasonlóságok, a fokozatos átalakulás és fejlődés az erek falában éppen úgy tükröződik és olyan meggyőző erővel mutatkozik, mint akár a csontokban, akár pedig a központi idegrendszer szerkezetében és fejlődésében.

A szarvasmarha koszorúereiben és aortájában a sympathicus kötegek fellazultak, az egyes alkotó rostok símák, különböző kaliberűek és erősen hullámosak (11. ábra). A fellazult kötegek, amelyeknek a lazasága és hullámossága a nevezett érszakaszok lumenváltozásával kapcsolatos, mint az ábrán látjuk, közvetlenül a hajszálerek mellett, illetőleg ezeken futnak, de magától értetődőleg az is lehetséges, hogy legalább is

részben ezeken végződnek, bár a mikroszkópi képen eddig efféle végződést nem sikerült találnom.

Azonban a kísérő rostok mellett különösen a koszorús erekben igen nagy számmal vannak olyan rostok is, amelyek kimondottan az ér falának beidegzésére szolgálnak (12. ábra). Ezek a rostok, mint az ábrán látjuk, tulajdonképpen két rendszert alkotnak. Az egyik részük párhuzamosan fut, mégpedig több oldalról az ér falával, a másik pedig az így üresen maradó helyeket keresztül-kasul járja. A rostok jól szembetűnők, hullámosak, itt-ott finoman fibrillázottak, sőt az a látszat, mintha helyenként finom neurofibrilláris hálóra, illetőleg fonadékra hullanának szét. Végződéseket egészen határozott formában nem igen lehet látni, de nincs kétség az iránt, hogy egyesek a megfelelő sejtek plasmá-



12. ábra. Homo: arteria coronaria cordis: hajszálér beidegzés. a) endothel, b) hámsejtmag, c) idegrost, d) kísérőrost, e) csomópont. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 900X.

Abb. 12. Homo: Arteria coronaria cordis Blutkapillare, a) Endothel; b) Endothelzellkern; c) Nervenfaser; d) Begleitfaser; e) Knotenpunkt. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 900x.

jában, illetőleg a sejtek határán végződnek. Általában itt is hangsúlyoznom kell azt, amit már sok ízben szóvátettem, hogy az ilyen egészen határkérdések tisztázása a mai vizsgáló módszerek mellett eléggé nehéz. Az azonban az ábrán is kétségtelenül megállapítható, hogy a hajszálerek is rendkívül erős idegáttás alatt állnak, amiben magyarázatát leli az a gyors lumen-változás, amely bizonyos szöveteknek szinte a gondolat gyorsaságával járó vérbőséget, vagy ilyen irányú tökéletes mentesítését vonja maga után.

Ezzel tulajdonképpen végeztem a vérerek efferens beidegzésével, azonban, hogy a teljességen hiány ne essék, foglalkoznom kell még azzal a kérdéssel, hogy milyen viszony áll fenn a reticuloendothelialis rendszer és az idegrendszer között, és ezt annál is inkább tennem kell, mert

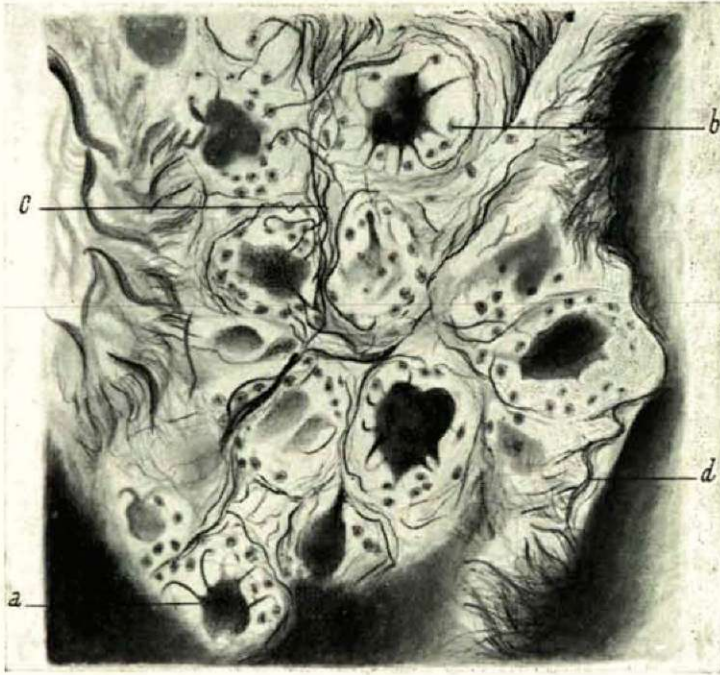
ilyenféle vizsgálatok már vannak az idevonatkozó irodalomban. Nevezetesen *Riegel*ének a májon végzett ideg-szöveti vizsgálatai szinte kétségen kívül helyezik azt, hogy a májnak a Kupfer sejteiben, illetőleg pontosan ezeknek a protoplasmájába idegrostok futnak. Ebből kétségtelenül arra lehet következtetni, hogy a máj hajszálereinek az endothel-jén ülő csillagalakú sejteknek a működése valójában ideghatás alatt áll. Ha pedig ez így van, akkor nincs kétség az iránt, hogy az egész rendszernek a munkáját az idegrendszer kormányozza, amiből önként következik az, hogy az esetlegesen fellépő blokkok megjelenését is az idegrendszerből jövő ingerek kormányozzák. Egyébként ebben a kérdésben még sok a megfejtésre váró probléma.

IDEGSEJTEK

Már a régi kutatókat is igen sokat foglalkoztatta az a kérdés, hogy a vérereknek a falában vannak-e idegsejtek, illetőleg vannak-e az efferens rostrendszerek lefutásába beiktatott dúcok. Erre a kérdésre vonatkozólag már hangzottak is feleletek az irodalomban, azonban ezek nagyon széthullók voltak, s emellett túlságosan rugalmasak ahhoz, hogy a tényeket a kellő komolyság határában belül a valóságos viszonyoknak megfelelően lehetett volna értelmezni. Éppen ezért azt kell mondanunk, hogy az eddigi adatok szerint, igazi idegsejteket aligha írtak le a vérerek lefutásából. *Stöhr* azt írja egyik idevonatkozó dolgozatában, hogy: „Im Laufe vieler Jahre habe ich nur ein einzigesmal in der Adventitia einer Arterie aus dem Plexus chorioideus eine sehr kleine Ganglienzelle gesehen und abgebildet“. *Glaser* (1931) az állítja, hogy idegsejtek csak a nagy testüreges arteriáiban fordulnak elő. Ilyen arteriák az aorta, az arteria renalis, carotis interna, stb. Ezekre az adatokra vonatkozólag *Stöhr*nek az a véleménye, hogy itt valóban lehetnek idegsejtek, de nem az adventitiában, hanem a periadventitiális kötőszövetben. És ebben *Stöhr*nek általánosságban csakugyan igaza lehet. A nagyobb arteriákban, különösen pedig a nagyobb arteriákat határoló periadventitiális kötőszövetben, aránylag elég gyakoriak az idegsejtek és a dúcok is. Ezt magam is tapasztaltam a coronariák beidegzésére vonatkozólag végzett vizsgálataim során, de hangsúlyoznom kell azt, hogy az adventitiákban is vannak idegsejtek, sőt jól fejlett dúcok is. Hogy azok a sejtek, amelyeket annak idején *Bethe* a béka szájpapnyálkahártyájának a véreiről közölt, olyan multipoláris idegsejtek címén, amelyeknek nyúlványai egymással anastomizálnak, nem idegsejtek, hanem egyszerű kötőszöveti sejtek, azt már régen megírtam, sőt megírtam azt is, hogy ilyenek semmiféle más szervben, vagy érben sem mutathatók ki. Azonban ennek dacára is hangsúlyoznom kell, hogy idegsejtek és dúcok is vannak a nagy testüreges arteriáinak falában. Először is embernél, állatnál vannak egyesével álló idegsejtek, sőt dúcok is a periarterialis kötőszövetben, de vannak még magában az adventitiában is, ahogyan észleltem ezt az emberi aortában, de észleltem állati aortákban is, főleg pedig a macska aortában. Ezek a sejtek, illetőleg dúcok tipikus sympathicus elemek, amelyekhez hasonlók igen nagy számmal akadnak, különösen a testüreg arteriáinak a falában. Meg kell jegyezni, hogy magam kizárólagosan csak az aortának és coronariáknak a falában láttam eddig

idegsejteket. Nem láttam ilyeneket sem a carotisokban, sem az arteria renalisban annak dacára, hogy ezeket az ereket ilyen irányban a legnagyobb gondossággal tettem vizsgálat tárgyává.

Mint már mondtam, a leggyakrabban a dúcok, a koszorúerek falában és itt is az embernél. Itt közvetlen az adventitia szélén és az aorta ívben. A koszorúerek falában nem csak az idegek lefutásába beiktatott idegsejtek, de a kisebb-nagyobb sympathicus típusú dúcok is elég gyakoriak. Sympathicus típusú idegsejteket már *Glaser* is észlelt és közölte a disznóknak a koszorúsereiből, magam pedig igen sok ilyen im-

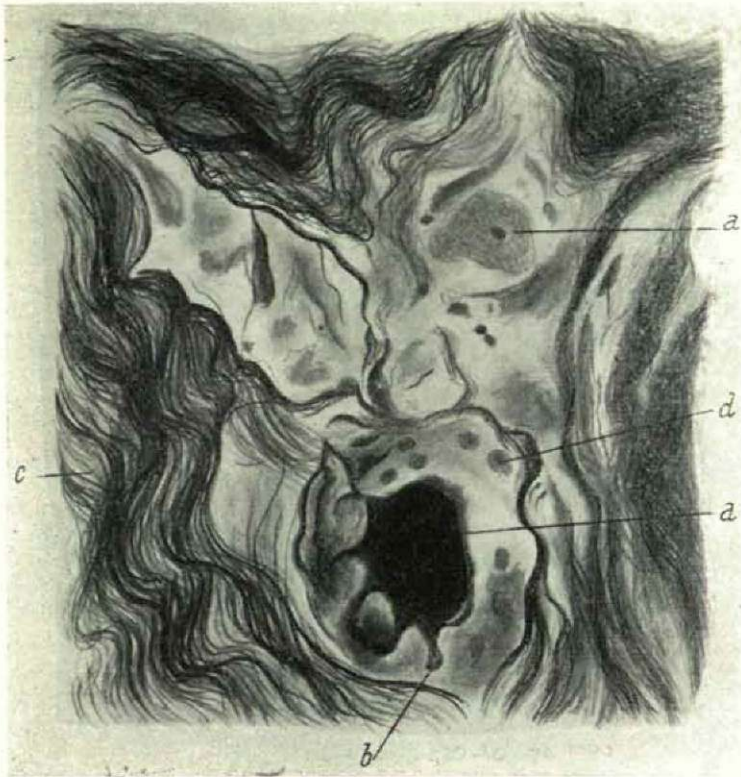


13. ábra, Homo: arteria coronaria cordis dúc. a) idegsejt, b) pericyta mag, c) idegfona-
dék, d) idegrost. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 500×.

Abb. 13. Homo: Arteria coronaria cordis Ganglion. a) Nervenzelle; b) Pericytenkern;
c) Nervengeflecht; d) Nervenfaser. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 500x.

pregnáltam az embernek a hasonló rendeltetésű szerveiből. Eltekintve az egyes sejtektől, jellemzők a dúcok, amelyek mint az alsóbbrendűek sympathicus idegrendszerében s a béltractusában, gyakoriak és jellegzetesek a koszorúerek falában. Nem ritkák, sőt az ember esetében a periarteriális kötőszövetben, de magában az adventitiában is gyakran mondhatók a dúcok. Ilyen dúcot magam is sokat láttam és közöltem, de a jelen esetben is ismertetek olyant, amely mind a sejtek, mind a rostoknak a számát tekintve, igen gazdagnak mondható (13. ábra). Ezek a dúcok szerkezetükből ítélve, kétségtelenül sympathicus és parasympathicus dúcok. Sejtjeik mind soknyúlványúak és túlnyomó részben

Dogiel egy típusba tartoznak, mert a sok nyúlvány közül csak egy megy tovább, illetőleg csak egy lesz az egyik önálló idegnek egyik rostjává, a többi a sejtől nem megy messzire, hanem ennek szinte közvetlen közelében végződik. A további rostokról nincs különleges mondani-valóm. Ezek, mint általában minden sympathicus rost, velőtlenek, símák, jól határoltak, s rendszeren varixmentesek, a dúcon áthaladnak,

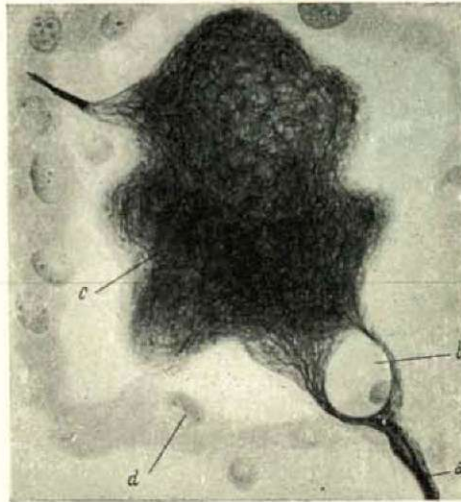


14. ábra, Homo: arteria coronaria cordis dúc. a) idegsejt, b) dendritlemez, c) idegfona-dék, d) pericyta mag. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 1000X.

Abb. 14. Homo: Arteria coronaria cordis Ganglion. a) Nervenzelle; b) Dendritlamelle; c) Nervengeflecht; d) Pericytenkern. Bielschowskysches Verfahren, Vergrößerung 1000x.

s mint a postganglionáris köteg önálló idegrostjai rendszeren nagyobb darabon elég tekintélyes távolságra követhetők. A többi nyúlványok, melyek a neuronalis nevezéktan értelmében ebben az esetben könnyen nevezhetők dendriteknek, a sejt közvetlen közelében maradnak és itt a pericyták között szabadon végződnek. A végződést az esetek legnagyobb részében nem igen lehet pontosan követni, de vannak olyan készítményeim, amelyeken egészen határozottan kivehető, hogy a végzódések tipikus *Laurentjev*-féle dendritlemezek, melyeknek érző természete felől, jelen esetben alig lehet kétség (14. ábra). A dúcokat alkotó sejtek

között vannak olyanok is, amelyeknek a nyúlványa két gyökérrel ered, két olyan gyökérrel, amelyek igen rövid út után egyesülnek, s ilyen formán egy üreget zárnak közre (15. ábra). Az ilyen típusú sejteket *Levi*, aki először észlelte az efféle alakulatokat, ablakos sejteknek nevezte. Ezeknek a sejteknek a szerkezete és sajátosságos volta már elég régen ismeretes, azonban fiziológiai adottsága ismeretlen. Arra is lehetne gondolni, hogy ez az egyébként nem túlságosan ritkán jelentkező alaktani képződmény fejlődési rendellenesség, de ellentmond ennek az a tapasztalatunk, amely szerint vannak nem sympathicus érződúcok is, ahol ez szinte általános jelenségnek mondható.



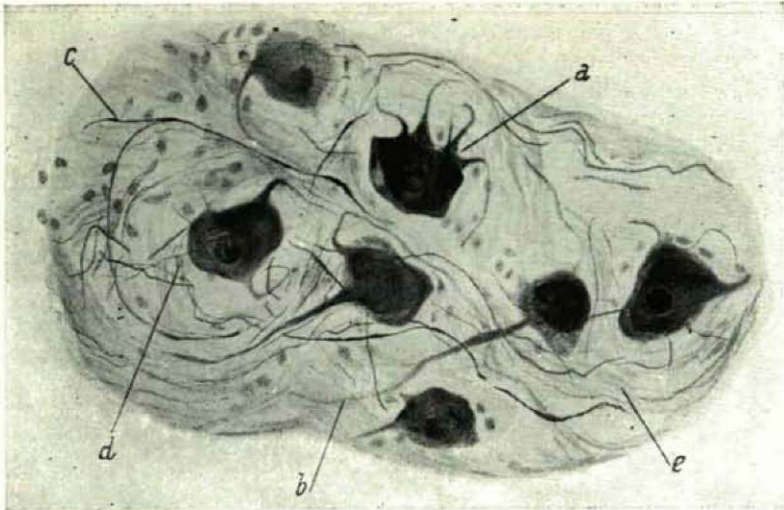
15. ábra. Homo: arteria coronaria cordis. Ablakos idegsejt. a) nyújtvány, b) ablak, c) neurofibrilla, d) pericyta mag. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 1800X.

Abb. 15. Homo: Arteria coronaria cordis: gefensterete Nervenzelle. a) Fortsatz; b) Fenster; c) Neurofibrille; d) Pericytenkern. Bielschowskysches Verfahren, Vergrößerung 1800x.

A koszorúereken kívül tapasztalatom szerint dúcsejtek, illetőleg dúcok fordulnak elő az aortában. Ebben a tekintetben első helyen kell foglalkoznom az embernek az aortaívével. Ebben ott, ahol az arteria coronaria cordis kilép belőle és pedig határozottan, magában az adventitiában találtam egy jól fejlett és jól körülhatárolt dúcot (16. ábra). Ennek a dúcnak a sejtjei szintén *Dogiel* egy típusú sympathicus sejtek, amelyeknek sok nyúlványa van, de közülük csak egy olyan, amely önálló idegrostnak a tengelyfonalává válik, amely messzire megy, s a többi idegrostokhoz társul. A sejteket, amint az ábrán jól látszik, a pericyták többszörösen veszik körül, s a rövid nyúlványok a tokon belül még magában a tokban végződnek. Maga a dúc nem rostós, de tipikus, a rajz nyomán tökéletesen érthető és úgy morfológiailag, mint fiziológiailag könnyen értelmezhető.

Dúcsejteket találtam a macska aortaívében is, mégpedig nem a periarteriális kötőszövetben, hanem kimondottan az adventitiának

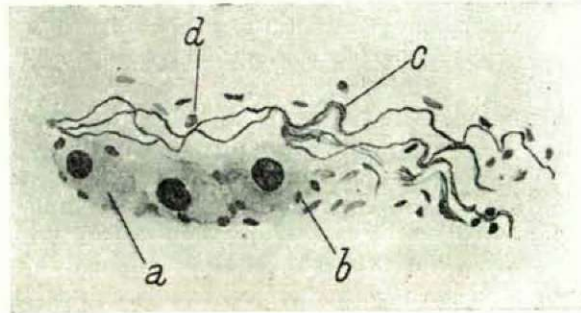
a külső rétegében (17. ábra). Ennek a dúcnak a sejtjei tipikus excentrikus, kerek maggal ellátott idegsejtek, amelyeknek nyúlványai nem



16. ábra. Homo: aortató dúc. a) idegsejt, b) nyúlvány, c) idegrost, d) pericyta mag, e) kötőszövet. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 600X.

Abb. 16. Homo: Ganglion aus der Aortenwurzel, a) Nervenzelle; b) Fortsatz; c) Nerven-faser; d) Pericytenkern; e) Bindegewebe. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 600x.

impregnálódtak, de helyzetük, s az idegrendszerhez, illetőleg a sympathicus típusú rostokhoz való kapcsolódási viszonyaik kétségtelenül mellett szólnak, hogy a sympathicus rendszerhez tartoznak.



17. ábra.) Felis domestica: arcus aortae dúc. a) idegsejt, b) pericyta mag, c) idegrost, d) kötőszövet. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 300X.

Abb. 17. Felis domestica: Ganglion aus dem Aortenbogen. a) Nervenzelle; b) Pericytenkern; c) Nerven-faser; d) Bindegewebe. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 300x.

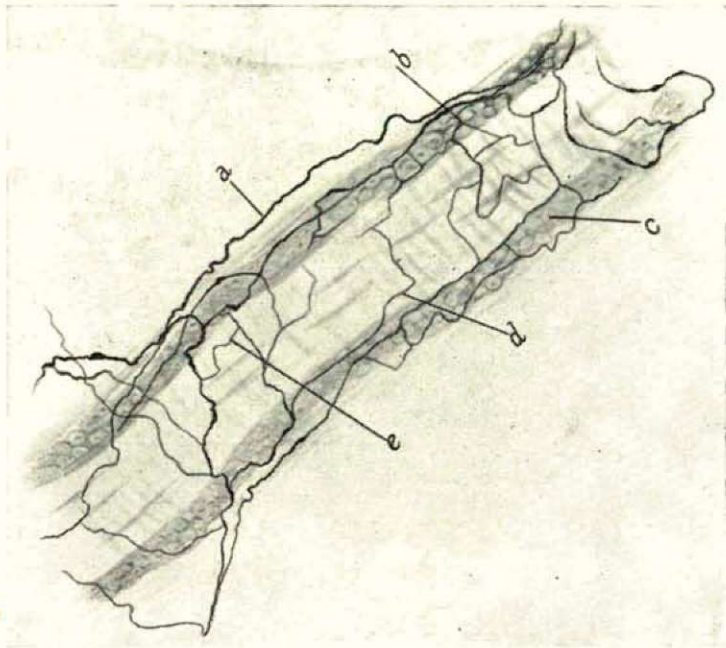
Idegsejteket között a vérerek falából *Bethe*, frankfurti fiziológus. *Bethe* annakidején mint az *Apáthy*-féle continuitásos tanoknak

egyik sokoldalú kutatója és rendkívül szorgalmas terjesztője, a legkülönbözőbb soksejtű állatoknak az idegrendszerét kutatta végig az Ehrlich-féle vitális metylénkék festéssel és mindenütt adatokat talált arra nézve, hogy az idegrendszert alkotó alak-elemek per continuitatem és nem per contiguitatem kapcsolódnak egymáshoz. Így jutott el a békák szájpadnyáلكahártyájához, ahonnan, más tévianai mellett azt is megállapította, hogy ott az arteriák falában multipolaris idegsejtek vannak, amelyek az adventitia egész területén, főleg a külső szélén per continuitatem kapcsolódnak egymáshoz, vagyis az egyik idegsejtnak a nyúlvánva anastomizál a szomszédos idegsejtnel a nyúlványával. *Bethe* ezzel a megállapításával más ilyenirányú, az alsóbbrendűeknél végzett, szintén alapjában téves vizsgálataira támaszkodva, alapot talált a diffúz idegrendszernek a felállításához, amely ezután mint alaktani valóság átment a világ összes tan- és kézikönyveibe és amelyre mint létező valamire alapították a fiziológusok ideg-életteni képzelődéseiket és magyarázataikat.

Bethe ilyen irányú vizsgálatainak helytelenségét magam, mint egészen kezdő neurohistológus észrevettem, még akkor, amikor a budapesti egyetemnek az adjunktusa voltam, de őszintén szólva egészen fiatalos adottságokkal nem mertem hozzányúlni olyan idegtani alapmegállapításokhoz, amelyeket a világ összes anatómiai és életteni kézikönyvei, maradék nélkül átvették, és amire mint tényre, minden gondolkodás nélkül építettek és alapítottak.

Azonban a kérdés izgatott és a felvetődött fontos probléma nem engedett nyugodni. Sok száz preparátumot készítettem úgy, mint *Bethe* annak idején, vitális metylénkékkel, később pedig a *Bielschowsky*-féle eljárással. A preparátumokat gondosan áttanulmányoztam és végül is arra a meggyőződésre jutottam, hogy a *Bethe*-féle tanok alap nélküli fantazmagóriák, amelyeknek a cáfolatát el kell kezdenem, még akkor is, ha ez esetleges kellemetlenséggel járna. Ezért 1958-ban, a *Zeitschrift für Zellforschung und mikroskopische Anatomie* 27. kötetének 5. füzetében bírálat tárgyává tettem a *Bethe*-féle tanokat, s mint ezeknek egyik részlet-kérdését az erek beidegzésének a kérdését is és közöltem, hogy a *Bethe*-féle „nervöse Zellen“, amelyeket ő később a monographiájában „Ganglien Zellen“ névvel illetett, amelyek a szomszédos hasonló sejtekkel anastomizálnak, nem léteznek. A későbbeni más állatokon és embereken végzett vizsgálataim beigazolták, hogy a vérerek falában, de egyáltalán sehol sincsenek olyan idegsejtek, amelyeknek megfelelő nyúlványai anastomizálnának és ilyenformán nincs diffúz idegrendszer, amelyről a continuitás követői minden alap nélkül, még ma is olyan szívesen beszélgetnek, s a nemlétező valamire pompás fiziológiai magyarázatokat építenek. Vannak a vérerek falában idegsejtek, ezek azonban sohasem anastomizálnak, s mint ilyenek egyszerűen sympathicus sejtek, amelyek a diffúzidegrendszernek a felvételéhez semmiféle morfológiai alapot nem nyújtanak. Különbö, hogy a béka szájpadnyáلكahártyájában az artériák falában semmiféle idegsejt nincsen, azt minden betűnél jobban érzékelteti a következő rajz (18. ábra). Ezen a rajzon, amely a béka szájpadnyáلكahártyájából készült preparátumról való, világosan látszik, hogy a középartériák falán egy rendkívül gazdag sympathicus idegfonadék terül el, amely-

nek rosteredési, illetőleg kiágazási csomópontjában háromszöges csomópontok vannak, ezek azonban nem idegsejtek, hanem olyan, jelentőséggel nem bíró alakulatok, amelyeknek az idegrendszer alak-



18. ábra *Bufo viridis*: szájpád nyá.kahártya, Arteria beidégzés. a) kísérő idegrost, b) csomópont, c) sima izomsejt, d) idegrost, e) idegfonadék. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 800X.

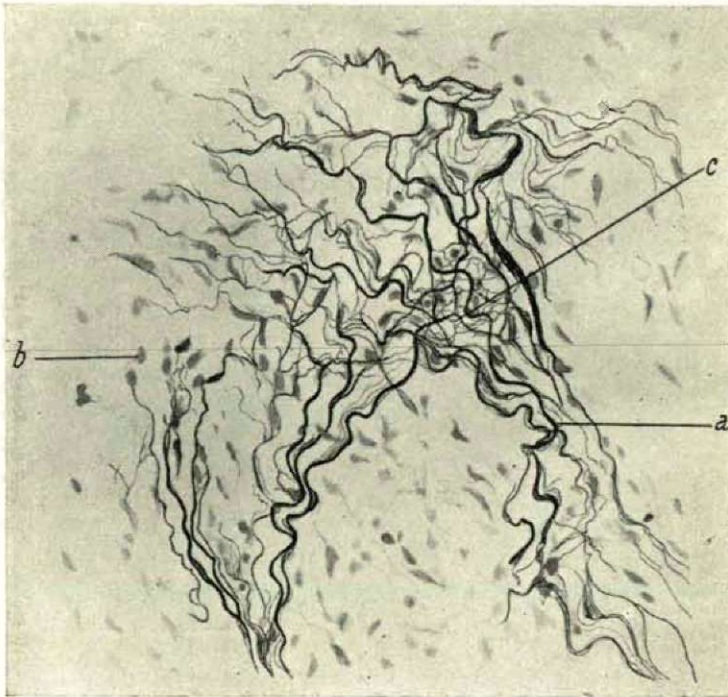
Abb. 18. *Bufo viridis*: Gaumenschleimhaut, Innervation einer Arterie, a) Begleitfaser; b) Knotenpunkt; c) glatte Muskelzelle; d) Nervenfaser; e) Nervengeflecht. Bielschowsky-sches Verfahren. Vergrößerung 800x.

és élettanához semmiféle különleges közük nincsen. Efféle háromszögű magvatlan alakulatokat a kiágazásoknál mindenütt láthatunk, főleg pedig a magasabbrendű gerinctelenek bélcsatornájában az izomrétegen.

AFFERENS ROSTOK

A kísérleti fiziológia megállapításai nyomán meginduló újabb neurohistológiai vizsgálatok többszörösen igazolták, hogy a vér- edények falában az effektorok mellett, receptorok is vannak. Ilyen receptoroknak kell minősítenünk mindazokat a különböző vastagságú és elrendeződésű idegrostokat, amelyek az erek adventitiájában futnak s amelyek különösen egyes érzékenyebb arteriákban a legtöbb esetben gazdag fonadékokat alkotnak. Különösen gazdagok ezek a fonadékok az aorta-ívben, ahol alkotásukban a speciális receptorok vastag velős rostjai is részt vesznek. De gazdagok a fonadékok a koszorús arteriákban is, ahol szinte ellepik az adventitiának egész középső részét (19. ábra).

A fonadékokban vannak egészen vékony, szinte neurofibrilla vastagságú rostok, de nagy számmal akadnak erősen hullámos vastag rostok is, amelyekben egyes szakaszokon a neurofibrillák is tökéletesen láthatók. A rostok egy része elágazik s a kötőszöveti sejtekkel szoros kapcsolatba kerül. Szerkezetükből és kapcsolódási formájukból ítélve, arra kell következtetnünk, hogy a fonadékok rostjainak tekintélyes része tipikus érző rost, amely, mivel specifikus kapcsolódási viszonyokat nem mutat, s nem a mediához kapcsolódik, csak fájdalom-érző lehet,



19. ábra. *Bos taurus*: arteria coronaria cordis. Idegfonadék az adventitiából. a) idegrost, b) kötőszövet, c) idegfonadék. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 500 \times .

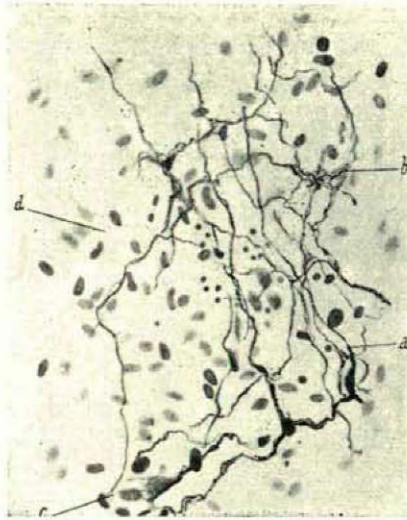
Abb. 19. *Bos taurus*: Arteria coronaria cordis. Nervengeflecht aus der Adventitia, a) Nervenfaser; b) Bindegewebe; c) Nervengeflecht. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 500 \times .

de lehetséges az is, hogy az érlumen változását is felfogja, s mint receptor a lumen szabályozásban közreműködik. Különösen gazdagok ezek a fonadékok az ökör koszorús arteriájában. Nincs kétség az iránt, hogy a rostoknak a mennyisége és fiziológiai szerepe szorosan kapcsolódik a szív munkateljesítményének a formáihoz, s ezen keresztül az életmódhoz és a filogenetikusan megfutott irányvonalakhoz.

Afferens rostokban gazdag az ember koszorús arteriáinak az adventitiája is (20. ábra), azonban itt a fonadékok nem olyan gazdagok, nem annyira sűrű szövésűek, de sokkal finomabbak. Különösen egyes

adventitia szakaszokon olyan különlegesen finom és relatíve dús fonadékok tűnnek a szemünkbe, amelyek azt a látszatot keltik, mintha valamiféle specifikus idegvégyszervről volna szó. Erre utal a vékony rostoknak a finom fibrillázottsága, s a szokatlanul nagy és finom neurofibrillaris hálóknak a jelenléte, amelyekkel a rostok lefutásuk egyes szakaszain s a végükön is a kötőszöveti elemekhez kapcsolódnak.

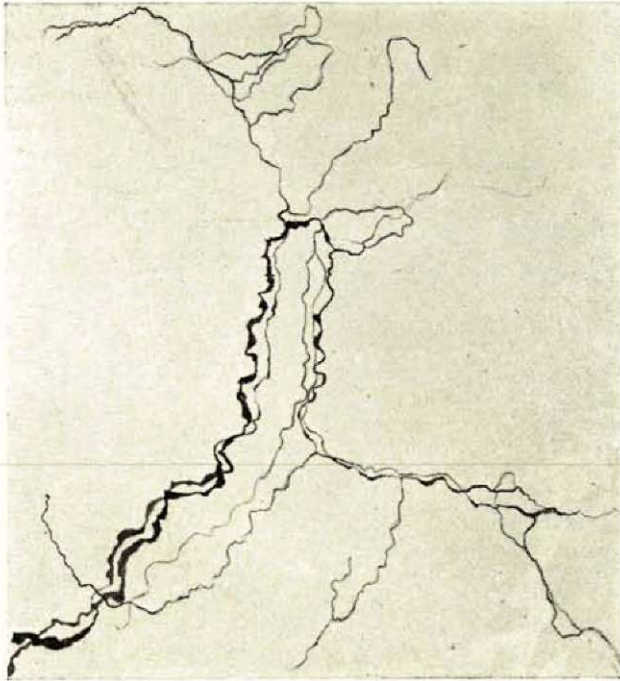
Sok az afferens rost az arteria renalisban is. Ezek hol vastagabb sympathicus törzsekben futnak rendszerint kis számmal, hol pedig külön vagy velőhüvellyel körülvéve, vagy pedig ettől mentesen, de mindig a cerebro-spinalis rostokra jellemző formában és csoporto-



20. ábra. Homo: arteria coronaria cordis idegfonadék az adventitiából. a) idegrost, b) neurofibrilla, c) idegvégsháló, d) kötőszövet. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 800 \times .
Abb. 20. Homo: Arteria coronaria cordis. Nervengeflecht aus der Adventitia, a) Nerven-faser; b) Neurofibrille; c) Nervenendnetz; d) Bindegewebe. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 800 \times .

sulásban. Az utóbbiak különösen szembetűnő formában jelentkeznek az emberi arteria renalisban (21. ábra). Ezekre a rostokra jellemző a gazdag elágazás és a rendkívül finom végágak. A rostok, amint az ábrán jól látható, nagy varixokkal vannak megrakva, s rendszeren kettesével, vagy hármasával haladnak egymás mellett. Végük felé fokozatosan kezdenek elágazni, de olyan formán, ami az erek falában egészen ritkaság számba megy, amennyiben egy egyágból szinte monopodialisan lépnek ki a finom ágacsok, s ezekből hasonló módon még finomabb fokozatosan a láthatatlanságig vékonyodó ágak erednek, majd pedig mindenféle terminalis alakulat nélkül tűnnek el a kötőszöveti rostok között. A főágak alkata, a mellékágak lefutása, elágazása és látszólagos végződése arra vall, hogy itt valamiféle terminalis reticularis alakulatnak is kellene lennie, ezt azonban sajnos eddig még nem sikerült

impregnálnom. Az egész leírt elágazás és végződés-forma nem gyakori, de mivel úgy rostjai szerkezetében, mint egész megjelenésében kétség-telenül a központi eredet bélyegeit viseli magán, érző természetű és ilyen értelemben, vagy fájdalom érző, vagy pedig a később majd tárgya-landó reflexogen zónának egyik lényeges alkotó része.



21. ábra. Homo: arteria renalis, Faalakú elágazás az adventitiából, Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 400X.

Abb. 21. Homo: Arteria renalis, Dendritische Verzweigung aus der Adventitia. Bielschowskysches Verfahren, Vergrößerung 400x.

PRESSORECEPTOROK

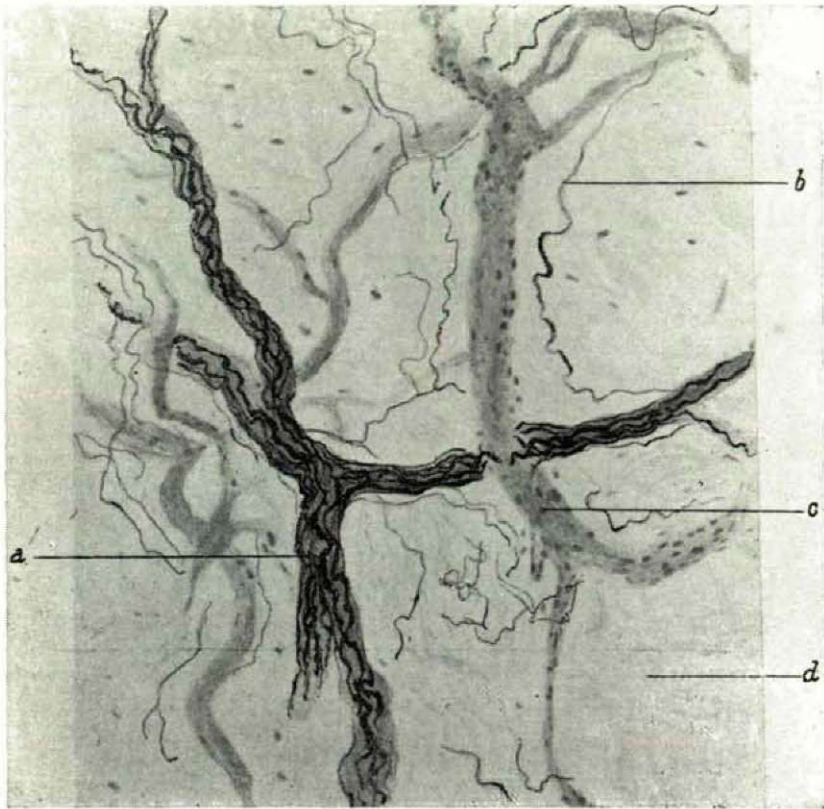
Az afferens rostokon kívül, amelyek minden érfalra jellemzők, s amelyek az érnak a rendes általános érző elemei, vannak különleges szerkezetű és speciális feladat elvégzésére szolgáló receptorok, amelyek egyes ütőér szakaszokban rendkívül gazdag és különösen érzékeny reflexogen zónákat alkotnak.

Éddig három ilyen reflexogen övet ismerünk. Egyik az aortaív (arcus aortae), a másik a sinus caroticus, s a harmadik a veseverőér (arteria renalis). Ezek közül az első kettő úgy anatómiai, mint fiziológiai tekintetben már régebb idő óta ismeretes, a harmadikat az emberi arteria renalisban magam fedeztem fel.

Az aortaív a vérrendszernek a legrégebben ismert receptor telepe. A kísérletek és átvágások egész sora igazolja, hogy ebben olyan receptormező van, amely a vérnyomásnak, s a szívütések számának az

emelkedését reflektorikusan gátolja. Mivel tudomásom szerint maguk a receptorok és kapcsolódási viszonyaik eddig ismeretlenek, ezeknek a megismerése céljából megvizsgáltam az ember, a szarvasmarha, a sertés és a ló aortaívét. Ide vonatkozó vizsgálataimnak az eredményét az alábbiakban közlöm.

Az ember aortaívének azon a szakaszán, ahol az arteria brachiocephalica ered, van egy idegtani tekintetben aránylag élesen körülhatárolt adventitia rész, amely az érző idegvégződéseknek olyan gazdag rendszerét tárja elénk, amelyhez hasonlót a sinus caroticus

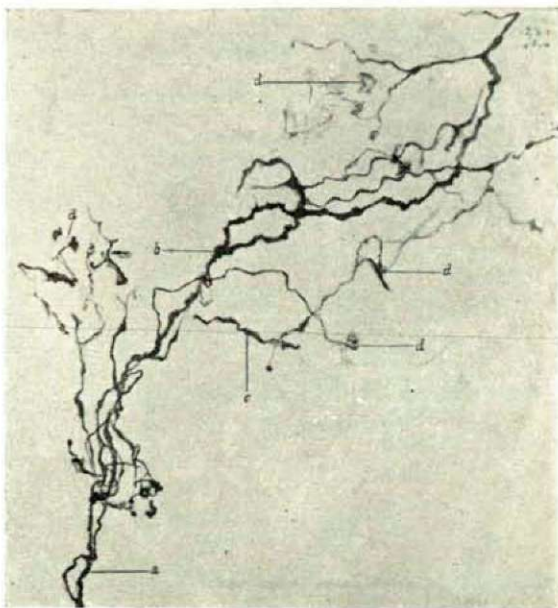


22. ábra. Homo: arcus aortae. a) idegtörzs, b) idegrost, c) ér, d) kötőszövet.
Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 800X.

Abb. 22. Homo: Arcus aortae, a) Nervenstamm; b) Nervenfaser; c) Blutgefäss; d) Bindegewebe, Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 800x.

adventitiáján kívül máshol aligha találunk. Ebben a szakaszban az arteria brachiocephalicán keresztül velőhüvelyes rostokból álló nagyobb idegtörzsek érkeznek, amelyek fagyasztott metszeteiken a *Bielschowsky*-féle eljárással a legpompásabban impregnálhatók és egész végrendszerükkel kitűnően tanulmányozhatók (22. ábra). Különlegesen gazdag, olykor pedig szinte ötletszerű elágazás jellemzi ezeket a rostokat, s emellett az, hogy egészen finom végrostjaik neurofibrillaris lemezekké

szélesednek ki, amelyek az idegrendszer végét, s végszervéhez való kapcsolódását minden eddig ismert formánál jobban és világosabban tárják szemünk elé. Egy jól sikerült készítményen se szere se száma azoknak a finomabb idegvégződéseknek, amelyek az említett vastag rostokon keresztül az aortának ezt a részét valóságos neurofibrillaris lemezrendszerre formálják (23. ábra). Bár az általános idegkép az egész érzékeny területen nagyjából ugyanaz, változatokban annyira bővelkedik, hogy néhány különleges végalakulatnak részletesebb leírásától eltekinteni nem tudok.



23. ábra. Homo: arcus aortae. a) idegrost, b) varix, c) neurofibrilla, d) idegvégződés. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 800X.

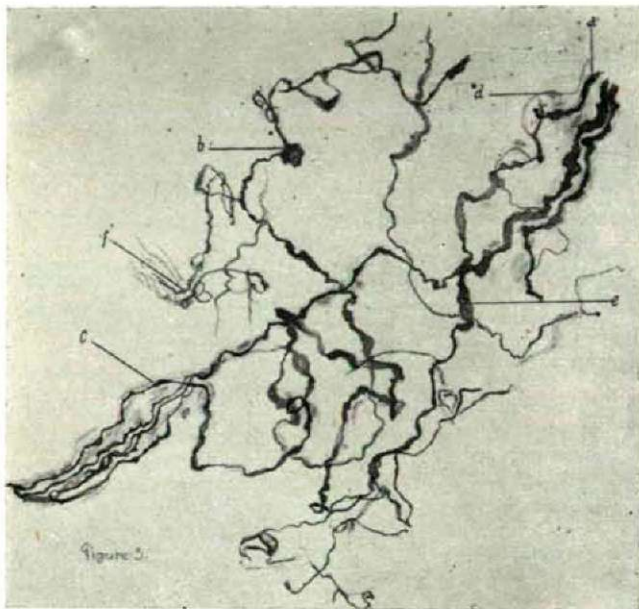
Abb. 23. Homo: Arcus aortae. a) Nervenfaser; b) Varix; c) Neurofibrille; d) Nervenendigung. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 800x.

Általánosságban úgy tapasztaljuk, hogy az adventitiába érkező erős, vastagvelőjű rostok olykor igen nagy számban szorosan egymásmellett haladnak, majd kettes, hármas csoportokra hullanak s ilyen formában, vagy olykor magánosan is, igen messzire követhetők anélkül, hogy oldalágakat adnának. De nem tartozik a ritkaságok közé az az eset sem, amikor a sok rostból álló ideg rostjai hirtelen divergálnak, majd felette elvékonyodnak és nem messze magától a törzstől, átmennek a végkészülékek rendszerébe. Van olyan eset is, amikor a rostok egymástól távolodnak, erősen hullámosakká válnak, s nagyszemű érző fonadékot alkotnak (24. ábra). A fonadékban, mint az ábrán látjuk, néha nagy, idegsejtszerű képződmények jelennek meg. Ezek azonban nem sejtek, hanem nagy varixok, amelyeknek keletkezésénél esetleg körök is szerepelhettek. Az ilyen idegalakulat az aortában ritka és az

adventitia belső részére szorítkozik, de kimondottan specifikus képződmény, amelyhez hasonló más szervekben nem fordul elő.

Gyakoribbak a dendritikus elágazások s az ezekhez kapcsolódó végszervek, amelyek az adventitia belső részén fordulnak elő ott, ahol ez a mediához zárul. Ezen a területen a végkészülékek annyira dúsak, annyira finomak, de emellett annyira áttekinthetők, hogy szinte csodálatra készítetik a kutatót.

Egy ilyen rendkívül szép és felette gazdag rostrendszer tár elénk a következő rajz (25. ábra). A vastag velőhüvelyes rostból, amint

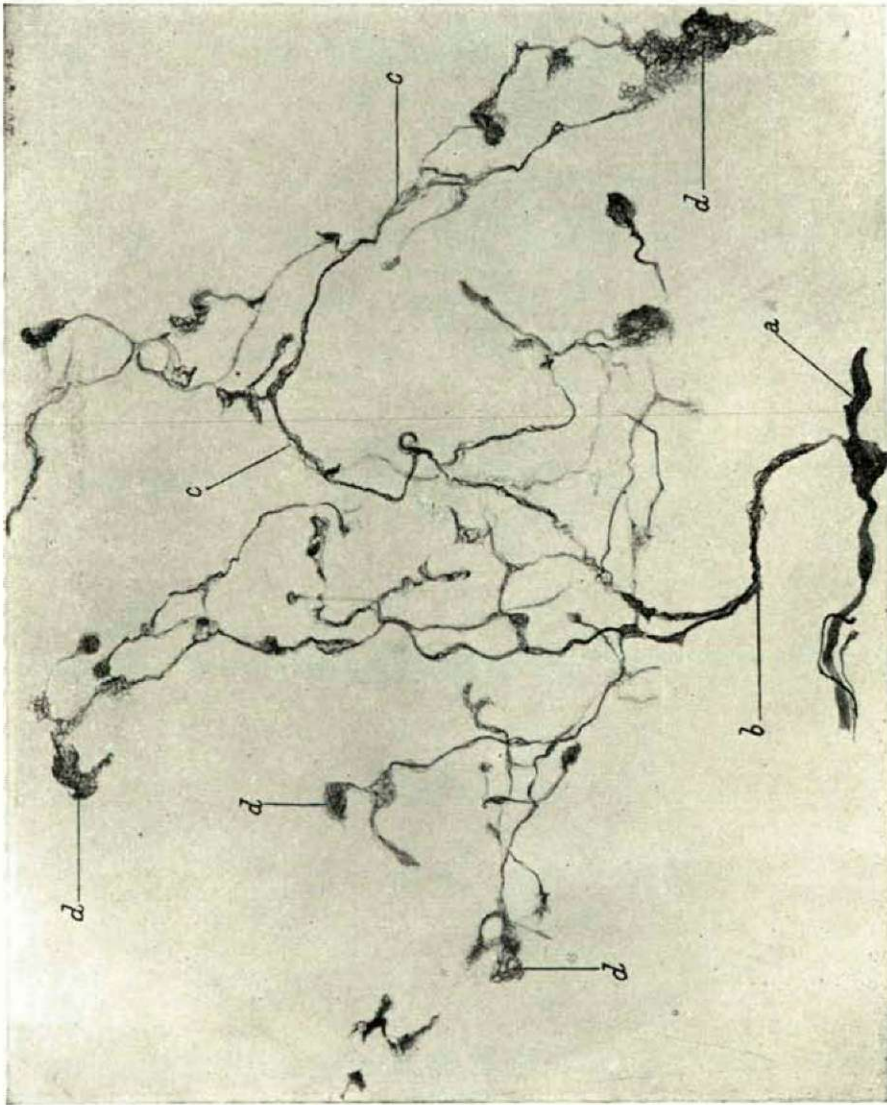


24. ábra. Homo: arcus aortae, a) idegrost, b) varix, c) velőhüvely, d) neurilemma mag, e) neurofibrilla, f) idegfonadék. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 800X.

Alb. 24. Homo: Arcus aortae. a) Nervenfaser; b) Varix; c) Myelinscheide; d) Neurilemmkern; e) Neurofibrille; f) Nervengeflecht. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 800x.

ez az ábrán igen jól látható, egy erősen és világosan fibrillázott oldalág ered, amely aránylag rövid út után két ágra oszlik. Az ágak, amelyek erősen megvastagodnak s helyenként lemezesen fibrillázottakká lesznek, majd fokozatosan megkezdik elágazásukat, amely a végén olyan méreteket ölt, amelyre alig van példa periferikus érző rostok elágazásában. Az ágak hol erősen elvékonyodnak, hol hirtelen megvastagodnak, és lefutásukban is kisebb-nagyobb neurofibrillaris lemezeket alkotnak. Ezeknek a közbeiktatott neurofibrillaris lemezeknek olyan nagy a száma, hogy ezeken keresztül a kötőszöveti rétegnek úgyszólván minden kis darabja idegkapcsolattal rendelkezik. Az egészen finom végrostok hatalmas kiterjedésű lemezekbe mennek át, amelyek szinte elképzelhetetlen finom neurofibrillaris fonadék alakjában kapcsolódnak hozzá az adventitia legbelső részéhez ott, ahol ez közvetlenül érintkezik a me-

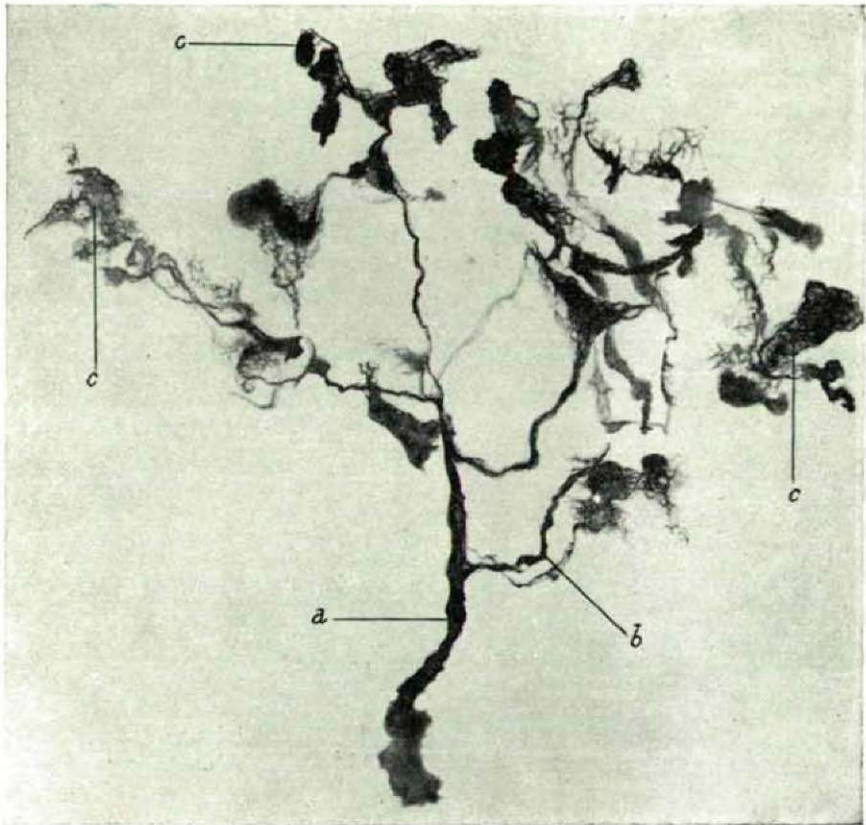
diával. Az egész kép annyira világos, minden részében annyira pontos, hogy minden további leírást tökéletesen pótol. A gazdag ágrendszerek s az ágak lefutásában és végén szétterülő finom neurofibrillaris lemezrendszerek kétségtelenné teszik azt a rendkívüli érzékenységet, amely az érfalnak ezt a különleges szakaszát jellemzi és sajátos fiziológiai szerepét megvilágítja.



25. ábra, Homo: arcus aortae. a) főrost, b) oldalág, c) neurofibrilla, d) neurofibrillaris végelemez, Bie'schowsky-féle eljárás. Nagyítás 900X.

Abb. 25. Homo: Arcus aortae. a) Hauptfaser; b) Nebenzweig; c) Neurofibrille; d) Neurofibrilläre Endlamelle. Bie'schowskysches Verfahren. Vergrößerung 900x.

Ez az idegkép és a sok más hasonló, amelyekkel tele van az ember aortaíve, s melyeknek leírásában most nem bocsátkozom, kétségtelenül teljesen megvilágítja azt a bensőséges és különlegesen gazdag idegkapcsolatot, amely az aortaív adventitiájának a belső felülete és az idegrendszer között fennáll, de mint szinte különlegesen ritkát, mégis ismertetnem kell még azt a bonyolult kapcsolatot, amelyet elénk tár a követ-



26. ábra. Homo: arcus aortae. a) főrost, b) oldalág, c) neurofibrillaris véglemez. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 1000X.

Abb. 26. Homo: Arcus aortae. a) Hauptfaser; b) Nebenast; c) Neurofibrilläre Endlamelle. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 1000x.

kező ábra. Ezen egy vastag, velőtlen rostot látunk, amely a különlegesen gazdag végágrendszerrel és véglemezrendszerrel közelebb hoz bennünket az idegrendszer szerkezetének és működésének a megértéséhez (26. ábra). A rost, amely az aortának ezen a táján általánosnak mondható rosttípus, két ágra oszlik, melyek közül a baloldali aránytalanul vastagabb a másiktól. Ezek közül a jobboldali rövid hullámos lefutás után hosszú reticularis végszervbe megy át. A vastagabból mindjárt az elágazása után egy nagyon finom rost ered, amely hasonlóan az előbbihez szintén bonyolult véglemez fonadékba megy át. A főág jóval

tovább halad, majd egy aránylag erős oldalágot ad le, amely a lefutásába és végébe iktatott finom neurofibrillaris lemezrendszerével elvegyül a véglemez rendszerek között. A megmaradó ág rövid út után két ágra oszlik, amelyek aztán egy szinte áttekinthetetlen neurofibrillaris végfonadékká terülnek ki.

A 26. ábrán közölt pontos rajzból, különösen pedig a megfelelő világítási viszonyok mellett jó optikai rendszerrel vizsgált mikroszkópi képből a leghatározottabban meg lehet állapítani, hogy itt, s általában az aortának ebben a részében, az idegkapcsolatoknak olyan bőségevel és olyan különleges formájával állunk szemben, amelyet a sinus caroticuson kívül az emberi és állati testnek semmiféle más területén sem igen észlelünk. Sőt talán az igazságot még jobban megközelítjük, ha azt állítjuk, hogy az aorta falának ez a része még a sinus caroticusnál is gazdagabban van beidegezve. Vonatkozik ez a gazdagság a különböző idegtörzsek sokaságára, vonatkozik ezeknek felette dús elágazására, de vonatkozik különösen a neurofibrillaris véglemezeknek szinte áttekinthetetlen sokaságára, amelyek, mint a 26. ábrán igen kitűnően szemléltető, annyira megközelítik egymást, hogy szinte teljesen összefüggő, egységes neurofibrillaris véglemezt mutatnak, amely fátyolszerűleg terül szét közvetlenül ott, ahol az adventitia ráborul a mediára. Ilyenformán világosan és pontosan magyarázhatóvá válnak azok a rendkívül hirtelen jelentkező reflexek, amelyekre az aortának, s ezzel az egész arteriás rendszernek változik a lumene, vele a vérelosztás s ezzel az egész szervezet fiziológiai és pszichikai állapota.

Hogy a véghálóknak a mai mikrotechnika mellett még megközelíthető pontos szerkezetét is kikutathassuk, a 26. ábrán közölt idegképnek egy részét megvizsgáltuk 2.700-szoros nagyítással, amikor különösen élesen látszott a hatalmas lóherelevél alakú véglemezrendszer. Ezekben a lemezekben kitűnően látszottak a neurofibrillák, amelyek a véglemezekben belül valóságos rácsot, vagy fonadékot alkotnak, amely így nagy területen és igen bensőségesen kapcsolódik hozzá a kötőszövetnek minden egyes részéhez. Ha kisebb nagyítással nézzük ezeket a lemezeket, az a gondolatunk támad, hogy neurofibrillarácsozatuk fokozatosan átmegy a kötőszövetbe, azonban az erős nagyítású mikroszkópi kép mellett tanuskodik, hogy a lemezek valójában zártak. Hogy fejtegetéseim folyamán mégis neurofibrillaris fátyolról beszéltem, annak az az oka, hogy a véglemezek száma nemcsak a rostok végén, hanem ezek lefutásában is olyan nagy, s az egyes lemezek egymáshoz olyan közel esnek, hogy egymással szinte érintkeznek, s ilyenformán valóban nagy-kiterjedésű fátylat formálnak, amely különlegesen alkalmas arra, hogy az ér falára ható legkisebb nyomást is megérezze, felfogja s a media izomzatát ellátó sympathicus rostokon keresztül a szükséghez képest lumenváltozást létesítsen.

A szarvasmarha aortáján szintén a truncus brachiocephalicus tövén találtam körülbelül egy négyzetcentiméter nagyságú területet, ahol nemcsak különleges ideggazdagságot észleltem, hanem több olyan különböző típusba tartozó érző idegvégtestet találtam, amelyek nemcsak az aortára, de a tudományra nézve is újak. Ezek közül az egyik egészen különleges, bár lényegében egyetlen velőhüvelyes idegrostnak az elágazásából, s az ágaknak gomolyszerű elrendeződéséből áll elő. Maga

a rost meglehetősen vastag és lefutásában olyan szokatlan jellegzetességet mutat, amelyet eddig sohasem tapasztaltam. Ugyanis egyik szakaszán harmonika-szerűleg össze van gyűrve, a hajlások pedig erősen megvannak vastagodva. Később kisímul és elágazik. A keletkező két ág tovább halad, majd ezek is ágakra oszlanak, amelyeknek a lefutásában igen feltűnő háromszögletű megvastagodások vannak. Az ágak tovább ágaznak, s végül az egész ágrendszer gomoly formában rendeződik. Azonban a gomoly rostjai nem végződnek magában a testben, hanem síma szélűekké válnak, elvékonyodva mint ultraterminalis rostok tovább futnak, s olykor egy nagy kiterjedésű laza gomolyhoz kapcsolódnak, amely más végtestekkel is összeköttetésben lehet.

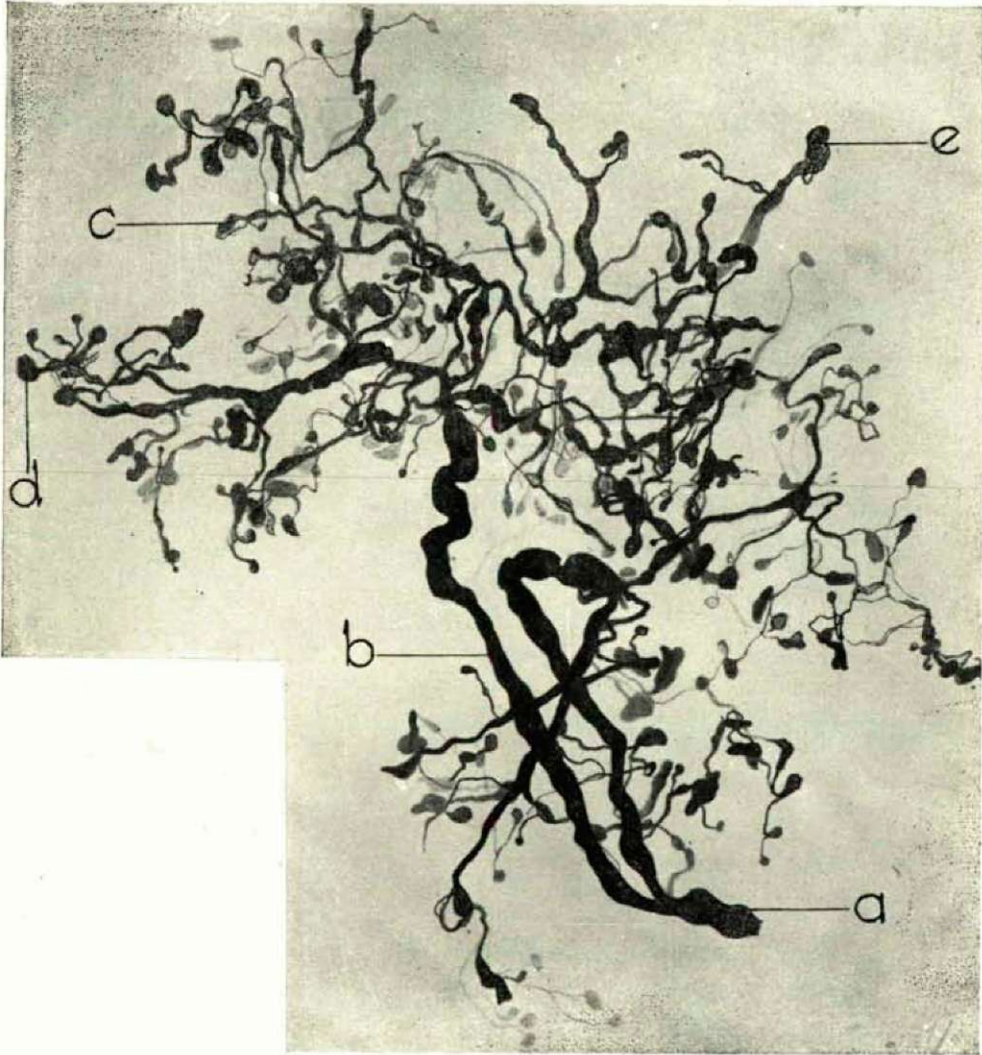
Találtam a szarvasmarha aortaívében lazaszerkezetű, nagyobb kiterjedésű gomolyokat is, amelyek az adventitiában nagy számban fordulnak elő. Az ilyen gomolyokat rendszerint több rost alkotja. Ezek vékonyak, ágaik rendszeren kilépnek a gomolyból s mint ultraterminalis rostok tovább mennek. A laza gomolyok mellett gyakoriak a fonadékok is, amelyeket velős és velőtlen rostok alkotnak. A fonadékok a media és adventitia határán lévő kötőszövet egyes részeit annyira átszövik, hogy az alapszövet alig tűnik elő.

Mindezek az idegvégyszervek idegszövettani tekintetben tanulságosak, s az aorta élete szempontjából fontosak, azonban a legszebb s az idegrendszer szerkezetének és működésének szempontjából is a legértékesebb az, amit a következő ábra tüntet fel (27. ábra). Ezen egy vastag velőhüvelyes rostnak olyan gazdag elágazása van lerajzolva, amelyet immár elég hosszúra nyúló idegszövettani vizsgálataim alatt nem igen észleltem. A rost, amelynek neurilemmája és síma körvonalú velőhüvelye is igen jól látható, velőhüvelye elvesztése után majdnem teljesen egyforma két ágra esik szét, amelyek egy ideig szinte párhuzamosan haladnak egymás mellett, később azonban a jobboldali hirtelen elhajlik. Mindkettő símán varicosus, s hosszában fibrillázott. Oldalágrendszerük nincs, de a végelágazás rendkívül dús, s a végrendszer egészen bonyolult. A két ág közül a jobboldali hosszabb, kissé kanyargós lefutással messzire követhető, míg gazdag végelágazását megkezdve jobbra is, balra is egy-egy finom ágat ad le. Ezek mindegyike jó messzire megy, s azután korong, illetőleg talán inkább gomolyszerűleg alakuló végyszervekbe megy át. A baloldali ettől kezdve kissé megvékonyodik, majd pedig monopodiálisan négy erős ágra esik szét. Ezek közül három bizonyos mértékben megerősödve ismét osztódik, s azután olyan bonyolult és szokatlan véglemezrendszerbe megy át, melynek leírására felesleges a szót pazarolni annál is inkább, mert a rajz az elérhető tökéletesség határán érzékíti azokat a viszonyokat, amelyeket a legkiválóbb nagyító eszközökkel megvizsgált pompás mikroszkópi kép nyújt. Ugyanez vonatkozik szerényebb formában a másik rostra is, amelynek végrendszer egyszerűbb viszonyokra utal.

A vég szerv jobboldali rostjai szintén csak a vég felé esnek szét végágrendszerre, melynek finom ágacskaín gömb, ellipszis, súlyzó, falevél, repülő rovar és más formájú végdarabok ülnek. Ezek a végdarabok általában tömörek, át nem látszóak, de vannak köztük olyanok is, amelyekben finom neurofibrilláris rácsot észlelünk. Nem lehet kétség az iránt, hogy ez a rács az, amely a valóságos viszonyokat tükrözi, a többi

alakulatok csak az erősebb impregnálás következtében látszanak tömörnek és homogének.

Körülbelül a fent leírt idegvégítípusok azok, amelyeket a szarvasmarha aortájának megadott falszakaszában a *Bielschowsky*-féle eljárás-



27. ábra. *Bos taurus*: arcus aortae. a) főrost, b) oldalág, c) végág, d) véglemez, e) neurofibrillaris véglemez. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 900 \times .

Abb. 27. *Bos taurus*: Arcus aortae. a) Hauptfaser; b) Nebenast; c) Endast; d) Endlamelle; e) Neurofibrilläre Endlamelle. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 900 \times .

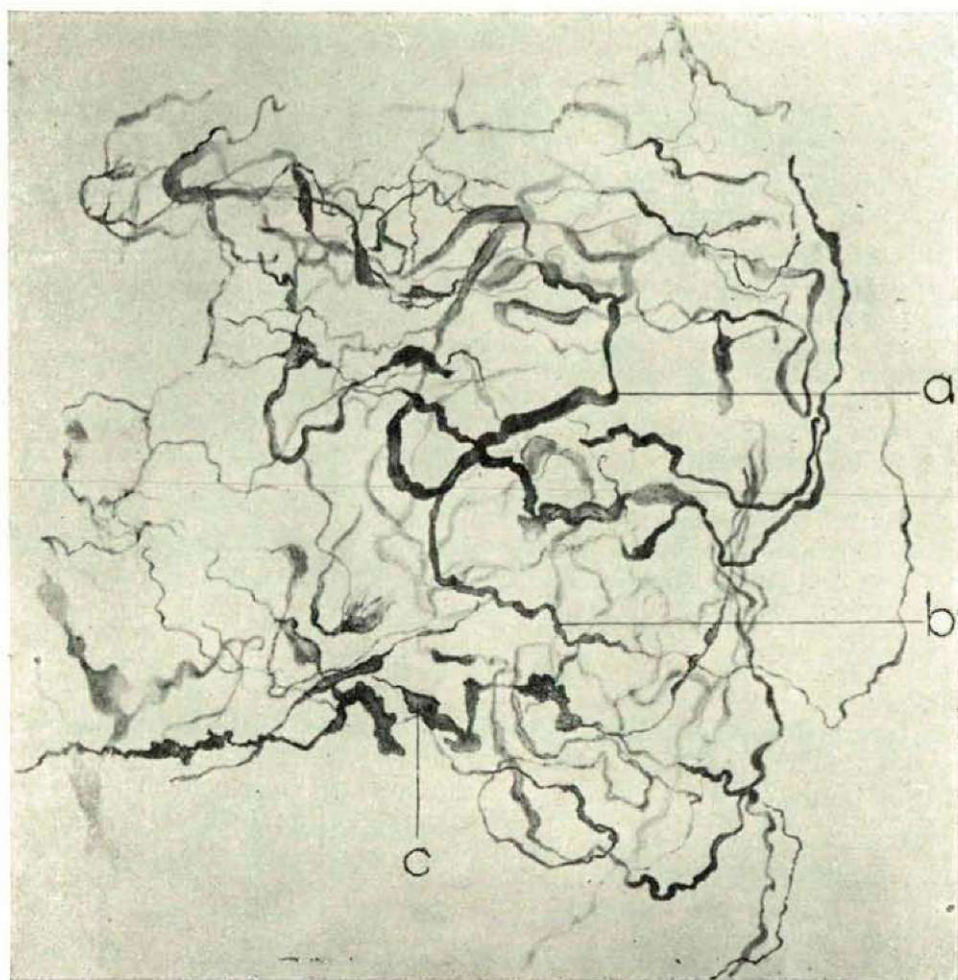
sal mondhatni, tökéletesen sikerült impregnálnom. Ezek között — mint láttuk — vannak gomolyok, amelyekben végződés és végkapcsolat után hiába kutatunk. A gomolynak a természete diktálja, hogy az alkotó

rostfeleségek benne annyira átfonódnak egymáson, hogy ezeknek a végében még akkor sem bizik az ember, ha minden kritérium e mellett látszik bizonyítékot szolgáltatni. Azonban másképp áll a dolog azokkal a végalakulatokkal, amelyek valósággal úgy lógnak a faalakú idegágazás végső, olykor aránytalanul vékony ágacskaín, mint gyümölcs a fán. Ezek kétségtelenül végződéses és csalhatatlanul az idegrendszer végső alakulatai. Ezek a szó szoros értelmében végek, amelyekből már nem nyúlik ki semmiféle idegalkotó elem, melyek tehát valóban szervei az ingerátvitelnek, felvevői azoknak az ingereknek, amelyek a környező kötőszövetet érik. Ezeknek a végeknek a szerkezete már a közölt képeken is némileg szemünkbe tűnik, de valójában csak akkor válik egészen világossá, ha olyan metszetre akadunk, amelyen maguk a végzódések is hosszában, vagy keresztben vannak vágva. Természetesen az ilyen/képek nem túlságosan gyakoriak, de mindenestre elégséges számban mutatkoznak ahhoz, hogy a keresett szerkezetről hű képet kapjunk. Az ilyen képeken az idegrost elágazásából keletkező, egészen finom ágacskaik egy, vagy több nagykiterjedésű véglemezbe mennek át, amelyekben finom neurofibrillarács terül ki. A lemezek szerkezete lényegében egyezik azokéval, amelyekkel fent az emberi aorta hasonló végszerveinél találkozunk, különbség csak az alakban, főleg pedig a neurofibrillák vastagságában és elrendeződésében mutatkozik. A neurofibrillák egyes lemezekben párhuzamosan rendeződtek, másokban viszont rácsot alkotnak, vagy pedig hullámosan, rostozottan végződnek, azonban a végződés minden esetben egészen kétségtelenül megállapítható. Hogy megállapításaink helyességéről még jobban meggyőződjünk, megvizsgáltuk a végeket 2.700-szoros nagyítással és azt észleltük, hogy az esetek legnagyobb részében csakugyan teljesen zárt neurofibrilla-rácscsal állunk szemben. Minden más alakulat, amely a mikroszkópi képen nagy változatosságban észlelhető, tulajdonképpen nem más, mint ezeknek a zárt neurofibrilláris rácsoknak a kisebbik része, amely új megállapításokhoz nem adhat biztos alapot.

Mindezek az idegvégszervek kétségtelenül érző természetűek. Emellett szólnak a vastag velős-rostok, amelyekből alakulnak, emellett szólnak a végződésformák és emellett szól a kötőszövet, amelyhez kapcsolódnak. Ha pedig érzők, akkor az iránt sem lehet kétség, hogy bár alakra mások, mint az emberi aortából leírt képződmények, mégsem lehetnek egyebek, mint presszoreceptorok, amelyek hatásukkal a sympathicus idegrendszeren keresztül az aortában levő vérnyomás emelkedését reflektorikusan gátolják.

A ló aorta-ívében a truncus brachiocephalicus tövén szintén gazdag idegfonadékok vannak, amelyek rostjaik szerkezetében, főleg pedig a vastag rostoknak az elágazásmódjában nagyban hasonlítanak a fenti receptormezőik idegképeihez. A fonadékok számos vastag és vékony rostból állanak. A vastag rostok állományuk és megjelenési formájukból ítélve agyeredetűek és dús elágazásuk a mellett szól, hogy receptorikus funkciót végeznek. A vékony rostok egyenletesek, hullámosak s valószínűleg a vastag rostokhoz tartoznak. Ezekben a fonadékokon kívül nem találtam semmiféle olyan idegvégszervet, amely receptorikus jelleget mutatott volna. Ez azonban semmiképp sem jelenti azt, hogy a ló aortájában nincsenek presszoreceptorok. Meg vagyok győződve, hogy

vannak ilyenek s ezek hasonlítanak azokhoz, amelyeket a szarvasmarha hasonló szervéből közöltem, csak talán a végződésük helyét nem tudtam pontosan megtalálni. Nincs semmi kétségem aziránt, hogy későbbi vizsgálataim itt is sikerrel járnak.



28. ábra. *Sus scrofa domestica*. Arcus aortae, a) főrost, b) oldalág, c) varix, Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 900X.

Abb. 28. *Sus scrofa domestica*: Arcus aortae. a) Hauptfaser; b) Nebenast; c) Varix. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 900x.

Egyebektől eltekintve, a sertés aortaívére az a gazdag gomoly jellemző, amelyet a 28. ábra tár elénk. Ez az egész kép egyetlen rostnak a végrendszere, de annyira bonyolult, hogy pontos lerajzolásra, vagy leírásra gondolnunk sem szabad. Az, ami a 28. ábrán van feltüntetve, kétségtelenül hű, s rajzban jobban nem is igen lehetne visszaadni, de

meg kell mondanom, hogy a mikroszkópi képen legalább még egyszer annyi finom idegrost látszik, mint amennyi ezen az ábrán le van rajzolva. Egyébként — mint látjuk — a test egyetlen főrostja dűrván varicosus, és rövid lefutás után két ágra oszlik. Az ágak nagy ívben továbbhaladnak, azután ugyanilyen gomolyszerű úton többszörösen oszlanak, majd síma széllel rövid szakaszon elvékonyodnak, s olyan komplikált gomoly alkotásához vezetnek, amelyet periférikus idegszövetteni vizsgálataim közben eddig még nem igen láttam (28. ábra).

A sertés aortaívében vannak lazaserkezetű gomolyok is, amelyek rendszerint különböző kaliberű rostokból épülnek fel. Ezen rostok közül egyesek feltűnő vastagok és egyúttal erősen varicosusak, mások viszont vékonyabbak, rendszeren hirtelen elvékonyodnak, vagy egyszerre több símaszélű ágra hullanak szét. A vastag rostokat körülvevő velőhüvely vastagságban az összes megvizsgált aortaívek hasonló képződményeit jóval felülmúlja. Egyes vastag rostok kiszélesedő darabjai gyakran fibrillázottak, s olykor a végződés látszatát keltik. Vannak továbbá olyan vastag rostok is, amelyek hurkot formálnak, helyenként pedig annyira megvastagodnak, hogy darabjaik első megtekintésre sejt látszatot kelthetnek. Az összes érzőrostok, főképpen pedig a vastagok, annyira jellegzetesek, hogy a megvizsgált aortákban egyedülállók. Főleg a gracilitas jellemzi ezeket és az, hogy hosszúkás varixaik miatt olykor gyöngysorszerűek. Egyébként a disznó aortaívében gazdag véglemez-rendszerek nincsenek, azonban a végződésforma itt is a fentiekhez hasonló. Mint különlegességet meg kell említenünk azt, hogy a gomolyok közvetlenül a medián fekszenek, s mivel az adventitia feltűnően vékony, úgylátszik, mintha a végszervek helyén kissé benyúlna a mediába.

Az aortaívnek most leírt receptorai, szerkezetükből ítélve a feji kiágazások zárókészülékei, amelyek reflektorikusan tágítják az aortának s a belőle kilépő nagy ereknél a lumenét, ha nő a vérnek az edény falára gyakorolt nyomása s ezzel szabályozzák a vérelosztást. Működésüktől függ, hogy az élet különböző adottságainak megfelelően mennyi vér jut az agyvelőbe, az érzékszervekbe, s az ezekkel kapcsolatos különböző szervekbe. Működésük gyors, s a véredények szövettani szerkezetének az ismeretében könnyen megérthető. Valójában, mint újabb fiziológiai elnevezésükből is kitűnik, nyomásfelfogó készülékek, presszoreceptorok. Helyzetüknél, gazdag voltuknál és rendkívüli finomságuknál fogva könnyen megérik és felveszik a véredényekre belülről ható legkisebb nyomást is s ezt a rostrendszerükön keresztül a nyúltagyi érző sejtekhez továbbítják. Ezekből az ingerület áttevődik a megfelelő effektorokra, innen pedig a sympathicus idegrendszerre, amelynek rostjai elernyedésre készítetik a media izomzatát, mire tágul a lumen s esik a vérnyomás. Emellett ugyanezek a receptorok a nyúltagyon keresztül izgalomba hozzák a szív mozgását gátló vagusmagnak a sejtjeit s így az általános vérnyomáscsökkenéssel egyidejűleg esik a pulzusszám.

A nervus depressor, — illetőleg nervi depressores —, amelyeknek végződésformáit fent ismertettem, a vagusnak egyik ága. Ezt az ágat először *Cyon* és *Ludwig* (1866) találta meg a nyúlnál és nevezte nervus depressornak. Nem sokkal később *Woodriddle* (1885) a kutyánál írt le egy ideget, amely az aorta szívvégi tájékán ágazik szét s ezt aortaideg-

nek nevezte. Bár *Woldridge* nem ismerte el azt, hogy az aortaideg azonos a depressorral, ma már nincs kétség az iránt, hogy itt ugyanarról az idegről van szó, annál is inkább, mert a kísérleti fiziológiai eredmények is tökéletesen emellett szólnak. Ugyanis ezen ideg periferikus részének az izgatása hatás nélkül maradt, míg a centrális izgatásra esett a vérnyomás és a szívütések száma. Különben ma általánosságban elmondható, hogy az aortaideg az összes emlős állatoknál megvan. Nagyobb különbség csak a megjelenési formában tapasztalható. Míg ugyanis a nyúlánál a nyak egész hosszúságában külön halad a két ramus aorticus vagi, más állatoknál, mint a kutyánál is, közös vagosympathicus hüvellyel van körülvéve. Az emberi aorta receptorikus rostjai valószínűleg a ramus cardiacus laryngeiben futnak, amely a nervus laryngeus ramus externusának egyik ága. Meg kell azonban jegyezni azt, hogy nem az összes receptorikus rostok haladnak a ramus cardiacus laryngei-ben, mert ez az ág, amelyet egyébként ramus aorticusnak neveznek, mai ismeretünk szerint nem ér le a carotis communis alá. Nyilvánvaló tehát, hogy az embernél tulajdonképpen nem is lehet ramus aorticusról beszélni. Egyébként általánosságban elmondhatjuk, hogy az embernél, mint *Eberhard Kochnak*, a kérdés egyik legalaposabb ismerőjének idevonatkozó adataiból kitűnik, „eddig az aorta idegrostoknak a lefutásáról még keveset tudunk“.

Az aorta ideg receptorikus rostjai a nyúltagyba a vagus kötegben mennek. Ez azonban eddig csak a nyúlra vonatkozólag van igazolva, ahol a glossopharyngeus, vagus és accessoricus egymás mellett három nyalábbal ered. *Fuchs S.* (1897) izgatta a nyúl aortaidegét az egyes nyaláboknak a szétroncsolása előtt és után, s azt találta, hogy a legfelső nyalábnak a szétroncsolása után semmiféle hatás sem jelentkezett. Ebből következik, hogy a nyúl aorta receptorikus rostjai a felső nyalában, ennek alsó részében lépnek be a nyúltagyi reflexközpontba.

Az aortaideg élettani tekintetben rendkívül fontos, mert amint már felfedezői *Cyon* és *Ludwig* is kísérletileg igazolták, két olyan reflexet indít meg, amely a keringési rendszer életében igen fontos szerepet játszik. Egyik reflex a vérérreflex, a másik a szívreflex. A kettőnek egy az érző ívszakasza s ezért együtt jelentkeznek. Effector rostjaik azonban különbözők. A vérérreflex effectorai periferikusan symphathicus rostok, a szívreflexé vagusrostok. A vérérreflex abban nyilvánul, hogy a receptorokra belülről ható nyomás következtében az aortának s az összes arteriáknak a lumene kitégűl, mire általános vérnyomás-süllyedés áll be. Ugyanekkor jelentkezik a másik reflex is, amennyiben a vagus gátló hatása következtében a szívütések száma hirtelen megfogyatkozik. Mindkét reflex a következőképpen megy végbe. Az aortaidegek az ingerületet a szívidegek központjába, a nyúltagyba vezetik, ahol ez egyrészt ingerli a vagust és gátolja az acceleransot, másrészt az ingerület a vérérközpontba kerül, amelyen keresztül gátolja a vasoconstrictorokat és izgatja a vasodilatatorokat. Az általános vérnyomás-süllyedés miatt nevezte *Cyon* és *Ludwig* az aorta ideget nervus depressornak, azonban, amint erre *Hering* rámutatott, hibásan, mert az aortaideg nem nyomja le a vérnyomást, ahogy ez a „depressor“ elnevezésben foglaltatik, hanem csak megakadályozza azt, hogy a vérnyomás emelkedjék. Tehát valójában vérnyomás fékező és nem csökkentő. Mikor

ugyanis az ér falára belülről ható nyomás a normális fölé fokozódik, rögtön reflektórikusan beáll a vérnyomáscsökkenés. Ideje volna tehát a „depressor“ szót használatból kivonni és helyébe az aortaideg elnevezést tenni. A szívreflex tulajdonképpen testvérreflex, amely ugyanazt a célt szolgálja, mint az arteriális rendszer lumenének a hirtelen való megnagyobbodása, vagyis a vérnyomáscsökkenést, illetőleg esést. Tulajdonképpen mind a kettő különösen arra szolgál, hogy az agyi hypertoniát megakadályozza.

A másik receptortelep a sinus caroticus fala. Hogy itt receptorok vannak, azt *F. de Castro* és *Sunder Plassmann* vizsgálataiból tudjuk, akik két különböző módszerrel mutattak rá arra, hogy a carotis interna tövén levő hagymaalakú duzzanat az érző idegvégszerveknek különleges formáit nagy tömegben tartalmazza. Ezeknek a végszerveknek a vizsgálatával már hosszabb ideje foglalkozom magam is. Idevonatkozó vizsgálataimról már három ízben be is számoltam. Az alábbiakban az újabb részletek leírásába bocsátkozom.

Vizsgálataimat a sinus caroticuson ezúttal is fagyasztott metszeten a *Bielschowsky*-féle eljárással végeztem, amellyel a legtöbb esetben gyönyörű készítményekhez jutottam. Készítményeim a legkülönbözőbb alakban, a legnagyobb változatosságban s alig tapasztalható világossággal igazolták be azt, hogy a sinus caroticus valóban egyike a legérzékenyebb felvevő helyeknek. Egy jólsikerült készítményen se szere, se száma azoknak a rendkívül bonyolult, s egymástól sokban elütő idegvégképeknek, amelyek az adventitia és a media határán szétterülnek, s amelyeknek erősen varixos, vastagságukat hosszabb darabonként is változtató rostjai különlegesen nagy kiterjedésű, s a ma elérhető nagyítások legnagyobbikával is pompásan tanulmányozható neurofibrilláris véglemezekben végződnek. Az idegrostok, amelyek vastag velőjűek, s rendszeren nagyobb törzsek alakjában érkeznek az adventitia külső rétegébe, ahol egyszerűen áthaladnak anélkül, hogy ágakra esnének szét. Az elágazás tulajdonképpen az adventitia belső határán kezdődik meg ott, ahol ez kapcsolódik a mediához. Itt igen dús és szinte más területeken alig tapasztalható módon lép fel az ágképződés. A rostok egymás után dichotomikusan többször osztódnak s azután vagy szétterülnek, vagy pedig fonadékot alkotnak, amelyben a végágak egymáson sokszorosán átfonódnak. Mindezekre a rostokra általánosságban jellemző az, hogy az elágazás után hirtelen elvékonyodnak, majd újra megvastagodnak. Mindezek a rostok erősen varixosak, s olykor útközben is széles lemezekké terjednek ki.

A vastag rostok néha egyesével, vagy többedmagukkal kilépnek az idegtörzsből, s anélkül, hogy végelágazásukat megkezdénék, igen messzire futnak. Máskor hirtelen széthajlanak, hamarosan egymásután többször elágaznak s annyira ellepik a kötőszövetet, hogy alig marad terület, amely az idegrostokkal szinte közvetlen érintkezésben ne volna. Vannak azonban olyan vastag rostok is, amelyek oldalágak nélkül nagy területeken haladnak végig és vannak olyanok is, amelyek útközben oldalágakat adnak, amelyek ugyanazon, vagy másirányú rostoknak hasonló ágaival gazdag fonadékot formálnak. Ebben a fonadékban, szinte mindenféle átmérőjű rost megtalálható, de emellett vannak végződéses is, amelyek dúsán rácsozott nagy véglemezükkel szorosan záród-

nak a kötőszövethez (29. ábra). Az ilyen fonadékok gyakoriak és különösen az olyan metszeteken, amelyek a lumennel párhuzamosan készültek, élesen körvonalazottak. Azonban az ilyen metszetek elég ritkák,



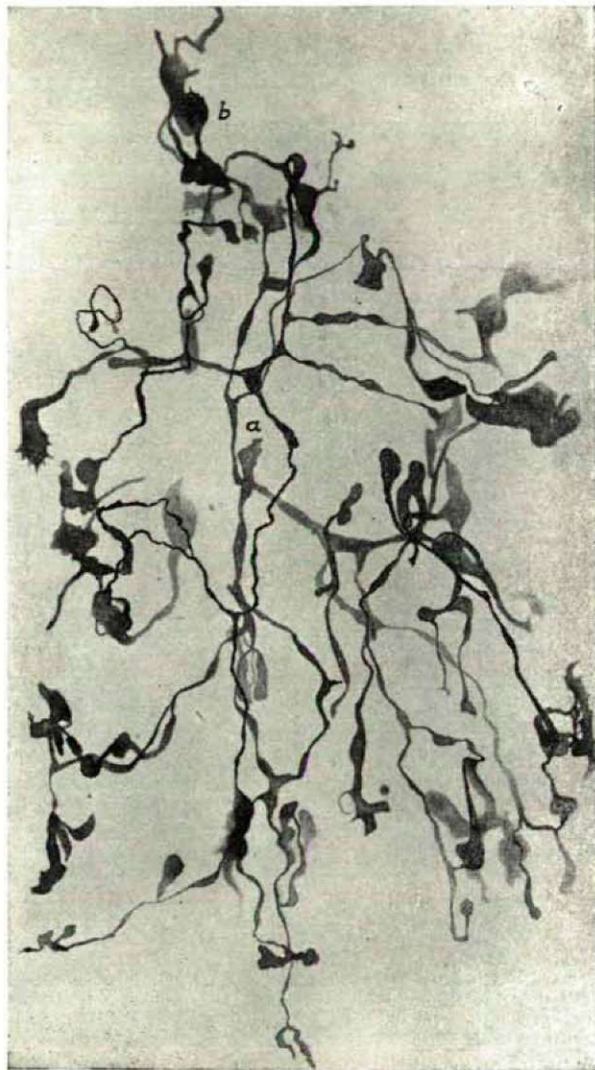
29. ábra. Homo: sinus caroticus, a) idegtörzs, b) idegrost, c) neurofibrillaris vég'emez, d) neurofibrilla, e) varix. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 600X.

Abb. 29. Homo: Sinus caroticus. a) Nervenstamm; b) Nervenfaser; c) Neurofibrilläre Endlamelle; d) Neurofibrille; e) Varix. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 600x.

mert a preparálás ebben a tekintetben sok gyakorlatot s emellett jó anyagot igényel.

Elég gyakori jelenség az is, amikor két különböző irányból jövő, nyilván két különböző idegtörzshöz tartozó rostnak az ágai valóságos

paralell kontaktus formájában szinte a végelágazásig kísérik egymást, majd pedig végágaikkal annyira összefonódnak, hogy szinte azt a lát-
szatot keltik, mintha egyetlen egy rostnak végágrendszeréből keletkeztek

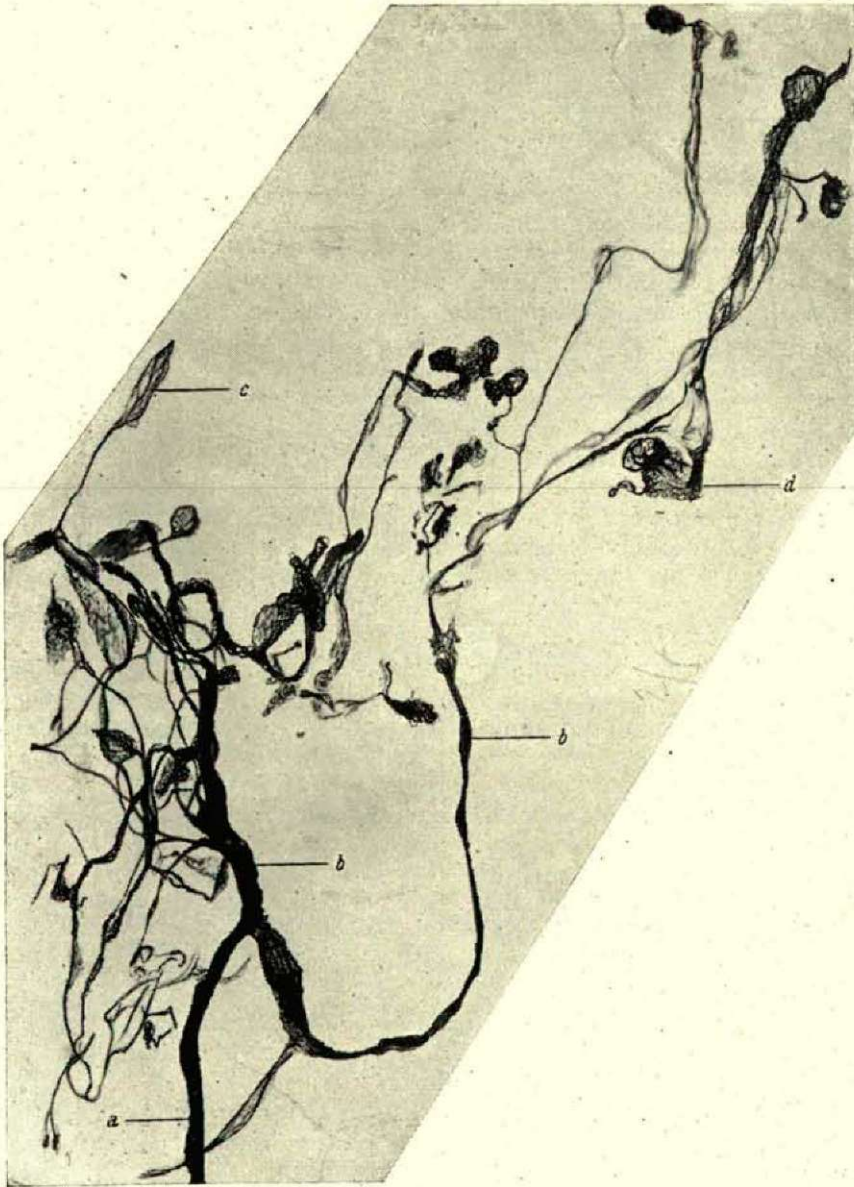


30. ábra. Homo: sinus caroticus. a) idegrost, b) idegvégződés, Bielschowsky-féle eljárás, Nagyítás 1200X.

Abb. 30. Homo: Sinus caroticus, a) Nervenfaser; b) Nervenendigung. Bielschowskysches Verfahren, Vergrößerung 1200x.

volna (30. ábra). Mindezek a viszonyok jól láthatók a 30. ábrán, ahol a két vastag rostnak a végfonadékába idegen rostok és neurofibrillaris lemezek is rendkívül nagy számmal keverednek.

Az egyesével messzire futó rostok néha közel a kapcsolódási területéhez, számos oldalágat adnak, amelyek egymás után, többször osztódnak, majd pedig igen változatos, szomorúfűz ágra emlékeztető vég-



31. ábra. Homo: sinus caroticus. a) főág, b) mellékág, c) neurofibrilla, d) neurofibrillaris véglemez. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 1200 \times .

Abb. 31. Homo: Sinus caroticus. a) Hauptast; b) Nebenast; c) Neurofibrille; d) neurofibrilläre Endlamelle. Bielschowskysches Verfahren, Vergrößerung 1200 \times .

zódésekbe mennek. Ezek a végzódések hol tömörebbek, hol lazábbak, de mindenesetre legalább részeikben olyanok, hogy igazi végvultukhoz nem férhet kétség.

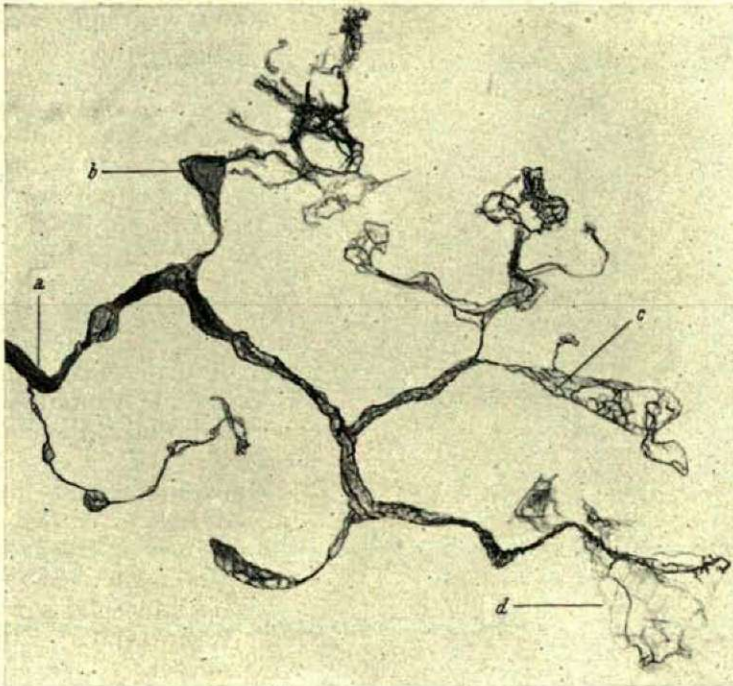
A végzódések olyan sokfélék s lényegében egymáshoz annyira hasonlóak, hogy közöttük típusokat felállítani nem lehet. Általában gyakoribb, vagy kisebb, vagy nagyobb területre kiterjedő lazább, vagy tömörebb dendritikus végelágazások. Ezek, mint az előbbi két ábrán jól látható, néha oly gazdagok, az egymás alatt és egymás felett futó különböző vastagságú rostok, a nagy varixok és különleges véglemezek annyira átfonódnak egymáson, hogy még a mikroszkópi áttekintésük is nagy fáradságot, sok időt és kitartást igényel. De vannak aztán olyan elágazások is, amelyek egyetlen egy rostnak a végrendszerét alkotják, amelyek pompásan értelmezhetők s az idegkapcsolatok tekintetében is maradéktalan felvilágosítást adnak (31. ábra). Ilyen, szinte ritkaság számba menő végelágazást tüntet fel a 31. ábra. Az elágazás, mint az ábrán jól látható, egyetlen rostnak a végrendszere. A rostból két oldalág lép ki, amelyek gazdagon szétágaznak, majd a legkülönbözőbb kaliberű ágak végrendszerével az edény falából egy jó darabot annyira átjárnak, hogy az érzékenységnak ilyen módon való további fokozódása szinte már el sem képzelhető. De jól látszanak ezen a szinte rétegesen elhelyezkedő véglemezek is, amelyek a metszetnek a lumennél való párhuzamos volta miatt a végszerkezetet is a legpompásabban tükrözik. Az idegrostok vége, mint az ábrán jól látható, lényegében nem más, mint neurofibrilláris véglemez. A lemezek körtealakúak, gyakran repkénylevélhez hasonlítanak, máskor elliptikusak, de vannak olyanok is, amelyek szinte egészen szabályos kóralakot mutatnak. A szélük síma, de lehet rojtozott is (32. ábra).

Nem egészen ritkák a gomolyszerű képződmények sem. Ilyen gomolyrendszerek alkotásában különböző irányból jövő rostok vesznek részt. De van még valami, ami különösen jellemzi az ilyen végzódésfésélyt, mégpedig az, hogy egy kis arteria fala mellett húzódik végig, és pedig úgy, hogy a gomolyból, illetőleg a vele kapcsolatos rostok egyikének az ágaiból rostok lépnek az edény adventitiájába és ott végződnek. Ezek a végek kétségtelenül érző végzódések, s bár olyan széles neurofibrilláris lemezt nem mutatnak, mint átlagosan a sinus végtetek, nincs kétség az iránt, hogy ezeknek is csak az lehet a szerepük, mint magának a sínus idegkészülékének.

Ha sikerül olyan metszeteket csinálni, amelyek párhuzamosak az ér felületével, akkor a végzódések teljes lapmetszetét kapjuk, s olyan képekben gyönyörködhetünk, amelyekben a neurofibrilláris szerkezet egészen szokatlan élességben tűnik elénk. Valóságos nagykiterjedésű hálók sorakoznak egymás mellé, élesen, világosan s az ágak sokasága mellett olyan sűrűn, hogy nem túlzás, ha azt állítjuk, hogy a mediát közvetlenül határoló adventitiában egy szinte összefüggő neurofibrilláris fonadék terül ki, amely magától értetődőleg alkalmas és elégséges arra, hogy a különben is vékony érfalra ható bármilyen külső és belső nyomást tudomásul vegyen. Lehetséges, sőt az ágak sokasága után ítélve úgy is van, hogy ez a neurofibrilláris fonadék, amely itt is, mint az aortánál, fátolként borul rá az izomrétegre, többrétegű, amivel az élettani kapcsolatok lebonyolítására még alkalmasabbá válik. Termé-

szetesen ez csak hasonlat és semmiképpen sem akarja mondani azt, hogy itt egy egészen összefüggő fonadék van, mert az egyes végződések önállóak, s egyik rostnak a véghálózata, sohasem fonódik bele a másik neurofibrilláris fonadékába.

A neurofibrilláris lemezek néha olyan szokatlan élességben jelennek meg, hogy még a legnagyobb mikroszkópi nagyítást is tökéletesen bírják. Különösen áll ez az olyan lemezekre, amelyek lapmetszetben találva egészen zártak, s az alapszövet felé élesen el vannak határolva. Az ilyen véglemezek a legvilágosabban tárják elénk az érző idegrendszer végét s egyúttal tökéletesen tájékoztatnak afelől is, hogy a neuro-

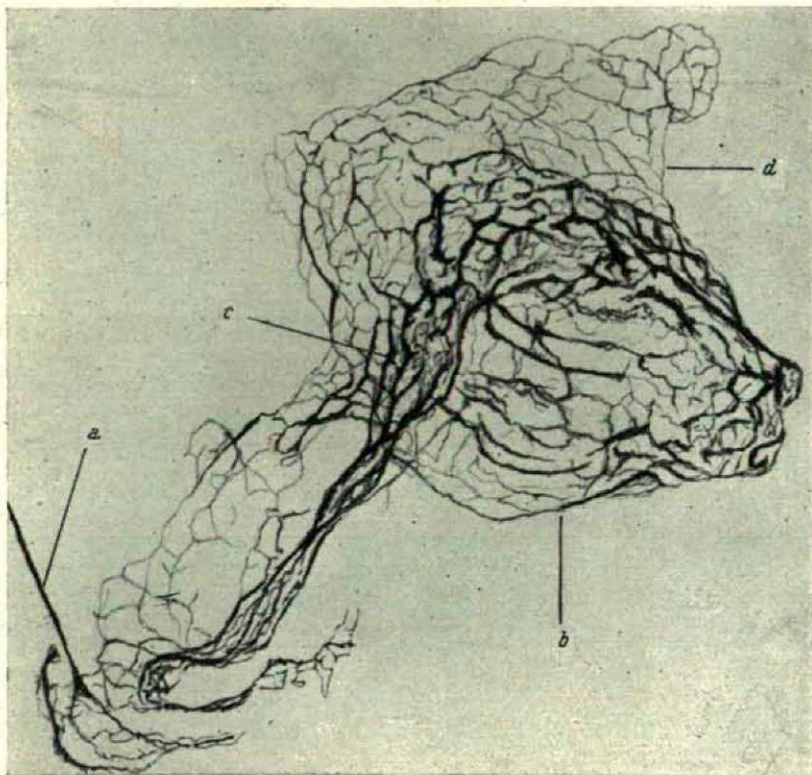


32. ábra. Homo: sinus caroticus. a) idegrost, b) varix, c) neurofibrilla, d) neurofibrilláris véglemez. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 1800 \times .

Abb. 32. Homo: Sinus caroticus. a) Nervenfaser; b) Varix; c) Neurofibrille; d) Neurofibrilläre Endlamelle. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 1800x.

fibrillák a véglemezekben valójában egészen finom fonadékot alkotnak, amelyben a fibrillák iránya és csoportosulása semmiféle rendszert nem mutat. Ezeknek a tényeknek a lehető legpontosabb körvonalazása szempontjából megvizsgáltam egyik legszebb preparátumomat 3600-szoros nagyítással, (53. ábra). Az így kapott kép szintén meglepően tiszta és tökéletesen igazolja a kisebb nagyítással eszközölt megállapításokat, amelyek értelmében a sinus caroticus érző rostjai nagykiterjedésű neurofibrilláris véglemezek formájában kapcsolódnak a kötőszövethez, amelynek érzékenysége ilyen módon természetesen szinte a végső határig fokozódik.

A sinus caroticus, amelynek idegkapcsolatait közöltem, azóta foglalkoztatja a fiziológusokat, a neurohistológusokat és a gyakorló orvosokat, amióta *H. E. Hering* felfedezte a sinusreflexeket, amelyeket azóta *Hering-féle sinusreflexnek* szoktunk nevezni. A felfedezéshez —, mint *Hering* maga írja — kiindulásul a *Czermák-féle* „vagusnyomáskísérlet” adta az alapot. *Czermák* ugyanis 1886-ban „Über mechanische Vagusreizung beim Menschen” című dolgozatában, ama meglepő megfigyelésről adott számot, hogy ha a musculus sternocleidomastoideus széle



33. ábra. Homo: sinus caroticus. a) végrost, b) véglemez, c) neurofibrilla, d) neurofibrillaris háló. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 3600X.

Abb. 33. Homo: Sinus caroticus. a) Endfaser; b) Endlamelle; c) Neurofibrille; d) Neurofibrilläres Endnetz. Bielschowskysches Verfahren, Vergrößerung 3600x.

felett jobbról mérsékelt nyomást gyakorolt a carotisra, rögtön esett a pulzus szám. Később (1868) ehhez még azt is hozzátette, hogy a nyomás helyén „egy kerekded lüktető duzzanat érezhető”. *Czermák* a pulzusnak ezt a hirtelen csökkenését a vagusnak „mechanikus, lokális izgatásával” próbálta megmagyarázni. És ez a magyarázat eléggé időállónak bizonyult. Több, mint félszázad elmúltával *Hering* volt az első, aki kételkedni kezdett benne. Az ő figyelme akkor terelődött először a *Czermák-féle* „vagusnyomáskísérlet” felé, amikor 1905-ben Prágában egy betegen azt a meglepő észrevételt tette, hogy a szív még akkor is las-

sabban kezdett verni, ha a kezét csak könnyedén tette rá az egyik carotisra. Ezen észlelet hatása alatt mindjárt valószínűtlennek kezdte találni azt a felfogást, amelynek értelmében kismérvű nyomás mechanikusan tudná izgatni a vagust. Mivel azonban ebben az esetben a carotis „aránylag rigid”-nek mutatkozott, még sem tartotta kizártnak annak a lehetőségét, hogy a jelenséget a vagus túlérzékenységevel lehessen megmagyarázni. Azonban a magyarázatba még sem tudott belenyugodni, amiért állatkísérletekhez fordult. 1914-ben, Kölnben végezte el az első állatkísérletet. A kísérletet az első világháború után, 1919-ben megismételte. Ezekből a kísérletekből, amelyeket házi nyulakon és kutyákon végzett, kétségtelenül kiderült az, hogy a szabaddá tett vagusra gyakorolt nyomás hatására nem esett a szívverések száma. Ezért mindjárt elejtette a *Czermák-féle* magyarázatot és mivel kísérletezés közben rájött arra, hogy a larynxra gyakorolt nyomás reflektorikusan pulzusz fogyatkozással jár, az a meggyőződés kezdett kialakulni benne, hogy *Czermák-féle* „vagusnyomáskísérlet” sem lehet más, mint reflex. Mivel pedig az emberen végzett későbbi megfigyelések kétségtelenül beigazolták azt, hogy a carotisra gyakorolt egészen könnyű nyomás a szív vagusrostjait rögtön izgalomba hozza, annak a felfogásnak kezdett határozott hangot adni, miszerint helyesebb „carotisnyomáskísérletről” mint „vagusnyomáskísérletről” beszélni. A későbbi vizsgálatok lassan arról is kezdtek meggyőzni *Heringet*, hogy a carotisnyomásra beálló reflexek érzőtalpa a carotis osztódási helyéhez esik közel. Hogy ez így van, arról különösen egy olyan betegnél kezdett meggyőződni, akinél a kiváltó terület a rendesenél magasabbra csúszott. Mindezeknek az ismerete alapján *Hering*-nél határozott formában kezdett jelentkezni annak a biztos tudata, hogy a szívreflex kiindulási helye a carotis communis osztódási területére esik, ahol mint gondolta, valami „különleges képződménynek kell lennie” amely megindítja a folyamatot. És valóban így is volt. Irodalmi adatok alapján a carotis interna tövében megtalálta a sinus caroticust, s ebben egy nagyobb kutyán végrehajtott kísérletben, mindjárt a reflexek kiindulási helyét. De ez a kísérlet nemcsak azt igazolta be, hogy a szívreflex csakugyan a sinus caroticusból indul ki, hanem megmutatta azt is, hogy onnan ered még egy másik reflex, az érreflex, amely fontosabb, mint a szívreflex.

Hogy valóban a sinus caroticusból indulnak ki ezek a reflexek, azt *Hering* a következőképpen igazolta. A narkotizált állatok sinus caroticusát szabaddá tette s az egyik arteriát, rendesen pedig az arteria femoralist, manométerrel kötötte össze s egy kimograph bekormozott papirosára a vérnyomást jegyezte. Az eredmény mindig az volt, hogy ha a sinusra nyomást gyakorolt, a szívverés ritkulása mellett, esett a vérnyomás.

Miután így kétségtelenül be volt igazolva, hogy a reflexek csakugyan a sinus caroticus falából indulnak ki, hátra volt még annak a megállapítása, hogy melyik az az ideg, amely a felvevő készülékeket szolgáltatja. *Hering* erre is hamarosan válaszolt. Hogy az ide vezetős utat a mellék útvesztőtől megszabadítsa, eltávolította a nyúl ganglion cervicale supremumát. Ezt azért tartotta szükségesnek, mert egy alkalommal egyik kísérleti kutyájánál úgy látta, hogy a ganglion cervicale supremumból egy ideg indult ki, amely a sinus caroticus felé halad.

Az ilyen módon megoperált állaton végzett kísérlet arról győzte meg, hogy a reflexek továbbra is jelentkeztek, tehát a receptorikus ideget másfelé kellett keresni.

Ebben a keresésben igen jó szolgálatot tett *Ph. Knoll*nak 1885-ben közölt amá megfigyelése, mely szerint „tulnyomóan depresszorikus ideg a glossopharyngeus, amelynek ingerlésekor szabályszerint vérnyomássüllyedés szokott bekövetkezni“. A *Knoll*-féle adat alapján boncolta ki *Hering* egy nagyobb kutyának a glossopharyngeusát. Ezen mindjárt a koponyából való kilépés után egy oldalágat talált, amelyet egészen a sinus caroticus faláig tudott követni. *Hering* sinusidegnek nevezte ezt az ideget s kutyánál, macskánál, nyulnál és majomnál egyaránt igazolta, hogy a sinus-reflexek pályájának ez az érző ága. Később az ember sinusidegét is kipreparálta, kísérletekben pedig minden esetben úgy találta, hogy ennek az idegnek az átvágására a sinus caroticus idegkapcsolatai megszűnnek, viszont a centralis csont izgatása ugyanazt eredményezi, mint a sinus caroticusra gyakorolt nyomás.

A sinusreflex kísérlet eredményét mindenkinél módjában áll ellenőrizni, azonban vigyázni kell arra, hogy a nyomás valóban a sinus caroticust érje. Ennek a helyét legjobban úgy lehet megtalálni, ha a gégefő felső szélének a magasságában keresztben futó vonalat képzelünk a nyakon, s ahol ez metszi a carotis vonalat, ott nyomjuk meg a carotist. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy az ideható nyomás mindig biztosan találja a sinus caroticust, azonban jó tájékoztató arra vonatkozólag, hogy a keresett helyet könnyebben megtaláljuk. Természetes, hogy a nyomáskísérleteket csak a bőrön keresztül lehet elvégezni, s így a tökéletességükhöz némi szó is férhet, de ismerünk olyan esetet is, amikor a kísérletet sebészi beavatkozáskor szabaddá tett sinus caroticuson is elvégezték. Ilyenről emlékezik meg *Enderlen* heidelbergi professor *Hering*nek írott levelében. *Enderlen* egy struma operáció alkalmával szabaddá tette a carotis osztódási helyét, nyomást gyakorolva a sinus caroticusra s azt tapasztalta, hogy a vérnyomás 105-ről hirtelen 67-re esett. Hasonló eredményről tudatta *Heringet* ugyancsak Heidelbergből *Bohnenkamp*, aki egy könnyű narkózisban lévő asszonynak a jobboldali sinus caroticusát csipesszel érintette, mire a vérnyomás 12—16 mm. Hg-val esett. Ez a kísérlet többszöri megisméltésekör is mindig azonos eredménnyel járt. Ugyanennél a páciensnél a szívverések száma percenkint 10—20-szal fogyott, míg ugyanazon oldali és az ellenkező oldali izolált vagusnak az izgatása nem indította meg a reflexfolyamatokat. *Hering*nek sikerült kétségtelenül megállapítania és kísérletileg alátámasztania, hogy a sinus caroticus falára gyakorolt külső és belső nyomás hatására a vérerek tágulnak, tehát a vérnyomás esik, s ugyanakkor a szívütések száma megfogyatkozik.

Mind a két reflex megindítója a glossopharyngeusnak egyik ága, a sinusideg, amelynek ingerlése ugyanazokat az elváltozásokat létesíti, mint a sinus falára gyakorolt külső, vagy belső nyomás. A carotis-sinus-reflexek tonicusak, amit az a körülmény igazol, hogy a sinusidegnek az átvágása, vagy kikapcsolása után emelkedik a vérnyomás, valamint a szívütések száma. Tehát a sinusidegek, mint az aorta idegek is tulajdonképpen nem depresszorok, hanem fékezők, amelyek gátolják a vérnyomásnak és a szívütések számának az emelkedését.

Hering kísérletei és a sebészek tapasztalatai azt is teljes mértékben igazolták, hogy ezek a reflexek rendkívül érzékenyek, s a legkisebb külső, vagy belső nyomás hatására is rögtön jelentkeznek. Hogy ez miért van így, arra vonatkozólag kimerítőleg válaszolnak a fenti neurohistologiai vizsgálatok, amelyek a legapróbb részletekig megvilágítják azt a bensőséges kapcsolatot, amely fennáll a sinusideg végrendszere és a sinus caroticus fala között.

Hering egyedül a sinus caroticust tartotta a sinusreflexek kiindulási helyének. S ez a megállapítás nagyjából helyes is, azonban a sinus környéki carotis szakaszokon végzett újabb vizsgálataim kezdenek arról meggyőzni, hogy a reflexek kioldásában nemcsak a sinusnak, hanem a carotis communis közeli szakaszának és talán a carotis externa kezdő darabjának is része kell, hogy legyen.

A carotis communisban ugyanis közvetlenül a sinus alatt sok az érző ideg és sok a különböző idegvégződés. Az idegek rendszeren kétféle, vagy esetleg négy velős rostból állanak, s szinte nyalábként jelennek meg az adventitia külső rétegében. A rostok vastagok, nem különben az őket körülvevő velőhüvely is. Egyébként egész megjelenésük hasonló a sinus caroticus rostjaihoz, ami egyebeken kívül azt is valószínűvé teszi, hogy ugyanazon idegnek a rostrendszeréhez tartoznak. Az idegek átlag rövid lefutás után elágaznak, de nem mindig a dichotomikus elágazást követik, hanem vannak olyan esetek is, amikor a vastag rost oldalából kollaterális lép ki, nem egy, hanem esetleg több is. Ezek aztán erősen elvékonyodnak, majd tovább ágaznak, s végül is a rost körül elég hosszú darabon egy peridendritikus fonadékot alkotnak, melyben sok a lemezes megvastagodás s amelynek végrostjai finom neurofibrilláris lemezekben végződnek. Ilyen esetben a főrost tovább halad, majd dichotomikusan oszlik s utána ágakra esik szét, amelyek aránylag símák, csak itt-ott vannak rajtuk háromszögletű megvastagodások. Az, ami ezeken az ágakon különleges, az a nagy gazdagság s a rendkívüli finomság, amihez a nagyszámú hurok is járul, ami az egésznek fonadék jellegét kölcsönöz (54. ábra).

Nem ritkák a gomolyképződmények sem. Ezek között vannak egészen laza szerkezetűek, amelyek aránylag kevés, de vastag rostból állanak, amelyek mind egyetlen velőtlen rostnak a rendszeréhez tartoznak. Az ilyen gomoly köré a határoló kötőszövet néha úgy rendeződik el, mintha betokozott végtestről volna szó. Ez azonban csak látszat. Akadnak a laza gomolyok mellett kisebb, sűrűbb szerkezetű gomolyok is. Ezekben egy, vagy esetleg több szomszédos rost elágazásából, s az így keletkező ágaknak az összefonódásából egészen tömör jellegű hosszúságú gomolyok keletkeznek. Jóval nagyobb azonban azoknak a fonadékoknak a száma, amelyek ugyanazon rost végágrendszerének a szövénnyéből állanak elő, vagy pedig látszólag két különböző rostot kapcsolnak össze. Ezekon kívül se szere, se száma az afféle változatos alakulatoknak, amelyeket néha csak a végrostok formálnak, máskor pedig közbülső rostszakaszokból tevődnek össze. Mindezek azt mutatják, hogy a rostok rendszere a legkülönbözőbb alakulatokat és rendszereket formálja, amelyekben mind az érző jelleg domborodik ki, s emellett rendszerint egy olyan idegvégkészülék, amely esetleg gyűjtő, fokozó, vagy erősítő szereppel bír. Erre egész nyugodtan gondolhatunk, ha tekintetbe

vesszük azt, hogy a carotisokban rendes körülmények között csakugyan egészen minimális ingerek jelentkezhetnek, amelyeknek megérzése, illetőleg a reflexek szempontjából való értékelése bonyolultabb és érzékenyebb szerkezetet igényel, mint máshol. Ez látszik különben maguknak a rostoknak a lefutásában is, ahol már hatszázszoros nagyítással jól láthatók a neurofibrillák, de ez látszik főleg a rostok

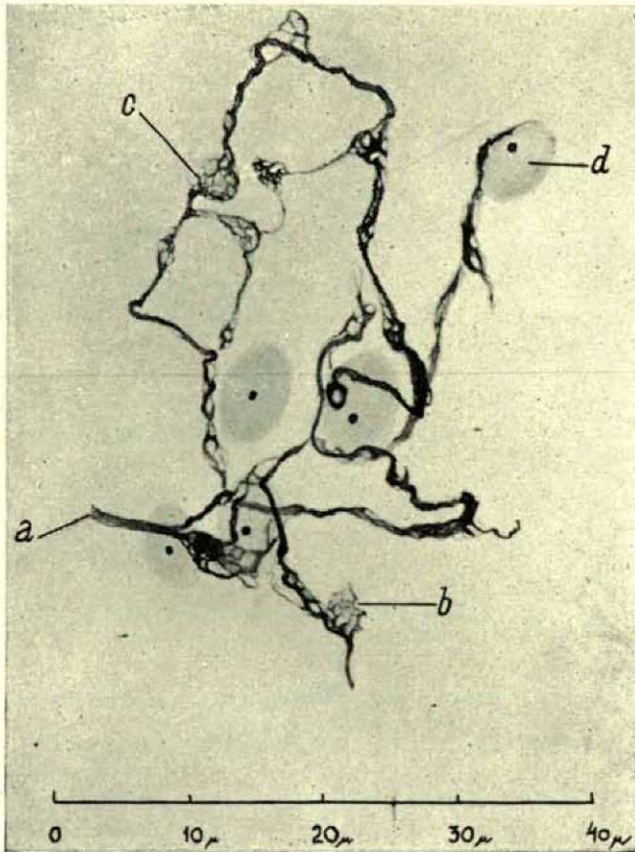


34. ábra. Homo: carotis communis, a) idegrost, b) neurofibrillaris véglemez, c) neurofibrilla, d) velőhüvely. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 450 \times .

Abb. 34. Homo: Carotis communis, a) Nervenfaser; b) neurofibrilläre Endlamelle; c) Neurofibrille; d) Myelinscheide. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 450 \times .

lefutásában beiktatott különböző alakú lemezeken, különösen pedig a neurofibrilláris véglemezeken (35. ábra). Ezekre vonatkozólag sietek megjegyezni, hogy jóval kisebbek, mint a sinus caroticusban, továbbá a tipikus repkénylevél alakot sem tudtam fellelni, pedig ugyanabból az anyagból, ugyanazzal az eljárással, ugyanolyan jól impregnált metszeteket vizsgáltam. Mindezek mellett a neurofibrilláris vég-

lemezeknek a száma is jóval kisebb, mint a sinus caroticusban. Ha ezek a különbségek megvannak, pedig megvannak, akkor felvetődhetik az a gondolat, hogy ezek a rostok talán nem is glossopharyngaeus eredetűek, hanem más rendszerhez tartoznak. Lehet, hogy így van, s akkor a fent felsorolt különbségek a különböző genesis mellett tehetnek bizonyosságot. Azonban mindezekhez hozzá kell vennem még azt is, hogy a terminalis alakulatok azokkal sem azonosak, amelyeket az



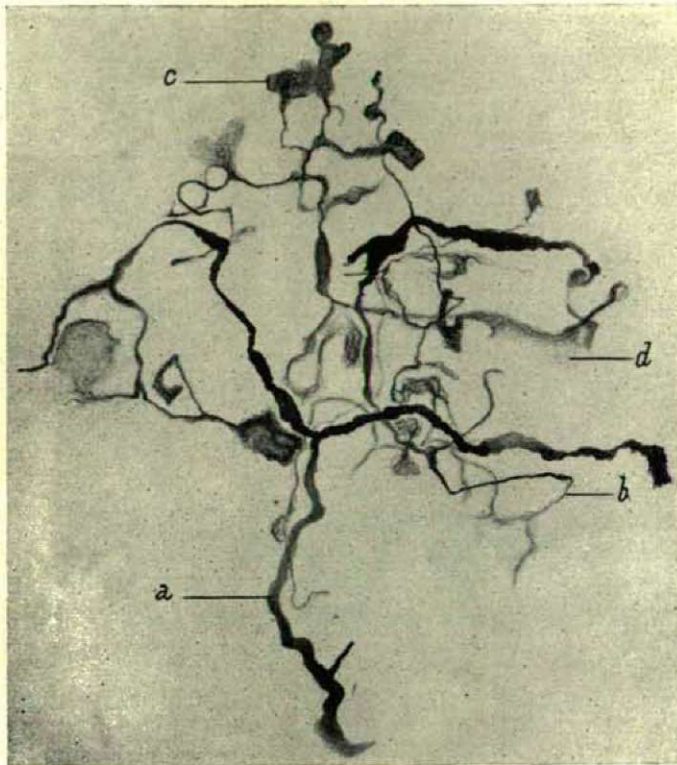
35. ábra. Homo: carotis communis, a) idegrost, b) neurofibrillaris véglemez, c) neurofibrilla, d) izomsejtmag. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 1800 \times .

Abb. 35. Homo: Carotis communis, a) Nervenfaser; b) neurofibrilläre Endlamelle; c) Neurofibrille; d) Muskelzellkern, Bielschowskysches Verfahren, Vergrößerung 1800 \times .

aortaívből fent leírtam. Hasonlóság azonban mégis csak van, s ez az élettani értelmezéshez elég is, mert az eltérés lehet helyi is, s akkor ennek a rendszernek is része lehet a reflexek kioldásában. De ha nincs, akkor is megvan a maga rendeltetése, mert hiszen az elágazás helyének az érzékenysége minden esetben indokolt.

Hasonlók a viszonyok a szarvasmarha carotis communisában. Az elágazás helye itt is rendkívül idegdús. Vonatkozik ez a síma izomnak és a vása vasorumoknak, különösen pedig a hajszálereknek az idegellátására, de vonatkozik főleg az érző elemekre, amelyek igen nagy számban és változatosságban mutatkoznak.

Ezek az érző elemek itt is velős rostok, azonban jóval vékonyabbak, mint az emberi carotis communis hasonló képződményei, s az elágazásuk is bizonyos jellegzetességet mutat (36. ábra). Ezt még rajz



36. ábra. *Bos taurus*: carotis communis. a) idegrost, b) végrost, c) véglieméz, d) neurofibrillaris fonadék. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 900X.

Abb. 36. *Bos taurus*: Carotis communis. a) Nervenfaser; b) Endfaser; c) Endlamelle; d) neurofibrilläres Geflecht. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 900x.

nyomán is roppant nehéz szabatosan leírni. Általában jellemző a gazdag ágrendszer, az ágak rövidsége, kacsakaringós lefutása, s a végágrendszereknek egymáshoz való szoros kapcsolódása.

Amin a 36. ábrán is látjuk, két szomszédos rostnak a végágrendszere a legtöbbször annyira átfonja egymást, hogy a legerősebb mikroszkópi nagyítással is huzamosabb vizsgálatra van szükség ahhoz, hogy a rendszereket egymás felé el tudjuk különíteni. A rostok valószínűleg átfonódnak egymáson, s ennek következtében a végződésük is annyira rejtett helyzetet foglalnak el, hogy alakjuk és szerkezetük alig

tárul elénk elég világosan. Annyi azonban egészen kétségtelen, hogy a háromszögletes rostvéglemezek jóval kisebbek, mint az emberen, de neurofibrilláris hálózatuk viszont jóval sűrűbb szövésű. Azonban kétségtelenül meg lehet állapítani azt, hogy a lemezek valóban a neurofibrillák fonadékából állanak és egymás felé, valamint a kötőszövet elemei felé is el vannak határolva. De még van valami különbség, s ez az, hogy nemcsak a végszervek, de a neurofibrilláris lemezek is jóval kisebb számban láthatók, mint az ember hasonló szervében. Olyan neurofibrilláris fátlyolt, amelyenről az ember sinus caroticusánál beszéltünk, itt nem találunk, amiből önként következik, hogy a szarvasmarha carotis communisának ez a része kevésbé érzékeny, talán azért, mert a korlátoltabb caroticalis funkciókra való tekintettel az agy nem szorul olyan messzemenő védelemre, mint az emberé. Mindezek tekintetbe vételével is hangsúlyoznunk kell azt, hogy az alapforma úgy a megjelenésében, mint szerkezetében nagyfokú megegyezést mutat.

Nem sokkal kevésbé érzékeny a carotis externa. Az embernél itt is találtam érző végzőszerveket. Ezek is dendritikus elágazások, amelyek hosszúkas neurofibrilláris lemezekben végződnek. Jellemzők ezekre a rendkívül finom rostok, amelyek vastagrostoknak a kiágazásai, de símák, s anélkül, hogy véglemezbe futnának, igen messzire követhetők. Tipikusnak nem mondhatók az itt talált testek, azonban egészen kétségtelen, hogy érzők, s így az is, hogy vagy a vagusnak vagy a glossopharyngaeusnak a rostrendszeréhez tartoznak.

Érzékeny a carotis interna is. Idegrostjai azonban nem annyira jellegzetesek, mint az eddig tárgyalt szakaszoké, azonban jóval finomabbak. Vonatkozik ez a finomság az egyes rostoknak az állományára, a rajtuk levő varixokra, de különösen az oldalágakra, melyek feltűnően vékonyak és gracilisak. Különben a carotis internában nincsenek olyan jellegzetes végtestek, amelyeneket a sinus caroticusban találtunk. Ezenkívül a tipikus véglemezek is hiányoznak. Mindezekből arra lehet következtetni, hogy a carotis internának a sinus feletti szakasza már nem vesz részt a sinusreflexek kioldásában, azonban a fala mégis sokkal érzékenyebb, mint más hasonló ütőérszakaszoké.

Mivel a carotis externában és a carotis internában talált érző elemek nem tipikusak és csak kis számban fordulnak elő, nagy a valószínűsége annak, hogy a sinusreflexek összes receptorai a carotis communis végső szakaszában és a sinus caroticusban terülnek szét.

Ezeknek a receptoroknak a helye és szerkezete nemcsak az egészséges ember sinusreflexeinek adja világos és könnyen érthető magyarázatát, de választ ad sok olyan kóros jelenségnek az okára is, amelyekről eddig semmi biztosat nem tudott az orvostudomány. *Sunder-Plassmann* írja, hogy mikor a münsteri klinikán volt — bár a sinusreflexekről még akkor tudomása nem volt —, különös figyelemmel kísérte azokat a megbetegedéseket, amelyek vérzavarokra vezethetők vissza. Betegeinek megmérte a vérnyomását, s közben érdeklődéssel hallgatta meg panaszait. A betegek között volt olyan, aki arról panaszkodott, hogy mikor reggel mosakodás alkalmával a nyakát mossa, hirtelen megszdül. A másik arról beszélt, hogy a kemény gallér bekapcsolásánál, vagy a nyakkendő megkötésénél érez hasonló tünete-

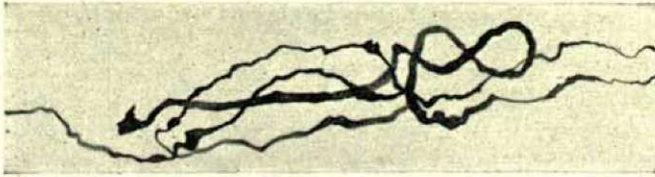
ket. Volt olyan is, aki azt panaszolta, hogy hirtelen szédülés fogja el, ha felfelé tekint. Sunder-Plasman meghallgatta és elkönnyvelte ezeket a panaszokat, mint olyanokat, amelyeket akkor magyarázat nélkül hagyott az orvostudomány. Ma azonban, amikor ismerjük a sinus caroticus receptor telepeit és tudjuk azt is, hogy ezek épségben maradnak akkor is, amikor arteriosclerosis következtében már nagyobb mennyiségű mész rakódott le a sinus caroticus intimájába, meg tudjuk magyarázni a panaszok okát. Könnyen érthető ugyanis, hogy azoknak a cselekedeteknek az elvégzésénél, amelyek szédülést vonnak maguk után, a nyak olyan mozgásokat végez, amelyeknél a sinus caroticus intimájában levő mész nyomást gyakorol a receptorokra, aminek következménye arteriális hypotonia, vele együtt agyanaemia és szédülés. Hogy arteriosclerosisban nem szenvedő emberek az említett mozgások alkalmával nem szédülnek, annak az az oka, hogy ezeknél a nem meszes érfal nyomása nem elegendő a sinusreflexek megindítására.

ARTERIA RENALIS

A receptorok szempontjából megvizsgált ütőerek közül különös ujdonságokat az arteria renalisban találtam. Eddig az embernek és a szarvasmarhának a veseverőerét vizsgáltam meg. Az embernél talált viszonyokról egyik dolgozatomban már be is számoltam. Jelenleg ezeknek az adatoknak a kiegészítésére szorítkozom, mint olyanokra, amelyek a vese élet- és kórtanának a mérlegelése szempontjából nagy jelentőségűeknek mondhatók. Előre kell bocsátanom, hogy amikor láttam a sinus caroticus, s az arcus aortae idegkapcsolatait, mindjárt az a meggyőződés kezdett megérlelődni bennem, hogy a nagyobb arterialis kiágazásoknál mindenütt kell lennie egy reflexogen zónának, amely a vérrendszer falának a tágításával, illetőleg a vérnyomás süllyesztésével és emelésével az élet szempontjából nagyobb fontosságú szerveknek a működését döntően befolyásolja azzal, hogy a szükséges vérmenyiséget a mindenkor szűkségletnak megfelelően reflektorikusan adagolja. Így jutottam el sok más arteria kiágazásának a vizsgálata után az arteria renalishoz, ahol csakugyan meg is találtam azt, amit elméletileg már oda gondoltam. Megtaláltam három érző idegvégyszerv alakjában, amelyek az adventitiában helyezkednek el éppúgy, mint a fenti idegkészülékek. Hangsúlyozni kívánom azonban, hogy ezek morfológiailag nem egyeznek meg a sinus caroticus és az arcus aortae végszerveivel, azonban nincs kétségem az iránt, hogy működés tekintetében nagy a megegyezés. Az idegvégtestek, amelyeket az arteria renalis falában találtam, három egymástól élesen elütő típusba tartoznak. Ezek közül egyik dendritikus elágazás, a másik szabad gomoly, s a harmadik betokozott végtest. Ezek közül az elsőt az afferens rostok tárgyalásánál fentebb már ismertettem. Bár a rostok jellege, elágazásformái határozottan amellettszólnak, hogy itt pressoreceptorról van szó, mivel a neurofibrillaris lemezeket nem sikerült eddig impregnálnom, az egész végződésformát csak rendes érző végyszervnek merem tartani.

A másik végtestet szintén az adventitiában találtam. Ez nem más, mint hosszúkás laza gomoly, amelyet két velőhüvelyes rost alkot.

A rostok közül egyik vastagabb, a másik vékonyabb. A kettő egymáson annyira átfonódik, hogy irányukat alig lehet megállapítani. Alakjából és rostjainak az alkatából következtetve érző test, amelynek vérnyomás fékező szerepe lehet, éppúgy, mint a fent közölt pressoreceptoroknak

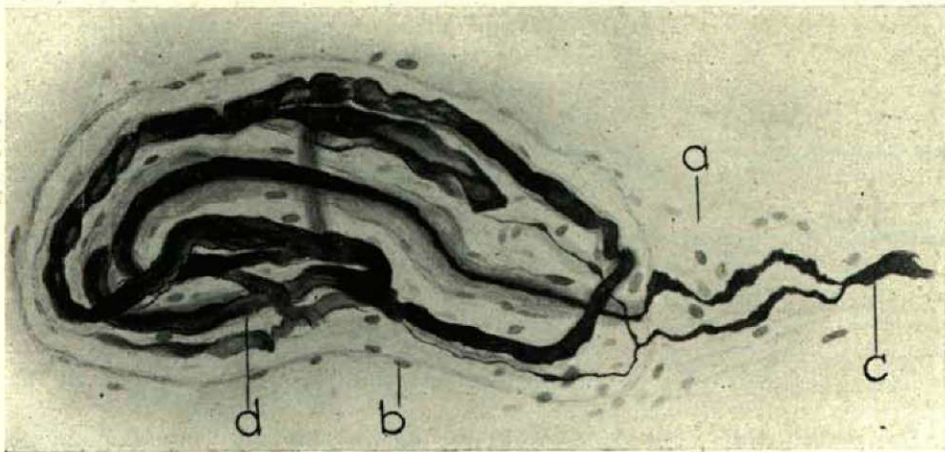


37. ábra. Homo: arteria renalis. Laza gomoly az adventitiából. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 400X.

Abb. 37. Homo: Arteria renalis. a) Lockeres Knäuel aus der Adventitia. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 400x.

(37. ábra). A test nagyon hasonló azokhoz a képződményekhez, amelyeket a sinus caroticusból és carotis communisból közöltem.

A harmadik idegvégtest, amely szintén az adventitiában fordul elő, betokozott végtest. A test részletes morfológiai leírását mellőzve, csak annak a hangsúlyozására szorítkozom, hogy ez is mint kétségtelenül érző végtest, az arteria renalis kiágazásánál lévő vérnyomás



38. ábra. Homo: arteria renalis. Idegvégtest az adventitiából. a) kötőszövet, b) tok, c) idegrost, d) gomoly. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 600X.

Abb. 38. Homo: Arteria renalis. Nervenendkörperchen aus der Adventitia. a) Bindegewebe; b) Kapsel; c) Nervenfaser; d) Knäuel. Bielschowskysches Verfahren.

Vergrößerung 600x

érező és ellenőrző reflexkészüléknek egyik felvevő tagja. A test egy vastag rost végágainak a laza gomolyrendszerre, amely körül a kötőszövet tokszerűleg rendeződött. Ezen az alapon akár betokozott végtestnek is mondható (38. ábra). Hogy mindezek a végtestek valóban

reflexfelvevőkészülékek, abban a sinus- és aortareflexeket kiváltó végszervek szerkezetének az ismerete után nincs okunk kételkedni. Ha pedig ez így van, akkor a morfológia alapján nem fér kétség ama korábbi megállapításom helyességéhez, hogy az emberi arteria renalis falában egy új vérnyomás-, illetőleg vérkeringésszabályozó készüléket sikerült találnom, amelynek a fent leírt különböző típusú érző végződések a felfogó készülékei.

Ezek a készülékek felfogják a vérér falára ható külső és belső nyomást, mint ingerületet elvezetik a vasomotoros központokba, s a ganglion coeliacum postganglionaris rostjaiból, vagy esetleg az aortán lefutó sympathicus rostokból adódó mozgató pályán befolyásolják a tunica media tonusát. Ennek értelmében az arteria renalis tövében az adventitiában egy reflexogen öv van, amely az aorta abdominalisból a veséhez menő vérnek a mennyiségét automatikusan szabályozza, a glomerulusokon átmenő vér mennyiségét adagolja, s ezzel az erek falára ható vérnyomásnak egyik fontos szabályozó készüléke.

Másrészt az a körülmény, hogy a fenti megállapítások értelmében az arteria renalis falában érző típusú idegvégrendszerek vannak, magyarázatát adja a francia sebészek ama megállapításának, amely szerint az arteria renalison nephritis dolorosa esetében végzett sympathektomia a vese fájdalmakat teljesen megszünteti. Ez a tény magától értetődőleg úgy értelmezhető, hogy az afferens rostok egyrésze a veséütiér falában pressoreceptoroként működik, másik részük pedig tovább halad a vese állományán belől haladó nagyobb arteria ágakban az arteria interlobarisban, az arciformisban, az arteria interlobularisban, s talán a vas afferensben finom receptorikus, ebben az esetben esetleg fájdalomérző végszervek alakjában terül szét. Ez a megfontolás, aminek morfológiai alapjait eddig még nem sikerült megállapítanom, annál is inkább helytállónak mutatkozik, mert arra vonatkozólag vannak adataink, hogy ott, ahol az arteriák hajszálerekbe mennek át, finom érző idegvégkészülékek vannak. Bízom benne, hogy további vizsgálataim ezen a téren is sikerrel fognak járni.

A fent közölt receptorok kétségtelenül mind pressoreceptorok s a vérkeringés autoregulatorainak a felfogó készülékei, amelyek az eddigiek szerint, egyes nagyobb kiágazásoknál csoportosulva őrködnek a normális vérnyomás és a szívmozgás felett. Nem a vérnyomást nyomják le reflektorikusan, mint régen gondolták, hanem arra vigyáznak, hogy a vérnyomás ne emelkedjék. De amint a legkisebb tendencia mutatkozik arra, hogy a nyomás a normális fölé emelkedjék, azonnal az egész testre kiható vérnyomássüllyedést indítanak meg, amely a túlterhelt szerveket megvédi a nyomás emelkedés következtében beálló káros elváltozásoktól. Hogy csak az ismert esetekre hivatkozzunk, megakadályozzák azt, hogy az agy véreirei megrepedjenek, vagy a vese glomerulusokat alkotó hajszálereknek a hámlása átszakadjon. Különlegesen mérlegelendő az a körülmény, hogy az agy felé ható vérnyomás útjába kettős reflexogen zóna van beiktatva, ami magyarázatát leli egyrészt az agyvelőnek a szívhez való aránylagos közelségében, másrészt az agyütiérek falának a vékonyságában, harmadszor pedig az agynak központian döntő működésében és egészen különleges érzékenységében. Az egyik, mint tudjuk, az aortaívben helyez-

kedik el, s a vagus útján fejti ki hatását, a másik a sinus caroticusban és közvetlen közelében, amely viszont a glossopharyngaeus rostjai révén érzi meg a nyomás emelkedését.

CHEMORECEPTOROK

Tudomásom szerint eddig az erek falában chemoreceptorokat csak egyetlen egy helyen lehetett anatómiaiilag és fiziológiaiilag beigazolni és ez a hely a glomus caroticum. A glomus caroticumot *Haller* fedezte fel 1743-ban. Lényegében eldugott apró szerv, amely az ember és az emlős állatok szervezetében mindig megtalálható. *Haller*, dúchoz való hasonlósága miatt, ganglionnak tartotta. A kutatók később elvetették ezt a felfogást, de hogy tulajdonképpen micsoda, azt a mai napig sem tudták pontosan megállapítani. *Luschka* (1862) mirígynek tartotta és ezért a glandula intercarotica nevet adta neki. *Luschka* szerint a glomus caroticum vastagfalú üreges szerv, amely a sympathicus idegrendszer nyaki részével áll szoros kapcsolatban *Arnold*, mivel a mirígytömlőkben és idegekben tulajdonképpen véreket vélt látni, a glomus caroticumot kivészi az idegmirígyek közül és „glomeruli intercarotici” névvel illeti. *Kohn* (1900) paraganglionnak nevezi a glomus caroticumot. Ugyanczen a véleményen van *Max Watzka* (1934), aki a glomus caroticumnak a paraganglion caroticum nevet adja. *Kohn* szerint a paraganglionok a környéki idegrendszer mellékszervei, amelyek a szövettani szerkezet alapján három csoportba sorozhatók. Az első csoportba tartoznak azok, amelyek a sympathicus idegrendszerből erednek. Ezek a chromaffin, adrenalin termelő paraganglionok, amelyek a has- és medence üregben foglalnak helyet. A második csoportba tartoznak azok a paraganglionok, amelyek idegfonadékaik részben a sympathicus rendszerből, részben az agyidegekből erednek és sejtjeiknek csak egy része chromaffin, a másik ellenben chrómmal nem színeződik. A harmadik csoportba sorozhatók az olyan paraganglionok, amelyek vagy kizárólag vagy legalább is túlnyomó részben az agyidegek területén fordulnak elő. Ezeknek a sejtjei chrómsavas sók irányában semmiféle kémiai affinitást nem mutatnak.

Az ember glomus caroticuma, amely *Watzka* szerint a második csoportba tartozik, s amellyel magam is hosszabb ideig foglalkoztam, a carotis communis bifurcatiojában fekszik, és pedig, mint *Riegele* írja, az ér mediális és hátsó oldalán, úgyhogy felső felével meghaladja az elágazást és a carotis-interna falához simul hozzá. Alakja hosszanti ovális. Szövettani szerkezetét *Marchand* (1891), *Schaper* (1892), *de Castro* (1926), *Riegele* (1928), *Sunder-Plassmann* (1930), *Watzka* (1934), *Mjeling* (1936) és mások vizsgálata nyomán elég pontosan ismerjük. A vizsgálata aránylag könnyű, metszése és festése semmiféle nagyobb nehézséget nem okoz és bonyolultabb eljárásokat sem igen igényel. Szövettani szerkezete haematein és eosin festés után is kitűnően tanulmányozható.

Kívülről elég vastag kötőszöveti tok veszi körül, amely válaszfalakat bocsát a szerv belsejébe és ezt kisebb, nagyobb, hosszúkás, vagy kerekded sejt-fészekre u. n. glomerulusokra osztja. Ezt a kötőszövetet interglomeruláris kötőszövet néven különítjük el a tok kötő-

szövetétől. Az interglomerularis kötőszövetből finom nyalábok lépnek az egyes glomerulusokba, mely utóbbiak a szervnek tulajdonképpeni működő elemei. A glomerulusok nagy poligonális ovális vagy kerekded sejtekből állnak, amelyeket csak egészen friss állapotban rögzített készítményeken lehet jól tanulmányozni. Pár napos hulla anyagon, amilyen az emberi ideg-szöveti vizsgálatokhoz általában rendelkezésre szokott állni, csak a sejtmagvakat lehet jól látni. A plasmát az ilyenféle készítményeken csak a legritkább esetben lehet megbízhatóan tanulmányozni és ilyenkor is csak a legnagyobb nagyítás mellett. Az efféle nem friss anyagból erdő készítményeken a sejtek erősen zsugorodottak, protoplasmájuk a széleken recézeti és mint a *Bielschowsky* szerint kezelt preparátumokon magam is észleltem, a sejt felülete felől erősen visszahúzódik. A sejtek egy része, amint azt *Schaper* injekciós készítményeken észlelte, a hajszálerek mentén szinte egyrétű hengerhám módjára sorakozik fel. Ezt a jelenséget egyébként impregnált készítményeken is jól lehet konstatálni. Erről *de Castro* is megemlékezik, sőt azt vallja, hogy a glomerulus sejtszelei egyes helyeken maguknak a hajszálereknek a falát alkotják. Ezekből a megállapításokból joggal következtethetünk arra, hogy a glomerulus sejtszelei a vérerekkel a legszorosabb kapcsolatban állanak. Ez a jelenség különösen akkor kapna teljes magyarázatot, ha a glomus caroticumot csakugyan belső secretiós mirigynek tartanók. A glomerulusok sejtszeleinek egy része — mint azt *Riegele* és *Watzka* vizsgálataiból tudjuk —, chromaffin sejt. Ez azt jelenti, hogy a sejtek chrómsavas oldatokban tartják meg a legjobban protoplasmájukat, és ilyen oldatokban sárgás-barnára festődnek. (*Henle*-féle reakció). Ilyenkor, mint *Riegele* írja —, a sejt plasmája redukálja a chromátokat, amivel egyidejűleg maga a sejt-tartalom kilép a sejtéből, aminek következtében a sejtalak erősen deformálódik. Ez a jelenség mutatkozik akkor is, ha a glomus caroticumot nem mindjárt a halál után rögzítjük megfelelő chrómsavas rögzítőkkel. *F. de Castro* tagadja a chromaffin-sejtek jelenlétét és ezen a alapon helyteleníti azt a felfogást, amely a glomus caroticumot paraganglionnak mondja.

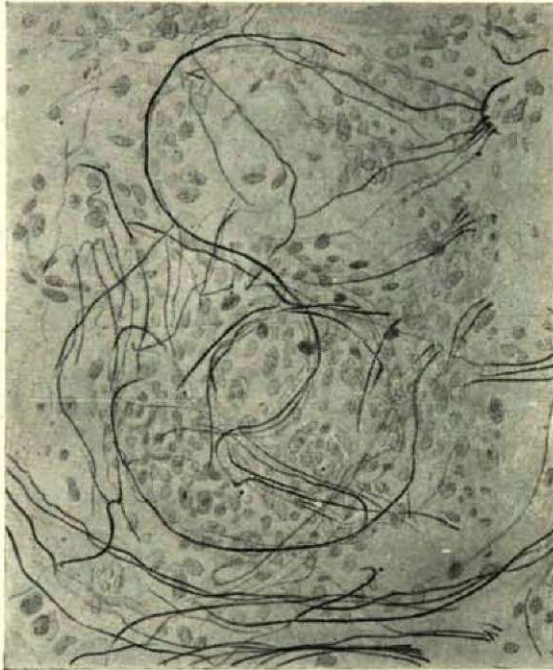
A glomerulus sejtszelei nagyon hamar szétesnek, amit *Kohn* szerint úgy lehet magyarázni, hogy a sejtek tartalma a környezetbe diffundálódik. A sejt-tartalmat — mint *Biedl* és *Wiesel* beigazolta —, a sejtekből könnyen ki lehet vonni. A chromaffin-sejtek egyébként nem kizárólagos alkotó elemei az emberi glomus caroticum glomerulusainak, mert vannak bennük chrómmal nem festődő sejtek is, amiért mint mondtuk, *Watzka* a paraganglionok második csoportjába sorozza.

A glomus caroticum vérben rendkívül bővelkedik. A vért egy kis arteriából kapja, amely rendszeren a carotis communis bifurcatiójából lép ki, de eredhet a carotis externából is (*Luschka, Heppner*), sőt észleltek olyan esetet is, amikor a kérdéses arteria a carotis internából vette eredetét. (*Marchand*).

A glomus arteria *Riegele* szerint rendszeren az alsó póluson lép be a szervbe és azután számos ágra esik szét, amelyek a tokban igen gazdag fonadékot formálnak. Ebből a fonadékból kisebb arteriák mennek az interglomerularis kötőszövetbe, innen a glomerulusok

belsejébe, ahol részben a már ismertetett sejsorok között hajszálerekre hullanak szét. A hajszálerek még a glomerulusok belsejében kis vénákká egyesülnek, amelyek a fészkek közötti kötőszövetben futó gyűjtő vénákba szakadnak. Ezek a lumen általános nagyobbodása közben kifelé futnak, s a glomust körülvevő venosus fonadékba ömlenek.

Amint az elmondottakból kiviláglik, a glomus caroticum helye helyzete és szerkezete eléggé tanulmányozottnak és ismertnek mondható. Ennek dacára *van H. Berkelbach van der Sprenkel* (1934) fel-



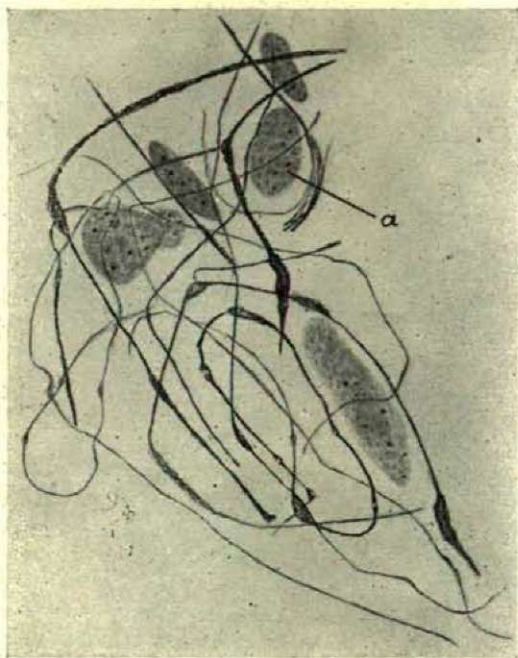
39. ábra. Homo: glomus caroticum, Periglomerularis idegfonadék. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 800 \times .

Abb. 39. Homo: Glomus caroticum. Periglomeruläres Nervengeflecht. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 800x.

vetette a kérdést „Was ist denn eigentlich das Glomus caroticum“ és azt az őszinte választ adta, hogy „Wir das eigentlich nicht wissen“. Ezért foglalkoztam magam is az emberi glomus caroticummal, és pedig kutatási irányomnak megfelelően és eddigi tapasztalataim szerint ennek a beidegzési viszonyaival.

A glomus caroticum, mint azt a régiek megállapításából tudjuk, idegeit a glossopharyngeus ramus caroticusából, a nervus vagus laryngeus superiorából vagy egyenesen magából a vagusból kapja. Ezenkívül rostok jönnek bele a truncus sympathicus felső nyaki dúcából, sőt valószínű, hogy néha rostokat kap magából a nervus glossopharyngeusból is. Ezek a különböző rendszerekből eredő

idegek a szerv körül egy fonadékot alkotnak, melynek neve plexus periglandularis. Ez a fonadék különböző vastagságú nyalábokból áll, amelyek szorosan kapcsolódnak egymáshoz és pedig úgy, hogy a rostjaik gyakran kölcsönösen kicserélődnek. A nyalábokat alkotó rostok mentén két végén kihegyezett magvakat látunk, amelyek valószínűleg Schwann-féle magvak. A nyalábok lefutásába — a régi vizsgálók állítása szerint — kisebb, nagyobb dúcok vannak beiktatva. Magam dúcot egyáltalában nem láttam, azonban *Wilson* és *Billingsley* tanaival szemben határozottan arra az álláspontra kell helyezkednem, hogy



40. ábra. Homo: glomus caroticum. Intraglomerularis idegfonadék. a) chromaffin sejt. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 1800X.

Abb. 40. Homo: Glomus caroticum. Intraglomeruläres Geflecht. a) chromaffine Zelle. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 1800x.

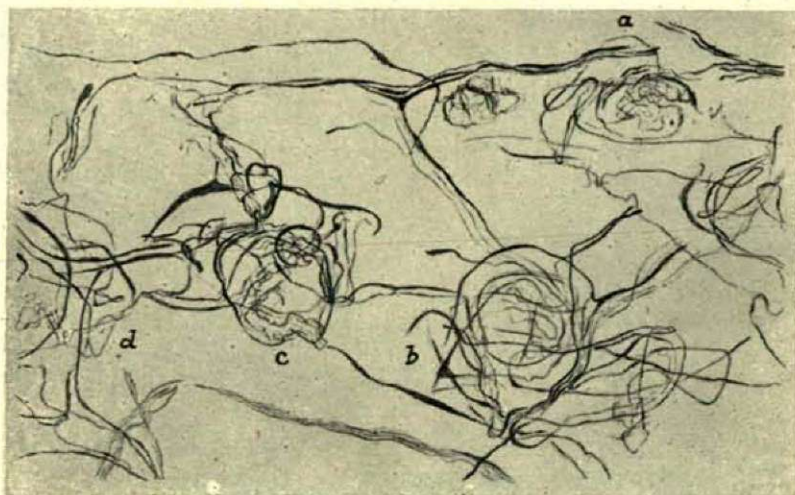
magános dúcsejtek vannak a fonadéokban. A dúcsejteket úgy haematein-eosinnal festett, mint impregnált készítményeimen igen jól lehet látni. Ezek a sejtek külső megjelenésükben és szerkezetükben azt látszanak igazolni, hogy a sympathicus rendszerhez tartoznak. *Watzka* a lud glomus caroticumának a tanulmányozásakor a periglandularis fonadékban kétféle idegsejtet talált, amelyek közül az egyik egy nyúlványú nagy sejt, tehát valószínűleg a központi eredetű idegek rendszeréhez tartozik, a másik pedig sympathicus eredetű.

A periglandularis fonadékból kisebb, néhány rostból álló törzsek futnak a glomerulusok felülete felé, ahol majdnem a sejtek felszínén, legtöbbször körkörösén futnak és alkotják a periglomerularis fonadékot. Ezekben a törzsekben gyakori a dichotomikus elágazás.

A kisebb nyálábok a glomerulusok felületén haladnak, majd elágaznak és a különböző glomerulusok felett és magukban a glomerulusokban is olyan rendkívül gazdag idegfonadékokat alkotnak, amelyekhez hasonló aligha lehet észlelni az emberi testet felépítő szervek valamelyikében.

A periglomeruláris fonadék rostjai tulnyomó részben koncentrikusoknak látszanak, amelyek sokszor egymással párhuzamosan haladva, máskor pedig erősen kigyózva, szinte tokszerűleg vesznek körül egy-egy glomerulust (39. ábra).

A periglomeruláris fonadék rostjai rendszeren külön fonadék formájában tovább haladnak, olykor átlépnek az egész glomeruluson és



41. ábra. Homo: glomus caroticum. Ideggomolyok (a), b), c), d),) a periglomerularis fonadékból, Bielschowsky-féle eljárás, Nagyítás 280 \times .

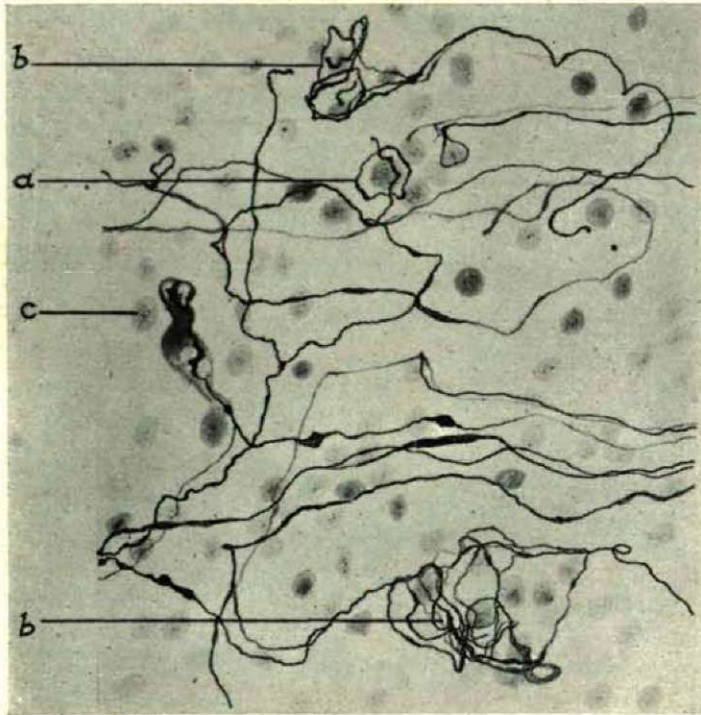
Abb. 41. Homo: Glomus caroticum. Nervenknäuel (a, b, c, d) aus dem periglomerulären Geflecht, Bielschowskysches Verfahren, Vergrößerung 280 \times .

tovább mennek, vagy pedig — és ez a gyakoribb eset — visszafordulnak. A glomerulus belsejében megálló rostok és azok is, amelyek merész kanyarulatok után visszatérnek a glomerulus belsejébe, rendkívül sűrű, nagyon változatos fonadékot alkotnak. Ez a fonadék az intra-glomeruláris fonadék.

Ennek a fonadéknak a szerkezetét és a sejtekhez való bensőséges kapcsolódását tökéletesen adja vissza a következő ábra. Ezen az ábrán, amely 1800-szoros nagyítással készült, alig egy pár sejtnak a magva látszik. Ezeket a magvakat, illetőleg sejteket erősen varicosus, élesen fibrillázott rostoknak a fonadéka egy szinte szabályos gomoly alakjában veszi körül (40. ábra). Ez a gomoly tipikusan érző gomoly, és pedig olyannak minősíthető, amelyben tapintó sejtek is vannak. Az ilyen és ehhez hasonló gomolyképződmények néha olyan nagy gazdagságban és változatosságban jelentkeznek, hogy egészen pontos lerajzolásukra még gondolni sem lehet.

A gomolyok periglomerularis fonadékokban egymás felé nincsenek elhatárolva, a legtöbbször egymással rostok kötik össze, amelyek között vannak átmenő rostok is és vannak olyanok, amelyek a szomszéd gomolyban végződnek. Mindez arra utal, hogy a szomszéd glomerulusok egymáshoz szorosan kapcsolódnak s a látszólagos önállóság és elhatároltság dacára is szoros fiziológiai egységet alkotnak (41. ábra).

Mindezek a gomolyképződmények rendkívül változatosak, bennük az egészen vastag és vékony rostok oly nagy tömegben fordulnak elő, hogy szerkezetüket megítélni és működésükre következtetni az el-



42. ábra. Homo: glomus caroticum. Intraglomerularis idegfonadék. a) pericelluláris idegfonadék, b) intercellularis gomoly, c) chromaffin sejt. Bielschowsky-féle eljárás.

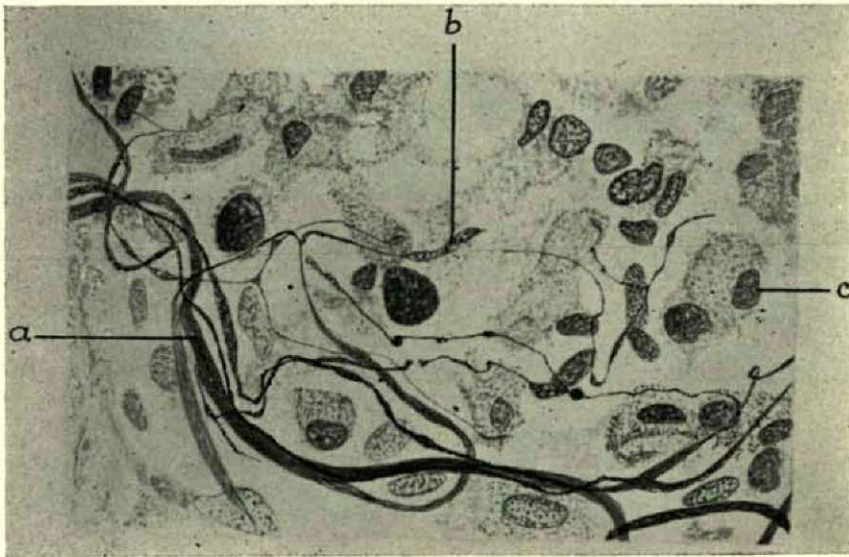
Nagyítás 600×.

Abb. 42. Homo: Glomus caroticum. Intraglomeruläres Nervengeflecht. a) pericelluläres Geflecht; b) interzelluläres Knäuel; c) chromaffine Zelle. Bielschowskysches Verfahren. Vergrößerung 600x.

mondottak alapján alig lehetséges. Eppen ezért a kérdés tisztázása szempontjából még egy lényeges kérdésre kell felcnnünk, nevezetesen arra, hogy vajjon az idegrostok végződnek-e a glomus caroticumban és ha igen, hogy végződnek, illetőleg a glomus sejtsjei milyen kapcsolatban állanak az idegrendszerrel. Készítményeim alapos átvizsgálása alapján a kérdés első felére igennel kell válaszolnom. Ugyanis a legnagyobb határozottsággal sikerült megállapítanom azt, hogy a fonadékok finom varixos rostjai valósággal kosárszerűleg veszik körül a sejteket, és pedig

úgy, hogy szinte minden sejt benne fekszik egy pontosan rá szabott pericelluláris idegfonadékban. Ezekon a fonadékokon kívül a sejtek között nem ritkák az egészen kicsi gomolyok, amelyek a sejt nagyságát alig mulják felül (42. ábra).

A kosárszerű végződések mellett a glomus caroticumban szabad idegvégződések is vannak. A végződések külső megjelenésükben tulajdonképpen nem egyebek, mint az idegrostoknak lemezszerűleg kiszélesedő megnyúlt darabjai. Ezeket a végződések jól lehet látni a következő rajzon (43. ábra). Ezen az ábrán, amely elég nagy nagyítás mellett a rajzolásban elérhető legnagyobb pontossággal készült, egy glomerulus benti fonadékának egyik részletét, két-három vastag hullámos rostját



43. ábra. Homo: glomus caroticum. Szabad idegvégződések. a) idegrost, b) idegvégződés c) chromaffin sejt. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 900X.

Abb. 43. Homo: Glomus caroticum. Freie Nervenendigungen. a) Nervenfaser; b) Nervenendigung; c) chromaffine Zelle. Bielschowskysches Verfahren, Vergrößerung 900x.

látjuk, amelyben a neurofibrillák párhuzamos lefutása felette élesen tűnik a szemünkbe. Ezek mellett a vastag rostok mellett egészen vékony rostokat is látunk, amelyek egész lefutásukban erősen varicosusak. Mind a két rostféleség között vannak olyanok, amelyek hosszabb, vagy rövidebb út után a glomus sejtek között szabadon végződnek. Nem kevesebb, mint négy ilyen szabad végződést láthatunk a rajzon.

Mindezek szerint a glomus sejtjei között kétféle idegkapcsolatról van szó. Ezek közül egyik a kosárszerű pericelluláris fonadék, a másik a szabad idegvégződés. Ez a megállapítás amellet szól, hogy a glomus caroticum kettős beidegzés alatt áll. A kétféle idegvégződés közül a pericelluláris kosarak valószínűleg sympathicus eredetűek, a szabad idegvégződések pedig az agyidegek végződés formái.

Miután megismerkedtünk ennek a még sok tekintetben ismeretlen szervecskének a beidegzésével, önként felvetődik a kérdés, mi az élettani szerepe a glomus caroticumnak. Ez a kérdés már nagyon régi s a feleletet rá egészen a legújabb időkig hiába vártuk. Mint már mondtam, *Haller*, aki felfedezte, ganglionnak tartotta s így további sorsa iránt külön nem is érdeklődött. A későbbi kutatók „glandula carotica”, majd „glandula intercarotica” névvel illették, s ezen az alapon természetesen mirígyműködést tulajdonítottak neki. *Arnold* haemangiómának minősítette s így semmiféle fontos szerepet nem is várhatott tőle. *Köse*, *Stilling* chromaffin szervnek minősíti, *Watzka* pedig *Kohnnal* egyetértőleg a paraganglionok közé sorozza.

Az újabb kutatók, s ezek között elsősorban *Vassale*, *Lanzilotta* és *Massaglia*, szétroncsolták a kísérleti állatok glomus caroticumát s azt tapasztalták, hogy nyomában glycosuria jelentkezett. *Frugoni* glomus kivonatot intravénásan injiciált és hatásképpen hypotoniát és bradycardiát észlelt. Ezt az eredményt *Vincent* is megerősítette. Pont az ellenkezőjéről számol be *Mullon*, aki úgy tapasztalta, hogy glomus caroticum injekció hatására a lónak a vérnyomása emelkedett. Hasonló eredménnyel ismételte meg a *Mullon*-féle kísérletet *Lansilotta* is.

Ellentmondó eredményt mutattak a legújabb kísérletek is. *Fischer*, úgyszintén *Betge* fiatal macskák mindkét oldali carotis osztódási tájékát kiirtotta, és hat héttel az extirpáció után étvágytalanságot, rossz denticiót, növekedésbeni elmaradást észlelt. Ezenkívül úgy találta, hogy a csontok nagyon porózusak voltak, kevés volt bennük a mész, s hiányoztak a szabályos csontosodási magvak. Ezzel ellentétben *Klug*, aki fiatal kutyák carotis communisának az osztódási helyét, sőt magát a carotist is extirpálta, azt tapasztalta, hogy az állatokon sem pszihikai, sem semmiféle testi elváltozás nem jelentkezett. Ebből arra következtetett, hogy a glomus caroticum az életre nem feltétlenül szükséges, s ezért accesoricus szervnek nevezi, amely középhelyet foglal el a mellékvese és a thymus között.

F. de Castro, aki a glomus caroticumot először 1926-ban tette vizsgálat tárgyává, arra az eredményre jutott, hogy a szerv tulajdonképpen mirígyműködést fejt ki. Ebbeli felfogását azzal okolja meg, hogy a glomerulus sejtjei nem chromaffin sejtek, hanem epitheloid sejtek, amelyeknek protoplazmájában vacuolák vannak, s emellett a bennük levő chondriom s a magvukban észlelhető elváltozások azt mutatják, hogy valóban működő mirigysejtek. De volt még valami más is, amivel *de Castro* fenti felfogását alátámasztotta. Ugyanis a glomus caroticum arteriáinak a falában az ő vizsgálatai szerint specifikus érző-idegvégződéses vannak. Ezek a végződéses a nervus glossopharyngeus és vagus rostjaiból származnak. Ha a vérnyomás, vagy a vér összetétele változik, akkor ezek az érző-idegvégződéses izgalomba jönnek s az ingerület a glossopharyngeus centripetális rostjain a nyúltagyba jut, ahonnan ugyanennek az idegnek efferens rostjain keresztül központi ingerület jut a glomus caroticum sejtjeihez s ezekben secretiót indít meg. Az így keletkező váladék a vérbe jut, s ott kifejti a szervekre gyakorolt általános hatását.

F. de Castro 1928-ban újra vizsgálata körébe vonta a glomus caroticumot s az újabban talált eredmények hatása alatt régi álláspont-

ját feladta. Új felfogása szerint a glossopharyngeusból eredő nervus intercaroticus, nem tartalmaz centrifugális secretorikus rostokat, hanem csak kizárólag receptorokat, s így a glomus caroticum nem lehet mirígy, hanem egyszerűen egy érző végszerv, amely a vérben végbemenő „qualitativ változások” észrevételére szolgál.

Sunder Plassmann (1930), aki egyszerű festési eljárással és impregnálással is vizsgálta a különböző glomus caroticumok szerkezetét és beidegzését, a kísérletek „ellentmondó eredményei”-re hivatkozva odanyilatkozik, hogy a glomus caroticumnak a működése ma még „keineswegs restlos geklärt ist”. Hangsúlyozza, hogy a glomus caroticum nem lehet a Hering-féle sinusreflexek anatómiai alapja, mivel a specifikus felfogó készülékek nem benne, hanem a sinus caroticus falában vannak; de hangsúlyozza azt is, hogy szerkezetéből, véredényekben és idegekben való gazdagságából következtetve semmiképpen sem lehet accessoricus szerv.

Nagy haladást jelentett a szerv működését illetően az a kísérlet-sorozatok, amelynek eredményeképpen Heimans C. és I. J. Bouckaert (1939) arról ad számot, hogy a glomus caroticumban olyan felfogó készülékek vannak, amelyek a vér CO_2 tartalmának változásával reflektorikusan serkentőleg, vagy bénítólag hatnak a nyúltagyi lélegzőközpontra. Heimans és Bouckaert kísérleteiket abból az ismert fiziológiai tényből kiindulva kezdték el, hogy a kémiai tényezők közül a keringési funkciók szabályozásában a széndioxidnak és az oxigénnek van a legnagyobb szerepe, amennyiben a CO_2 -ben gazdag vér stimulálja a CO_2 -ben szegény vér pedig egészen apnoéig bénítja a nyúltagyi lélegzőközpontot. Kísérleteiket kutyákon végezték, s elmés elgondolások nyomán megejtett beavatkozásokkal rájöttek arra, hogy ha a keringés tekintetében izolált, de a beidegzés szempontjából éppen hagyott sinus caroticuson CO_2 -ben gazdag vért áramoltattak át, a sinus caroticus stimulálta, viszont a CO_2 -ben szegény vér esetében erősen lefokozta a lélegzőközpontot, sőt utóbb egész apnoét is eredményezett. A szerzők a sinus caroticusnak ezen stimuláló hatását még akkor is észlelték, ha az átáramlott vér CO_2 tartalma a fiziologias határon alul maradt. Ezen kísérletek révén tehát megállapítást nyert az a tény, hogy a sinus caroticusban specifikus receptorok vannak, amelyek a vér CO_2 tartalmának a változására reflektorikusan befolyásolják a nyúltagyi lélegzőközpontot. Kísérletileg bebizonyosodott az is, hogy a sinus caroticus kémiai érzékenysége valóban a glomus caroticum nivójába esik, úgy, ahogy azt F. de Castro morfológiai vizsgálatok alapján gondolta, viszont az ér falát érő nyomásokra jelentkező Hering-féle sinus reflexek receptorai magában az érfalban vannak. Sikertült ugyanis kimutatni, hogy ha a glomus caroticumot embolizáció útján kikapcsoljuk, a sinus tájék kémiai sensibilitása megszűnik, míg a nyomás sensibilitás továbbra is érvényes marad. Az így elkülönített receptorok közül azokat, amelyek a vér összetételére reagálnak, chemoreceptor névvel illették.

Heimans C. és I. J. Bouckaert kísérleteivel tisztázódott a glomus caroticum élettani szerepe és megállapítást nyert az a tény, hogy vérrendszerben légzésszabályozó receptorok is vannak és ezek a glomus caroticum receptorai, amelyek előbb ismertetett élettani szerepük miatt joggal kapták a chemoreceptor nevet.

1. **Abrahám:** Über die Innervation der Gaumenschleimhaut. C. r. 12. Congr. internat. Zool. Lisbonne 1936.
2. — Über die mikroskopische Innervation der Gaumenschleimhaut der Frösche. Zeitschr. für Zellforschung und mikr. Anatomie, Bd. 27. 1938.
3. — Die Sinusgegend des menschlichen Herzens und ihr Nervensystem. Zeitschr. f. Zellforschung und mikr. Anat. Bd. 31. 1940.
4. — Receptorok az emberi sinus caroticus falában. Receptoren in der Wand des Sinus caroticus des Menschen. Állattani Közlemények, 38. kötet, 1941.
5. — Az emberi glomus caroticum idegrendszer. Über das Nervensystem des Glomus caroticus beim Menschen. Acta Universitatis Szegediensis: Acta Zoologica. Tomus 1. Fasc. 1—4. Szeged 1942.
6. — Idegvégtestek az arteria renalis falában. Nervenendkörcchen in der Wandung der Arteria renalis. Állattani Közlemények, XL. kötet, 1943.
7. — Pressoreceptorok az aortaívben. Pressoreceptoren im Aortabogen. Állattani Közlemények, 1945.
8. — Beiträge zur Kenntnis der sensiblen Endorgane der Sinusreflexe von Hering. Zellforsch. und mikr. Anat. Bd. 34. 1949.
9. — Receptors in the wall of the blood vessels. Hungarica Acta Biologica. Vol. I. No. 4. 1949.
10. — Ueber die intramurale Innervation der Kranzgefäße. XIII. Congress international de Zoologie tenu a Paris du 21 au 27 Juillet 1948, Paris 1949.
11. — Die intramuralen Nerven der Kranzgefäße. Acta Universitatis Szegediensis, Acta Zoologica. Tom. III. Fasc. 1—4.
12. **Boyd:** Observations on the human carotid sinus and its nerve supply. Anat. Anz. Bd. 84. 1937.
13. **Brüning:** Das Problem der Gefässinnervation. Deutsche medicinische Wochenschrift, 23. 1927.
14. — 3 Jahre periarteriellen Sympathektomie. Deutsche medicinische Wochenschrift, 37. 1925.
15. **Busch:** Studies on the nerves of the blood vessels. Acta path. scand. (Kobenh.) Suppl. Bd. 11. 1929.
16. **Castro:** Sur la structure et l'innervation du sinus carotidien d'homme et des mammifères. Trav. Rech. Biol. Madrid. Bd. 25. 1928.
17. — Über die Struktur und Innervation des Glomus caroticum beim Menschen und bei den Säugetieren. Z. Anat. Bd. 89. 1929.
18. **Ceccherelli:** Sulle espansioni nervosi di senso nella mucosa della lingua dell'uomo. Anat. Anz. Bd. 25. 1904.
19. **Dancz:** Die feinere Morphologie der Nabelschnurnerven. Z. Anat. Bd. 96. 1931.
20. **Dogiel:** Die sensiblen Nervenendigungen im Herzen und in den Blutgefäßen der Säugethiere. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 52. 1898.
21. **Drüner:** Über die anatomischen Unterlagen der Sinusreflexe Herings. Dtsch. med. Wschr. Jahrgang 51. Nr. 14. 1925.
22. **Gask G. E., Ross I. P.:** Die Chirurgie des sympathischen Nervensystems. Leipzig. 1936.
23. **Glaser:** Die intramurale Innervation der Kranzgefäße. Zeitschr. für Anat. und Entwicklungsgeschichte. Bd. 79. 1926.
24. **Heimans C. et J. J.: Bouckaert:** Les chemorecepteurs du Sinus Carotidien. Ergebnisse der Physiologie, biol. Chemie und exp. Pharmakologie. Jahrgang 41. 1939.
25. **Hess W. R.:** Die Regulierung des Blutkreislaufes. Leipzig. 1930.
26. **Hesse:** Beiträge zur chirurgischen Behandlung der Angina pectoris. Archiv für klinische Chirurgie. Bd. 139. 1936.
27. **Hering H. E.:** Carotissinusreflexe. Dresden. 1927.
28. — Der Karotisdruckversuch. Münch. med. Wochenschrift. Jahrgang. 70. Nr. 42. 1923.
29. — Über die Wand des Sinus caroticus als Reizempfänger und den Sinusverv, als zentripetale Bahn für Sinusreflexe. Deutsche med. Wochenschrift. Jahrgang 51. Nr. 28. 1925.
30. **Hirsch L.:** Über die Nervenversorgung der Gefäße im Hinblick auf die Probleme der periarteriellen Sympathektomie. Arch. für klin. Chirurgie. Bd. 137. 1925.
31. — Über den feineren Bau der Nerven grosser Extremitätengefäße. Arch. klin. Chirurgie. Bd. 139. 1926.
32. **Kohn:** Die Paraganglien. Arch. mikrosk. Anat. 62. (1903).

33. Koch F.: Die Selbststeuerung des Blutkreislaufes. Dresden, 1933.
34. Kondratjew: Eine neue Methode der elektiven, makroskopischen Färbung des Nervensystems. Z. Anat. 78 (1926).
35. Leontowitsch: Über die Ganglienzellen der Blutgefäße. Z. Zellforsch. 11., 23. (1930).
36. Meyling: Fortgesetzte Untersuchungen des Glomus caroticum. Nederl. Tijdschr. Geneesk. 1937.
37. Millen: Observations on the innervation of blood vessels. Journal of Anatomy. Vol. 82, 1948.
38. Nonidez, J. F.: The nervous „Terminal Reticulum“. A critique. III. Observations on the autonomic ganglia and nerves with special reference to the problem of the neuro-neuronal synapse. Concluding remarks. Anat. Anz. Bd. 84.
39. Riegele: Die Nerven des Glomus caroticum beim Menschen mit kurzer Übersicht über den histologischen Aufbau der Organe. Zeitschrift Anat. Bd. 86. 1928.
40. Seto: Mikroskopische Studien zur Innervation des menschlichen Herzens. Arb. Anat. Inst. Sendai. 19. 1936.
41. — Über die afferenten Nerven im Aortenbogen und im Herzen beim Menschen im Hinblick auf den Aorten- und Herzreflex. Arb. Anat. Inst. Sendai, 20. 1937.
42. Stöhr: Nerves of the Blood Vessels, Heart, Meninges, Digestive Tract and Urinary Bladder. Section VIII, pp. 383—416. Cytology and Cellular Pathology of the Nervous System. I. W. Penfield, editor. New York: P. B. Hoeber. (1932).
43. — Die mikroskopische Innervation der Blutgefäße. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. 32. Berlin, 1938.
44. Sunder Plassmann P.: Untersuchungen über den Bulbus carotidis bei Mensch und Tier im Hinblick auf die „Sinusreflexe“ nach H. E. Hering: ein Vergleich mit anderen Gefäß-strecken; die Histopathologie des bulbus carotidis, das glomus caroticum. Zeitschr. für Anat- und Entwicklungsgeschichte. Bd. 93. 1930.
45. Tello: Developpement et terminaison du nerf dépresseur. Trav. Labor. Recherch. Biol. Madrid. Bd. 22. 1924.
46. Watzka: Vom Paraganglion caroticum. Verh. anat. Ges., Erg. — H. zu Anat. Anz. 78, 108. (1934).
47. — Über die Entwicklung des Paraganglion caroticum der Säugetiere. Z. Anat. 108. 82. (1937).
48. — Paraganlien. Verh. 10. Tagg. dtsh. Ges. Kreislaufforsch. 1937. 171.
49. Wollard: The innervation of blood vessels. Heart 13, 320. 1926.
50. — The innervation of the Heart. I. Anat. 60, 345.
51. Worobiew: Methodik der Untersuchung von Nervelementen der makro- und makromikroskopischen Gebiete. Berlin: Rothacker 1925.

ИНЕРВАЦИЯ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ

А. АБРАГАМ

Автор, после описания методов исследований для изучения нервных тканей, особенно подробно останавливаясь на одном из них, устанавливает на основании собственных исследований и данных литературы, которые были в его распоряжении, следующее:

Нервы, иннервирующие стенки кровеносных сосудов: 1. эфферентные волокна, 2. нервные клетки 3. афферентные волокна 4. чувствительные окончания нервов.

Эфферентные волокна

Эфферентные симпатические волокна проходят в внешних слоях тканей стенок кровеносных сосудов вместе с церебростинальными волокнами. В адвентице продольные пучки разветвляются в направлении друг к другу и эти различные разветвления образуют богатые сплетения. В этих сплетениях, особенно в отдельных крупных артериях, встречаются и толстые волокна с миелиновыми оболочками, но в большинстве случаев, там находятся симпатические волокна. Для удобства описания местонахождения этих волокон, их путей и их связей, в статье отдельно обрабатываются нервные волокна артерий, вен и капиллярных сосудов.

Артерии

К артериям приходят из периартериальных тканей нервы различной толщины и состава, которые образуют в внешней части слоя рыхлое сплетение. Это сплетение plexus adventitialis. С внутренней стороны от plexus adventitialis, между

adventitia и media, находится второе сплетение plexus interlamellaris. В tunica media находится третье сплетение, не всюду богато, даже в некоторых сосудах оно ограничивается только внешней стороной media. Последние исследования, при помощи витальной метиленовой голубой краски и по методу Биельшовского, указывают на то, что волокна, которые проходят в media, образуют тонкие группы сплетений. Из этих сплетений отходят тончайшие волокна, которые изобилуют очень мелкими вариксами и заканчиваются между мускулярными клетками, или же в плазме последних, шарикообразными окончаниями, или головками.

Вены

С точки зрения неврологии, в общей сложности все, что было сказано об артериях, относится в равной степени и к венам. В периадвентициальных тканях стенок более крупных вен обнаружены и стволы. Кроме того у нас имеются данные, указывающие на то, что в тканях, которые окружают вены, встречаются чувствительные аппараты окончаний нервов, дендритические разветвления и Vater-Faccini тельца.

Артериовенозные анастомозы.

В главных чертах иннервация артериовенозных анастомозов отвечает общей картине иннервации кровеносных сосудов, но с той разницей, что она богаче обыкновенного. В адвентициях встречаются также и миэлиновые волокна с богатыми разветвлениями в тканях. Мы располагаем данными, что вблизи анастомозов встречаются тельца Vater-Faccini — окончаний нервов, в отношении деятельности которых ученые предполагают, что она служит для осознания изменений осмотического давления.

Капиллярные кровеносные сосуды.

Стенки капиллярных нервов подвержены очень сильной иннервации. Эту обеспечивают сопровождающие нервные волокна, которые на всегда однако сопровождают капилляры и иногда отклоняются от их направления. Кроме этих сопровождающих нервных волокон, существуют и такие волокна, которые служат исключительно для иннервации стенок капилляров. Окончания нервных волокон нельзя ясно видеть, но несомненно, что отдельные волокна заканчиваются в плазме эндотелиальных клеток, или же между клетками.

Нервные клетки.

В артериях более крупных полостей тела, а особенно в ограничивающих эти полости периадвентициальных тканях, довольно часто встречаются нервные клетки и стволы. Нервные клетки и стволы находятся в стенках венечной артерии, в стенках аорты, а особенно в дуге аорты человека и кошки.

Афферентные волокна.

Афферентные волокна являются миэлиновыми волокнами различной толщины, которые проходят в адвентиции и которые образуют, — особенно в отдельных, более чувствительных частях артерии, — чрезвычайно богатое сплетение. Эти сплетения исключительно богаты в дуге аорты и стенках венечной артерии. Большой частью волокна этих сплетений являются типичными чувствительными волокнами. Много афферентных волокон находится также и в arteria renalis. Эти являются варикозными, часто разветвляются последовательно и чрезвычайно тонкие веточки исчезают в тканях без терминальных образований. Судя по их конструкции, они относятся к чувствительным, возможно, что они являются прессорецепторами.

Прессорецепторы.

Кроме упомянутых афферентных волокон, существуют также и такие афферентные волокна, которые имеют чисто специальное назначение. Эти в определенных местах образуют особенно чувствительные рефлексогенные зоны. До сих пор нам известны три подобных рефлексогенных зоны. Первая дуга аорты (arcus aortae), вторая sinus caroticus, а третья arteria renalis.

Дуга аорты является первым известным нам прессорецепторным пунктом кровеносной системы. Здесь находятся у людей и млекопитающих животных особенные толстые нервные волокна с миэлиновыми оболочками. Они распадаются на очень тонкие безмиэлиновые волокна, которые оканчиваются непосредственно на границе media и adventitia. В неврофибриллярных перминальных пластинках с большим расширением. Число этих пластинок очень большое, и благодаря тому, что они складываются в несколько слоев, одна над другой, и находятся очень близко друг к другу, они образуют почти связанную неврофибриллярную тончайшую

сетку, которая превращает эту часть аорты в особенно чувствительную рефлексогенную зону.

Вторым прессорецепторным пунктом является стенка *sinus caroticus*. В ней также расширяется богатое сплетение нервных волокон с миелиновыми оболочками, концевые волокна которых переходят в чувствительные окончания самых различных типов. Эти могут быть неврофибрилярными терминальными пластинками в форме листьев плюща, или же в форме клубков, или же как различные дендритические разветвления, которые могут иметь узкую связь один с другим. Число чувствительных неврофибрилярных терминальных пластинок и здесь тоже чрезвычайно большое, и благодаря их размещению в несколько слоев, они превращают и без того особенно тонкую стенку *sinus caroticus*-а в чувствительную рефлексогенную зону.

В стенке *arteria renalis* в том месте, где она ответвляется от аорты, также находятся особые чувствительные окончания и чувствительные терминальные тельца. Роль этих может быть такой-же самой, как и вышеупомянутых прессорецепторов.

Химорецепторы.

В стенках кровеносных сосудов до сих пор только в единственном месте можно было обнаружить химорецепторы. Это место *glomus caroticum*. *Glomus caroticum* пункт, богатый нервными волокнами, в нем находятся между больших *glomus* клеток нервные клубки разных чувствительных типов и чувствительные окончания нервов. Эти окончания служат, согласно новейшим физиологическим опытам, для осязания угольной кислоты в крови. Поэтому мы рассматриваем *glomus caroticum* как орган для регулирования дыхания а окончания, как химорецепторы.

DIE INNERVIERUNG DER BLUTGEFASSE

von A. АБРАХАМ

Mit 43 Textabbildungen

EINLEITUNG

Die Frage der Innervierung der Blutgefäße hat sowohl von anatomischem, wie auch von histologischem Gesichtspunkte aus die Forscher stark beschäftigt und dennoch müssen wir — wenn wir aufrichtig sein wollen — MILLEN Recht geben, der in seiner im Jahre 1948 erschienenen einschlägigen Arbeit sagt, dass: „anatomical descriptions of the pattern of vascular innervation have been very conflicting“. Dies bezieht sich gleichermassen auf die anatomischen Beschreibungen wie auf die mikroskopischen Feststellungen, und zwar deshalb, weil die Untersuchungen in beiden Richtungen für sämtliche Forscher auch heute noch mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sind. Die anatomischen Untersuchungen werden dadurch erschwert, dass es sich in der Regel um sehr feine Nervenästchen handelt, die ungefärbt von den Bindegewebsbündeln schwer zu unterscheiden sind, während sich bei den histologischen Untersuchungen Schwierigkeiten insofern ergeben, als die Untersuchungsmethoden nicht ganz zuverlässig sind und für eine präzise Feststellung der Kontaktverhältnisse des Nervensystems, insbesondere des auf die Gefässwand fallenden Teiles, nicht geeignet sind.

Da ich selbst Histologie bin und sich natürlich auch meine Untersuchungen in dieser Richtung bewegen, bezieht sich meine objektive Kritik in erster Linie auf die neurohistologischen Methoden. Diese Verfahren, wie die Methylenblau-Vitalfärbung EHRLEICH'S und die Biel-schowskische Imprägnation, liefern auf anderen Gebieten die schönsten und zuverlässigsten Ergebnisse, lassen uns aber hier oft im Stich, bzw. es bleiben Fragen offen, für deren Lösung sie uns keine ausreichende objektive Grundlage bieten. Dennoch müssen wir zugeben, dass

trotz aller scheinbar entgegengesetzten Erfahrungen und Auffassungen diese zwei Verfahren es sind, mit denen wir ernste Untersuchungen über die Gefässinnervation vornehmen können und die aufgeworfenen strittigen Fragen im allgemeinen einer Lösung zugeführt werden können. Die englischen Forscher arbeiten heute mit Methylenblau-Vitalfärbung. Ich halte die BIELSCHOWSKY-sche Methode für besser, weil ich annehme — und auch in allen meinen Untersuchungen immer wieder die Erfahrung mache, dass zur Aufdeckung der ganz feinen Nervenverbindungen diese viel geeigneter ist als die sonst ebenfalls zuverlässige und oft glänzende Ergebnisse sichernde Ehrlichsche Methylenblau-Vitalfärbung.

METHODEN

Seit mehr als 10 Jahren beschäftige ich mich mit der Frage der Gefässinnervation. Ich habe die feine Innervation zahlreicher Gefässe sowohl bei menschlichem wie auch bei tierischem Material studiert und klargelegt und habe stets gefunden, dass sich diesbezüglich die B.-sche Methode als unverhältnismässig besser geeignet erweist, als die M.-Vitalfärbung Ehrlichs. Ich pflege die BIELSCHOWSKY-sche Methode in ihrer originellen Form, hauptsächlich aber in ihren Modifikationen zur Anwendung zu bringen. Sowohl beim Studium der Gefässinnervation, wie auch bei allen neurohistologischen Untersuchungen anderer Art erweist sich meine folgende Modifikation, die ich nach jahrenlangem Experimentieren und auf Grund meiner dabei gemachten Erfahrungen zusammengesetzt habe, als brauchbar und erfolgreich.

1. Fixierung des Versuchsmaterials in 10%-igem Formalin. Es empfiehlt sich, hierfür säurefreies Formalin zu benützen, wengleich ich häufig Gelegenheit hatte festzustellen, dass auch aus monatelang in säurehaltigem Formalin fixiertem Material ausgezeichnete Präparate angefertigt werden können. Zur Fixierung genügen 2—3 Wochen, doch werden stets bessere Ergebnisse erzielt, wenn das Material Monate hindurch, ja bis zu einem Jahr in der Fixierflüssigkeit gehalten wird.

2. Das fixierte Material wird 10—15 Minuten in dest. Wasser gewaschen und dann mit dem Gefrier-Mikrotom Schnitte daraus hergestellt. Richtung und Dicke der Schnitte werden von den Aufgaben der Untersuchung bestimmt. Handelt es sich um Gefässe, so kommen natürlich in erster Linie Tangentialschnitte in Frage, und zwar solche, die die Adventitia, bezw. den hauptsächlich an der Media gelegenen Teil derselben und ein möglichst grosses Gebiet von Geweben aus einer Schicht enthalten. Die Schnitte werden in destilliertes Wasser gegeben und darin 6—8 Std., evtl. auch länger belassen.

3. Die Gefrierschnitte kommen in eine 10%-ige Silbernitratlösung, in der sie im Dunkeln bei Zimmertemperatur 60—70 Stunden lang aufbewahrt werden.

4. Die Schnitte werden mit Hilfe eines spitz ausgezogenen Glasstäbchens aus der Silbernitratlösung genommen, schnell in destilliertem Wasser gewaschen und in eine Ammoniak-Silberlösung gegeben.

5. Herstellung der Ammoniak-Silberlösung: Zu 5 ccm 20%-igem Silbernitrat geben wir 3 Tropfen 40%-ige Natronlauge und träufeln

dann zu dem so entstandenen Niederschlag solange Ammoniak, bis die Flüssigkeit vollkommen klar wird. Gelegentlich kann eine gewisse Trübung auch bestehen bleiben, ohne dass aber dadurch die Imprägnation schädlich beeinflusst würde. Zu der erhaltenen Flüssigkeit geben wir 20 ccm dest. Wasser. In das so hergestellte Ammoniak-Silbergemisch werden die Schnitte gegeben und darin belassen, bis sie eine tabakbraune Farbe annehmen. Meinen Erfahrungen gemäss sind hierzu 3—4 Minuten ausreichend. Nun gelangen die Schnitte in folgendes Medium:

6.—50 ccm. dest. Wasser + 5 Tropfen Acidum aceticum glaciale. Hierin bleiben sie für eineinhalb Minuten.

7. Reduktion. Herstellung der Reduktionsflüssigkeit: 85 ccm. Leitungswasser werden 15 ccm. Formalin beigefügt. In dieser Flüssigkeit bleiben die Schnitte, bis ihnen weisse Wolken entsteigen. Nach meinen Erfahrungen tritt die Reduktion binnen 20 Minuten ein. Nun werden die Schnitte in eine grössere Menge destillierten Wassers gegeben und wenigstens eine Stunde lang darin belassen. Die Reduktion kann manchmal etwas verzögert sein, was natürlich im Mikroskop leicht kontrollierbar ist. Die in dest. Wasser gut ausgewaschenen, in einer 5%-igen Natriumthiosulfatlösung fixierten und im destillierten Wasser gründlich ausgewaschenen Schnitte sind nach sorgfältigem Einschliessen selbst für die feinsten Untersuchungen ausgezeichnet geeignet. Will man aber ganz einwandfreie und schöne Präparate erhalten, so empfiehlt sich eine Nachvergoldung der Schnitte auf die bekannte und häufig beschriebene Weise. Das von mir im Anschluss an Bielschowsky nach langem Experimentieren, Probieren und häufiger Erfolglosigkeit aufgestellte und schriftlich hier zum zweiten Mal niedergelegte Verfahren ist — wie ich bereits erwähnte — bei Einhaltung der erwünschten Genauigkeit, Reinheit, umsichtiger Sorgfalt und Geschicklichkeit zur Lösung von neuro-histologischen Problemen aller Art vorzüglich geeignet und ich bin überzeugt, dass auch der begabte Anfänger damit schöne Ergebnisse zu erzielen vermag.

Unter Benützung der nach dieser Modifikation und nach anderweitigen Änderungen der BIELSCHOWSKY-schen Methoden erhaltenen Bilder und auf Grund der mir zugänglichen Literaturangaben möchte ich unsere Kenntnisse der mikroskopischen Innervierung der Gefässe im folgenden zusammenfassen.

Die die Gefässwand versehenen Nervelemente lassen sich folgendermassen gruppieren: 1. Efferente Fasern, 2. Nervenzellen, 3. afferente Fasern, 4. sensorische Nervenendigungen, a) Pressorezeptoren. b) Chemorezeptoren.

EFFERENTE FASSERN

Unserem heutigen Wissen nach stammen die efferenten Fasern sämtlich aus dem sympathischen Nervensystem, da sie alle den glatten Muskelzellen der Tunica media zustreben, die, auch in anderen Organen ausnahmslos dem Einfluss und Wirkung des sympathischen Nervensystems unterstehen. Die sympathischen Fasern laufen gemeinsam mit den

cerebrospinalen Fasern neben den Gefässen und in der äussersten histologischen Gewebsschicht derselben. Die Fasern sind selbst in den dichteren perivaskulären und Gefässwandgeflechten stets gut erkennbar und von den cerebrospinalen Fasern deutlich zu unterscheiden. Um Sitz, Verlauf und Verbindungsverhältnisse dieser verschiedenenkaliberigen Fasern mit ihren verschiedenen Erscheinungsformen leichter beschreiben zu können, möchte ich Arterien, Venen und Kapillaren separat behandeln.

ARTERIEN

Den Arterien gessellen sich von dem periarterialen Bindegewebe aus segmentiert Nerven von verschiedener Dicke und Zusammensetzung bei, die sich in der äusseren Schicht der Adventitia teilen, dann Längsrichtung nehmen, sich verzweigen und durch Verbindung von mehr oder weniger Fasern ein lockeres Geflecht bilden. Dies ist das äussere Nervengeflecht, welches WOLLARD Plexus adventitialis nennt. Einwärts davon, zwischen Adventitia und Media findet sich ein weiteres Geflecht, von BUSCH das intralamellare Geflecht genannt. In der Tunica media finden wir das dritte Geflecht, dessen Fasern nach MILLEN „are present between the smooth muscle cells“. Allgemeinhin gilt dies sowohl für die grossen, wie auch für die mittleren und kleinen Arterien.

Der Plexus adventitialis ist sowohl in den kleinen wie auch in den grösseren Arterien leicht zum Vorschein zu bringen. Er stellt im wesentlichen ein mehr oder minder reiches Geflecht dar, in dessen Aufbau neben sympathischen Fasern auch solche zentralen Ursprunges teilnehmen. Letztere sind — wie aus ihren Endigungen festzustellen ist — die gewohnten sensorischen Elemente der Adventitia. Daneben finden wir in den reflexogenen Zonen mehr oder weniger zahlreiche, auffallend dicke Fasern mit Markscheiden, die in der inneren Adventitienschicht, praktisch direkt auf der äusseren Oberfläche der Media in besonders weitausgebreiteten neurofibrillären Endplatten enden. Dies sind die spezifischen Rezeptoren der Gefässwand, die — wie wir später sehen werden —, teils der Wahrnehmung des Blutdruckes, teils der Kontrollierung der Wasserstoffionenkonzentration des Blutes dienen.

Der Plexus interlamellaris ist eigentlich nichts anderes, als die Innenschicht des Plexus adventitialis, der unmittelbar dem äusseren Teil der Media aufliegt und in kleineren oder grösseren Bündeln, oder evtl. in Form einzelner Fasern Bewegungselemente für die Tunica media entsendet. Selbstverständlich befindet sich in diesem Geflecht auch die Mehrzahl der oben erwähnten eigenartig konstruierten Nervenendigungen. Das dritte Geflecht liegt in der Tunica media, das — wie mir an zahlreichen menschlichen und tierischen Schnitten nachzuweisen gelang — folgendes neurohistologische Bild zeigt. An der äusseren Oberfläche, dort wo es sich der Adventitia anschliesst, breitet sich tatsächlich ein stark auffallendes, lockeres Geflecht aus, wo in einzelnen Gefässabschnitten auch mit einem dicken Achsenfaden versehene markhaltige Fasern in grosser Zahl vorkommen. Besonders deutlich wird dies am Aortenbogen sichtbar, wo die sympathischen

Fasern von dickmarkigen Vagusfasern sehr gut zu unterscheiden sind. Dieses Bild ist sowohl im Aortenbogen des Menschen, wie auch in dem des Hundes gut sichtbar. Der letztere erweist sich übrigens als besonders interessantes Material zum Studium der Innervierungsverhältnisse der Gefässe (Abb. 1.). Diese Zeichnung — nach mittlerer mikroskopischer Vergrößerung angefertigt — zeigt die aus feinen, fast neurofibrillenartigen Fasern bestehenden Bündel, die auch mehr oder weniger dicke wellige Fasern enthalten. Die dünnen Fasern sind gewöhnlich zu Bündeln geordnet, während die dicken plötzlich und reich verzweigen, um dann mit feinen Endorganen in der inneren Grenzschicht der Adventitia zu endigen.

Die Tunica media scheint in vielen Arterien sozusagen nervenlos, nur ab und zu finden sich einige Fasern, die alleinstehend, oder in Form eines kleinen Nervenstammes zwischen den Muskelfasern verlaufen. Dagegen gibt es Schlagadern, wie die Aorta, besonders die des Hundes, der Katze und des Fuchses, ferner die Aorta coronaria des Menschen und des Hundes, deren Media zahlreiche Nervenfasern enthält (Abb. 2). Diese Fasern sind in der Regel in dicke Stränge geordnet, die sich mehrmals nacheinander teilen, natürlich so, dass die Fasernbündel in mehr oder minder grosse Stämme zerfallen, die ebenfalls aus Bündeln bestehen, während die Fasern selbst sich nicht verzweigen. Nur in den dünneren Arterien und Kranzadern gibt es Fasernverzweigungen, doch treten auch diese erst nahe den Endigungen in Erscheinung (Abb. 3). Diese Abbildung stellt eine eigenartige Verzweigungsform dar, die aus der Mittelschicht des Aortenbogens des Hundes stammt. Besondere Aufmerksamkeit verdienen hier die neurofibrillären Geflechte, die die innigen und reichen Verbindungen der glatten Muskelzellen und der Nervenzellen veranschaulichen. In anderen Fällen — wie wir es beim Aortenbogen des Hundes, der Katze, des Dachses und in der Kranzarterie des Schweines sehen — befinden sich in der Media, insbesondere im Mittelabschnitt, zusammenhängende lockere Geflechte. (Abb. 4).

Die Fasern dieser Geflechte sind in der Mehrzahl wellig und von zahlreichen SCHWANN-schen Kernen umgeben, sie verzweigen sich allmählich und einige von ihnen sind terminal aufgefranst. Hauptsächlich im Aortenbogen der Katze zeigen sich die feinen Geflechte, deren einzelne Abschnitte auffallend an das REISER-STÖHR-sche Terminalretikulum erinnern (Abb. 5). Diese Geflechte begleiten stets Kapillaren und die kleinen Arterien, ihre Fasern sind überaus vielfältiger Struktur und fast vollkommen unentwirrbar. Die Geflechte sind besonders längs der Vasa vasorum so eigenartig und reich, dass bei ihrem Anblick der Gedanke STÖHR's, — dass jede einzelne Muskelzelle der Media unter dem Einfluss einer besonderen Nervenfasers, ja meines Erachtens einer eigenen Nervenendigung, stehe — als ganz akzeptable Wirklichkeit erscheint.

Zu entscheiden, wie diese Endigungen beschaffen sind, bzw. welche Beziehung sie zu den glatten Muskelzellen haben, scheint fast unmöglich, wengleich englische Forscher auf Grund ihrer neuesten Methylenblau-Vitalfärbungen ausgesprochen für Endköpfchen, bzw. Kugel — oder Kopfundigungen Stellung nehmen.

Gegenüber diesen Feststellungen (WOLLARD, 1926, MILLEN, 1948) muss ich bemerken, dass ich an mit Methylenblau gefärbten Gefässwänden die Endigungen der sympathischen Fasern bisher in keinem einzigen Falle auffinden konnte. Dagegen konnte ich aus der Aorta des Rindes, des Hundes und insbesondere des Fuchses mit dem BIELSCHOWSKY-schen Verfahren Schnitte imprägnieren, die mir die Feststellung ermöglichten, dass die sympathischen Fasern in den Gefässwänden enden, wie es die englischen Autoren behaupten und keinerlei Terminalreticulum bilden, wie von STÖHR und seinen Schülern in diesbezüglichen Untersuchungen häufig erwähnt wird. (Abb. 6.). Wie Abb. 6. zeigt verdünnen sich nämlich die Fasern des Geflechtes der Tunica media immer mehr, zerfallen danach in kaum zusammenhängende tropfenartige Gebilde, um sich dann allmählich ganz zu verlieren. Einzelne Fasern dieses Bildes sehen trotz ihres verschiedenen Ursprunges in vielem den Endigungen der intraepithelialen Fasern ähnlich, indem sie ganz den Eindruck von Endfasern erwecken, die sich an mehreren Punkten mit den Muskelzellen berühren, schliesslich aber doch frei enden. Wenn dem wirklich so ist, dann erhebt sich die andere Frage, in engem Zusammenhang mit der vorherigen, ob nämlich die Endigungen, die zweifellos Knopf- bzw. Köpfchenform haben, epilemmal liegen oder interplasmatisch lokalisiert sind.

Diese Frage ist selbst bei Kenntnis der Endigungen überaus schwer zu entscheiden, da uns diesbezüglich nur ein Kriterium zur Verfügung steht: die *Mikrometerschraube*. Wenn wir Endköpfchen und Zellkern in der gleichen mikroskopischen Einstellung gleichzeitig hell sehen, dann nur können wir sagen, dass die Nervenendigung nicht oberhalb des Sarkolemmas, sondern im Plasma der Zellen gelegen ist. Im vorliegenden Fall erweist sich aber dieses Kriterium nicht als ausreichend, da die Zellen sehr dünn und spitz sind und besonders in Silberpräparaten die Kern-Plasmarelation nicht vollkommen verwertbar ist. Eben deshalb sehe ich auf Grund meiner bisherigen Untersuchungen jenen meinen Standpunkt objektiv unterstützt, demzufolge beide Endigungsmöglichkeiten, bzw. beide Endigungsformen auch als Tatsache bewiesen gelten können.

Nach der Media wäre noch die Innervierung der Intima zu erörtern. Diesbezüglich muss ich festlegen, dass ich selbst in der Intima keinerlei Fasern beobachtet habe, weder beim Menschen, noch bei Säugetieren, respektive Vögeln, welche letztere ich hinsichtlich ihrer arteriellen Stämme neuerdings sorgfältigen Untersuchungen unterzogen habe. Zwar bietet diesbezüglich auch die Literatur keinerlei Orientierung — abgesehen von der zweiten und in dieser Richtung letzten grossen Studie STÖHRs, in der er sich dahin äussert, dass das feine Terminalretikulum der Tunica media sich auch in die Intima fortsetzt. Da ich ein Terminalretikulum, wie es STÖHR und seine Schüler beschrieben haben, nicht für existierend finde, halte ich selbstverständlich auch das Vorhandensein eines solchen in der Intima für fragwürdig. Demzufolge kann mein Standpunkt nur sein, dass die Intima unserem heutigen Wissen nach total nervenlos ist.

VENEN

Betreffs der Venen kann nach dem Vorgegangenen wenig Neues gesagt werden. Neurologisch gesehen kann für diese im grossen und ganzen das gleiche gelten wie für die Arterien. Dies bezieht sich besonders auf die grösseren Venen, wo in der Adventitia, ebensowie bei den Arterien, aus grossen Bündeln bestehende Nervengeflechte verlaufen, deren Elemente sich einwärts verjüngen, verfeinern und allmählich wellig werden. Mit der Innervierung der kleinen Venen verhält es sich ähnlich. In der dünnen Tunica muscularis sind die Verhältnisse der sympathischen Elemente ähnliche wie bei den Arterien, STÖHR sieht auch hier ein Terminalretikulum, welches meines Erachtens hier ebenso zweifelhaft und strittig ist wie bei den Arterien. Von den Venen habe ich bisher die Vena femoralis und V. saphena magna eingehend untersucht. Diese Untersuchungen bekräftigen, was wir über die allgemeine Innervierungsverhältnisse wissen. Diese Untersuchungen erwiesen sich äusser den allgemeinen Gesichtspunkten dadurch als notwendig, dass ich gemeinsam mit Frau Dr. M. AMBRUS, Assistent an der Chirurg. Klinik der Universität Szeged, nach der Entstehungsurache der Varixen forschte, insbesondere, ob bei der Entstehung der Varixen die Innervierung irgend eine Rolle spielt.

Hierbei habe ich die Innervierung der normalen Saphena magna untersucht und bin zu folgendem Ergebnis gekommen: Die Adventitia enthält äusserst viele Nervenfasern, die alle marklos und sympathischen Charakters sind und hauptsächlich das Gebiet der Vasa vasorum in riesiger Zahl bedecken (Abb. 7.) Entlang den Vasa vasorum laufen Nerven in so grosser Zahl, wie ich ähnliches selbst in der Wand von Arterien kaum beobachtet habe. Die Fasern sind gewöhnlich dünn und einzeln weit zu verfolgen, doch finden sich auch dichotom verzweigte darunter und auch einige, die in Gestalt von Endköpfchen auf einer Kapillare enden. In der Adventitia konnte ich weder markhaltige Fasern noch sensible Endgebilde beobachten. Die dicke Muskelschicht der Adventitia der Saphena magna untersteht gleichfalls einer starken Nervenwirkung. In den Muskelbündeln finden sich reichlich lockere Nervengeflechte, deren dicke Fasern sich dichotom teilen. Die entstehenden Aeste lassen sich auf weiter Strecke verfolgen, werden allmählich dünner und die feinen Zweige verästeln sich übermässig reich (Abb. 8). Eine derartig feine und reiche Verzweigung habe ich bisher selbst in den Arterien nicht beobachtet. Die durch die Verzweigung entstandenen dünnen Aeste sind bei starker Vergrösserung weit zu verfolgen. Die ganz feinen Endäste münden an den Muskelzellen, welche in der Wand der Saphena magna besonders gross und voneinander scharf abgegrenzt sind. Von den ganz feinen terminalen Fasern bilden einige ein ganz lockeres knäuelartiges Gebilde, um dann frei zu enden. Alle diese Verhältnisse sind an Abb. 8. gut sichtbar. Es bedarf nicht der Erwähnung, dass auch hier ein Terminalretikulum nicht vorhanden ist, wenngleich das Endsystem der einen feinen Faser unter Zuhilfenahme einiger Phantasie leicht als ein solches Endgebilde qualifiziert werden könnte.

ARTERIO-VENÖSE ANASTOMOSEN

In der neueren Literatur wird der a.-v. Anastomosen reichlich Erwähnung getan. Die Erforschung ihrer Innervierung ist bereits von zahlreichen Forschern in Angriff genommen worden (MASSON, CLARA R. A. PFEIFER, HAVLICEK, CLARK). CLARA und Mitarbeiter klärten die anatomischen Verhältnisse, SPANNER wies mittels Injizierung nach, dass solche vorkommen im Darm, in der Glandula submandibularis, der Niere und ausserdem in einem diesbezüglich ebenfalls oft studierten Organ, dem Kaninchenohr, wo MILLEN mittels Methylenblau-Vitalfärbung auch die feineren Innervierungsverhältnisse studierte. MASSON fand in den a.-v. Anastomosen des menschlichen Fingers eine ausserordentlich reiche Innervierung, während E. BROWN in den ähnlichen Gebilden der Hundezunge marklose Fasern in der Media und markhaltige Fasern in der Adventitia feststellte, die im Bindegewebe reich verzweigen. Auch finden sich in der Literatur Angaben dafür, dass in der Nähe von a.-v. Anastomosen VATER-PACINISCHE Nervenendigungen vorkommen (GROSSE, v. SCHUMACHER, CLARA) Hinsichtlich der Funktion dieser Endigungen nehmen die obigen Forscher an, dass sie zur Wahrnehmung der Veränderungen des osmotischen Druckes dienen.

KAPILLAREN

Die Kapillaren werden, wie ich mich in zahlreichen Präparaten überzeugen konnte, besonders in der äusseren Adventitiaschicht der Gefässe von verhältnismässig dicken sympathischen Strängen begleitet, die auch Zweige zu den benachbarten Kapillaren und Arterien entsenden. Reich an solchen Elementen fand ich den Aortenbogen der Katze, der übrigens meinen Erfahrungen nach zum Studium der feinen sympathischen Verästelung äusserst geeignet ist (Abb. 9.) Längs der Kapillaren finden sich häufig auch Fasern, die STÖHR Begleitfasern nennt (s. Abb. 9), weil sie nicht immer den Gefässen folgen, sondern diese stellenweise verlassen, um dann wieder zu ihnen zurückzukehren, sich über diese hinüberwinden und auf mehr oder minder langer Strecke mit dem Endothel in Berührung stehen (Abb. 10.).

Gut zu studieren sind derartige Fasern im Darm. Besonders die Submucosa von Magen und Darm der Schleie erwies sich für derartige Studien gut geeignet. Ein gutes Medium hierfür ist aber auch der Aortenbogen und die Kranzarterie des Rindes. Diese Anmerkung ist scheinbar überflüssig, aber nur scheinbar, denn meine Untersuchungen auf dem Gebiete der Gefässe haben mich davon überzeugt, dass in den Gefässen selbst im Organismus ein- und desselben Tieres grosse histologische Unterschiede bestehen. Besonders gross sind aber dies Unterschiede in den Gefässen der einzelnen Arten, besonders aber den verschiedenen Gruppen im System angehörenden Tiere. Ich bin überzeugt, dass sich in der Histologie der Gefässe die Lebensweise des Individuums und selbstverständlich auch seine Entwicklung spiegelt. Es wäre an der Zeit, die Tiere auch von diesem Gesichtspunkte aus zum Gegenstand eingehender Untersuchungen zu machen, denn es besteht kein Zweifel, dass die allmähliche Umwandlung und Entwicklung, die

Ähnlichkeit und Verschiedenheit sich in der Gefässwand ebenso wiederpiegeln und mit der gleichen überzeugenden Kraft in Erscheinung treten wie z. B. in den Knochen oder im Zentralnervensystem.

In den Kranzgefässen und in der Aorta sind — wie wir es beim Rinde sahen — die sympathischen Bündel aufgelockert, ihre Fasern glatt, von verschiedenem Kaliber und stark wellig (Abb. 11.). Die aufgelockerten Bündel, deren Lockerheit und Gewelltheit mit der Lumenveränderung im Zusammenhange stehen, laufen direkt neben, bzw. auf den Kapillaren, doch ist selbstverständlich auch möglich, dass wenigstens ein Teil von ihnen auf diesen Kapillaren auch endet, wenngleich ich in den mikroskopischen Bildern derartige Endigungen bisher nicht beobachtet habe. Neben den Begleitfasern, insbesondere in den Kranzgefässen, finden sich zahlreiche Fasern, die ausgesprochen zur Innervierung der Kapillaren dienen. (Abb. 12.). Diese Fasern bilden eigentlich — wie aus Abb. 12 hervorgeht — zwei Systeme. Ein Teil derselben verläuft, und zwar von mehreren Seiten her, parallel mit der Gefässwand, während der andere Teil die so leer bleibenden Stellen kreuz und quer durchzieht. Die Fasern sind deutlich wellig, hie und da fein fibrilliert, ja es hat sogar den Anschein, als ob sie stellenweise zu einem neurofibrillären Netz, bzw. Geflecht zerfielen. Endigungen in ganz bestimmter Form sind nicht recht wahrzunehmen, doch besteht kein Zweifel, dass einige von ihnen in dem entsprechenden Plasma, bzw. zwischen den Zellen frei enden. Allgemein hin muss ich hier betonen, dass die Klärung der ganzen Grenzfrage mit unseren heutigen Methoden noch mit sehr grossen Schwierigkeiten verbunden ist.

NERVENZELLEN

Aus den Gefässwänden sind Nervenzellen bisher kaum beschrieben worden. Die Meinung der Neurohistologen ist gewöhnlich, dass Nervenzellen in der Gefässwand nicht vorkommen. Wenn es aber solche dennoch gibt, so beschränken diese sich grösstenteils auf die Arterienwand der grossen Körperhöhlen. STÖHR meint diesbezüglich, dass Nervenzellen zwar vorhanden sein können, aber nicht in der Adventitia, sondern im periadventitiellen Bindegewebe. Hier sind in der Tat Nervenzellen und Ganglien ziemlich häufig. Ich muss aber betonen, dass auch die Adventitia über Nervenzellen, ja sogar über gut entwickelte Ganglien verfügt. Am häufigsten finden sich Nervenzellen und Ganglien in der Wand der Kranzgefässe und auch hier beim Menschen, wo neben den in die Bahn der Nerven eingeschalteten Ganglienzellen auch typische Ganglien in ziemlich grosser Zahl zu finden sind (Abb 13.). Diese Ganglien sind — nach ihrer Struktur zu urteilen — zweifellos sympathischer oder parasymphatischer Natur. Ihre Zellen gehören vorwiegend dem ersten DOGIEL-Typ an, von deren zahlreichen Fortsätzen nur einer zum Achsenzylinder einer selbständigen Nervenfasers wird; die übrigen enden nicht weit entfernt von der Zelle. Unter den Endigungen der letzteren finden sich auch, LAVRENTJEV-sche Dendritlamellen (Abb. 14). Auch treffen wir unter den ganglienbildenden Zellen solche, deren Fortsatz von zwei Wurzeln ausgeht, die sich später vereinigen und eine Höhle umschliessen (Abb. 15.). Dies sind die Fenster-

zellen, deren Vorhandensein wir auch schon an anderer Stelle festgestellt haben.

Ein Ganglion fand sich ferner auch in der Adventitia des menschlichen Aortenbogens (Abb. 16.). Die Zellen dieses Ganglions sind ebenfalls vom ersten DOGIEL-Typ, sie werden — wie die Abb. zeigt — von den Pericyten kapselartig umgeben und die kurzen Fortsätze enden innerhalb der Kapsel, resp. in der Kapsel selbst. Das Ganglion selbst hat resp. wenige Fasern. Die Zellen sind relativ gross und ihr Bau gut auffallend.

Ganglienzellen fand ich auch im Aortenbogen der Katze, aber auch hier nicht in der periadventitiellen Schicht, sondern ausgesprochen an der Wand der Aorta (Abb. 17.). Die Zellen dieses Ganglions sind typische runde, mit exzentrisch gelagertem Kern versehene Nervenzellen, deren Fortsätze sich im vorliegenden Falle nicht imprägnierten, doch sprechen ihre Lokalisation bzw. ihre Verbindungsverhältnisse zu den Fasern vom sympathischen Typ zweifellos dafür, dass sie zu sympathischen System gehören.

Nervenzellen hat seinerzeit Bethe aus den Gefässen der Gaumenschleimhaut des Frosches beschrieben, ja er stellte sogar fest, dass diese ausgesprochen multipolaren Zellen miteinander anastomosieren und zusammen mit den Nervenfasern ein diffuses Nervensystem bilden. Von diesen Untersuchungen habe ich schon vor Jahren festgestellt, dass ihre Ergebnisse ausschliesslich auf einer ungenügenden Technik beruhen (Abb. 18.). Nämlich wie aus der Abbildung ersichtlich, enthalten die Verzweigungsknotenpunkte der sympathischen Geflechte keine Nervenzellen, sondern kleine dreieckige Verdickungen, die keinen Kern besitzen und nicht Nervenzellen sind, sondern Varixen, denen im Aufbau und in der Physiologie des Nervensystems keinerlei besondere Rolle zukommt. Solche dreieckigen, kernlosen Gebilde sind im Nervensystem an den Verzweigungsstellen ziemlich häufig zu beobachten, vor allem in der Muskelschicht des Darmkanals der höheren Wirbellosen.

AFFERENTE FASERN

Die neueren neurohistologischen Untersuchungen haben den Beweis erbracht, dass in der Wand der Blutgefässe neben den efferenten Fasern auch afferente enthalten sind. Es sind dies markhaltige Fasern, die reich verzweigen und spezifische Rezeptoren, resp. Rezeptorenfelder der entsprechenden Gefässabschnitte darstellen. Solche Fasern bilden in den verschiedenen Gefässpartien ein reiches Geflecht, wie es in der Wand der Kranzgefässe zu beobachten ist (Abb. 19.). Diese Geflechte enthalten ganz feine Fasern die fast so fein wie Neurofibrillen sind, doch finden sich auch zahlreiche dicke wellige Fasern, die in gewissen Partien die Neurofibrillen einwandfrei zutagetretten lassen. Aus ihrer Struktur und Zusammenhang schliessen wir, dass es sich beim überwiegenden Teil der Geflechtfasern um sensorische Elemente handelt; da sie aber spezifische Kontaktverhältnisse nicht aufweisen und sich der Media nicht eng anschliessen, dürfte es sich hier nur um schmerzempfindende Fasern handeln, auch ist nicht ausgeschlossen, dass sie der Wahrnehmung der Lumenveränderung dienen.

An afferenten Fasern überaus reich ist auch die Adventitia der Kranzgefässe des Menschen (Abb. 20.). Diese Geflechte sind zwar nicht so reich und dicht gefügt, aber bedeutend feiner. Besonders an gewissen Abschnitten der Adventitia sind die Geflechte so dicht, dass sie die Möglichkeit einer speziellen Nervenendigung vermuten lassen. Hierauf deutet die feine Fibrilliertheit der dünnen Fasern, und die Anwesenheit des ungewöhnlich grossen und feinen Neurofibrillennetzes, mit dem die Fasern an gewissen Stellen ihrer Bahn und auch an ihrem Ende sich den Bindegewebelementen anschliessen.

Viele afferente Fasern enthält auch die Arteria renalis. Diese laufen vorwiegend in dicken sympathischen Stämmen, gewöhnlich in geringer Zahl, aber meistens gesondert, von einer Markscheide umgeben oder ohne eine solche, aber stets in der für die cerebrospinalen Fasern charakteristischen Form und Gruppierung. Letztere erscheinen in besonders auffallender Form in der Arteria renalis des Menschen (Abb. 21). Bezeichnend für diese Fasern ist die reiche Verästelung und die aussergewöhnlich feinen Endäste. Wie Abb 21 zeigt, sind die Fasern mit grossen Varixen beladen und schreiten gewöhnlich zu zweit oder zu dritt nebeneinander vorwärts. Nahe dem Ende verzweigen sie sich allmählich, den Aesten entspringen sich stark verjüngende Aestchen, die ohne jegliches Terminalgebilde zwischen den Bindegewebsfasern verschwinden. Die Beschaffenheit der Hauptäste, der Verlauf und die Verzweigung der Nebenäste und die scheinbare Endigung sprechen dafür, dass hier auch irgendein terminales retikuläres Gebilde sein müsste, das zu imprägnieren mir aber bisher nicht gelungen ist. Die ganze hier geschilderte Verzweigung und Endformation ist nicht häufig, da sie aber sowohl in der Struktur der Fasern, wie auch in ihrer ganzen Erscheinung die Merkmale des zentralen Ursprunges an sich trägt, ist sie zweifellos sensibler Natur und als solche entweder schmerzempfindend oder einer der Rezeptoren der später zu erörternden reflexogenen Zone.

PRESSOREZEPTOREN

Ausser den afferenten Fasern, die im allgemeinen für alle Wände charakteristisch sind und die gewöhnlichen Gefühlselemente der Gefässe darstellen, sind in der Gefässwand auch besonders konstruierte und zur Verrichtung spezieller Aufgaben dienende Rezeptoren enthalten, die in verschiedenen Schlagaderabschnitten eine aussergewöhnlich reiche und äusserst bedeutungsvolle reflexogene Zone bilden. Bisher sind uns drei solcher Zonen bekannt. Eine liegt im Aortenbogen (*Arcus aortae*), eine andere in *Sinus caroticus* und die dritte in der Nierenschlagader (*Arteria renalis*).

Der Aortenbogen ist das längstbekannte Rezeptorenfeld. Versuche und Durchtrennungen haben seit langem bewiesen, dass sich in ihm ein Rezeptorenfeld ausbreitet, welches die Erhöhung des Blutdruckes und der Pulszahl reflektorisch hemmt. Die Fasern dieses Rezeptorenfeldes entspringen grösseren, aus markhaltigen Fasern bestehenden Nervenstämmen, deren Struktur, Verlauf und Endsystem an aus dem menschlichen Aortenbogen angefertigten, nach Bielschowsky imprägnierten Gefrierschnitten sehr schön studiert werden können. (Abb. 22.).

Wie aus der Abbildung ersichtlich, verzweigen sich die Fasern mehrmals nacheinander reich und die Endäste enden feinen neurofibrillären Endplatten. (Abb. 23.). Die Struktur und Beendigung der in der Aortenwand befindlichen Geflechte ist so abwechslungsreich, dass allein aus dem menschlichen Aortenbogen zahlreiche verschiedene Endungsformen beschrieben werden können. Eine dieser besonderen Erscheinungsformen ist, wenn die Fasern eines aus vielen Fasern bestehenden Nerven plötzlich divergieren, sich dann übermässig verzweigen und nicht weit vom Stamm selbst in das System der Endapparate übergehen. Es gibt auch Fälle, in denen die Fasern sich voneinander entfernen, stark wellig werden und ein grossmaschiges Geflecht bilden (Abb. 24). Hier erscheinen manchmal nervenzellenähnliche Gebilde, die aber in Wirklichkeit keine Nervenzellen sind sondern Varixen, bei deren Entstehung auch Krankheitsursachen mitspielen können. Dies ist aber nicht wahrscheinlich, da die ähnlichen Fasern der Aorta des Menschen, sowie sämtlicher untersuchter Tiere, insbesondere aber des Hundes, derartige Gebilde ziemlich häufig zutage treten lassen. Häufig in der Aorta sind auch dendritische Verzweigungen, deren Endorgane dort vorkommen, wo die Tunica adventitia sich der Media anschliesst. An diesem Grenzgebiet sind die Endapparate so dicht, so fein, abwechslungsreich und interessant, dass sie den Forscher beinahe zur Bewunderung veranlassen. So ein schöner, ausserordentlich reicher Fasernapparat bietet sich uns in Abb. 25. dar. Hier entspringt der markhaltigen dicken Faser ein stark fibrillierter Seitenast, der sich nach verhältnismässig kurzer Strecke in zwei Teile teilt. Die Aeste sind stellenweise plattenförmig, fibrilliert, allmählich beginnen sie sich zu verzweigen und zwar in so grossem Ausmass, dass wir ein Beispiel für eine derartig reiche Verzweigung bei den peripherischen sensiblen Nervenfasern kaum finden. (Abb. 25). Die so entstandenen äusserst feinen Endfasern gehen in gewaltig ausgebreitete neurofibrilläre Endplatten über, die sich fast unvorstellbar fein und innig mit dem innersten Teil der Adventitia verbinden, dort, wo diese unmittelbar mit der Media in Berührung steht.

Besonders schön ist diese innige Verbindung an Abb. 26 zu erkennen, wo eine dicke Faser hervorspringt, die sich zweiteilt. Von den zwei Aesten ist der linke unverhältnismässig dicker als der rechte der nach kurzem welligem Verlauf in ein langes retikuläres Endorgan übergeht. Dem dicken Ast entspringt gleich nach der Teilung eine sehr feine Faser, die in ein sehr kompliziertes Geflecht von Seitenästen ähnlichen Kalibers mit Endplättchen übergeht. (Abb. 26.). Der Hauptast geht bedeutend weiter, gibt dann einen relativ starken Seitenast ab, der mit dem in seine Bahn und seine Endigung eingeschalteten feinen neurofibrillären Plättchensystem in den zuvor beschriebenen Systemen untergeht. Der bleibende Ast teilt sich nach kurzem Verlauf in zwei Aeste, die ein fast unübersehbares neurofibrilläres Endgeflecht bilden. Aus der in Abb. 26 dargestellten Zeichnung, hauptsächlich aber aus dem mittels gutem optischen System erhaltenen mikroskopischen Bild lässt sich feststellen, dass wir in diesem Teil der Aorta einer so reichen und so besonderen Form der Nervenversorgung gegenüberstehen, wie wir ähnliches anderswo kaum zu Augen bekommen. Die reichen Verzweigungen, die fast unüberblickbare Mannigfaltigkeit der neurofibrillären Endla-

mellen bilden auf diesem Gebiete eine fast einheitliche unübersehbare Endlamelle welche sich schleierartig ausbreitet, wo die Adventitia mit der Media in Berührung tritt. Aus diesem überaus grossen Nervenreichtum und — feinheit wird die hervorragende Rolle dieses Teiles des Aortenbogens leicht verständlich und erklärbar, die — wie experimentell schon längst bewiesen wurde — besonders bei der Wahrnehmung des Blutdruckes in ganz eigenartiger Weise zur Geltung kommt. Ich habe die neurofibrillären Endlamellen auch bei 2700 — facher Vergrösserung untersucht und konnte dabei mit Bestimmtheit feststellen, dass die Lamellen sich gegen das Bindegewebe abgrenzen, d. h. die Neurofibrillen mit den bindegewebbildenden Elementen nicht in Kontinuität stehen (Abb. 26.) Ähnliches, wie die an der menschlichen Aorta festgestellten sensiblen Felder fand ich auch am Aortenbogen des Rindes ungefähr an der gleichen Stelle wie beim Menschen. Die eigenartig konstruierten sensiblen Nervenendigungen nehmen auch hier ein grosses Gebiet ein und gehören verschiedenen Typen an. Der interessanteste und reichste Nervenendkörper mit dem Astsystem, den ich hier fand, kann mit einem Kirschbaum verglichen werden, dessen ausserordentlich feine Endfasern in kompakten oder netzartigen Endköpfchen enden (Abb. 27.). Der an Abb. 27. abgebildete Endkörper ist eines der schönsten, interessantesten und mit dem reichsten Astsystem versehenen Endorgane, das ich je gesehen habe.

Im Aortenbogen des Schweines sind Pressorezeptoren ebenfalls vorhanden, doch sind sie hier nicht so abwechslungsreich und charakteristisch, wie die oben beschriebenen. Eine der kompliziertesten Formen dieser reichsten und interessantesten Knäuel demonstriert Abb. 28. Es kommt eigentlich aus der Verzweigung einer einzigen Hauptfaser zustande, indem die Aeste sich mehrmals nacheinander teilen, sich dann glattrandig verdünnen und zu einer so komplizierten Knäuelbildung führen, wie ich ihr im Laufe meiner bisherigen peripherischen neurohistologischen Untersuchungen noch kaum begegnet bin. (Abb. 28.)

Die hier beschriebenen Rezeptoren des Aortenbogens sind — ihrer Struktur und Situation nach zu urteilen — Schlussapparate, die reflektorisch das Lumen der Aorta und der ihr entspringenden grösseren Gefässe regeln, wenn der durch das Blut auf die Gefässwand ausgeübte Druck wächst und gleichzeitig damit auch die Blutverteilung regulieren. Mit ihrem hier beschriebenen Aufbau ist ihre erwähnte und bekannte physiologische Rolle klar zu erläutern und einwandfrei verständlich.

Das zweite Rezeptorenfeld ist die Wand des Sinus caroticus. Hier treten — wie bekannt — die Nervenäste des Sinus ein, um sich daselbst ausserordentlich reich zu verzweigen, dann enden ganz feine Aeste wie im Aortenbogen in verhältnismässig weitausgedehnten neurofibrillären Endplatten. In der Adventitia stossen wir auf dichte Geflechte, die aus stark varikösen Fasern verschiedenen Durchmessers bestehen, gewöhnlich mehrmals nacheinander verzweigen und dann in Endorgane von verschiedener Form und Struktur übergehen (Abb. 29.).

Es ist keine seltene Erscheinung, dass die Zweige von Fasern, die aus zwei verschiedenen Richtungen kommenden Nervenstämmen angehören, sich so stark miteinander verflechten, dass sie den Eindruck

erwecken, als wären sie aus dem Endsystem einer einzigen Faser entstanden. (Abb. 30.).

Die Endigungen sind gewöhnlich mannigfaltig, stehen aber im wesentlichen einander so nahe, dass sie garnicht recht in verschiedene Typen eingeordnet werden können. Häufig sind in der Regel die lockeren oder dichteren dendritischen Verzweigungen, von denen ein sehr schönes Exemplar in Abb. 31 abgebildet ist. (Abb. 31.). Es treten zwei Seitenäste aus der Faser, dann wird ein gutes Stück der Gefässwand von verschieden starken Aesten mit ihren Endsystemen derart durchstreift, dass eine weitere Steigerung der Empfindlichkeit auf diesem Wege kaum mehr vorstellbar ist. Die Abbildung lässt auch die beinahe schichtweise gelagerten Endlamellen erkennen, die infolge der Parallele zwischen Schnitt und Lumen auch das Endgefüge vortrefflich widerspiegeln. Das Ende der Nervenfasern ist im wesentlichen ein neurofibrilläres Endplättchen. Diese Plättchen gleichen oft Efeublättern, manche sind elliptisch und wieder andere birnenförmig. Ihr Rand ist glatt, kann aber auch gefranst sein. (Abb. 32.).

Die neurofibrillären Platten treten oft so scharf in Erscheinung, dass sie selbst die stärkste mikroskopische Vergrößerung vertragen. So wurde z. B. die Unterlage für Abb. 33 mit 3600-facher Vergrößerung angefertigt. (Abb. 33.). Auch hier ist zweifelsohne festzustellen, dass die sensiblen Fasern des Sinus caroticus sich in Form weit ausgedehnter neurofibrillärer Endplatten im Bindegewebe verankern, dessen Empfindlichkeit auf diese Weise natürlich bis zur äussersten Grenze gesteigert ist. Diese Empfangsapparate sind, ebenso wie die beim Aortenbogen beschriebenen, Pressorezeptoren. Auch sie nehmen den auf die Gefässwand ausgeübten äusseren Druck wahr, den sie ins verlängerte Mark weiterleiten, welches durch Einschalten der betreffenden Zentren gleichzeitig das Lumen des arteriellen Systems dilatiert und die Zahl der Herzschläge herabsetzt.

Pressorezeptoren kommen auch in der Wand der Carotis communis vor, wenn auch nicht in so grosser Zahl, wie im Sinus caroticus. Auch dies sind charakteristische dicke Fasern mit reicher dendritischer Verzweigung, die in feine Aeste zerfallen und sich stellenweise knäuelartig miteinander vereinigen. (Abb. 34). Im Verlauf der Fasern treffen wir sehr häufig neurofibrilläre Platten und Endplatten, die bedeutend kleiner sind als die im Sinus caroticus und auch die charakteristische Efeublattform nicht recht aufweisen (Abb. 35).

Pressorezeptoren fand ich auch in der Carotis communis des Rindes. Die Fasern sind auch hier markhaltig, aber dünner als die in der Carotis communis des Menschen, auch ihre Verzweigung hat ein eigenes Gepräge, welches aber selbst auf Grund der Zeichnung nur schwer genau skizziert werden kann. Bezeichnend ist im allgemeinen das reiche Astsystem, die Kürze der Aeste, ihr schlängelnder Verlauf und die innige Verbindung der Endastsysteme miteinander. Die Endastsysteme zweier Fasern umschlingen gewöhnlich einander so fest, dass es der stärksten mikroskopischen Vergrößerung und langwieriger Untersuchungen bedarf, um die Fasern voneinander abgrenzen zu können. Infolge der innigen Verflechtung der Fasern sind Ihre Enden dermassen verbogen, dass ihre Struktur und Gestalt nicht klar beur-

teilt werden können. Soviel lässt sich aber feststellen, dass die Endplatten bedeutend kleiner und das neurofibrilläre Netzwerk dichter gewebt ist als beim Menschen (Abb. 36).

Aehnliche Gebilde wie das obige Geflecht, die dendritischen Verzweigungen und Endplatten kommen sowohl in der Carotis externa wie auch in der Carotis interna des Menschen vor.

Das dritte sensible Feld befindet sich in der Arteria renalis, dort, wo diese aus der Aorta austritt. In diesem Gebiete sah ich in der Adventitia drei Nervenendkörper, Einen davon dendritisch verzweigt, den anderen als freies Knäuel und den dritten als eingekapselten Endkörper. Den ersten habe ich bei der Erörterung der afferenten Fasern schon bekanntgemacht. Trotzdem Gepräge und Verzweigungsform ganz deutlich dafür sprechen, dass hier von Pressorezeptoren die Rede ist, halte ich — da es mir bisher nicht gelungen ist, die neurof. Endplatten zu imprägnieren — die ganze Endungsform nur für ein gewöhnliches sensibeles Endorgan.

Den zweiten Endkörper fand ich ebenfalls in der Adventitia. Er ist nichts anderes, als ein längliches lockeres Knäuel, das von zwei markhaltigen Fasern gebildet wird, deren eine dicker, die andere dagegen dünner ist. Beide greifen so stark ineinander über, das ihre Verlaufsrichtung kaum zu erkennen ist. Nach Gestalt und Bau der Fasern zu schliessen, dürfte es sich um einen sensibeln Körper handeln, der eine blutdruckhemmende Wirkung innehat, ebenso wie die oben erwähnten Pressorezeptoren (Abb. 37). Es besteht eine weitgehende Aehnlichkeit zwischen diesem Körper und den aus dem Sinus caroticus und der Carotis communis beschriebenen Gebilden. Der dritte Nervenendkörper, ebenfalls aus der Adventitia, ist ein eingekapseltes Endorgan und stellt eigentlich das lockere Knäuelsystem der Endäste der dicken Fasern dar, welches von Bindegewebe kapselartig umgeben ist. Hier wäre eigentlich auch die Benennung: eingekapselte Endkörper berechtigt (Abb. 38). Meines Erachtens nehmen die in der Wand der Arteria renalis gefundenen Endkörper den auf die Gefässwand einwirkenden äusseren und inneren Druck als Reiz auf, leiten diesen weiter in das vasomotorische Zentrum, welches über das sympathische System den Tonus der Tunica media beeinflusst. In diesem Sinne befindet sich an der Basis der Arteria renalis in der Adventitia ein reflexogener Gürtel, der die Menge des aus der Aorta abdominalis in die Niere gelangenden Blutes automatisch reguliert, die die Glomeruli passierende Blutmenge dosiert und somit einen der wichtigsten Regulationsapparate des auf die Gefässwand wirkenden Blutdruckes darstellt. Aus dem Umstand, dass im Sinne meiner Feststellungen in der Wand der Arteria renalis Nervenendapparate von sensiblem Typ enthalten sind, findet die empirische Feststellung der französischen Chiurgen eine Erklärung, derzufolge im Falle von Nephritis dolorosa, an der Arteria renalis vorgenommene Neurektomie die Nierenschmerzen vollkommen aufhören lässt. Dies ist selbstverständlich damit zu erklären, dass ein Teil der afferenten Fasern in der Wand der Nierenschlagader als Pressorezeptoren funktioniert, während der andere Teil sich in den grösseren Arterienästen fortpflanzt und in Form von schmerzempfindenden Endorganen sich in der Wand der Gefässe ausbreitet.

CHEMOREZEPTOREN

Chemorezeptoren in der Wand von Blutgefässen anatomisch und physiologisch nachzuweisen ist bisher nur an einer Stelle gelungen, nämlich im Glomus caroticum. Dieser enthält seine Nerven aus dem Ramus caroticus des Glossopharyngeus, aus dem Laryngeus superior des Nervus vagus oder direkt vom Vagus selbst. Ausserdem treten Fasern aus dem oberen Halsganglion des Truncus sympathicus ein und es ist sogar wahrscheinlich, dass er manchmal auch Fasern vom Glossopharyngeus selbst erhält. Die aus den verschiedenen Systemen kommenden Nervenfasern bilden ein Geflecht um das Organ, den Plexus periglandularis. Von hier aus erstrecken sich kleine Stämme zur Oberfläche der Glomeruli und bilden das periglomeruläre Geflecht mit überwiegend konzentrisch anmutenden und parallel laufenden Fasern, die manchmal wiederum stark gewunden je einen Glomerulus kapselartig einfassen (Abb. 39). Aus dem periglomerulären Geflecht treten Fasern in das Innere der Glomeruli, dort das intraglomeruläre Geflecht bildend (Abb. 40).

An der mit 1800-facher Vergrösserung angefertigten 40. Abbildung werden die Kerne einiger Zellen sichtbar. Diese Kerne bzw. Zellen sind von einem Geflecht aus scharf fibrillierten Fasern, sozusagen in Gestalt eines regelrechten Knäuels, umgeben. Dieses Knäuel ist als ein typisch sensibler bzw. als Empfangsapparat zu qualifizieren, in dem auch Tastzellen enthalten sind. Derartige und ähnliche Knäuelgebilde sind im Glomus caroticum in grossem Reichtum und Variabilität anzutreffen.

Die Knäuel sind im periglomerulären Geflecht nicht scharf gegeneinander abgegrenzt und zumeist durch Fasern miteinander verbunden, deren einzelne durchgehende Fasern sind, während andere in dem Nachbarknäuel enden (Abb. 41).

Die Knäuelgebilde des Glomus caroticum sind ausserordentlich mannigfaltig, enthalten ganz dicke und auch dünne Fasern in so grosser Menge, dass ihre Struktur zu beurteilen und auf ihre Funktion zu schliessen auf Grund des Gesagten kaum möglich ist. Eben deshalb erscheint hinsichtlich der Klärung dieser Frage die Entscheidung wichtig, ob die Nervenfasern im Glomus caroticum enden, und wenn ja, in welcher Verbindung sie zu den Zellen stehen. Meine Untersuchungen haben mich davon überzeugt, dass im Glomus tatsächlich Endigungen existieren, die in Form von pericellulären Körbchen und freien Nervenendigungen in Erscheinung treten. Im ersten Falle sind die Zellen in der Tat von den feinen varikösen Fasern des Flechtwerkes korbartig umgeben und zwar so, dass jede einzelne Zelle inmitten eines genau für sie bemessenen pericellulären Nervengeflechtes eingebettet liegt. Ausser solchen Geflechten sind zwischen den Zellen auch die ganz kleinen Knäuel nicht selten, die die Grösse der Zelle kaum überschreiten (Abb. 42).

Neben den korbartigen Endigungen finden sich auch freie Nervenendigungen. Dies sind eigentlich die plattenartig verbreiterten, ausgedehnten Enden der Nervenfasern (Abb. 43). Die Abbildung, die nach stärkerer Vergrösserung hergestellt wurde, zeigt in der einen

Partie des inneren Geflechtes eines Glomerulus 2—3 wellige dicke Fasern, in denen die parallele Bahn der Neurofibrillen scharf zutage tritt. Daneben sehen wir auch ganz dünne, stark variköse Fasern. Neben diesen beiden Faserarten gibt es solche, die nach kürzerem oder längerem Verlauf frei zwischen der Glomuszellen enden. Nicht weniger als vier solcher freien Nervenendigungen sehen wir an der Abbildung. Das Vorhandensein der zweierlei Nervenendigungen spricht dafür, dass das Glomus caroticum einer zweifachen Innervierung untersteht. Von den zwei Endungsformen sind die perizellulären Körbe wahrscheinlich sympathischen Ursprungs, während die freien Endigungen, die Endigungen der aus dem Gehirn stammenden Fasern sein dürften. Nach den exp. Feststellungen von C. HEIMANS und I. J. BOUCKAERT sind die Nervenendigungen des Glomus caroticum atmungsregulierende Rezeptoren, die deshalb mit Recht den Namen „Chemorezeptoren“ verdienen.