

# A GOLTZ-FÉLE ÁTKAROLÓ REFLEX RECEPTORAINAK HELYE ÉS SZERKEZETE

ÁBRAHÁM AMBRUS

Egyetemi Állattani és Biológiai Intézet, Szeged.

(Érkezett: 1951. február 23.)

Egy, a nemzetközi tudományos irodalomban éppen félszázaddal ezelőtt alakadt problémának a megoldásáról szándéksom beszámolni, nevezetesen arról, hogy a Goltz-féle átkaroló reflexnek hol van felvevő helye, hol végződnek a receptorok és milyen a szerkezetük. Az átkaroló reflex a béka-féléknél tavasszal szokott jelentkezni, amikor megindul a spermiogenesis a hypophysisben és a mellékvese kérgében a sexuális hormonok fokozottabb mértékben kezdenek termelődni. A békák, amelyek az iszapban, fatörzsek és kövek alatt dermedt állapotban töltötték a telet, megindulnak, hogy felkeressék a vizeket, a pocsolyákat, hogy kezdetét vehesse a nász s a metamorfozisos szaporodás menete biztosítva legyen. Ilyenkor a vizek mentén húzódó utakon, sétányokon, lankás hegyoldalokon és tisztásokon igen nagy számban jelennek meg a nagyobb, lomhább, vastagabb, terjedelmesebb nőstények, amelyeknek a hátán rajta ül egy karcsúbb, szikárabb, soványabb hím éspedig úgy, hogy elülső végtagjaival görcsösen karolja át a nőstényt, amely, meg-megpihenve, terhével lassan a víz felé buklog. A nőstény hátán ülő hím olyan erősen szorítja magához a nőstényt, hogy róla leválasztani még a legbrutálisabb eszközökkel is szinte alig lehet. Ez a szorítás tart mindaddig (5—8 napig), amíg elmúlik a nász ideje s a hím a nőstényből a vízbe kerülő petesejteket spermiumaival mind meg nem termékenyítette.

*Goltz*, aki maradéktalanul bebizonyította, hogy ez az egész aktus nem más, mint egy plurimuscularis reflex, igen sok és körülményes kísérletes vizsgálatra támaszkodva oda nyilatkozik, hogy a reflex felvevő helye nem más, mint a sternális bőr, mert, ha ezt eltávolítjuk, vagy a hátsó gyökereket átvágjuk, az átkarolás elmarad.

A kérdéssel *Goltz* után *Steinach* és *Langhans* foglalkozott. Ők úgy találták, hogy ha a hím békának a hüvelykvánkosát cocainizálták, vagy pedig operatívén eltávolították, akkor az átkaroló reflex sohasem jelentkezett, ha simogatták a sternális bőrt, viszont a hüvelykvánkosnak a stimulációja minden esetben kiváltotta a reflexet. Ezek szerint tehát a *Goltz*-féle conclusió, amely szerint a sternális bőr simogatása váltja ki a reflexet, helytelennek bizonyult.

A kérdéssel újabban *Koppányi* és *Pearcy* foglalkozott, akik a chicágói egyetem *Hull* physiológiai laboratóriumában (1924-ben) a *Rana pipiens* végezték vizsgálataikat. Ezeknek a vizsgálatoknak az eredményeképpen megállapították azt, hogy ha a *Rana pipiens* hímjének egyik lábáról eltávolították a hüvelykvánkos és a sternális bőrt simogatták, csak gyengén jelentkezett az átkaroló reflex. Azonban 20 perc múlva megjött a normális reflex anélkül, hogy valami változásnak vagy gyengülésnek a jelei mutatkoztak volna. A kísérletet néhányszor

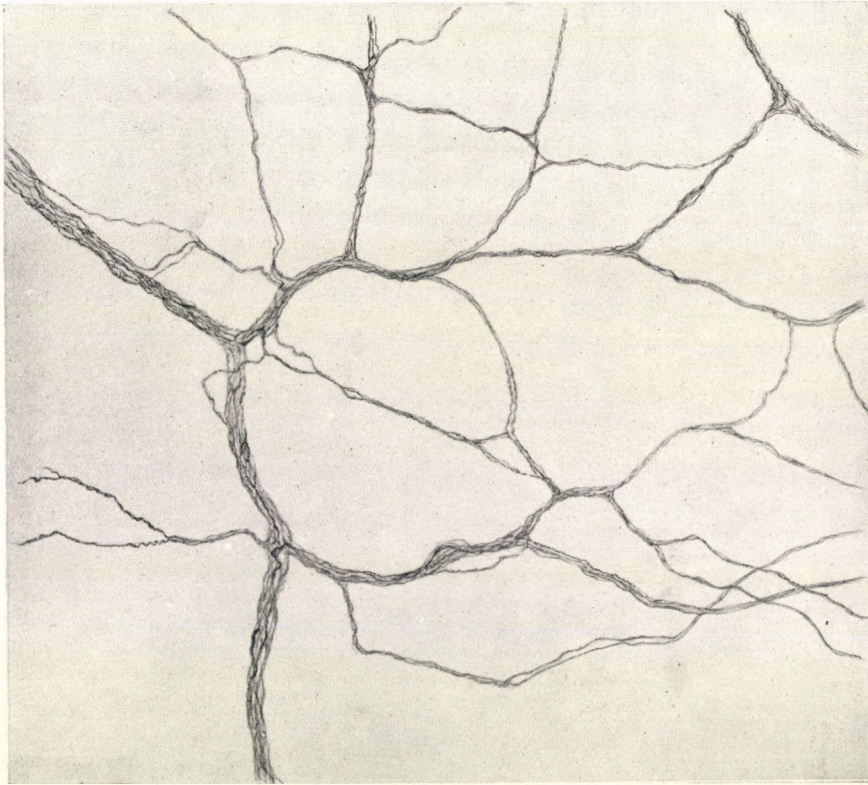
megismételték s az eredmény mindig ugyanaz volt. Ezért, hogy a dolognak végére járjanak, 0,5%-os cocainoldattal injiciálták mind a két hüvelykvánkost. A reflex pár perc múlva jelentkezett s néhány óráig tartó megfigyelés alatt tartósnak bizonyult. A kísérletet megismételték olyan állatokkal, amelyeknek a hüvelykpárnája fölé egy óra hosszára 5%-os cocainoldatban áztatott szivacsot helyeztek. A reflex minden ilyen esetben normálisan jelentkezett, illetőleg ezt a sternális bőr simogatásával meg lehetett indítani.

A fentiek értelmében tehát az irodalomban jelenleg úgy áll a helyzet, hogy *Steinach* és *Langhans* szerint a sajátságos alkatú hüvelykvánkosnak a stimulatioja indítja meg az átkaroló reflexet, viszont a *Koppányi*- és *Pearcy*-féle vizsgálatok szerint a reflex megindítója a sternális, illetőleg a felkar belső felületét borító bőrt érő inger úgy, ahogy azt annakidején *Goltz* elsőnek megállapította. Ilyenformán az ellentét, amely felmerült a *Steinach*- és *Langhans*-féle vizsgálatok után, továbbra is megmaradt, mivel a *Koppányi*- és *Pearcy*-féle vizsgálatok, amint azt ők maguk írják »appear to agree conclusively with *Goltz*. For with the sex pads completely removed, the claspng reflex is present unaltered and cannot in any case be obtained by the stimulation of the pads of normal animals«.

A kétféle kísérleti eredményt *Koppányi* és *Pearcy* szerint talán az okozhatta, hogy kísérleteiket nem ugyanazon fajhoz tartozó békán végezték. Mivel az egyeztető szempontot idegtanilag teljesen kizártnak tartom, az én felfogásom az, hogy egyedül ott van és csak ott lehet a reflex megindulásának a helye, illetőleg ott van az ingerfelfogó hely, ahol a receptorok végződnek. Ugyanis csak az lehet a reflex megindító helye, ahol olyan idegtani alapok és berendezések vannak, amelyek alkalmasak arra, hogy reflex-folyamatot megindítsanak. Nézetem szerint tehát a bőrnek az a része és csak az a része lehet a felfogó hely, ahol erre a célra sajátságos, különleges, más hasonló szerkezetű szerveknek a beidegzésétől elütő jelleg mutatkozik. Aza kérdés tehát, hogy kísérleti szerzők által megjelölt bőrdarabok közül, melyikben vannak meg azok az idegtani alapok, amelyek ezt a reflex megindítására képessé teszik. Mivel idevonatkozólag a fenti kísérletekkel párhuzamosan sem ezektől függetlenül komoly idegszövettani vizsgálatokat senki sem végzett, hogy a kísérleti alapon megfeneklett kérdést előrevigyem, illetőleg a vitát eldöntsem, nagy anyagon megvizsgáltam a fent szóba kerülő bőrdarabokat. Vizsgálataimat a *Rana ridibunda* Pall., *Bufo viridis* Laur. és a *Bombinator igneus* Laur. különböző korú példányain végeztem.

Ami a sternum bőrét illeti, ebben vitalis metylén-kékkel intravitalisan igen jól festhető dús fonadékot vannak, amelyeknek egészen finom rostjai szoros kapcsolatba kerülnek a vérerekkel, a mirigyekkel, a chromatophorákkal, a corium kollagen nyalábjaival, a tapintófolttokkal, síma izomelemekkel és az epidermissel. Az idegrostok, amelyek a bőr különböző sejtjeit és szöveteit idegzik be, totalis készítményeken igen jól látszanak (1. ábra).

Hogy a mirigysejtekhez menő egészen finom idegágakat és a hámban futó idegrostokat megtaláljam, legszebben festett totalis, metylénkékes praeparatu-

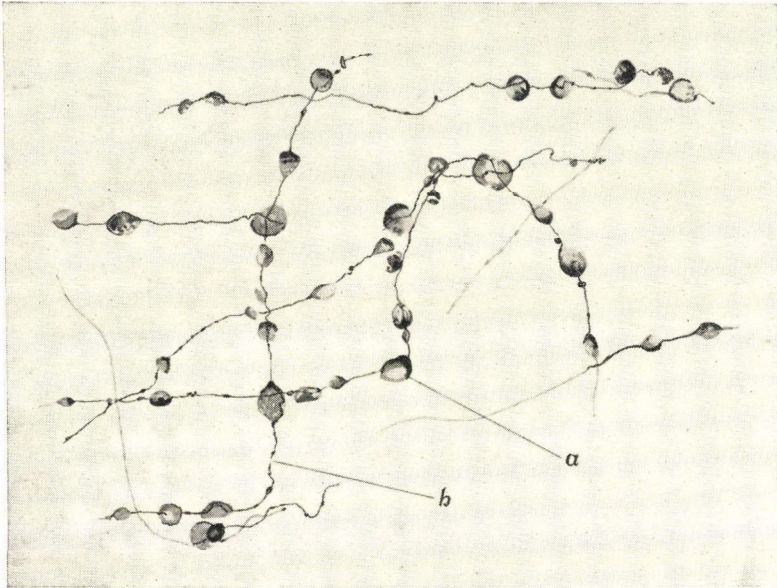


1. ábra. *Bombinator igneus*: hasbőr. Idegfonadék a corium felső részéből. Vitalis-methylénkék. Nagyítás 100×.

maimat beágyaztam, belőlük egészen finom metszeteket készítettem. Ezeken a különböző idegágak, az erek rostjai, a mirigyekhez futó idegrostok mind mutatkoztak, és pedig annyira tisztán, hogy az utóbbiak még igen erős immerziós nagyítás mellett is kitűnően látszottak (2. ábra).

Az efféle idegelemek a legtöbb esetben gazdagon és nagy változatosságban jelentkeztek, azonban intraepitheliális rostokra és végződésekre sajnos a leggondosabb előkészítés dacára sem akadtam sem a sternális bőrben, sem pedig a hasonló eljárással igen nagy anyagon átkutatott felkarbőrben. Éppen ezért a *Rana ridibunda* sternumáról kisebb-nagyobb bőrdarabokat formalinban rögzítettem és belőlük vékony fagyasztott metszeteket készítettem. A metszetek egyrészét *Bielschowsky—Schultze—Gross* szerint, másik részét *Bielschowsky—Ábrahám* szerint impregnáltam. Az eredmény mind a két esetben kielégítő volt. Igen jól impregnálódtak a gazdag bőralatti fonadékok, a mirigyek közötti finom rostok, azonban a hámban intraepithelialis rostokat csak a legritkább esetben sikerült találnom.

Ilyenformán a vizsgálatokból kiderült az, hogy a sternális bőrben, sem a coriumban, sem az epidermisben semmiféle olyan specificus receptortelep nincsen, amely alkalmas volna arra, hogy egy olyan dinamikus és hosszúléjartatú reflexet indítson meg, mint amilyen az átkaroló reflex. Az ideghistológiai vizsgálatok tehát a leghatározottabban amellett szólnak, hogy a sternális bőr nem felvevő helye és eszköze a Goltz-féle átkaroló reflexnek, mivel itt sem az epidermisben, sem a coriumban nincsen olyan idegvégelakulat, amely reflexfolyamat

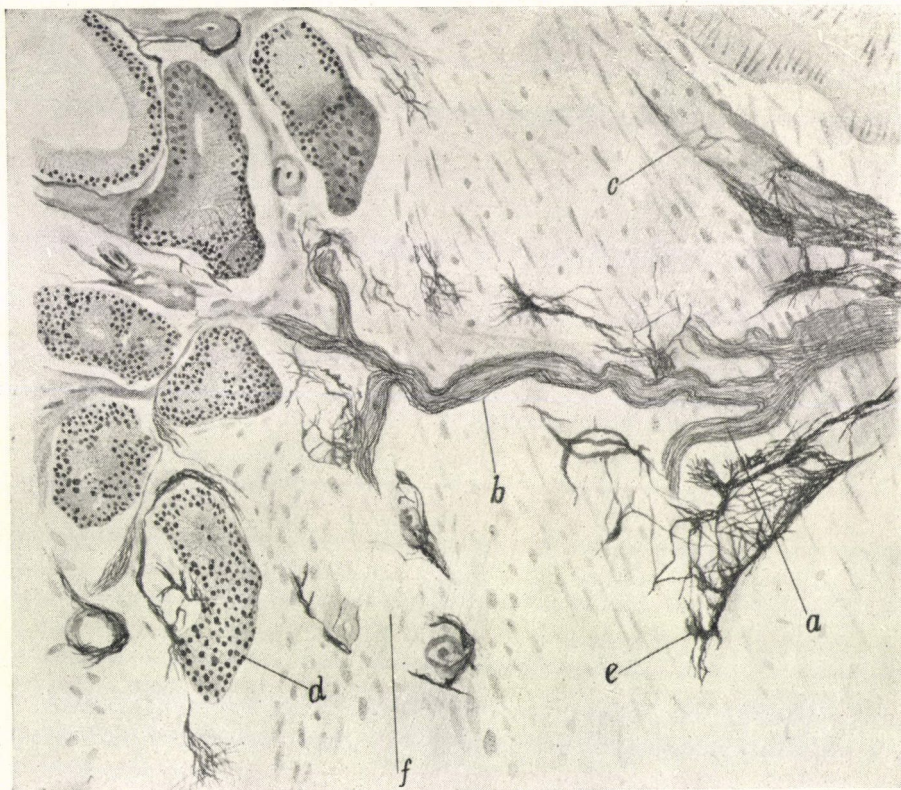


2. ábra. *Bufo viridis*: hasbőr. Mirigybeidegzés a) varix; b) idegrost. Vitalis methylenkék Nagyítás 2400×.

megindítására alkalmas volna. Mivel úgy *Goltz*, mint a későbbi vizsgálók közül *Koppányi* és *Pearcy* egyformán külön hangsúlyozta azt, hogy a sternális bőr mellett az elülső lábak belső oldalát borító bőr is, szerepet játszik a reflex megindításában, megvizsgáltam ezt a bőrdarabot is, de itt is a sternális bőrral szinte teljesen egyező viszonyokat találtam. Sem a hámban, sem a kötőszövetben nem találtam semmi olyan idegkapcsolatot, ami ezt a bőrdarabot akár csak valamivel is érzékenyebbé tehetné, mint a testnek bármely más részét borító hasonló képződményt.

A kísérleti eredmények birtokában most már akár abba is lehetett volna hagyni a vizsgálatokat, mert ha a szóhajóhető három bőrterület közül kettő, mint receptortelep kiesett, akkor mint felvevő készülék természetesen csak egyedül és kizárólag a harmadik, tehát az hüvelykvánkos jöhet szóba. Én azonban, hogy

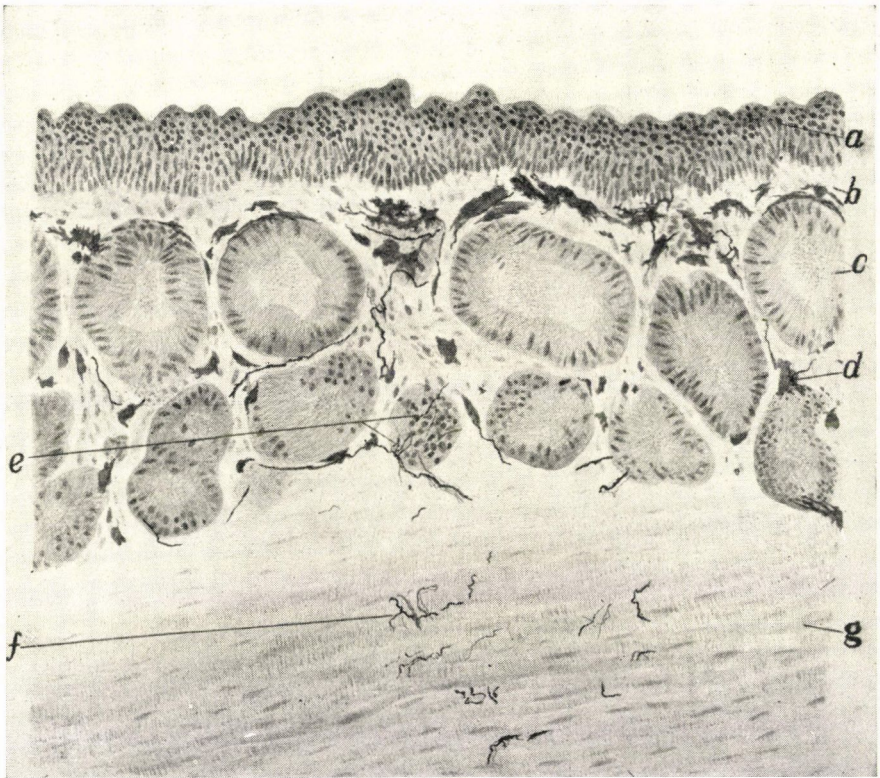
pozitívummal is szolgálhassak, megvizsgáltam és pedig ugyanazokkal az eljárásokkal, mint a sternalis bőrt, illetőleg a végtag belső felületéről vett bőrszakaszt, a hüvelykvánkost is. Tettem pedig azért, hogy elvessem azt a jogosan felvethető ellenvetést, hogy a módszerben van a hiba. Ugyanis, ha a harmadik helyen sem sikerül megtalálnom a receptorokat, akkor arra is gondolhatnánk, hogy az alkalmazott ideghistológiai eljárásokban van a hiba.



3. ábra. *Rana ridibunda*: hüvelykvánkos Tangentialis metszet a coriumból. a) ideg, b) idegrost, c) hajszálér, d) mirigy, e) pigment, f) kötőszövet. Vitalis methyllénkék. Nagyítás 100×.

Az hüvelykvánkos idegkapcsolatait kétféle eljárással igyekeztem kideríteni és pedig vitalis methyllénkékkel való festéssel és ezüstimpregnálással. A methyllénkék a receptorokra vonatkozólag itt sem hozott semmi újat, azonban az impregnálások során a legtöbb esetben nemcsak a corialis idegtörzseket és idegrostokat sikerült impregnálnom, hanem a végződéseket is és pedig úgy a coriumban, mint a hámban. Mivel a legtöbb esetben tangentialisan metsztem az egész hüvelykvánkost, nemcsak a bőrnek, hanem a hüvelyk izmainak a beidegzését is volt alkalmam tanulmány tárgyává tenni. Emellett szépen előtűntek a mirigyek

amelyek mint érthető, kora tavasszal mind turgescens telt állapotban voltak. Látszottak a kisebb-nagyobb vérerek, a pigment sejtek, amelyeknek nyúlványai felpamatolódott állapotban, elnyútan ölelték körül a vérereket. Mindezek mellett és elsősorban jól látszottak a különböző vastagságú idegtörzsek, amelyekben különböző kaliberű és megjelenésű rostok haladnak együtt (3. ábra). Ezeknek a rostoknak egy része, amely nyilván a sympathicus rendszerből ered,



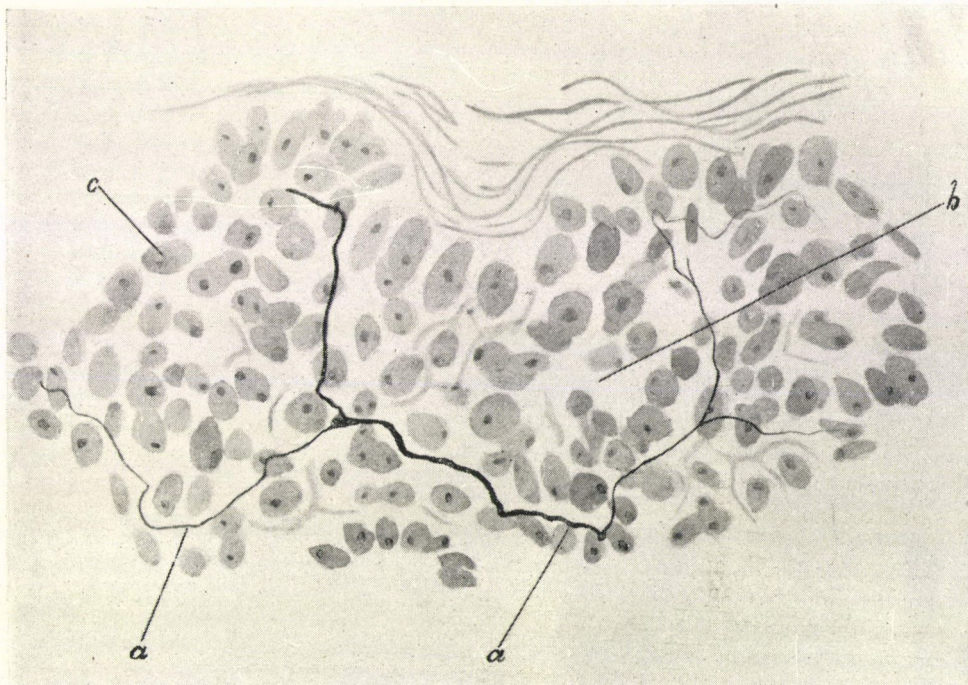
4. ábra. *Rana ridibunda*: hüvelykvánkos a) epidermis, b) corium, c) mirigy, d) chromathophora, e) idegrostok, f) mozgató idegrostok, g) harántesikolt izom; Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 100×.

a vérereket, a pigmentsejteket s a mirigyek között elterülő sima izomelemeket idegzi be. Ugyancsak sympathicus rostok mennek magukhoz a mirigysejtekhez s azokhoz a sima izomkötegekhez, amelyek a coriumot kapcsolják az epidermishez.

A rostoknak egy másik jórésze a hüvelyk izmait látja el mozgatóvégződésekkel. Ezek, valamint a mirigyekhez és a festéksejtekhez menő különböző vastagságú és lefutású rostok jól látszanak a következő ábrán, amely egyúttal a nászra alakuló hüvelykvánkosnak a pontos szövettani képét adja (4. ábra). A hám

főleg pedig ennek a basalis rétege intraepithelialis idegrostokban eléggé bővelkedik (5. ábra).

Eberth és Bunge a hüvelykvánkos hámból a Golgi methodussal kétféle idegrostot mutatott ki. Ezeknek egyik része az írha idegrostjainak egyenes folytatása, a másik pedig különleges, az irodalomban végsejt néven ismert sejtekkel áll kapcsolatban. Az első állításra vonatkozólag határozott álláspontom az, hogy



5. ábra *Rana. ridibunda*: hüvelykvánkos. Intraepithelialis idegvégfa. a) idegrost, b) mirigykivezető, c) epidermis. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 900×.

azok a képződmények, amelyeket *Eberth* és *Bunge* corialis eredetű intraepithelialis, illetőleg hogy az ő kifejezésüket használjam »intraepidermalis« rost néven olyan nagy tömegben közöl, *nem idegrost*. Minden szakember könnyen meggyőződhet arról, hogy a hámban ilyen nagytömegű és ilyen lefutású rost nem fordul elő. Különbö a közölt rostok helyzetéből, csoportosulásából akár minden vizsgálat nélkül is meg lehet állapítani azt, hogy ezeknek egy része műtermék; a másik pedig melanophor nyúlvány.

A végsejtek az *Eberth*- és *Bunge*-féle adatok értelmében megtalálhatók az ujjvánkos stratum spongiosumának felső szélén, közel a membrana basalisához, de máshol is, főleg a vola manuson, valamint a has- és hátbőrben. A sejtek

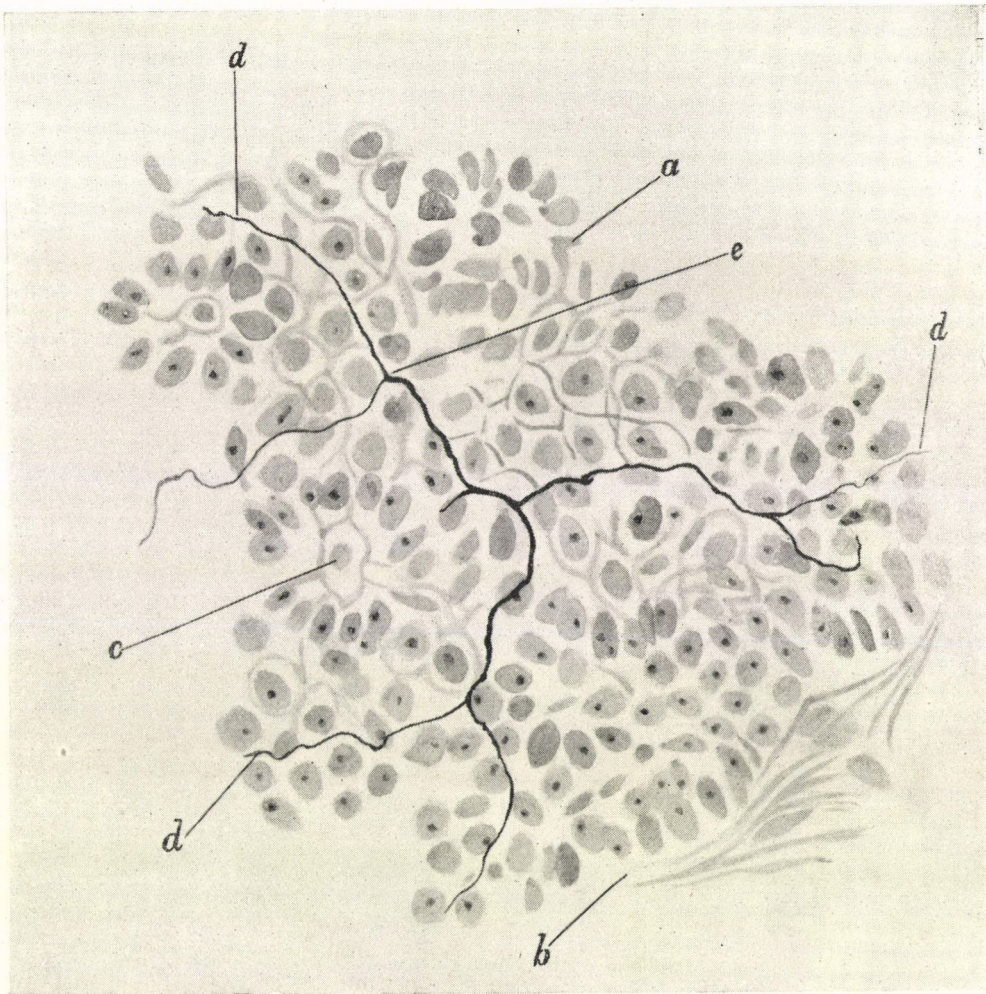
orsóalakúak, olykor csillagszerűek, testükből két főirányba futó nyúlvány ered. A nyúlványok egy része, amelyet *Ebert* és *Bunge* terminalis nyúlványnak, protoplazmanyúlványnak, vagy egyszerűen dendritnek nevez, egyenesen belép az epidermisbe, a másik pedig, amelyet centralis vagy idegnyúlványnak mondanak, a corialis idegrostokhoz társul. *Ebert* és *Bunge* a »terminalis rostok hüvelysejtjeinek« tartja a kérdéses sejteket. Gaupp azonban azon az alapon, hogy *Huber* a *Rana fusca* nőstényeinek nászszemölcseseiből olyan multipolaris idegsejteket írt le, amelyekből számos idegrost lép be az epidermisbe, továbbá, hogy *Bethe* a béka szájpadlásából szintén említ olyan hámalatti bipolaris idegsejteket, amelyeknek periférikus nyúlványa a hámba lép, centralis nyúlványa pedig idegrostokhoz társul, annak a véleményének ad kifejezést, hogy az *Eberth*—*Bunge*-féle sejteknek »idegtermészetét talán mégsem lehet lehetetlennek tartanik«. Ezzel szemben az én felfogásom az, hogy az *Ebert*—*Bunge*-féle sejtek nem egyebek, mint a Golgi-féle eljárással kapott műtermékek. Ezt a felfogásomat arra alapítom hogy olyan bőralatti idegsejt, amelynek intraepithelialis érzőnyúlványai volnának, a gerinceseknél sehol sem fordul elő. A *Huber*-féle adatot elnézésnek tartom, a *Bethe*-féle bipolaris idegsejteknek a nemlétezését pedig már behizonyítottam, amivel együtt az analógia elveszti értékét. Az én felfogásom mellett szól a mikroszkópi kép is, amennyiben sem a totalis készítmények nagy sokaságán, sem pedig a metszetsorozatokon sohasem láttam olyan alakulatot, amelyet hozzáértő szemmel idegsejtnak lehetne mondani.

Az intraepithelialis rostok a legtöbb metszeten jól impregnálódtak, azonban magától értetődőleg az elágazások és kapcsolatok elsősorban olyan metszetenek tűntek elő, amelyek vastagabbak voltak. Az ilyen cca. 50 mikron vastag tangentiális metszetenek a stratum intermedium és a stratum basale sejtsorai között nagyon élesen tűntek elő az intraepithelialis rostok (6. ábra). Ezek, mint a dolgok természetéből következik, olykor magányosan futnak s anélkül, hogy elágaznának a sejtek között, messzire követhetők. Főjellegzetességük az, hogy túlnyomó részben a vánkös felületével párhuzamosan futnak. Ez a jelenség az epidermisnek fokozottabb érzékenységével áll kapcsolatban, mert eddig mindig csak olyan többrétegű hámokban találtam ilyen helyzetet, amelyeknek tulságos érzékenysége közismert. Ilyen a külső nemi szervek hámja és ilyen a halak epidermise.

Az intraepithelialis rostok gyakran gazdagon elágaznak, az egyes ágak messzire követhetők, azonban éppen az elágazás gazdagsága s az ágak iránya miatt ilyen esetekben a kapcsolódási viszonyok nem igen konstatálhatók (7. ábra).

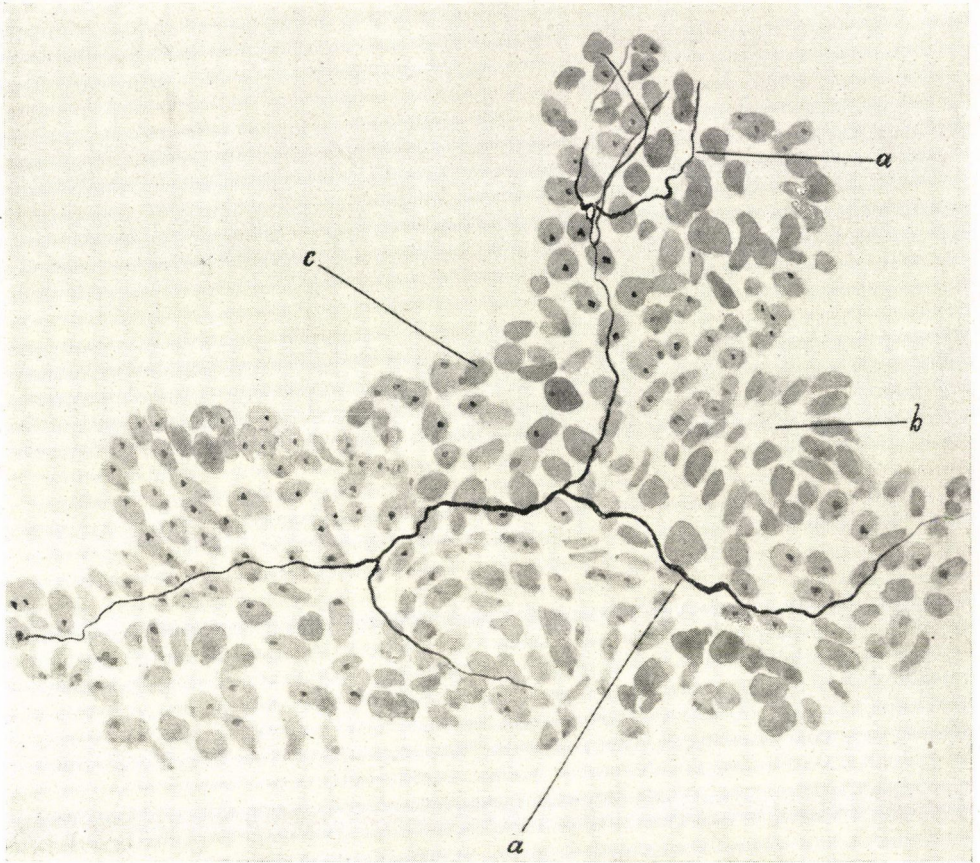
Az elágazás különösen a stratum intermedium alsó szakaszaiban a mirigykivezetők között még fokozottabb méreteket ölt. Nincs kétség aziránt, hogy ezek a finom végágak a hámsejtek között valamiféle végalakulatban végződnek, amelyek ezeken a metszetenek azért nem kerültek elő, mert jóval magasabban vannak. Ugyanis az egészen pontos keresztmetszetek között akadnak olyanok, amelyeken a corialis vastagrost, amely a plexus subepidermalisból veszi eredetét,





6. ábra. *Rana ridibunda*: hüvelykvánkos-keresztmetszet. a) epidermis, b) corium, c) mirigykivezető, d) idegrost, e) elágazás. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 900×.

a corium felső laza rostos szerkezetű részén majdnem merőlegesen halad át és szinte ugyanígy megy rá az epidermisre (8. ábra). Közvetlen a hám alatt két ágra oszlik. Az így keletkező ágak átlag egyforma vastagságúak, sima szélűek s mind a ketten belépnek a stratum basale sejtjei közé. Itt kissé konvergálva egy ideig kifelé haladnak, majd egymást keresztezik s a jobboldali vízszintes helyzetet vesz fel. A baloldali, miután keresztezte a jobboldalit, oldalágat ad le, amely szintén vízszintesen halad, magasra tör egyenesen az epidermis felülete felé s itt a stratum intermedium felső részében eltűnik. Ezekon a végrostokon végző-

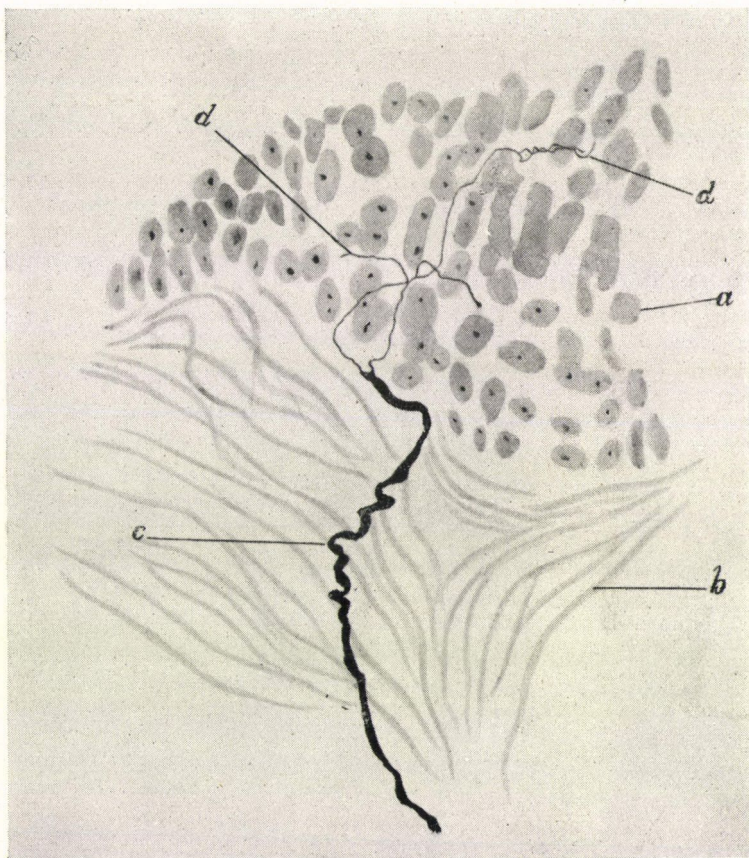


7. ábra. *Rana ridibunda*: hüvelykvánkos-keresztmetszet. Intraepithelialis fonadék. a) idegrost, b) mirigykivezető, c) epidermis. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 900 $\times$ .

dési formatio nem látszik, ez azonban semmiképpen sem mondja azt, hogy ilyen nincs, annál is inkább, mert más metszeten ezeket pontosan meg tudtam találni (9. ábra).

Ebben az esetben, mint a 9. ábrán jól lehet látni, a coriumnak a legfelső rétegében két vastag, nyilván velőhüvelyes rost halad egymás mellett. A rostok, amelyekben jól látszanak a neurofibrillák, közvetlenül a hám alatt velőhüvelyüket elvesztik s mint egészen vékony, simaszélű tengelyfonalak, az epidermisbe lépnek. Ezeken szintén nem látszik a végződési forma, azonban a tőlük jobbra eső intraepithelialis rostvégén ott van az ilyenfajta végződésre általánosságban jellemző véggombocska, amelyet 900 $\times$ -os nagyítással pompásan lehet látni.

Nézetem szerint minden másféle elgondolás ellenére ezek a megállapítások azok, amelyek eldöntik azt, hogy hol van a reflex felvevő talpa. Nem lehet kétség aziránt, hogy ott, ahol a felvevő receptorok rostjai futnak és végződnek. Ez a hely pedig az elmondottak és rajzban bemutatottak alapján nem más, mint



8. ábra. *Rana ridibunda*: hüvelykvánkos-keresztmetszet. a) epidermis, b) corium, c) idegrost, d) intraepithelialis idegrost. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 900×.

hüvelykvánkos. Az, hogy cocainnal injiciált hüvelykpárnás állatok mutatták a reflexet, valamint azok is, amelyeknek hüvelykpárnájára kokainos szivacsot tettek rá, nézetem szerint nem mond semmit, illetőleg azt mondja, hogy a 0.5 %-os kokain-oldat sem injekcióban, sem a vastag epidermis tetejére rakva nem tudott olyan hatást kifejteni, amely a receptorok érzékenységét le tudta volna fokozni. Hogy a Goltz—Koppányi—Percy-féle kísérleti ered-

mények dacára is itt van és itt kell lennie a reflex felfogó helyének, azt bizonyítja az, hogy az összes többi a kísérletezőktől ilyenként felvett helyek — a sternalis bőr — az elülső végtag felső belső felületén lévő bőr — finom beidegzés tekintetében egyöntetűen szinte teljesen negatív. A hüvelykvánkos hámja az egyetlen felvevő hely, mert itt végződnek nagyobb számban intraepithelialis rostok, amelyek kétségtelenül a reflexív receptorainak a végződésai.



9. ábra. *Rana ridibunda*: hüvelykvánkos-keresztmetszet. a) epidermis, b) corium, c) idegrost, d) neurofibrilla, e) intraepithelialis idegrost, f) intraepithelialis idegvégződés. Bielschowsky-féle eljárás. Nagyítás 900×.

### Összefoglalás.

1. A *Rana ridibunda* Pall., *Bufo viridis* Laur., *Bombinator igneus* Laur. különböző korú példányain az Ehrlich-féle vitalis metylénkéssel és a Bielschowsky-féle ezüstözési eljárással végzett idegészövettani vizsgálatok tanúsága szerint sem a sternalis bőrben, sem az elülső végtag belső felületét borító bőrben nincsenek receptorvégzések, amiből következik, hogy sem az egyik, sem a másik bőrterület nem lehet a Goltz-féle átkaroló reflex felvevő helye.

2. Az egyetlen bőrdarab, ahol specifikus receptorikus berendezések vannak, a hüvelykvánkos bőre. Ennél fogva nincs kétség aziránt, hogy a Goltz és Koppányi—Percy-féle kísérleti megállapításokkal szemben helyes

a *Steinach—Langhans*-féle felfogás amelynek értelmében a reflex felvevő helye a hüvelykvánkos bőre. Ugyanis aneurohistologiai vizsgálatok azt igazolják, hogy a *Goltz*-féle átkaroló reflex felfogó készülékei a hüvelykpárna epidermisében foglalnak helyet.

## IRODALOM

1. *Gaupp E.* : Anatomie des Frosches. Dritte Abteilung. Braunschweig 1904.
2. *Goltz* : Beiträgez. zur Lehre von den Funktionen der Nervenzentren des Frosches. 1869.
3. *Koppányi* and *J. F. Percy* : Studies on the clasping reflex in Amphibia. A. J. P. 71. 1924. 34.
4. *Steinach* : Pflüges's Arch., 1894. LVI. 304.