

ÁLLATTANI KÖZLEMÉNYEK

A MAGYAR BIOLÓGIAI EGYESÜLET ÁLLATTANI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

Szerkeszti: SZÉKESY VILMOS

XLIV. 1954. kötet. 3—4. füzet

Megjelent 1954 szeptember hó

A MADARAK SZEMMOZGATÓ IZMAINAK BEIDEGZÉSE, TEKINTETTEL A GANGLION CILIARE SZERKEZETÉRE*

Írta:

ÁBRAHÁM AMBRUS és STAMMER ARANKA
(Szegedi Tudományegyetem Általános Állattani és Biológiai Intézete)

(10 táblán 24 ábrával)

Bevezetés

A madarak szemmozgató izmainak a beidegzésével, amennyire a rendelkezésünkre álló irodalmi adatokból meg lehet állapítani, eddig nem-igen foglalkoztak, pedig a kérdés anatómiai, morfológiai, fiziológiai, oekológiai és filogenetikai szempontból egyformán fontos és érdekes. Slonaker (10) vizsgálataitól eltekintve, amelyek csak igen szűk területen és bonctani vonatkozásban foglalkoznak a felvetett problémával, egyetlen olyan munka sincs a világ-irodalomban, amely közelebb hozott volna bennünket ennek a szerkezeti és élettani szempontból is felette fontos kérdés-komplexumnak a megoldásához. A szemizmok nagysága, szerkezete, eredése, tapadása, lefutásának iránya, viszonya az orbitában lévő szervekhez, elsősorban a Harde-féle mirigyhez, mind olyan tényezők, amelyek az életmód formáló hatását, a szervezet és környezet kölcsönös kapcsolatát és egységét mindennél pontosabban és elfogadhatóbban tükrözik. Ezért igyekeztünk vizsgálatainkat minél több olyan madárfajra és madárcsoportra kiterjeszteni, amelyeknél az életmód, a tartózkodási hely, a táplálékszerzés és a táplálkozás alakító hatása tükröződik a szemizmokon és természetesen ezeken keresztül a beidegzési viszonyokon. Vizsgálataink felölelik az összes szemizmok anatómiáját, a makroszkópikus és mikroszkópikus beidegzését, továbbá a *ganglion ciliare* bonc- és szövettanát. Vezető szempontunk az összehasonlítás, s az egyezések és eltérések rendszerezése alapján a hatóerők és tényezők vizsgálata.

Vizsgálati anyag, módszerek

Vizsgálati anyagul elsősorban a könnyen hozzáférhető házimadarak szeme szolgált. Ezek mellett igen nagyszámú, nem domesztikált madárszemet is megvizsgáltunk. A bonctani vizsgálatokat a legtöbb esetben friss szemeken végeztük, de elég gyakran előfordult az is, hogy formalinban jól konzervált anyagon dolgoztunk.

Vizsgálatainkban hármás főcél lebegett szemünk előtt: 1. adatokat szolgáltatni az összehasonlító anatómiának a madárszemmel foglalkozó, meg lehetően hézagos fejezetéhez, 2. a makroszkópikus és mikroszkópikus beidegzési viszonyok ismerete alapján összefüggést keresni a madarak látó-készülékének anatómiai viszonyai, illetve környezettani és életmódtani kapcsolatai között, 3. megállapítani azt, hogy a rendszertani hely, a kor és az életmód a szemizmok beidegzésében hoz-e létre eltéréseket. A megvizsgált madárfajok a következők:

* Előadták a szerzők az Állattani Szakosztály 1954. március 5-én tartott 474. ülésén.

Gallinacei: tyúk (*Gallus domesticus* Briss.), gyöngytyúk (*Numida meleagris* L.), pulyka (*Meleagris gallopavo* L.), fácán (*Phasianus colchicus* L.).

Columbae: balkáni kacagó gerle (*Streptopelia decaocto* Friv.), gerle (*Turtur turtur* L.), házigalamb (*Columba livia domestica* Om.).

Lari: kormos szerkő (*Hydrochelidon nigra* L.), kacagó sirály (*Larus ridibundus* L.), ezüstsirály (*Larus argentus* Pontopp.).

Grallae: nagygoda (*Limosa limosa* L.), réti cankó (*Totanus glareola* L.), közép-sárszalonka (*Gallinago gallinago* L.), pajzsos cankó (*Paronella pugnax* L.), széki lile (*Charadrius alexandrinus* L.), széki csér (*Glareola pratincola* L.), vizityúk (*Gallinula chloropus* L.) guvat (*Rallus aquaticus* L.), kiscoda (*Limosa lapponica* L.), havasi partfutó (*Stringa alpina* L.), sarlós partfutó (*Tringa subarquata* Güld.), bíbic (*Vanellus vanellus* L.).

Lamellirostres: lúd (*Anser anser* L.), kacska (*Anas anas* L.), tőkésréce (*Anas boschas* L.), lile (*Anser albifrons* Ssop.), cigányréce (*Nyroca nyroca* L.), apróréce (*Anas crecca* L.), vadlúd (*Anser fabalis* Lath.), búvárréce (*Mergus merganser* L.).

Ciconiae: szürkegém (*Ardea cinerea* L.), kanalasgém (*Platalea leucorodia* L.), kiscócsag (*Garzetta garzetta* L.).

Pygopodes: sarki búvár (*Colymbus arcticus* L.) törpe vöcsök (*Podiceps fluviatilis* Tunst.), feketenyakú vöcsök (*Podiceps nigricollis* Brhm.), búbos vöcsök (*Podiceps cristatus* L.).

Accipitres: farkó rétiheja (*Circus macrurus* Gmel.), vörösvérce (*Falco tinnunculus* L.), pusztai ölyv, nagyölyv (*Buteo ferox* Gm.), egerészölyv (*Buteo buteo* L.).

Striges: fülesbagoly (*Asio otus* L.), macskabagoly (*Syrnium aluco* L.).

Psittaci: hullámpapagály (*Melopsittacus undulatus* Shaw.).

Coccygomorpha: jégmadár (*Alcedo ispida* L.).

Pici: tarka harkály, nagy fakopáncs (*Dryobates maior* L.), zöld harkály (*Picus viridis* L.).

Passeres: veréb (*Passer domesticus* L.), seregély (*Sturnus vulgaris* L.), csóka (*Colaeus monedula* L.), meggyvágó (*Coccothraustes coccothraustes* Pall.), fekete rigó (*Turdus merula* L.), csíz (*Carduelis carduelis* L.), pacsirta (*Alauda arvensis* L.), fenyőrigó (*Turdus pilaris* L.), szajkó (*Garrulus glandarius* L.), partifecske (*Riparia riparia* L.).

Szövektanilag a tyúk (*Gallus domesticus* Briss.), a pulyka (*Meleagris gallopavo* L.), a lúd (*Anser anser* L.), a galamb (*Columba livia domestica* Om.), a szürkegém (*Ardea cinerea* L.), az egerészölyv (*Buteo buteo* L.), a gyöngytyúk (*Numida meleagris* L.), a bagoly (*Syrnium aluco* L.) és a sirály (*Larus ridibundus* L.) szemizmait és ciliáris dúcait dolgoztuk fel. A szövettani vizsgálatokhoz a szemizmokat L a w r e n t j e w-féle AFA-ban, majd 10–20%-os neutrális formalinban rögzítettük, fagyasztó-mikrotómmal metszettük, Bielschowsky-Gross (2), illetőleg Bielschowsky-Ábrahám (5) szerint impregnáltuk. A *ganglion ciliare* impregnálására kizárólag a Bielschowsky-Ábrahám-féle módszert találtuk alkalmaznának.

Az anyag — mint a felsorolásból látszik — a legkülönbözőbb életmódot folytató madárrendekből került elő, s ezért igen alkalmas volt arra, hogy a madár-szemizmok és a *ganglion ciliare*-k anatómiai és szövettani viszonyairól általános képet alkossunk, és ugyanakkor a számos eltérés, különbség és hasonlóság alapján a felvetett kérdések megoldásához adatokat gyűjthessünk.

A szemizmok anatómiai helyzete

A madárszemnek, mint általában minden gerinces állat szemének a mozgására négy egyenes és két ferde izom szolgál, amelyekhez, a többi gerinces csoportoktól eltérően, itt még két izom járul, mégpedig a *membrana nictitans* visszahúzására szolgáló *musculus quadratus* és *musculus pyramidalis*.

A szemizmok eredése és tapadása nagyjában megegyezik a többi gerincesnél, főleg az emlősöknél talált viszonyokkal, talán ezért maradtak el idevonatkozólag az irodalmi adatok. Mivel az összehasonlításnál szükség volt az eredet és tapadás ismeretére, errevonatkozólag is pontos vizsgálatokat végeztünk, és a következőket állapítottuk meg.

A négy egyenes szemizom az orbita-falon közös innal ered. A közös ín hüvelyszerűen körülveszi a *nervus opticus*-t. A négy izom rövid lefutás után egymástól elkülönül. Az inas rész mögött az izmok kiszélesedő erős izomhasat alkotnak, majd lapjában elvékonyodva, kiszélesedő, lapos, igen vékony innal a bulbus scleráján tapadnak.

A ferde-szemizmok a mesethmoideumon egymás alatt széles alappal, a szem aequatorának megfelelő magasságban erednek. A *musculus obliquus superior* a szem aequatorától felfelé haladva mindinkább elvékonyodik, és igen széles, de vékony ínnal tapad a bulbuson, gyakran a *musculus rectus superior* ina alatt. A *musculus obliquus superior*-nak a madaraknál — az emlősöktől eltérően — csak egy izomporciója van. A *musculus obliquus inferior* a szem aequatorától lefelé haladva szintén egyre vékonyodik, majd széles és vékony ínnal tapad a bulbuson, legtöbbször a *musculus rectus inferior* ina felett.

A *musculus pyramidalis* a *musculus rectus inferior* és *musculus obliquus inferior* tapadási helye alatt ered. Ina átfúrja a *musculus quadratus* izomtestét, megkerüli a *nervus opticus*-t és a *musculus rectus lateralis* és *musculus rectus inferior* között elhaladva, a bulbus elülső felszínére hajlik, s a *membrana nictitans*-on tapad. A *musculus quadratus* széles alappal ered a sclerán, s a *musculus pyramidalis* inát körülfogva, önmagába hajlik vissza. Az a körülmény, hogy a *musculus pyramidalis* ina a *musculus quadratus*-on keresztül halad, a két izom együttműködését biztosítja. A fent ismertetett eredési és tapadási viszonyoktól egyes fajoknál a következő szembetűnő eltéréseket tapasztaltuk.

Az összes házimadarak szemizmmainak a tapadási felterjednek a bulbuszélíig. Ezt láttuk a legtöbb nappali madárnál is. Ennek ellentéte mutatkozik a bagolyféléknél (éjszakai ragadozók), ahol — mint F r a n z (1907) és B a r t e l s - D e n n l e r (1920) vizsgálataiból is kitűnik — a szemizmok minimálisak, és nem szolgálják a szem mozgatására (S o e m m e r r i n g, 1918). A két ellentét között számos átmenet található. Eddigi vizsgálataink szerint, a szemizmok fejlettségét illetően, mintegy középhelyet foglal el a baglyok és legtöbb nappali- és házimadár között a közép-sárszalonka (*Gallinago*) szeme. A kissé kiemelkedő lencsésű szemén a szemizmok ugyan túlterjednek az aequatoron, de gyengék, mint a baglyoké. Megítélésünk szerint ez a jelenség is összefügg a madár életmódjával (nappal és éjjel egyaránt röpködő madár).

A ferde-szemizmok anatómiai viszonyában is vannak különbségek. Vannak madarak, ahol a ferde-szemizmok annyira hosszúak, hogy a *musculus rectus inferior*, illetve a *musculus rectus superior* inán is túlmenően tapadnak. Viszont másutt annyira rövidek, hogy több milliméterrel a *musculus rectus superior*, illetve a *musculus rectus inferior* előtt tapadnak. Feltűnően rövidek pl. a gerle (*Turtur*) ferde-izmai, amelyek a *musculus rectus inferior* előtt 5 mm-re tapadnak. Ugyanekkor a vele rokon galamb (*Columba*) ferde-izmai jól fejlettek, hosszúak és túlmenően tapadnak a *musculus rectus inferior*-on. Rövid, de igen széles ínnal tapad a réti cankó (*Totanus*) *musculus obliquus superior*-ja és *inferior*-ja. Rövidek és vékonyak a baglyok ferde-izmai is. Feltűnően hosszúak és erősen fejlettek a seregély (*Sturnus*) és a nagy goda (*Limosa*) ferde-izmai. Egyes esetekben úgy látszik, hogy a H a r d e r-féle mirigy erős fejlettsége — mely, mint ismeretes, általában a vízi madaraknak érdekes sajátja — együtt jár a *musculus obliquus inferior* elgyengülésével. Ilyen esetben csak az eredési helyénél látszik ki a H a r d e r-féle mirigyből, és annyira gyengén tapad a bulbushoz, hogy a H a r d e r-miriggyel együtt tépés nélkül levehető.

A *musculus rectus lateralis* és *medialis* egyenlő fejlettségű pl. a csóka (*Colaeus*) veréb (*Passer*), seregély (*Sturnus*) esetében. Ezzel szemben pl. a pulyka (*Meleagris*), tyúk (*Gallus*) vagy gyöngytyúk (*Numida*) mediális egyenes szemizma jóval szélesebb, de vékonyabb, mint a laterális egyenes szemizom. A fenti két egyenes szemizomnál mutatkozó eltérések érdekes esetét figyelhetjük meg a

baglyoknál, ahol a *musculus rectus medialis* a legfejlettebb valamennyi szemizom között, jóval vastagabb és szélesebb, mint a *musculus rectus lateralis*.

A *musculus rectus superior* és *inferior* legtöbbször a laterális oldalra szorul. Ennek elsősleges oka az, hogy a *nervus opticus* laterálisan lép ki a bulbusból, jóval laterálisabban, mint az embernél és a legtöbb emlősnél. Az említett izmok elhelyezkedése, a mondott okon túl, összefüggésben van a Harde-r-mirigy fejlettségével is, mert pl. a fülesbagoly (*Asio*) szemén, hol a Harde-r-mirigy kicsi, az izmok elrendeződése megközelítőleg szimmetrikus. Ezzel szemben a Harde-r-féle mirigy rendkívül fejlett pl. a veréb (*Passer*), tyúk (*Gallus*), kacsá (*Anas*) vagy a réti cankó (*Totanus*) esetében, és ugyanakkor az izmok helyzete feltűnően aszimmetrikus. A nasális aszimmetria, melyet Franz (1909), Hess (1912), Rochon — Du vigneaud (1920) a szem belső izmaira vonatkoztat, ilyen formában a szem külső izmainak elrendeződésében is jelentkezik.

A *musculus pyramidalis*-t legtöbb esetben a *musculus rectus inferior* fedi, mint pl. a pulyka (*Meleagris*), gyöngytyúk (*Numida*), nagy goda (*Limosa*), kormos szerkő (*Hydrochelidon*) esetében, de előfordul az is, hogy a *musculus pyramidalis* mediálisabban ered, és ilyenkor félig vagy teljesen a *musculus rectus inferior* mellett helyezkedik el. Félig fedi a *musculus pyramidalis*-t a *musculus rectus inferior* pl. a galamb (*Columba*), gerle (*Turtur*), tyúk (*Gallus*), kacsá (*Anas*), baglyok (*Striges*) esetében, mellette fekszik pl. a csókánál (*Colaeus*).

A szemizmok beidegzése

Az izmokat a 3., 4. és 6. agyideg látja el idegrostokkal. A 3., a *nervus oculomotorius* idegzi be a *musculus rectus superior*-t, *inferior*-t, *medialis*-t és a *musculus obliquus inferior*-t, a 4., a *nervus trochlearis* a *musculus obliquus superior*-t. A 6., a *nervus abducens* idegzi be a *musculus rectus lateralis*-t, a *musculus quadratus*-t és a *musculus pyramidalis*-t.

Ezeknek az idegeknek a lefutását és kapcsolódási viszonyait illetőleg az irodalom elég szegényesnek mutatkozik. Mindössze Slonaker (10) a verébre, Szakáll (14) a házi szárnyasokra vonatkozólag közöl figyelemreméltó adatokat. Stresemann (12) az összes madarak agyidegeire általánosítja Slonaker adatait. Hogy az agyidegek az agyból való kilépés után milyen ágakkal s milyen formában kapcsolódnak a szemizmokhoz, erről általánosan is igen kevés szó esik. Mivel a szemizmok beidegzésénél ez is fontos problémának látszik, követjük az orbitába belépő agyidegek útját, egészen az idegrostoknak az izomrostokkal való végkapcsolatáig.

A harmadik agyideg, a *nervus oculomotorius*, a *nervus opticus* kilépési helyétől laterálisan kissé lejjebb eső saját nyílásán át lép be az orbitába. A megvizsgált madarakon a belépés után 1—2 mm-re kettéágazik: a vékonyabb ág, a *ramus superior nervi oculomotorii* a *musculus rectus superior*-hoz megy. A felületén haladó idegágak elég sokáig követhetők. Az izomba való belépés helyén az ideg azonnal kettéágazik, majd az ágakból még szabad szemmel is látható és jól követhető kisebb ágak mennek szét az izomba. A vastagabb ág, a *ramus inferior nervi oculomotorii* rostokat ad a *ganglion ciliaré*-ba, majd tovább halad a *musculus rectus inferior* felületén, és közben számos ágat ad az izomnak. A *musculus rectus inferior* elhagyása után egy elég vastag ágat ad a *musculus obliquus inferior*-nak ez az ág az izom alsó felszínén láthatóan több ágra hull szét. Az *oculomotorius ramus inferior*-jának végső elágazása a *musculus rectus medialis*-ban van, melyhez párhuzamosan futó vékony rostokkal kapcsolódik.

A negyedik agyideg, a *nervus trochlearis*, a középagy és nyúltagy határ-
árból kiindulva végigfut a középagy határfelszínén. Az orbitába a *nervus*
opticus nyílása felett 2—3 mm-re lévő saját nyílásán lép be, és a *musculus obli-*
*quus superior*hoz megy, ahol elágazásai az izom alsó felületén jól láthatók és
követhetők (1. ábra).

A hatodik agyideg, a *nervus abducens*, az orbitába közvetlen a *nervus*
oculomotorius mellett laterálisan lép be. A két belépési nyílást legtöbbször csak
egész vékony csontlemez választja el, ezért egy nyílásnak látszik. A *nervus*
abducens a *musculus rectus lateralis*-t, a *musculus quadratus*-t és a *musculus*
pyramidalis-t idegzi be. S l o n a k e r vizsgálatai szerint, a veréb *nervus abdu-*
cense a *ganglion ciliaré*-hoz is ad rostokat. S t r e s e m a n n ezt az adatot az
összes madarakra vonatkozólag általánosítja. Ezzel szemben tény az, hogy a
nervus abducens sem a verébnél, sem más madárnál nem ad ágat a *ganglion*
ciliaré-hoz. Tévesnek találjuk S l o n a k e r nek az *abducens* lefutását illetőleg
közölt adatait is. Szerinte a hatodik agyideg, belépés után, a *musculus rectus*
lateralis-ban végződik, egy mellékágával megkerüli a *nervus opticus*-t, közben
pedig rostokat ad a *musculus quadratus*-hoz, majd a *musculus pyramidalis*-ban
végződik. Ezzel ellentétben minden megvizsgált madárnál a következő viszo-
nyokat találtuk. A hatodik agyideg belépése után két ágra esik szét, egy alsóra
és egy felsőre. Az alsó ág a *musculus pyramidalis*-hoz megy, és ott esik szét
finomabb ágakra, a másik, felfelé haladó ág rövid lefutás után két ágra oszlik, az
egyik a *musculus rectus lateralis*-hoz, a másik ívalakban a *nervus opticus* mellett
haladva, a *musculus quadratus*-hoz fut, és annak felső felszínén szabad szemmel
is követhető ágakra esik szét. A *musculus rectus lateralis*-ba lépő ágak vékonyak,
szabad szemmel alig láthatók, a *musculus quadratus* felületén azonban követhetők (2. ábra).

Az ötödik agyidegnek, a *nervus trigeminus*-nak csak a *ramus ophthalmicus*-a
az, mely a *foramen oculomotorii*-tól laterális helyzetű nyílásán át lép a szemgö-
dörbe, végighalad a *nervus opticus*-tól laterálisan a *musculus rectus lateralis* és a
musculus rectus superior előtt, majd egy darabon a *musculus quadratus*-on fut
végig, s a szem mediális felső részénél, a *musculus obliquus superior* alatt átjutva,
elhagyja a bulbust, majd rövidesen az orbitát. Látható ágakat a szemizmokhoz
nem ad. Egy, vastagságban és hosszúságban a különböző fajoknál erősen variáló
ágat bocsát a *ganglion ciliaré*-ből kilépő *nervus ciliaris crassus*-hoz, egy másikat,
az orbitából való kilépés előtt, a H a r d e r -mirigyhez, viszont a szemizmokhoz
nem. Régebbi vizsgálatok során mind a madarak, mind az emlősök szemizmmai-
val kapcsolatban felmerült az a gondolat, hogy a bennük futó érző-idegelemek
nem *trigeminus*-eredetűek-e. Az újabb vizsgálatok nagy része ezt elveti, bár az
agyidegmagvak kapcsolatának lehetősége egyáltalán nincsen kizárva (W o l -
l a r d, 1931).

A beidegzési viszonyok a különböző madárfajoknál lényeges eltérést nem mutatnak. A bul-
bus és az izmok helyzete, nagysága, illetőleg vastagsága következtében az idegek lehetnek véko-
nyabbak vagy vastagabbak, rövidebbek vagy hosszabbak, de az izombalépés helye, a fő- és mellék-
ágak elrendeződése nagyjából egyforma.

A belépő idegtörzsek alkata szerint a szemizmok két csoportra oszthatók.
Az első csoportba tartozik a *musculus obliquus superior*, a *musculus obliquus*
inferior, a *musculus rectus superior* és a *musculus pyramidalis*. Az ezekbe lépő
ideg egy törzssel éri el az izmot. A törzs makroszkóposan jól látszik, sőt még a
belépés után is követhető egy rövid darabon szabad szemmel. A belépő törzsek
átmérője igen különböző, de ez természetes is. A törzs vastagsága mindig ará-

nyos a bulbus és a szemizmok nagyságával, illetve fejlettségével. A pulykánál a *musculus obliquus inferior*-ba lépő törzs eléri az 1200 μ átmérőt, a galambnál, tyúknál, gyöngytyúknál, gémnél, bagolynál 600—800 μ között ingadozik. A legvékonyabb a *musculus rectus superior* idegtörzsének vastagsága, amely a tyúknál 245, a galambnál mindössze 186 μ . Az izombalépés után a belépő idegtörzs elágazik; a *musculus rectus superior*-nál közvetlenül a belépés helyénél két erős, egyforma vastagságú melléktörzsre esik szét, az *obliquus*-oknál a belépő főtörzsből egymás után több melléktörzs ágazik ki, de egy erős melléktörzs sokáig megtartja a belépés irányát. A végén ez is két mellékágra tagolódik, és ezek kb. egyenlő vastagságú további oldalágakra esnek szét. A mellékágak lefutása többé-kevésbé párhuzamos; érdekes sajátosságuk, hogy lefutásuk közben belőlük olyan ágak is kilépnek, amelyekkel egymáshoz kapcsolódnak.

A második csoportba tartozik a *musculus rectus inferior*, a *musculus rectus medialis*, a *musculus rectus lateralis* és a *musculus quadratus*. Itt az előbbi csoporttal szemben eltérés mutatkozik, mert ezekenél az idegtörzs az izom előtt halad végig, s ebből egyenlő vastagságú melléktörzsek lépnek az izomba. Maga az utoljára belépő ideg olyan, mint bármelyik melléktörzs. A többé-kevésbé egymással párhuzamosan haladó melléktörzsek száma 3—4, a *musculus inferior*-ban 4—6. Vastagságuk átlag 40—60 μ , a galambnál 20 μ . E törzsekből éppúgy, mint az előző csoportoknál, kilépnek az oldalágak, melyek egymással kapcsolatban maradnak.

A szemizmok harántcsíkos rostjai idegekben rendkívül gazdagok. Az összes madárszemizmokra jellemző, hogy az idegek oldalágrendszerei egymással kapcsolatban maradnak (3. ábra). A kapcsolódást — mint a harmadik ábrán látható — gyakran több idegtörzsből álló nyaláb létesíti, és pedig úgy, hogy ez a nyaláb a szomszédos idegtörzsbe lép, vagy esetleg egy távolabbiban folytatja az útját. Az ilyen kiágazásokkal kapcsolatban hangsúlyoznunk kell, hogy mindig csak rosthelycseréről, és nem elágazásról van szó. Az összeköttetést olykor csak egészen vékony rostok létesítik. Ezek néha velőtlenek, szerfölött vékonyak, s általában olyan jellegűek, hogy vegetatív-rostoknak tarthatók (4. ábra).

A fő- és melléktörzsekből kiinduló oldalágak is gazdagon szétágaznak. Ezzel magyarázható, hogy az izom peripheriája felé is bőséges az idegellátás. Az idegágak számos oldalág leadása, és sok mozgató véglemez formálása után is végigkísérik az izomrostokat, és akkor sem szűnnek meg, ha az izom elvékonyodik. Finom, párhuzamos lefutású idegrostok egészen az izomrostnak az ínba való átmenetelig követhetők, ahol fokozatosan eltűnnek az izomrostok között (5. ábra).

A kisebb-nagyobb oldalágak és nyalábok az izmokban rendkívül gazdagon ágaznak szét. Az így keletkező végágrendszer a szemizmok esetében különlegesen gazdag, mert ezek laposak, s így az idegrostok lap-mentén terjednek szét (6. ábra).

A szemizmok idegei központi eredetű periphericus rostok, tehát velőhüvelyesek és neurilemmásak. Az idegrostok igen különböző vastagságúak, és már a belépő törzsben is különbözők. Átmérőjük változik, 1—2 μ -tól 14—18 μ -ig. A periphéria felé a vékony rostok vastagságban gyakran csak a μ tört részei (7. ábra). A vékony rostok — mint a hetedik ábrán jól látható — az idegtörzsekben a vastag rostokkal együtt haladnak, majd az oldalágakban kitérnek, s ezekkel a véglemezekig futnak. Ezekben vagy ezektől távolabb tűnnek el. Végződésük formáját megállapítani nem lehet. A szemizmok idegrostjain — mint általában a központi eredetű rostokon — gyakoriak a varixok. Különösen

kifejezettek ezek a mozgató-véglemezekbe menő, de a magános, gyakran kissé hullámos lefutású rostokon is (8. ábra). A rostok lefutása közben, ha ritkán is, de tapasztalható neurofibrilláris fellazulás (9. ábra). A kilencedik ábrán jól látszanak a közbeiktatott neurofibrilláris lemezek, de az is, hogy egyes rostok a végelágazás megkezdésekor mennek át finom neurofibrilláris fonadékba. Emellett még látszik valami az ábrán, ami különösképpen jellemző a szemizmok idegrostjaira, nevezetesen a mozgató-rostok esetében másfelé nem tapasztalt hirtelen kaliberváltozás.

Bár minden szemizomban elég szép számmal található motorikus lemez, különösen nagy számmal vannak effélék a *nervus oculomotorius ramus inferior*-a által beidegzett izmokban, nevezetesen a *musculus rectus inferior*-ban, a *musculus obliquus inferior*-ban és a *musculus rectus medialis*-ban. Ezeknek az idegei bizonyos eltérést mutatnak a többtől abban, hogy igen nagy kiterjedésű lemezrendszereket formálnak (10. ábra). Igen gyakori az olyan eset, amikor 7—8 véglemez csoportosul össze rendszerré. Úgy látszik, ezek speciálisan a szemizmok jellemzői, mert ilyen nagy kiterjedésű lemezrendszerek a madár vázizmaiban nem találhatók. Emellett az is jellemző, hogy a mozgató véglemezek rendkívül nagyok és kitűnően impregnálódnak, s az egyes végtalpacskák száma igen nagy, és körvonaluk éles. Mint jellegzetességet kell megemlítenünk azt is, hogy a véglemezek körül hiányoznak a szokásos izommag-csoportosulások (11. ábra).

A véglemez alkotásában néha vékony lefutású, a többtől morfológiailag eltérőnek látszó idegrost is résztvesz. E vékony rost a még velőhüvelyes központi rostok között feltűnik, s a véglemez bonyolultságát növeli. Láttunk már ilyen rostot a mozgató lemeztől eltérni, s a közelben eltűnni. Lehet, hogy ultraterminális rost, amely C i l i m b a r i s (1910) szerint a kígyók mozgató véglemezeire jellemző, de az is feltehető, hogy vegetatív rost.

A szemizmok általános beidegzési viszonyainak a leírása után fel kell vetnünk két idevonatkozó, nehezen megoldható idegtani problémát, mégpedig azt, hogy a szemizmokban vannak-e érző idegrostok, továbbá, hogy a mozgató véglemezek alkotásában része van-e a vegetatív idegrendszernek?

Érző-rostok

Az irodalom idevonatkozó adatai igen eltérőek. Cipollone, Scherrington, B a u m még tagadják az érző izomorsók jelenlétét a szemizomban (emberre vonatkozó adatok), azonban S t e i n i t z már egy bizonyos megjelenésű idegcsoportot izomorsóként fog fel. H u b e r emlősök szemizmaiban ír le különböző érzőideg-végtesteket, míg C i l i m b a r i s szerint megvannak az izomorsók a juh, őz, szarvas, kecske és vaddisznó szemizmaiban. W o l l a r d (16) és W o l t e r (17) is foglalkozik az érző-rostok kérdésével. Mind a kettő azon az állásponton van, hogy az emlősök és az ember szemmozgató izmaikhoz jönnek érző-rostok. Azonban a rostok eredetére vonatkozólag eltérő a véleményük, amennyiben W o l l a r d úgy gondolja, hogy *trigeminus*-eredetűek, W o l t e r pedig az *oculomotorius*-ból származtatja őket. Egyébként S c h e r r i n g t o n (1918), C o r b i n H a r r i s o n (1942), C o o p e r s—D a n i c h P. M. (1949) és S z e n t á g o t a i (1944, 1952) vizsgálatai élettanilag is beigazolták, hogy a szemizmokban érző-rostok vannak. Ma már nem az érző-beidegzés jelenléte, hanem annak morfológiáj bizonyítása a probléma. Egyesek (H u b e r, D o g i e l, S c h e r r i n g t o n, T o z e r, W o l l a r d) a szemizmokat ellátó törzsekben futó vékony, velőhüvelynélküli rostokat tartják érzőknek. W o l l a r d (1931) már azt is hebizonyítottatnak látja, hogy a *trigeminus tractus mesencephalicus*-ának cranialis részén eredő érző rostok ezek a vékony rostok. Ezt azért is állítja, mert a nevezett eredési terület egy síkban van a 3. agyideg magvával. Ugyanekkor B o e k e morfológiai és kísérleti alapon ugyancsak vékony rostokat *sympathicus*nak tartja. Sőt W o l t e r (1952) ugyancsak a vékony rostokat, végződésük alapján, *sympathicus*okra és *parasympathicus*okra osztja, ugyanakkor azonban, a szemizmok működésénél jelentkező axonreflexek miatt, ő maga is keresi az érző-idegvégződéseket. Sikertült is neki az ember szemizmaiban, egyes velőhüvelyes idegrostok (vastag idegrostok) végződésekként, az interstitialis kötőszövetben négyféle érző-idegvégformát kimutatni.

A kérdés eldöntése azért nehéz, mert ugyanazon idegtörzsben futó érző- és mozgató-rostokról van szó, amelyeket egymástól morfológiailag megkülönböztetni nem lehet. Ugyanis a szemizmok esetében nem egy vékony hárttyát találunk, ahol egy jól sikerült készítményen az idegrost egészen a végződés helyéig követhető. Nincs kétség aziránt, hogy a végződés helye, és főképpen pedig a végződés formája az egyetlen morfológiai alap, amelynek segítségével a kérdésben tisztán lehet látni. A metszetek nem mutatnak összefüggő képet, s ezért a kérdés eldöntésére önmagukban nem elégségesek, azonban — mint vizsgálatainkból is kitűnik — a kérdés tisztázásához igen használható alapot nyújtanak.

A madarak szemizmaiban is futnak érző-rostok. Hogy ez így van, azt bizonyítják az érző-végzördések, amelyeknek jelenléte filogenetikai szempontból is érdekes, a szemreflexek magyarázata tekintetében pedig fontos. Ezeknek az érző-végzördéseknek három formáját találtuk, amelyek szerkezetileg eltérnek azoktól a végzördésformáktól, amelyeket a szakirodalom az emlősök és az ember szemizmaiból közöl. A három érző-végzördésforma közül az egyik érző-lemez, a másik érző-orsó, a harmadik érző-gomoly.

Az érző lemezek különböző kiterjedésű, rendszerint levélalakú képződmények, melyek az idegtörzsekből kiágazó vastag (velőhüvelyes) rostok végzördései, bár ezekhez hasonló formák néha a mozgató végzördéseknél vagy ezek közelében is feltűnnek (12. ábra).

Az érző-orsók az izomrostok közötti kötőszövetben elhelyezkedő orsóalakú idegvégzördések. Néha az izomrost mindkét oldalán van egy orsó. Ebben az esetben a kettőt egymással ágak köthetik össze (13. ábra).

Az érző-gomolyok gomolyszerű képződmények, melyek különösen az izomrostokat körülvevő kötőszövetben foglalnak helyet, de ráterjedhetnek az izomrostok szélére is (14. ábra).

A gomoly alkotásában — mint a rajzon jól látható — rendszeren több rost szokott részt venni. Ezek a rostok, amelyek vastagok és érző jellegűek, egy darabig hullámosan, de azért többé-kevésbé párhuzamosan futnak, majd szabályosan felcsavarodva, laza gomolyt alkotnak. A gomoly kétségtelenül érző végzörd, azonban nem tökéletesen zárt, mert ultraterminális rostok kapcsolhatják a többi hasonló végtesthez. Ez a kapcsolat kettősnek mutatkozik, mégpedig úgy, hogy az összekötő rostok egy része magából a gomolyból indul ki, a másik pedig a gomolyhoz futó rostnyalákból.

Az izomnak íába való átmeneténél eddig több helyen leírt, úgynevezett palisad-végzördéseket, amelyeket szintén érző végzördéseknek tartanak, a madár-szemizmoknál nem találtuk meg, bár Sas-Scháb (1952) cikkében (11) a macskánál megjelölt helyen különféle madarakon többször kerestük.

A vékony rostokra vonatkozólag eddigi vizsgálataink alapján még nem tudunk határozott álláspontra helyezkedni, annyit azonban mondhatunk, hogy szerkezetük alapján inkább sympathicus, mint érző rostoknak tartjuk. Nézetünk szerint csak átvágásokkal, az agyidegmagvak egyes részleteinek kiirtásával, s az ezek nyomán beálló degenerációs jelenségek mikroszkópikus vizsgálatával lehet a kérdést majd véglegesen tisztázni.

Vegetatív rostok

Amint a fentiekben láttuk, a bűvárok tekintélyes része azt az álláspontot képviseli, hogy a szemizmokban futó vékonyrostok a vegetatív idegrendszerhez tartoznak. Viszont mások a kérdéses rostokat érző-rostoknak tartják. Mivel a kérdés eldöntése morfológiai alapon lehetetlen. B o e k e kísérleti megoldásba fogott. Macskán elvágta a *nervus trochlearis*-t, a *musculus obliquus superior* idegét, mire a mozgató-lemezek degenerálódtak, viszont ép rostok és végzördések is maradtak, amelyek B o e k e szerint a sympathicus rendszerhez tartoznak.

Perroncito és Mosso is azt a nézetet vallja, hogy az összes harántcsíkú izomrostoknak kettős beidegzése van. A cerebrospinalis rostok a gyors összehúzódást eredményezik, az autonóm rendszer rostjai az izomtónust tartják fenn. De Boer békán és macskán kísérletileg azt állapította meg, hogy ép cerebrospinalis idegek mellett a *ramus communicans*-ok átvágására az izmok elvesztik tónusukat. L. R. Müller (1920) és Langley (1922) kétesnek tartja a sympathicus szerepét a harántcsíkú izmok beidegzésében. Egyébként a későbbi vizsgálok közül többen nem erősítették meg a De Boer- és Boeke-féle adatokat s így a kérdés máig is eldöntetlen maradt.

Ezzel kapcsolatban a madárszemizmok beidegzésének az ismeretében, annyit mondhatunk, hogy nincsen egyetlen olyan jól impregnált preparátum sem, amelyen az igen sűrű hálózatot alkotó véredények mellett ne haladna tisztán vékony rostokból álló vegetatív törzs, vagy magános vegetatív rost. Különösen gazdag a hajszáledény-hálózat a *musculus rectus superior*-ban és a *musculus quadratus*-ban; természetesen itt van a legtöbb vékony rost. A szemizmokba belépő idegtörzs mellett lép be az izomba a fő véredény. Ez, valamint a körülötte lévő kötőszövet is, gazdagon el van látva vegetatív ágakkal. Tipikus vegetatív törzset találtunk a pulyka *musculus rectus medialis*-ából készült egyik metszeten is, amelynek vastagsága eléri a 120 μ -t. Ez a törzs azonban nem az izomrostok között halad, hanem hossz tengelyükre harántirányúan. Igen valószínű tehát, hogy az izomrostokkal nincs semmi kapcsolata, hanem az izmot burkoló kötőszövetben haladó vérerek idegeit adja. A vegetatív rostoknak a szemizomban való jelenléte könnyebb kérdésnek látszik, mint az érző rostok bizonyítása, mert itt morfológiai különbségekkel is számolhatunk. Nevezetesen a vegetatív rost neurilemmás, míg a központi velőhüvelyes és neurilemmás. A vegetatív rost átmérője jóval vékonyabb a központiénál, továbbá a vegetatív törzs lefutása és elágazása más, mint a központiaké. Ezek a morfológiai különbségek azonban nem elegendő bizonyítékok, mivel a vegetatív rostok végződésformái nem ismeretesek. Nehezíti a kérdést az is, hogy a vegetatív rostok között is találtak velőhüvelyeseket. Ezenkívül a központi rostok is annyira elvékonyodhatnak, mint egy vegetatív rost, és lefutásuk valamint elágazásuk is hasonlóvá módosulhat. Mindezek mellett az sem tévesztendő szem elől, hogy a végződésnél a sympathicus és a központi rost egyaránt csupasz tengelyfonál.

Sok preparátum végigvizsgálása után, a felsorolt szempontok szigorú mérlegelése mellett, úgy látjuk, hogy a szemizmok beidegzésében a vegetatív idegrendszer csak annyiban vesz részt, amennyiben az erek számára adja a szükséges vasomotoros rostokat.

Annak eldöntésére, hogy a központi törzsekkel a szemizmokba jönnek-e sympathicus rostok, és hogy az egyes törzsök összekötő rostjai valóban a vegetatív rendszerhez tartoznak-e, idegátvágásokat kellene végezni, illetőleg a központi magvak kijuttatása után fellépő ideg degenerációkat kellene figyelemmel kísérni.

Ganglion ciliare

A szemüreg hátsó részében, a látóideg és a külső szemizom között, az *oculomotorius* lefutásában, illetve ehhez kapcsolódva, az összes gerinceseknél megtalálható a ciliáris dúc, mely bonyolult és sok vonatkozásban ma is ismeretlen szerkezetével már igen régóta felkeltette a kutatók figyelmét. Anatómiai helyzetét illetőleg vizsgálataink szerint a madarakban mindig a *ramus inferior*-on helyezkedik el. Helytelen a Stresemann-tól is átvett Slonaker-féle kép (*Passer domesticus*), melyen a *ganglion ciliare* a *ramus superior*-ra van

rajzolva. A dúc alakjában és nagyságában a vizsgált fajoknál jelentős különbségek mutatkoznak, azonban a hely mindig azonos, és pedig a *ramus inferior*, vagy közvetlenül az *oculomotorius* elágazása után, vagy néhány mm-rel lejjebb. A dúc relatív nagysága, alakja, illetve a *ganglion ciliaré*-ből kilépő postganglionáris rostok száma és elrendeződése a megvizsgált fajoknál igen nagy különbségeket mutat (15. ábra).

A különbségek elsősorban a relatív nagyságban mutatkoznak. Ezt a következő táblázat jól érzékíti. Itt a dúc hosszúsági és szélességi átlaga a bulbus legzélesebb átmérőjéhez van viszonyítva.

| Fajok | A dúc | | | A szem legnagyobb átmérője | Viszony-szám | Sor-rend |
|--|------------|------------|--------|----------------------------|--------------|----------|
| | hosszúsága | szélessége | átlaga | | | |
| Gallinacci: | | | | | | |
| tyúk (<i>Gallus domesticus</i> Briss.) | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 22 | 16,9 | 34 |
| csirke (<i>Gallus domesticus</i> Briss.) 2 napos | 1 | 1,2 | 1,1 | 15 | 13,6 | 24 |
| gyöngytyúk (<i>Numida meleagris</i> L.) | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 20 | 15,3 | 30 |
| pulyka (<i>Meleagris gallopavo</i> L.) | 2,2 | 1,2 | 1,7 | 30 | 18,2 | 39 |
| pulyka (<i>Meleagris gallopavo</i> L.) 2 napos | 1,8 | 1 | 1,4 | 16 | 11,4 | 14 |
| fácán (<i>Phasianus colchicus</i> L.) | 2,4 | 1,8 | 2,1 | 20 | 9,5 | 4 |
| Columbae: | | | | | | |
| balkáni kakagó gerle (<i>Streptopelia decaocto</i> Friv.) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 15 | 10, | 6 |
| gerle (<i>Turtur turtur</i> L.) | 1,1 | 1,3 | 1,2 | 15 | 12,5 | 21 |
| galamb (<i>Columba livia domestica</i> Om.) | 1,2 | 1 | 1,1 | 16 | 14,5 | 27 |
| Lari: | | | | | | |
| kormos szerkő (<i>Hidrochelidon nigra</i> L.) | 1,8 | 1,2 | 1,5 | 17 | 11,3 | 13 |
| kakagó sirály (<i>Larus ridibundus</i> L.) | 1,4 | 0,6 | 1 | 16 | 16 | 31 |
| ezüstsirály (<i>Larus argentus</i> Pontopp.) | 3,6 | 2,0 | 2,8 | 26 | 9,2 | 3 |
| Grallae: | | | | | | |
| nagygoda (<i>Limosa limosa</i> L.) | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 24 | 31,4 | 60 |
| réti cankó (<i>Totanus glareola</i> L.) | 1,2 | 1 | 1,1 | 13 | 11,8 | 18 |
| középsárszalonka (<i>Gallinago gallinago</i> L.) | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 13,5 | 22,5 | 51 |
| pajzsos cankó (<i>Pavonella pugnax</i> L.) | 1,5 | 1,2 | 1,35 | 15 | 11,1 | 10 |
| széki lile (<i>Charadrius alexandrinus</i> L.) | 2 | 1,1 | 1,55 | 13 | 8,3 | 1 |
| széki esér (<i>Glareola pratincta</i> L.) | 3 | 0,9 | 1,95 | 17 | 8,7 | 2 |
| vízityúk (<i>Gallinula chloropus</i> L.) | 1,5 | 1 | 1,25 | 12 | 9,6 | 5 |
| guvat (<i>Rallus aquaticus</i> L.) | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 12 | 13,3 | 22 |
| kisgoda (<i>Limosa lapponica</i> L.) | 0,8 | 0,4 | 0,6 | 16 | 26,6 | 57 |
| havasi partfutó (<i>Stringa alpina</i> L.) | 0,6 | 0,5 | 0,55 | 10 | 18,1 | 38 |
| sarlós partfutó (<i>Tringa subarquata</i> Güld.) | 0,5 | 0,35 | 0,42 | 9 | 21,6 | 48 |
| bíbic (<i>Vanellus vanellus</i> L.) | 1,1 | 0,7 | 0,9 | 21 | 23,3 | 53 |
| Lamellirostres: | | | | | | |
| lúd (<i>Anser anser</i> L.) | 1,6 | 1 | 1,3 | 34 | 26,1 | 56 |
| kaeca (<i>Anas anas</i> L.) | 1,2 | 0,8 | 1 | 30 | 30 | 59 |
| kaeca (<i>Anas anas</i> L.) 2 napos | 1,2 | 0,8 | 1 | 18 | 18 | 36 |
| tőkésréce (<i>Anas boschas</i> L.) | 2,2 | 1,2 | 1,7 | 30 | 17,6 | 35 |
| lile (<i>Anser albifrons</i> Scop.) | 1,6 | 1 | 1,3 | 28 | 21,5 | 47 |
| cigányréce (<i>Nyroca nyroca</i> L.) | 2 | 0,8 | 1,4 | 17 | 12,1 | 19 |
| aprórécce (<i>Anas crecca</i> L.) | 1 | 0,7 | 0,85 | 16 | 18,8 | 42 |
| vadlúd (<i>Anser fabalis</i> Lath.) | 1,2 | 1 | 1,1 | 18 | 16,3 | 32 |
| búvárécce (<i>Mergus merganser</i> L.) | 1,6 | 0,6 | 1,1 | 18 | 16,3 | 33 |

| Fajok | A dúc | | | A szem legnagyobb átmérője | Viszony-szám | Sor-rend |
|---|------------|------------|--------|----------------------------|--------------|----------|
| | hosszúsága | szélessége | átlaga | | | |
| Ciconiidae: | | | | | | |
| szürkegém (<i>Ardea cinerea</i> L.) | 1,8 | 1,2 | 1,5 | 34 | 22,6 | 52 |
| kanalalgém (<i>Platalea leucorodia</i> L.) | 1 | 0,8 | 0,9 | 20 | 22,2 | 50 |
| kiskócsag (<i>Garzetta garzetta</i> L.) | 2,4 | 0,2 | 1,3 | 19 | 14,6 | 28 |
| Pygopodes: | | | | | | |
| sarki búvár (<i>Colymbus arcticus</i> L.) | 3 | 0,8 | 1,9 | 20 | 10,5 | 7 |
| törpe vöcsök (<i>Podiceps fluviatilis</i> Tunst.) .. | 0,9 | 0,4 | 0,65 | 12 | 18,4 | 41 |
| feketenyakú vöcsök (<i>Podiceps nigricollis</i> Brhm.) | 0,8 | 1,2 | 1 | 18 | 18 | 37 |
| búbos vöcsök (<i>Podiceps cristatus</i> L.) | 0,7 | 0,6 | 0,65 | 16 | 24,6 | 55 |
| Accipitres: | | | | | | |
| fakó rétihéja (<i>Circus macrurus</i> Gmel.) | 1,5 | 0,8 | 1,15 | 25 | 21,7 | 49 |
| vörösvérese (<i>Falco tinnunculus</i> L.) | 1,5 | 0,6 | 1,05 | 21 | 20 | 43 |
| nagyölyv (<i>Buteo ferox</i> Om.) | 1,2 | 0,9 | 1,05 | 31 | 20,9 | 46 |
| egerészölyv (<i>Buteo buteo</i> L.) | 2,5 | 1,2 | 1,85 | 38 | 20,5 | 44 |
| Striges: | | | | | | |
| fülesbagoly (<i>Asio otus</i> L.) | 1,8 | 0,6 | 1,2 | 22 | 18,2 | 40 |
| macskabagoly (<i>Syrnium aluco</i> L.) | 1,8 | 0,6 | 1,2 | 25 | 20,8 | 45 |
| Psittaci: | | | | | | |
| hullámpapagály (<i>Melopsittacus undulatus</i> Shaw.) | 0,3 | 0,2 | 0,25 | 7 | 28 | 58 |
| Coccygomorpha: | | | | | | |
| jégmadár (<i>Alcedo ispida</i> L.) | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 11 | 13,7 | 23 |
| Pici: | | | | | | |
| tarkaharkály (<i>Dryobates maior</i> L.) | 2,2 | 0,2 | 1,2 | 14 | 11,7 | 17 |
| zöldharkály (<i>Picus viridis</i> L.) | 1,1 | 0,3 | 0,7 | 17 | 24,2 | 54 |
| Passeres: | | | | | | |
| veréb (<i>Passer domesticus</i> L.) | 1,2 | 0,8 | 1 | 14 | 14 | 25 |
| seregély (<i>Sturnus vulgaris</i> L.) | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 13 | 10,8 | 8 |
| csóka (<i>Colaeus monedula</i> L.) | 1,5 | 1,4 | 1,45 | 18 | 12,4 | 20 |
| meggyvágó (<i>Coccothraustes coccothraustes</i> Pall.) | 1 | 0,6 | 0,8 | 12 | 15 | 29 |
| feketerigó (<i>Turdus merula</i> L.) | 1,4 | 1,2 | 1,3 | 15 | 11,5 | 16 |
| csíz (<i>Carduelis carduelis</i> L.) | 0,6 | 0,5 | 0,55 | 8 | 14,5 | 26 |
| pacsirta (<i>Alauda arvensis</i> L.) | 0,6 | 0,3 | 0,45 | 5 | 11,1 | 11 |
| fenyőrigó (<i>Turdus pilaris</i> L.) | 1,2 | 1 | 1,1 | 12 | 10,9 | 9 |
| szajkó (<i>Garrulus glandarius</i> L.) | 2 | 1,5 | 1,75 | 20 | 11,4 | 15 |
| partifecske (<i>Riparia riparia</i> L.) | 0,3 | 1,6 | 0,95 | 8,5 | 11,1 | 12 |

Az adatok azért roppant érdekesek, mert élettani megfigyelések hiányában csak hipotetikusan ugyan, de világosan mutatják, hogy a környezet és az életmód a szervezet legkisebb dúcára is döntő befolyással van.

Mivel a viszonyszám a legnagyobb, tehát legkisebbek a nagygoda, a házilúd és a kacsá (hízalt állatok) és a kisgoda dúcai. A godák érzékeny csőrük segítségével a vízből szerzik táplálékukat. A házilúdnak, a kacsának sem kell nagy figyelem és sok látás az élje szórt táplálék felszedéséhez, életük végén pedig rendszerint tömők őket.

Relatív legnagyobb a széki lile, a széki esér, az ezüstsirály és a fácán ciliaris dúca. Ezeket kívül a Passeres-rend valamennyi megvizsgált képviselőjénél viszonylag nagy a *ganglion ciliare*. Ha ezeknek az állatoknak az életmódját tekintjük, valamennyi élénkmozgású, éber madár, tehát a táplálékszerzésükénél igen nagy szerepet játszik a szem. Némelyik a rovarokat röptében kapkodja, s a vadonélő életmód következtében, az ellenség elleni védekezésnél, az ön- és fajfenn-tartás minden mozzanatánál igen nagy szüksége van az éles látásra. Ha szemhez való viszonyítás nélkül csak a dúc átlagos nagyságát nézzük, az ezüstsirály, az egerészölyv, a fácán és a szajkó dúcai a legnagyobbak, míg a papagáj, a godák, a partfutók és a vöcsök dúcai a legkisebbek.

A dúc alakja a legváltozatosabb formákban jelentkezik. Néha teljesen beleolvad a *ramus inferior*-ba (39, 47, 55, 60), rendszerint azonban rövidebb (1, 4, 19, 20, 28, 53) vagy hosszabb (14, 17, 18, 38) nyakrészszel, vagy anélkül (3, 7, 8, 9, 13, 21, 56) kapcsolódik hozzá. Van olyan eset, amikor a dúcnak egyáltalán nincs dúcjellege, ilyenkor az *oculomotorius ramus inferior* ágának látszik (25, 26, 33, 49, 50). A belőle kilépő postganglionaris rostok is sokféleképpen alakulnak. Számuk igen különböző. Abban nagyjából megegyeznek, hogy a *nervus opticus* közelében, a sclerán keresztül, egészen ritkán lépnek egy kötegben a szemgolyó belső szerveihez (14, 15, 29, 31, 39, 47). Általában több nyíláson jutnak a *bulbus rétegei*hez. A *musculus rectus inferior* felé eső nyíláson át belépő rostköteg rendszerint egységes, vastagabb (*nervus crassus*, H o l t z m a n n, 1896), s ehhez az ághoz szokott csatlakozni a *nervus trigeminus* hosszabb vagy rövidebb igen vékony ága (a szemgolyónak az orbitából való kivételekor sokszor elszakad, ezért több ábrán nincs feltüntetve). Ez a rostköteg képviseli madaraknál a *nervi ciliares longi*-t, amely a legtöbb madárnál a sclera és chorioidea között halad, a chorioidea felső rétegéhez simulva (legjobban megfigyelhető a fehér galambnál, hol a sclera annyira vékony, hogy áttűnnek rajta az idegek). A cornea és sclera határán ezek a rostok lépnek be a corneába. Azt, hogy ezekből az ágakból, az *iris*, a *corpus ciliare* és *chorioidea* hogyan kapja rostjait, makroszkópos vizsgálatokkal eldönteni nem lehet. S t r e s e m a n n, a S l o n a k e r f é l e vizsgálatok alapján, az érző és mozgató rostokat tartalmazó *nervi ciliares longi*-t a *sphincter iridis* és a *musculus ciliaris* összehúzójának tartja.

A postganglionaris rostok másik része a *musculus rectus superior* felé eső felsőbb nyíláson, illetőleg nyílásokon át lép be a bulbusba. A belépő idegköteg vagy kötegek rendszerint az előbbinél vékonyabbak (*nervus minor*, H o l t z m a n n, 1896). De előfordul az is, hogy két egyforma vastagságú postganglionaris ideg lép át a bulbusba. A vékony postganglionaris idegek, amelyeknek száma legnagyobb volt a gémnél (34), egymás melletti nyílásokon lépnek át a sclerán. Ezek az idegek, amelyek az emlősök *nervi ciliares breves*-ének felelnek meg, a chorioideában ágaznak szét (fehér galambnál a sclerán át is rövid darabon követhetők).

Bármilyen legyen is a dúc relatív nagysága, alakja, valamint a postganglionaris rostok helyzete és száma közötti különbség, ez nem vonatkozik az idegkapcsolatokra. Minden madár *ganglion ciliaré*-jának csak *radix motoriá*-ja van, amely a *nervus oculomotorius parasympathicus* ága. Eszerint mindig és mindenütt érvényes a S c h w a l b e-féle »*ganglion oculomotoriá*» elnevezés. Az érző *trigeminus*-ág — mint a legtöbb eddig közölt rajzon jelölve is van — a postganglionaris rostokhoz csatlakozik, és pedig mint már említettük, a *nervus crassus* rostjaihoz. Az esetleges sympathicus ággal való kapcsolat igen kétséges.

A ciliáris dúc idegkapcsolata a kutatókat igen sokat foglalkoztatta. Az embernél, a legtöbb szerző szerint, a dúcnak három gyökere van. Az *oculomotorius* alsó ágából eredő *radix brevis* seu *motoria*, a *trigeminus* eredetű *radix longa* seu *sensitiva* és a *radix sympathica*, amely utóbbi a *plexus caroticus internus* felől érkezik a dúcba.

L e n h o s s é k a *sympathicus* ágat az embernél sem tartja állandónak. Az emlősöknél az embernél említett gyökerek általában megvannak (*A p o l a n t*, 1896, *Ó n o d i*, 1901, *L a n g e n d o r f*, 1894). Kivételt képez *S z a k á l l* szerint (13, 14) a ló és a macska, ahol a dúc a *nervus oculomotorius* alsó ágán ül, és itt sem *radix longa*, sem *radix sympathica* nincs.

A madaraknál a *ganglion ciliare* előtt és mellett számos kis artéria húzódik. A legtöbbször két erősebb ág villa-alakban körülveszi a dúcot. A kép, amelyet *S l o n a k e r* (1918) a verébre vonatkozólag közölt, általában minden madárnál azonos. A villaalakú vékony ágakból (az *arteria ophthalmica externa* ágai) igen vékony ágak mennek a dúc alatt és felett, s néha az is jól látszik, hogy egyes érágak a dúcba is belépnek.

A dúc mikroszkópikus vizsgálatával eddig vajmi keveset foglalkoztak. *S c h w a l b e* (1879) és *H o l t z m a n n* (1896) egyszerű mikrotechnikai eljárásokkal végzett munkálataitól eltekintve, *L e n h o s s é k* (1911) az első és eddig az egyetlen, aki ideghistológiai módszerekkel igyekezett megvilágítani ennek a rendkívül érdekes, és különösen az emlősök vonalán sok problémát osztogató szervnek a szerkezetét (8). *L e n h o s s é k* a tyúknak, a kacsának, a pulykának és a galambnak a ciliáris dúcát vizsgálta meg, a *C a j a l*-féle eljárással, és pedig úgy, hogy az orbita egész tartalmát impregnálta, és paraffin beágyazás után sorozatokban metszette. Leírásában csupán a tyúknál talált viszonyokat ismertet, mint ő maga mondja azért, mert a szerkezete a megvizsgált fajoknál mindenütt azonosnak találta.

L e n h o s s é k leírása általában jónak és pontosnak mondható, azonban — mivel képeit sorozatos metszetekből kombinálta — nem mindenben helytálló. Egyébként a leírás — amint általában a dúc szerkezetéről, az amphicyta sejtekről és a sejtalakokról ad — megfelel a tényeknek. Elméleti megfontolásai helyesek, következtetési helytállóak. Ha a részletekben, mint már jeleztük, hiányosságok és vitatható megállapítások mutatkoznak, annak az oka az eszközhiányban, a módszer egyoldalúságában, és emiatt való tökéletlenségében keresendő. Ma a helyzet könnyebb, mert nekünk kitűnő preparáló, binocularis-mikroszkópok álltak rendelkezésünkre. Ezek segítségével a fent felsorolt madarak ciliáris dúcát kiboncoltuk, az anyagot 10%-os neutrális formalinban rögzítettük, hosszabb ideig tartó fixálás után fogyasztó-mikrotommal metsztük, és a *B j e l s c h o v s z k y*—*Á b r a h á m*-féle (5) eljárással impregnáltuk. Csak ez a módszer volt alkalmas a dúc idegelemeinek impregnálására, és csak vékony metszeten. Ha mindezek a feltételek pontosan adva voltak, akkor általában olyan képeket kaptunk, amelyekben a dúcnak egész bonctana és szövettana a legpompásabban mutatkozott (18. ábra).

Az ábrán, amely az egész dúc fényképét adja, felül jól látszik a *ramus inferior nervi oculomotorii* vastag, erősen feketére festődött ága, amelyből a dúc állományába finom, hajfűrteszerű idegnyalábok lépnek. A nyalábok fokozatosan rostokra hullanak szét, ezek pedig a dúc egész állományán végigérve kapcsolódnak a nagy, elliptikus, kerekmagvú idegsejtekhez. Ez a kapcsolat — mint a mikrofotográfián is jól megállapítható — rendkívül bensőséges, amennyiben a rostok, amelyek helyzetük, eredetük és kapcsolódási formáik miatt preganglionaris rostok, valóságosan körülfonják a sejteket, és kivétel nélkül mind a dúcon belül végződnek. A dúcsejtek, ellentétben az emlősök multipoláris sejtjeivel, unipolárisak, s ott, ahol a vastag nyúlvány ered, köröskörül — *L e n h o s s é k* szerint is — egy sekélyesebb mélyedés látható. Ezen a területen az amphicyta-sejtek, amelyek tokszerűleg veszik körül az idegsejteket, nagyobb tömegben halmozódnak fel, s a *L e n h o s s é k*-től poláris-kúpnek nevezett képződményt alkotják. Az amphicyta-tokon kívül helyezkedik el a kötőszöveti tok, amelynek rostjai a dúcot körülvevő kötőszöveti tok nyalábjaiból szedődnek össze. A sejteknek a nyúlványai először egyenként, majd lassan-lassan kisebb-nagyobb kötegekbe rendeződve haladnak a dúc másik pólusához, itt egyesülnek s — amint a képen igen jól látható — az egységes törzs képében mutatkozó *nervi ciliares breves*-nek, illetőleg a *nervi ciliares longi*-nak megfelelő nyalábokat szol-

gáltatják. A törzs később ágakra bomlik, s a fent már ismertetett módon és formában a sclerába lép. A sejtek mérete különböző, a dúc közepén általában nagyobbak, a szélén kisebbek.

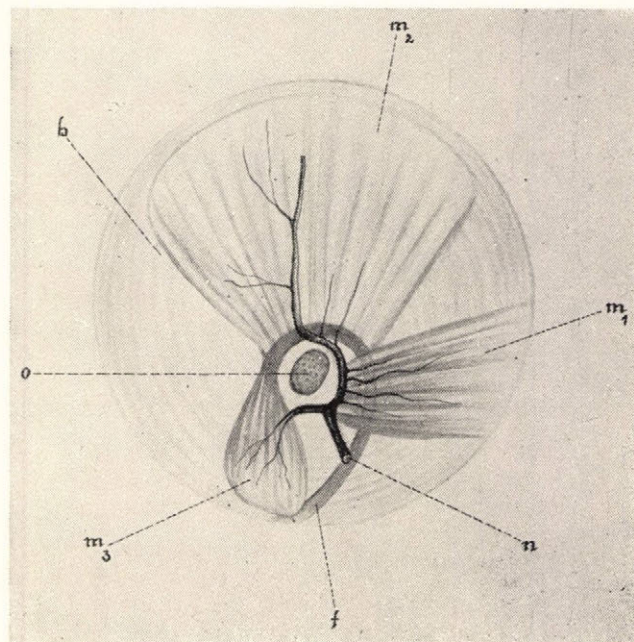
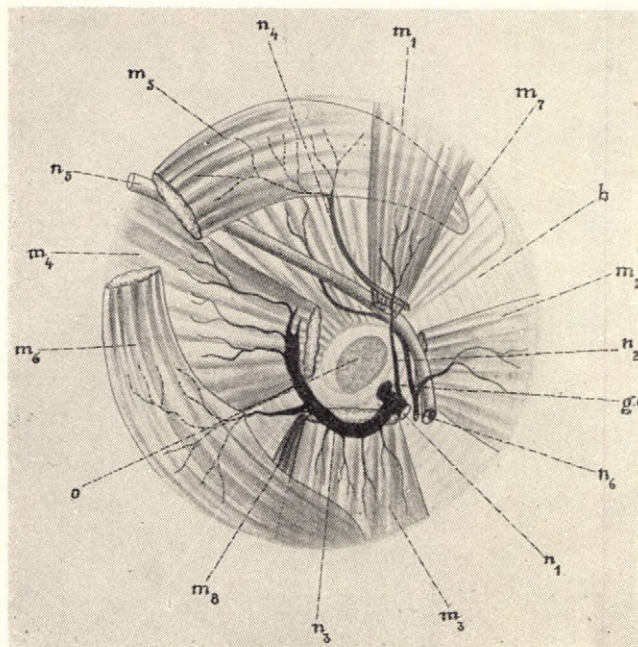
| | A közepén | A szélén |
|------------------|-------------|-------------|
| Galamb | 40—50 μ | 35—38 μ |
| tyúk | 45—50 | 28—32 |
| pulyka | 55—60 | 40—42 |
| bagoly | 26—30 | 26—28 |
| kacsa | 30—36 | 28—30 |
| liba | 50—52 | 46—48 |
| gyöngytyúk | 32—35 | 30—32 |
| kis csirke | 28—30 | 26—28 |

Minden sejten, vagy sejt mellett végződik a *ramus inferior*-nak valamelyik rostja. Eltekintve a *ganglion coeliacum*-tól (Ábrám, 1940) és a gangrénás lumbális dúcoktól (Ábrám, 1953) a madarak ciliáris dúca mondható az egyetlen vegetatív dúcnak, ahol a morfológiai sinapsis egészen pontosan és minden indokolható kétkedés nélkül tanulmányozható (3. 4.). Ennek az oka az, hogy a madarak ciliáris dúca tiszta oculomotorius dúc, amelybe sem trigeminus, sem sympathicus ágak nem lépnek, ahol átmenő rostok nincsenek, és így a sinapsisoknak, illetőleg a preganglionáris végződéseknél a különböző formái jól impregnált preparátumon kitűnően láthatók és tanulmányozhatók. Ezeket a preganglionáris végződéseket Lenhossék jól látta és rajzban is közölte, mégpedig a következő formákban: 1. kehelyszerű végződés, 2. poláris fonadék, 3. poláris bojtok, 4. pericelluláris fonadék.

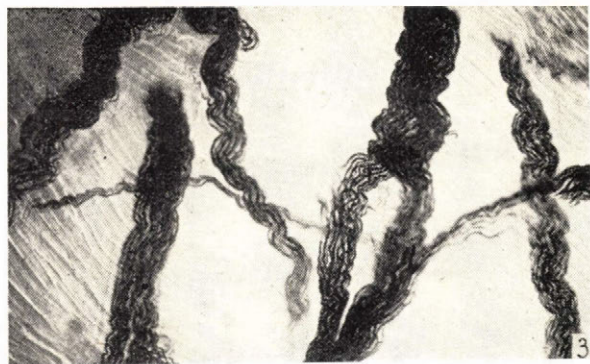
1. Kehelyszerű végződésnek nevezte Lenhossék azt a végződési formát, amikor a preganglionáris rost közvetlenül az amphioyta-tokban vagy ezen belül két, vagy ritkán három ágra oszlik, s az ágak meridián-szerűen a sejt ellenkező pólusa felé futnak, anélkül azonban, hogy a szemben lévő pólust elérnék. Az ágak, amelyek a sejt mellett futnak, nem ágaznak el, közülük egyik mindig erősebb, mint a másik. Az ágak mindig a sejt felületén haladnak, olykor azonban köztük és a sejt között lehet egy kis hasadék; ilyenkor az ágak az amphiocták között foglalnak helyet. Az elágazás helyén egy kis háromszögletű megvastagodás szokott lenni, amely gyakran szabálytalan, különösen akkor, ha az egyik ág jóval vastagabb, mint a másik. Ebben az esetben a vastagodás az erősebb ágon helyezkedik el, mikor is a vékonyabb ágnak csak mellékág-jellege van. Lenhossék ezeket a végződésformákat a tojásból kibújó csirkékben látta először nagy számmal. Később azonban idős állatokon is megtalálta, s így a ciliáris dúcra általánosan jellemzőknek tartotta.

A végződésnek ezt a formáját, amelyet Lenhossék idevonatkozó cikkében a fenténél jóval részletesebben ír le, s amelyet »A sejt és szövetei« c. könyvében az idegszövet idegvégződéseinek külön formájaként közöl, preparátumaink gondos átnézése mellett sohasem találtuk sem a tyúokban, sem más madárban. Nézetünk szerint Lenhossék metszetei nem voltak jól impregnálva, illetőleg az azonos alakú műtermékek szabályos ismétlődése hozta létre ezeket, a szintén állandó és jellegzetes alakulatokat. Természetesen a hibának másik, szintén erősen mérlegelendő forrása az is, hogy a rajzok kombinációk, sok apró-cseprő részletkékből vannak összeállítva. A kombinálás pedig a leggondosabb előmunkálatok után is téves megállapításokhoz vezethet.

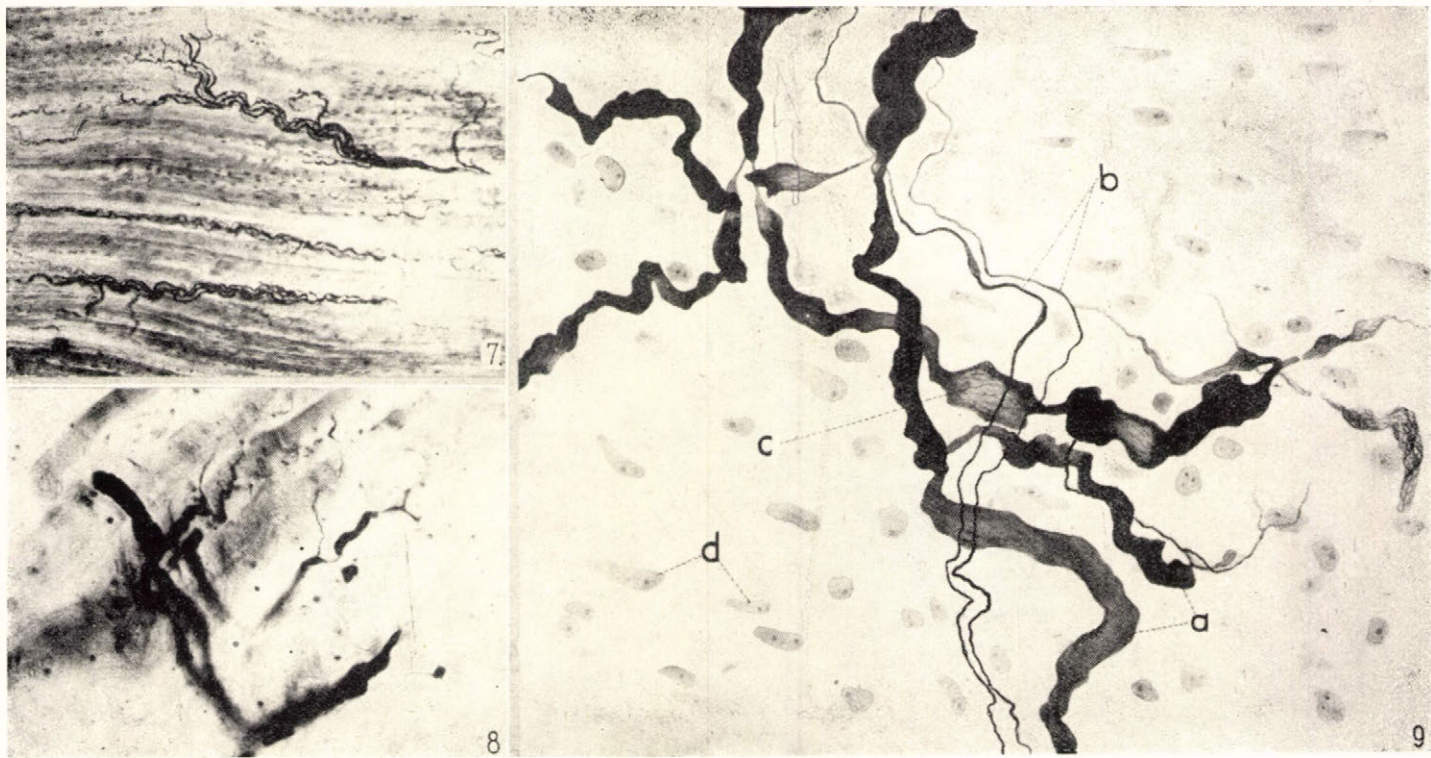
A mi vizsgálataink szerint azok a végzések, amelyeket Lenhossék kehelyszerű végzések gyanánt közöl, a valóságban a pericelluláris-kosaraknak



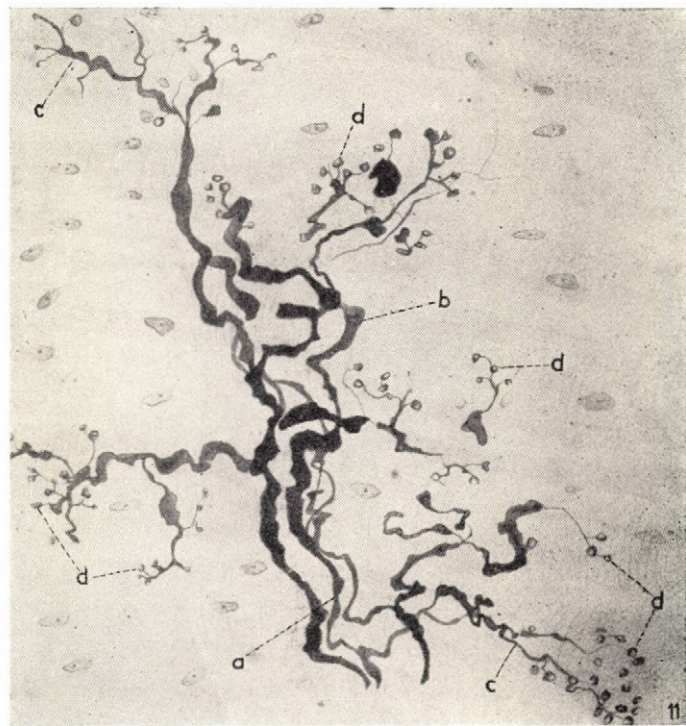
1. ábra. A szemizmok beidegzése (séma). m_1 = musculus rectus superior, m_2 = musculus rectus lateralis, m_3 = musculus rectus inferior, m_4 = musculus rectus medialis, m_5 = musculus obliquus superior, m_6 = musculus obliquus inferior, m_7 = musculus quadratus, m_8 = musculus pyramidalis, o = nervus opticus, b = bulbus, n_1 = nervus oculomotorius, n_2 = ramus superior nervi oculomotorii, n_3 = ramus inferior nervi oculomotorii, n_4 = nervus trochlearis, n_5 = nervus trigeminus, n_6 = nervus abducens. — 2. ábra. A nervus abducens kapcsolódása a szemizmokhoz (séma). m_1 = musculus rectus lateralis, m_2 = musculus quadratus, m_3 = musculus pyramidalis, n = nervus abducens, o = nervus opticus, t = a musculus pyramidalis ina, b = bulbus.



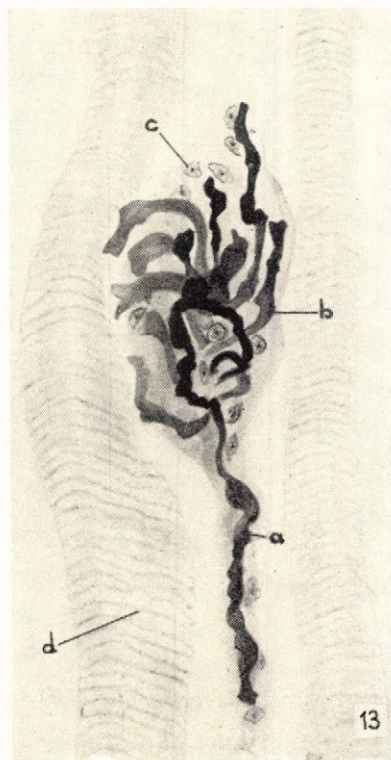
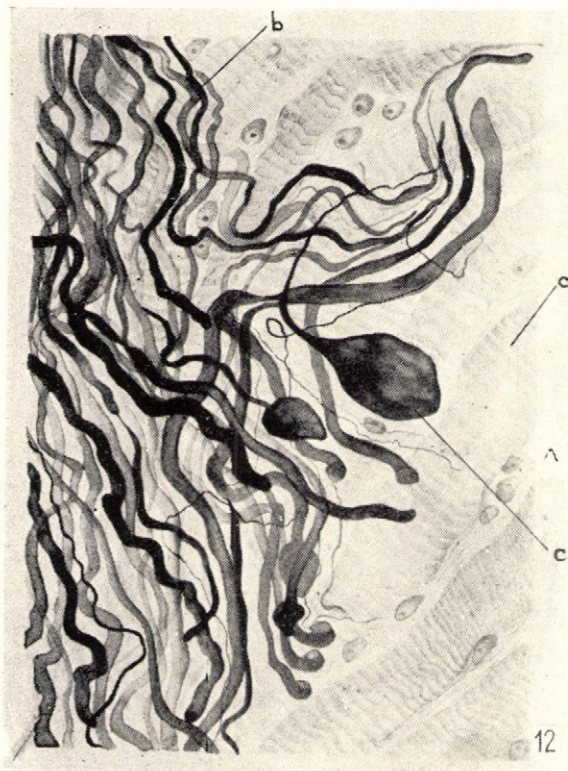
3. ábra. *Meleagris gallopavo* L.: idegtörzsek a *musculus obliquus superior*ből. (Bielschowsky—Gross-féle eljárás. Mikrofotográfia.) — 4. ábra. *Gallus domesticus* Briss.: összekötő idegrostok a *musculus rectus superior*-ből. (Bielschowsky—Gross-féle eljárás. Mikrofotográfia.) — 5. ábra. *Anser anser* L.: idegrostok a *musculus rectus superior* tapadó részéből. (Bielschowsky—Gross-féle eljárás. Mikrofotográfia.) — 6. ábra. *Gallus domesticus* Briss.: idegelágazódás a *musculus rectus inferior*-ből. (Bielschowsky—Gross-féle eljárás. Mikrofotográfia.)



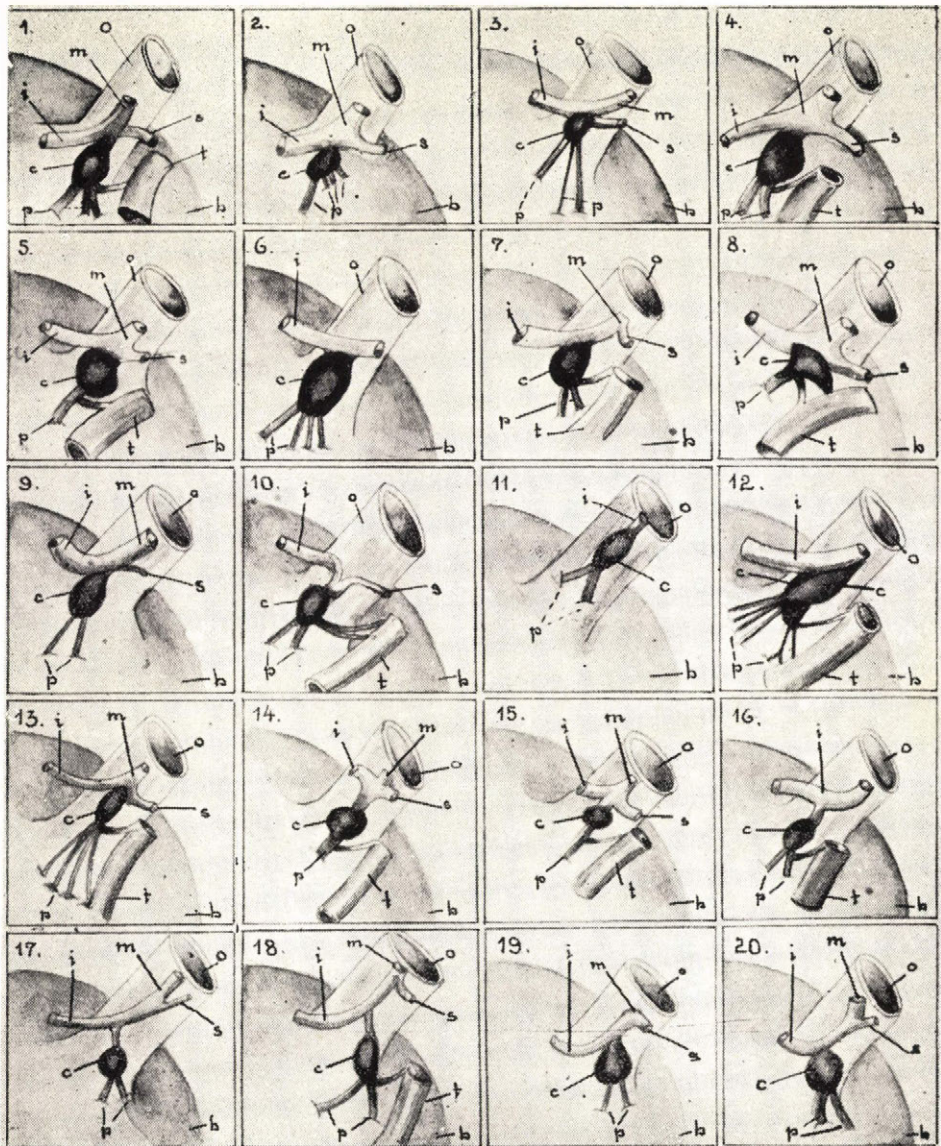
7. ábra. *Meleagris gallopavo* L. : vastag és vékony idegrostok a *musculus rectus medialis*-ből. (Bielschowsky — Gross-féle eljárás.)
 — 8. ábra. *Meleagris gallopavo* L. : idegrost-varixok a *musculus obliquus inferior*-ből. (Bielschowsky — Gross-féle eljárás. Mikro-
 fotográfia.) — 9. ábra. *Gallus domesticus* Briss. : *musculus obliquus superior* beidegzés. a = vastag rostok, b = vékony rostok, c =
 neurofibrillák, d = izomrost-magvak. (Bielschowsky — Gross-féle eljárás).



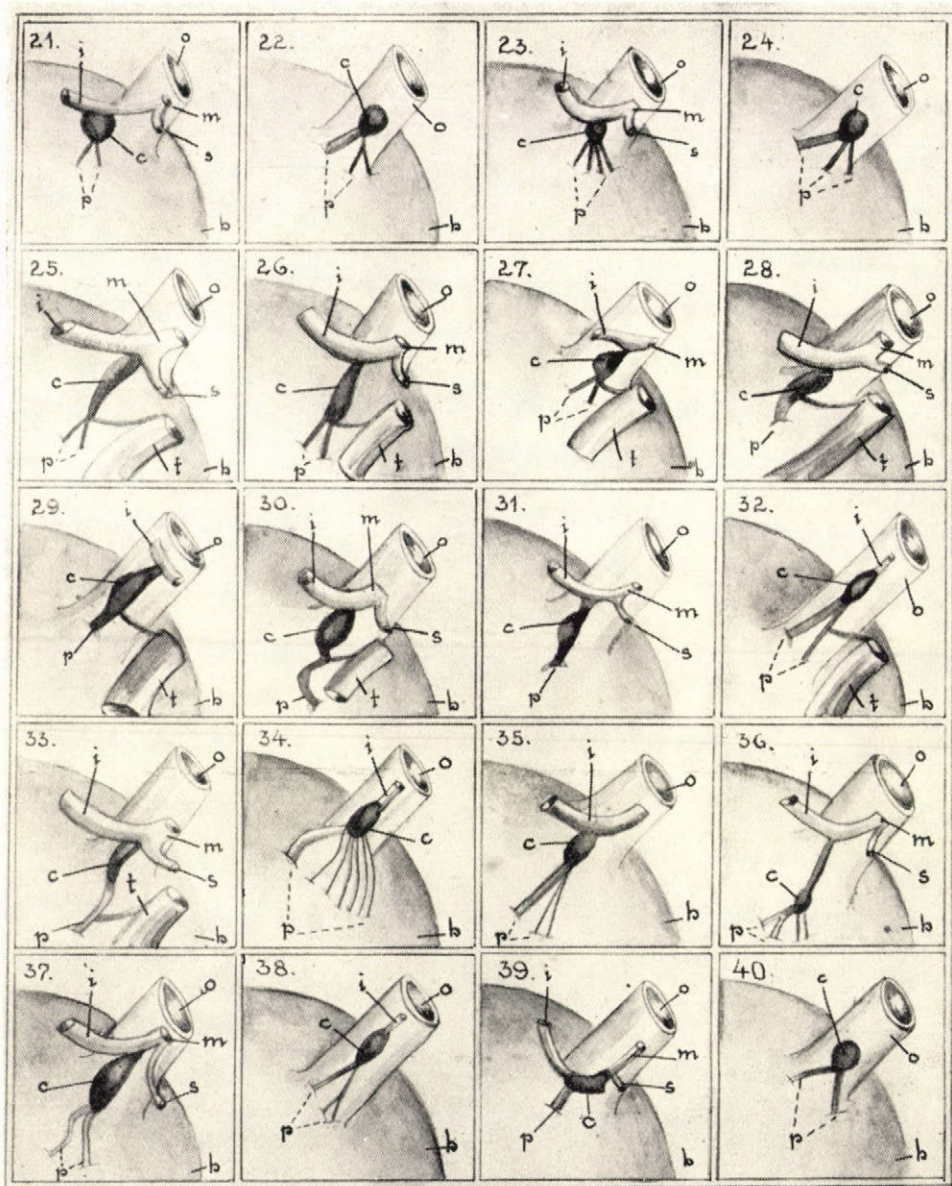
10. ábra. *Meleagris gallopavo* L.: mozgató-véglemez a *musculus obliquus inferior*-ből. (Bielschowsky—Gross-féle eljárás. Mikrofotográfia.) — 11. ábra. *Meleagris gallopavo* L.: mozgató véglemez-rendszer a *musculus rectus medialis*-ből. a = idegrostnyaláb, b = idegrost, c = végrost, d = véglemez. (Bielschowsky—Ábrahám-féle eljárás).



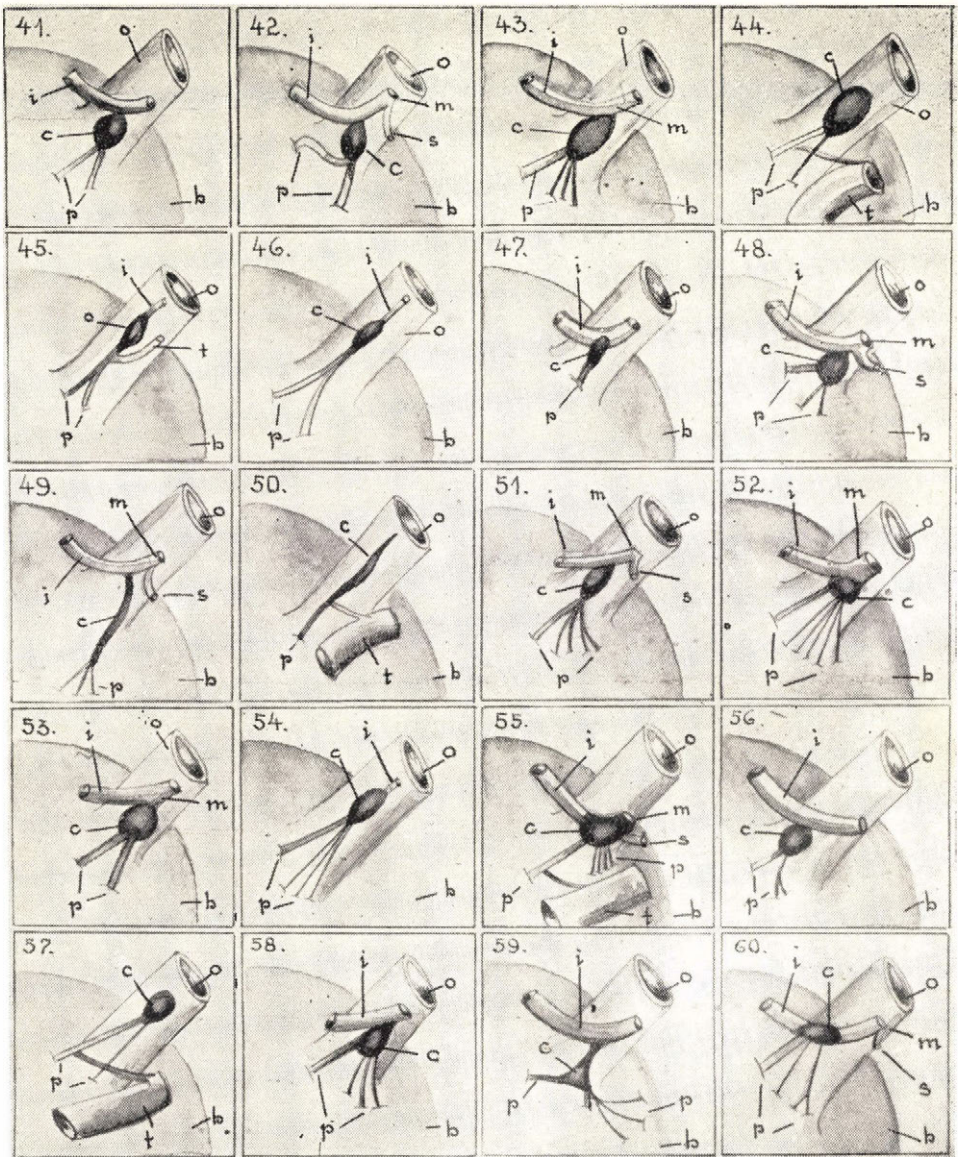
12. ábra. *Meleagris gallopavo* L.: érző-véglemez a *musculus rectus lateralis*-ből. a = harántcsíktolt izomrost, b = idegrost, c = érző-véglemez. (Bielschowsky — Gross-féle eljárás.) — 13. ábra. *Meleagris gallopavo* L.: izomorsó a *musculus quadratus*-ból. a = harántcsíktolt izomrost, b = idegrost, c = kötőszöveti magvak. (Bielschowsky — Gross-féle eljárás.) — 14. ábra. *Meleagris gallopavo* L.: érző-gomoly a *musculus obliquus superior*-ből. a = harántcsíktolt izomrost, b = kötőszövet, c = kötőszöveti mag, d = idegrost, e = érzőgomoly. (Bielschowsky — Gross-féle eljárás).



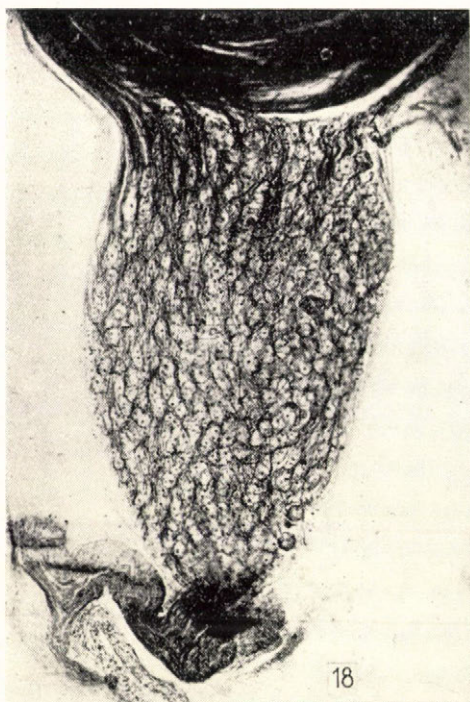
15. ábra. A ganglion ciliare és idegkapcsolatai. c = ganglion ciliare, o = nervus opticus, b = bulbus, m = nervus oculomotorius, i = ramus inferior nervi oculomotorii, s = ramus superior nervi oculomotorii, p = postganglionaris rostok, t = nervus trigeminus. 1. *Gallus domesticus*, 2. *Gallus domesticus* (2 napos), 3. *Numida meleagris*, 4. *Meleagris gallopavo*, 5. *Meleagris gallopavo* (2 napos), 6. *Phasianus colchicus*, 7. *Streptopelia decaocto*, 8. *Turtur turtur*, 9. *Columba livia domestica*, 10. *Hydrochelidon nigra*, 11. *Larus ridibundus*, 12. *Larus argentus*, 13. *Limosa limosa*, 14. *Totanus glareola*, 15. *Gallinago gallinago*, 16. *Pavoncella pugnax*, 17. *Charadrius alexandrinus*, 18. *Glareola pratincola*, 19. *Gallinula chloropus*, 20. *Rallus aquaticus*.



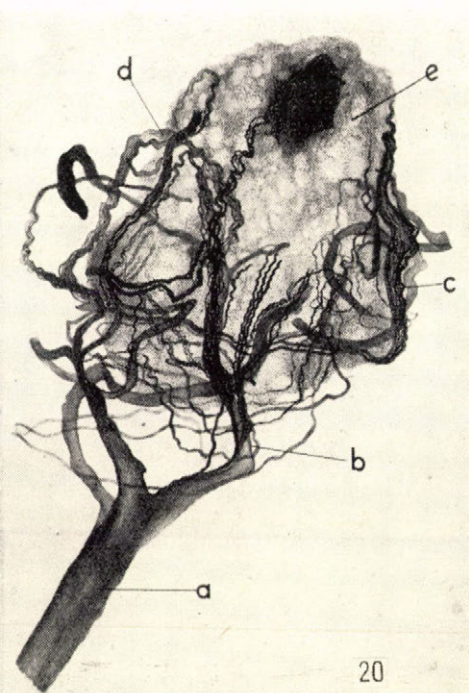
16. ábra. A ganglion ciliare és idegkapcsolatai. c = ganglion ciliare, o = nervus opticus, b = bulbus, m = nervus oculomotorius, i = ramus inferior nervi oculomotorii, s = ramus superior nervi oculomotorii, p = postganglionáris rostok, t = nervus trigeminus. 21. *Limosa lapponica*, 22. *Stringa alpina*, 23. *Tringa subarquata*, 24. *Vanellus vanellus*, 25. *Anser anser*, 26. *Anas anas*, 27. *Anas anas* (2 napos), 28. *Anas boschas*, 29. *Anser albifrons*, 30. *Nyroca nyroca*, 31. *Anas crecca*, 32. *Anser fabalis*, 33. *Mergus merganser*, 34. *Ardea cinerea*, 35. *Platalea leucorodia*, 36. *Garzetta garzetta*, 37. *Colymbus arcticus*, 38. *Podiceps fluviatilis*, 39. *Podiceps nigricollis*, 40. *Podiceps cristatus*.



17. ábra. A ganglion ciliare és idegkapesolatái. c = ganglion ciliare, o = nervus opticus, b = bulbus, m = nervus oculomotorius, i = ramus inferior nervi oculomotorii, s = ramus superior nervi oculomotorii, p = postganglionáris rostok, t = nervus trigeminus. 41. *Circus macrurus*, 42. *Falco tinnunculus*, 43. *Buteo ferox*, 44. *Buteo buteo*, 45. *Asio otus*, 46. *Syrnium aluco*, 47. *Melopsittacus undulatus*, 48. *Alcedo ispida*, 49. *Dryobates maior*, 50. *Picus viridis*, 51. *Passer domesticus*, 52. *Sturnus vulgaris*, 53. *Colaeus monedula*, 54. *Coccothraustes coccothraustes*, 55. *Turdus merula*, 56. *Carduelis carduelis*, 57. *Alauda arvensis*, 58. *Turdus pilaris*, 59. *Garrulus glandarius*, 60. *Riparia riparia*.



18



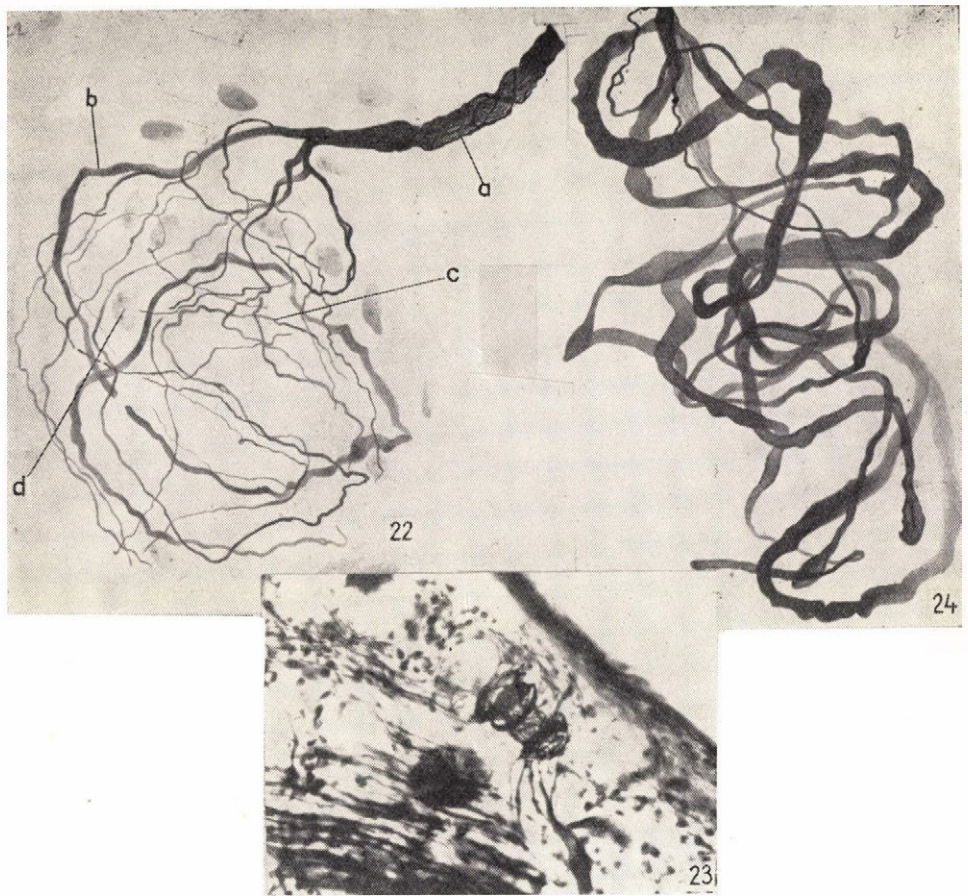
20



19



18. ábra. *Columba livia domestica* Om.: *ganglion ciliare*-hosszmetszet. (Bielschowsky — Ábrahám-féle eljárás. Mikrofotográfia.) — 19. ábra. *Columba livia domestica* Om.: pericelluláris kosár a *ganglion ciliare*-ből. (Bielschowsky — Ábrahám-féle eljárás. Mikrofotográfia.) — 20. ábra. *Buteo buteo* L.: pericelluláris kosár a *ganglion ciliare*-ből. a = preganglionáris rost, b = oldalág, c = végrost, d = neurofibrillák, e = idegsejt. (Bielschowsky — Ábrahám-féle eljárás.) — 21. ábra. *Columba livia domestica* Om.: pericelluláris fonadék a *ganglion ciliare*-ből. (Bielschowsky — Ábrahám-féle eljárás. Mikrofotográfia.)



22. ábra, *Columba livia domestica* Om.: pericelluláris fonadék a *ganglion ciliare*-ből. a = preganglionáris rost, b = oldalág, c = fonadék, d = amphicyta sejtek. (Bielschowsky — Ábrahám-féle eljárás.) — 23. ábra, *Gallus domesticus* Briss.: érzőgomoly a *ganglion ciliare*-ből. (Bielschowsky — Ábrahám-féle eljárás, Mikrofotográfia.) — 24. ábra, *Columba livia domestica*: érzőgomoly a *ganglion ciliare*-ből. (Bielschowsky — Ábrahám-féle eljárás.)

hiányos és leegyszerűsített formái. Pericelluláris-kosár ugyanis elég bőven van az összes megvizsgált madarak ciliáris dúcában (19. ábra). Ezek a végződéses — mint a mikrofotográfia felső harmadában jól látható — a vastag preganglionáris rostoknak gazdag végelágazásai, amelyek kosárszerűen veszik körül a sejtet. Az elágazás még jobban látszik a következő rajzon (20. ábra). Ebben az esetben a sejthez érkező, feltűnően vastag rost 3 erős ágra oszlik. Az ágak részben könyökszerűen egymásfelé hajolnak, majd a sejt plazmájához lépve gazdagon elágaznak, s a sejttestet teljesen körülveszik. Rendkívül szép és meggyőző példája ez az interneuronális sinapsisnak, ahol a sejttestnek mintegy 3/4-ed része szinte minden pontján érintkezhet vagy érintkezik is a délkörösen haladó, és közben oldalágakat leadó végrostok gazdag rendszerével.

2. A második végződés-típus, amelyet *Lenhossék* jellemzőnek tart a tyúk, s általában a madarak ciliáris dúcára, a poláris fonadék, amely szerinte a leggyakoribb forma. Ebben az esetben a vastag preganglionáris rost a sejtnyúlvány kilépésénél elterülő amphicyta kúp csúcsán, vagy néha még előbb, ágakra oszlik, amelyek külön-külön lépnek be a kúpba. Az ágak *Lenhossék* szerint mindig, minden egyes idegsejt esetében egyetlen preganglionáris rostnak a végrostjai. A preganglionáris rost rendszerint egyenes, de nem ritka az az eset sem, amikor spirálisan felcsavarodva halad a sejt felé.

Lenhossék knak a második végződésformára való adatát sincs módunkban megerősíteni. A preparátumainkról szerzett, sohasem kombinált képek amellettszólnak, hogy a poláris fonadékok az elégtelen impregnálás következtében előálló képződmények.

3. A harmadik típus, amely *Lenhossék* szerint elkülöníthető az *oculomotorius*-rostok végződéseiben, a rojt- vagy bojtyszerű végződés. Ezt a formát, amely főleg a széles poláris vájulatall rendelkező sejteken fordul elő, az jellemzi, hogy a preganglionáris rostoknak az elágazásaiból keletkező rostok nem formálnak fonadékot, hanem a poláris kúpon keresztül párhuzamosan futnak a poláris vájulathoz, és itt végződnek. Az egyes rostok vagy kihagyozetten, vagy csomószerűen kiszélesedve, külön-külön kapcsolódnak a sejt felületéhez. A rostok végződésformái között vannak olyanok, amelyek hasonlítanak a *Held—Auerbach*-féle végtalpacskákhoz.

Ezt a végződésformát sem találtuk, de hozzá hasonlót sem. Meggyőződé-sünk, hogy a kép, amelyet *Lenhossék* közölt, a részletképek helytelen értékelése következtében jöhetett létre. Természetesen az is feltételezhető, hogy a részletjellegzetességek egyszerűen műtermékek.

4. A negyedik végződési forma *Lenhossék* szerint a pericelluláris fonadék. Ebben az esetben, a preganglionáris rost szétágazásából keletkező végágak végződésai nem korlátozódnak a pólus tájékára, hanem csaknem egyenletesen veszik körül az egész sejttestet. A sejtekre, amelyeket pericelluláris fonadék vesz körül, az jellemző, hogy átmérőjük kisebb, mint a többieké, az amphicyta-köpeny egyenletesen fejlett, az amphicyták a pólustájékon nem csoportosulnak, vagy ha igen, akkor is gyengén. A fonadék a sejt körül mindenütt egyformán fejlett, sűrű, és rostjai finomak. Lényegében az amphicyta-köpeny sejtjei között terül el, a sejt felületével csak egyes rostok vannak közvetlen érintkezésben. Tulajdonképpen érintkezés nincs, csak erős közeledés.

A végződésnek ez a formája valóban a mi készítményeinken is megtalálható. A pericelluláris fonadék, amely a vegetatív dúcokban elég ritkán található végződésforma (*Ábraháms*, (3). 1940), az összes megvizsgált ciliáris dúcokon igen jól és tömegesen látható Szerkezetét illetőleg — mint a mikrofotográfia

közepén igen jól látható — rendkívül sűrű, finom idegrostfonadék, amely csakugyan az amphicyta-köpenyen kívül helyezkedik el, s az egész sejttestet tökéletesen körülfogja (21. ábra). A fonadék néha annyira sűrű, hogy benne az elágazások s az ezekből keletkező rostoknak az iránya alig vehető észre; de vannak lazább szerkezetűek is, ahol a rostok abroncsszerűen övezik az amphicytá-tokba zárt sejteket. Lehet a fonadéknak más formája is, azt azonban mindig meg lehet állapítani, hogy csak egy preganglionáris rost végrostrendszerének rendkívül gazdag és finom végágrendszeréből jött létre (22. ábra).

A preganglionáris rostok végződésének ez a két jellegzetes formája, mely az összes ciliáris dúcokban tömegesen mutatkozik, nem mondható egyedülállóknak, és nem mondható egymás felé tökéletesen elhatároltnak. Mint az idegvégződéseknel általában, itt is vannak átmenetek, mindenféle összekötő alakok, amelyek a két jellegzetes forma mellett minden ciliáris dúcban nagyszámban impregnálódnak. Egyébként a típusok és a közbeeső formátumok erősen jellemzik a makroszkópiusan is eltérő dúcokat. Ez érthető is, hiszen nagyrészt a belső szemizmok működésén alapul az alkalmazkodás, ezt pedig teljességgel a ciliáris dúc postganglionáris rostjai kormányozzák.

A fentiek előrebocsátása után általánosságban hangsúlyozhatjuk azt, hogy az *oculomotorius* preganglionáris rostjai a dúc sejteivel morfológiailag is igen jól észlelhető synapsisokat alkotnak. Itt vannak a legszebb vegetatív synapsisok, amelyeket valahol is csak lehet látni. Ennek a hangsúlyozása ezért fontos, mert az interneuronális synapsisok tana, amelyet fiziológiai vonatkozásban L a n g l e y bizonyított, a vegetatív idegrendszerre vonatkozólag a madarak ciliáris dúcában kapja meg legjobban a morfológiai alapokat. Ezt azért kell kiemelnünk, mert Ábrahám-nak (4) a gangrénás lumbális dúcokból közölt idegképein kívül, az irodalomban alig van olyan adat, amellyel a morfológiai synapsisoknak a vegetatív dúcokban való létezését meggyőzően bizonyítani lehetne.

Hangsúlyoznunk kell továbbá azt, hogy a pericelluláris-kosarak és pericelluláris-fonadékok mellett a dúc állományában tekintélyes mennyiségben fordulnak elő szabad gomolyok, amelyek semmiféle idegsejttel nincsenek érintkezésben (23. ábra). Ezek a gomolyok — mint a fényképen jól látható — mindig egy vastag preganglionáris rost végágrendszereként előálló hosszúkás fonadékok, s rendszerint valamilyen sejtmentes területen helyezkednek el, olykor közel a felülethez. A gomolyok általában zártak, de néha finom, ultraterminális rosttal egy másik gomolyhoz csatlakoznak. A szabad gomolyoknak a dúcban való konstatálása újnak és emellett elég kényes dolognak látszik, mert felmerülhet annak a gyanúja, hogy a szabad gomolyok minősített végkészülék tulajdonképpen pericelluláris fonadék, amelyen belül nem látszik az idegsejt. Ez is lehetséges, és valóban nézhető szabad gomolyoknak az ilyen képződmények is, de az is kétségtelen, hogy gondos vizsgálatok mellett a kettőt egymástól jól meg lehet különböztetni. A szabad gomolyok ugyanis jóval hosszabbak, mint a fonadékok, néha három sejt-nagyságon is túlterjednek, s emellett a helyzetük is mindig olyan, hogy a sejttel való kapcsolat kizártnak látszik (24. ábra).

De ha vannak ilyen gomolyok, amelyeket intercelluláris gomolyoknak lehet nevezni, akkor felvetődik a kérdés, hogy tulajdonképpen mik ezek? Érzők-, adhatjuk meg rögtön a határozott feleletet. De hát hogyan lehetnek érzők, amikor a *nervus oculomotorius* kimondottan mozgató ideg? Csakis úgy — válaszolunk rögtön —, hogy van az *oculomotorius*-magban is érző sejt, amit egészen könnyen feltételezhetünk, s amiről már vannak is említések a modern vizsgálatokban. De egészen könnyen lehet úgy is, ahogy W o l l a r d gondolja, hogy t. i. az érző rostok a mesencephalonban lévő érző *trigeminus*-magból kerülnek az

oculomotorius-törzsbe és ezen keresztül a ciliáris dúcba. Egyébként érzőrostok más vegetatív dúcban is előfordulnak. Ilyen érző rostokat írt le Ábraháms a macska *ganglion stellatum*-ából (2).

Az elmondottak után a madarak ciliáris dúcával kapcsolatosan még egy fontos kérdés vetődik fel, az, hogy a dúc sejtjei milyen elemek, *sympathicusak* vagy *cerebrospinalisak*-e. A kérdésre adott válasz az idők folyamán változott. Voltak olyanok, akik vegetatív sejteknek tartották őket, s a dúcot mint a *truncus sympathicus* legcraniálisabb dúcát emlegették. Ezzel szemben mások azon az állásponton voltak, hogy a ciliáris dúcot a spinális ganglionokkal kell homológizálni.

A kérdésre az emlősökre vonatkoztatva könnyen válaszolhatunk, mert ott az egyes jellegzetes bélyegektől eltekintve, a szerkezet általánosságban azonos a vegetatív dúcok szerkezetével. A madaraknál azonban a dúc sejtjei mind unipolárisak, lényegében olyanok, mint a *ganglion spinale* sejtjei. Azonban olyan eltérések is vannak, amelyek a spinális-jelleget erősen mérséklék. Ezek a különbségek a következőkben körvonalazhatók: 1. Hiányzik a glomerulus-képzés, ami pedig jellemzi nemcsak a spinális dúcokat, hanem általában az összes cerebrospinális ganglionokat. 2. A madarak ciliáris dúcában a nyúlványok nem oszlanak T-alakban, mint a spinális dúcokban. Holtzmann annak idején észlelte ezt az osztódási formát, de Lenhossék ezt a megállapítást olyan adatnak minősítette, amelyet saját vizsgálataival nem tudott megerősíteni. A Lenhossék-féle megállapítás helyességét készítményeinken mi is teljes mértékben igazolva látjuk. Tehát T-elágazás nincs, a homológia ezen a vonalon sem áll. 3. De van még egy szempont, mégpedig az, hogy a spinális sejtek kimondottan érző sejtek, ezzel szemben a madarak *ganglion ciliaré*-jának a sejtjei mozgatók, mert a belőlük kilépő nyúlványok azok a rostok, amelyekből, mint postganglionáris rostokból, a *nervi ciliares breves* és a *nervi ciliares longi* rostjainak nagy része szedődik össze.

Ha a fenti szempontokat komolyan fontolóra vesszük, nem lehet más véleményünk, mint az, hogy a madarak ciliáris dúca különleges jellegű, vegetatív, illetőleg preganglionáris rostjainak az eredetéből ítélve, parasymphicus dúc. Természetesen akkor sem esik csorba az igazságon, ha azt mondjuk, hogy *sui generis* dúc, amely semmiféle más dúccal nem homológizálható.

Összefoglalás

Ötvenhét fajhoz tartozó madár szemmozgató izmain és ciliáris dúcán végzett bonctani és szövettani vizsgálataink eredményeit a következőkben foglalhatjuk össze.

1. Leírtuk az összes szemizmok eredését és tapadását, s megállapítottuk, hogy a szemizmok fejlettsége és elrendeződése összefüggésben van az életmóddal, a Harder-féle mirigy helyzetével és nagyságával.

2. Követtük a szemizmokhoz futó összes agyidegek útját, leírtuk az elágazásokat, és Sloan-ke-rel szemben megállapítottuk, hogy a *nervus abducens* nem ad ágat a *ganglion ciliaré*-hoz. Ugyancsak Sloan-ke-rel, illetőleg Streesemánnal szemben megállapítottuk azt is, hogy a *nervus abducens* nem a *musculus pyramidalis*-ban, hanem a *musculus quadratus*-ban végződik.

3. Az irodalomban elsőnek leírtuk a szemizmok mikroszkópikus beidegzését, ismertettük a különféle elágazásokat, törzsközi kapcsolatokat és a mozgató

véglemezeket. Megállapítottuk, hogy a véglemezek hosszúkásak, számuk viszonylag nagyobb, mint a vázizmokban, és körülöttük nincsenek izomsejtmaghalmozok.

4. Megállapítottuk, hogy a szemizmokban a vastag velős rostok mellett vékony, hullámos lefutású idegrostok is haladnak, amelyek azonban a véglemezekkel semmiféle kapcsolatban nincsenek. E rostok eredete morfológiai eszközökkel meg nem állapítható.

5. Az összes szemizmokban a mozgató rostok mellett érző rostok is futnak, amelyek különböző típusú idegvégyszervekben végződnek. Az érző végyszerveknek következő három formáját találtuk: a) véglemez, b) idégorsó, c) gomoly.

6. Részletesen és nagy anyagon leírtuk a ciliáris dúcot és idegkapcsolatait, s a S l o n a k e r—S t r e s e m a n n-féle tanokkal szemben megállapítottuk, hogy a dúc a *nervus oculomotorius*-nak nem a *ramus superior*-ján, hanem mindig a *ramus inferior*-ján helyezkedik el, és pedig vagy úgy, hogy egyszerűen benne van az ideg állományában (olykor kis megvastagodás formájában), vagy pedig hosszabb-rövidebb nyéffel, vagy enélkül kapcsolódik az idegtörzshöz.

7. A dúcban az interneuronális synapsisok szépen és meggyőzően mutatkoznak, de nem abban a négy formában, amelyet annakidején L e n h o s s é k közölt. Mindenütt előforduló és gyakori synapsis a pericelluláris-kosár és a pericelluláris-fonadék. A kehelyszerű végződés, amelyet Lenhossék szövettanában az idegszövet idegvégződéseinek külön formájaként közöl, ilyen alakban sem a fiatal, sem az idős állatoknál nem egészben impregnálható.

8. A madarak ciliáris dúca az egyetlen parasymphicus dúc, ahol a L a n g l e y-féle interneuronális synapsisok tana a vegetatív idegrendszer területén morfológiailag is tökéletesen igazoltnak mutatkozik.

9. A dúcban különböző típusú érzőgomolyokat találtunk, s ezzel ismételtén igazoltuk azt, hogy a *nervus oculomotorius*-ban a mozgató rostok mellett érző rostok is futnak.

10. A hosszúkás, zárt gomolyokat, amelyek a dúc szélén, a kötőszövet alatt, de centrálisan is elég tekintélyes számban fordulnak elő a sejtmentes területen, a ciliáris dúc érző végszerveinek tartjuk.

11. A madarak ciliáris dúcát sajátos és különálló szerkezete alapján parasymphicus *sui generis* dúcnak minősítjük, amely a szervezet semmiféle más dúcával sem homologizálható.

IRODALOM

1. A p o l a n t : Über die Beziehungen des N. oculomot. zum Ganglion ciliare. Arch. f. mikr. Anat. 47. p. 655. 1896. — 2. Á b r a h á m : Az aortaideg szerkezete és végződésformái a kutya arteriás törzseiben. Ann. Biol. Univers. Hung. Pars Szegediensis. 1. p. 325. 1952. — 3. Á b r a h á m : Az emberi hasiagy (*ganglion coeliacum*) szerkezete. Állatt. Közlem. 37. p. 154. Bpest, 1940. — 4. Á b r a h á m : Blood pressure and peripheral nervous system. Acta Biol. Acad. Scient. Hung. 4. fasc. 3—4. p. 307. Bpest, 1953. — 5. Á b r a h á m : The comparative histology of the stellate ganglion. Acta Biologica Acad. Scient. Hung. 2. fasc. 4. p. 311. Bpest, 1951. — 6. B o l k : Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. 2. Hälfte 1. p. 670. 2. Hälfte 2. p. 1127. Berlin, Wien, 1934. — 7. L a n g e n d o r f f : Ciliarganglion und Oculomotorius. Pflügers Arch. f. d. ges. Physiologie, 56, p. 522. 1894. — 8. L e n h o s s é k : Das Ganglion ciliare der Vögel. Arch. f. mikr. Anat. 76. p. 745. Bonn, 1910—1911. — 9. Ó n o d i : Das Ganglion ciliare. Anat. Anz. 19. p. 118. 1901. — 10. S l o n a k e r : J. Morphol. 31. 1918. — 11. S a s - S c h á b : Die sogenannten Palisaden Endigungen der Augenmuskeln. Acta Morphologica Acad. Scient. Hung. 2. Fasc. 3. p. 295. Bpest, 1952. — 12. S t r e s e m a n n : Aves, in Kükenthal : Handbuch der Zoologie. 7. p. 102. Berlin und Leipzig, 1927. 13. S z a k á l l : A házi szárnyasok bonctana. Bpest, 1897. — 14. S z a k á l l : A sugárdúc gyökerei a háziállatokban. Közl. az összeh. élet- és kórtan köréből 3. p. 162. Bpest, 1899. — 15. S z a k á l l : Über

das Ganglion ciliare bei unseren Haustieren. Arch. für wissenschaftl. und praktische Thierheilkunde. 28. Heft 5. p. 476. 1902. — 16. Wollard: The innervation of the ocular muscles. J. Anat. London, 5. p. 215. — 17. Wolter: Über Nervenendigungen in der äusseren Augenmuskulatur. Acta Neurovegetativa. 4. Heft 4—5. p. 344. Wien, 1952.

DIE INNERVATION DER AUGENMUSKELN DER VÖGEL, UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER STRUKTUR DES GANGLION CILIARE

Von

A. ÁBRAHÁM und A. STAMMER

Die Verfasser haben anatomische und histologische Untersuchungen in Bezug auf die Augenmuskeln und das *Ganglion ciliare* von 57 Vogelarten angestellt. Die Ergebnisse ihrer Untersuchungen sind folgende:

1. Der Entwicklungsgrad und die Anordnung der Augenmuskeln hängen mit der Lebensweise und mit der Lage und Grösse der Har der schen Drüse zusammen.

2. Im Gegensatz zu der Behauptung von S lon a k e r abgibt der *Nervus abducens* keinen Ast zum *Ganglion ciliare* und endet nicht im *Musculus pyramidalis*, sondern im *Musculus quadratus*.

3. Die mikroskopische Innervation der Vogelaugenmuskeln wurde in der Literatur als erstes beschrieben. Die Endplatten sind länglich, ihre Anzahl ist hier relativ grösser als in den Skelettmuskeln und um sie befinden sich keine Muskelzellkernhäufungen.

4. In den Augenmuskeln neben den dicken markhaltigen Fasern laufen auch dünne, wellige Nervenfasern, die aber mit den Endlamellen in keiner Verbindung stehen. Der Ursprung der Fasern ist morphologisch nicht feststellbar.

5. Neben den motorischen Fasern finden sich auch sensible Nervenfasern in sämtlichen Augenmuskeln; sie enden in verschiedenartigen Nervenendorganen. Man kann folgende drei Formen von Endorganen unterscheiden: a) Endlamelle, b) Muskelspindel, c) Knäuel.

6. Das *Ganglion ciliare* befindet sich am *Ramus superior* des *Nervus oculomotorius* — nicht am *Ramus inferior*, wie das von S lon a k e r und S t r e s e m a n n behauptet wird — und zwar liegt es als kleiner Wulst in der Substanz der Nerven selbst, oder verbindet sich mit oder ohne Stiel mit dem Nervenstamm.

7. Im Ganglion sind die Interneuralsynapsen vorhanden, doch nicht in diesen Formen, wie L e n h o s s é k das beschrieb. Eine überall vorhandene und häufige Form der Synapsis ist der Perizellularkorb und das Perizellulargeflecht. Die kelchförmige Endigung, die L e n h o s s é k auch in seiner „Histologie“ als eine besondere Form von Nervenendigungen der Nervengewebe veröffentlicht, ist weder bei jungen noch bei alten Tieren im Ganzen impregnierbar.

8. Das *Ganglion ciliare* der Vögel ist der einzige parasympathische Ganglion, wo die L a n g l e y s c h e Interneuralsynapsis-Lehre im Gebiet des Vegetativnervensystems auch morphologisch völlig bewiesen zu sein scheint.

9. Im *Ganglion ciliare* finden sich sensible Knäuel von verschiedener Form; dies beweist, dass sich auch sensible Fasern im *Nervus oculomotorius* befinden.

10. Die länglichen, geschlossenen Knäuel, die am Rande des Ganglions, unter dem Bindegewebe und sogar auch zentral in ziemlich grosser Menge vorkommen, werden von den Verfasser für sensible Endorgane des *Ganglion ciliare* gehalten.

11. Das Ciliarganglion der Vögel, das mit keinem Ganglion des Organismus identifizierbar ist, scheint durch seine eigenartige und alleinstehende Struktur Ganglion „*sui generis*“ zu sein.

ИННЕРВАЦИЯ ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ У ПТИЦ, УЧИТЫВАЯ СТРУКТУРА РЕСНИЧНОГО УЗЛА

A. Абрахам и А. Штаммер

Авторы резюмируют в следующем результаты своих анатомических и гистологических исследований, проведенных над глазодвигательными мышцами и ресничным узлом глаз птиц, принадлежащих к 57 видам.

1. Авторы описывают начало и прикрепление всех глазных мышц и устанавливают, что развитие и распределение глазных мышц находится в связи с образом жизни, с расположением и величиной хардеровой железы.

2. Авторы проследили пути всех нервов головного мозга, ведущих в глазные мышцы, и описывают их разветвления. Им установлено, — в противоположность Слонакеру, — что отводящий нерв (*nervus abducens*) не имеет разветвления к ресничному узлу. Также в противоположность Слонакеру или же Штреземану установлено авторами и то, что отводящий нерв оканчивается не в пирамидальной мышце (*musculus pyramidalis*), а в квадратной мышце (*musculus quadratus*).

3. Впервые в литературе описывается микроскопическая иннервация глазных мышц, излагаются различные разветвления нервов, связи между стволами и двигательные пластинки. Установлено, что пластинки продолговатые, что их число относительно больше, чем в скелетной мускулатуре и что вокруг них не находится скоплений ядер мышечных клеток.

4. Авторы устанавливают, что в глазных мышцах, наряду с ходом толстых миелиновых волокон бегут тонкие волнистые нервные волокна, которые, однако, не имеют никакой связи с пластинками. Начало волокон нельзя определить морфологическими средствами.

5. Во всех глазных мышцах наряду с ходом двигательных волокон бегут и чувствительные волокна, которые оканчиваются в нервных концевых органах различного типа. Найдены следующие три формы чувствительных концевых органов: 1. пластинка, 2. мышечные веретёна, 3. комок.

6. Авторы на основании большого материала подробно описывают ресничный узел и его нервные связи, и устанавливают — в противоположность теориям Слонакера и Штреземана, — что он расположен не на верхней ветви (*ramus superior*), а всегда на нижней ветви (*ramus inferior*) глазодвигательного нерва (*nervus oculomotorius*), а именно таким образом, что он просто помещается в субстанции нерва, иногда в форме небольшого утолщения, или же он связывается со стволом нерва более или менее длинной ножкой, или же без последней.

7. Внутриневральные синапсы хорошо и наглядно видны в узле, однако не в тех четырех формах, о которых в свое время сообщил Ленхошшек. Повсюду встречающимся и частым синапсом является прерисцеллюлярная корзинка и перисцеллюлярное сплетение. Бокаловидное окончание, описанное Ленхошшеком в своей гистологии на основании относящихся исследований, как особая форма нервных окончаний нервной ткани, — в этой форме не подвергается пропитке ни у молодых, ни у старых животных.

8. Ресничный узел птиц является единственным парасимпатическим узлом, который и с морфологической точки зрения полностью подтверждает теорию Лэнгеля об интернейрональных синапсах, в области вегетативной нервной системы.

9. В узле находились различные чувствительные комки, повторно доказывающие, что в глазодвигательном нерве, наряду с ходом двигательных волокон, бегут также чувствительные волокна.

10. Продолговатые замкнутые комки, которые встречаются не только на краю узла, под соединительной тканью, но и центрально в довольно значительном количестве в свободных от клеток областях, авторы считают чувствительными конечными органами ресничного узла.

11. Авторы квалифицируют ресничный узел птиц на основании его специфической и обособленной структуры своеобразным узлом, не являющимся гомологичным ни с каким другим узлом организма.