

Dolgozat a Szegedi Tudományegyetem Általános Állattani és
Biológiai Intézetéből.

Igazgató: Dr. Ábrahám Ambrus.

A külső és belső szemizmok összehasonlító bonctana, szövettana és mikroszkópikus beidegzése.

Doktori értekezés.

Írta:

Stammer Aranka.

XX. táblán, 120 ábrával.

10 táblázat mérési adataival.

Szeged, 1958.



Diss.

B 523



T a r t a l o m :

	oldal
Bevezetés	1
Vizsgálati anyag és módszerek	2
KÜLSŐ SZEMIZMOK	4
A szemizmok anatómiai helyzete és beidegzése . .	5
Pisces	5
Amphibia	8
Reptilia	16
Aves	23
Mammalia	29
A szemizmok anatómiájának összehasonlító értéke- lése	31
A szemizmok szövettana	37
Vékony és vastag izomrostok	37
Izomrostmagvak	41
A szemizmok vérellátása	43
A szemizmok mikroszkópikus beidegzése	44
Pisces	45
Amphibia	48
Reptilia	52
Aves	55
Mammalia	57
A szemizmok mikroszkópikus beidegzésének összeha- sonlító értékelése	59
A vékony és vastag idegrostok eredete	62
A vékony és vastag rostok végződési formái . . .	71
Cholinesterase aktivitás	82

BELSŐ SZEMIZMOK	85
Az iris és a musculus ciliaris makroszkópos és mikroszkópos anatómiája és beidegzése	86
Pisces	86
Amphibia	91
Reptilia	92
Aves	95
Mammalia	109
Az iris és musculus ciliaris anatómiája	110
Az iris és musculus ciliaris beidegzése	115
Az iris és a musculus ciliaris makroszkópos és mikroszkópos anatómiájának és beidegzésének összehasonlító értékelése	131
Összefoglalás	139
Irodalom	141
Táblázatok	148

Bevezetés

A szem legfontosabb segédszerveinek a külső szemizmoknak és ezek működésével és morfológiai viszonyaival sok tekintetben összefüggő belső szemizmoknak összehasonlító anatómiája csak részleteiben, vagy sok területen egyáltalán nem ismert. E problémakör^{ben} pedig, amennyire a rendelkezésemre álló irodalom adataiból megállapíthattam morfológiai, physiológiai, oekológiai, systematikai és phylogenetikai szempontból egyaránt rendkívül fontos, érdekes, megoldásra váró, nehéz feladatok állnak még a kérdéssel foglalkozni kívánók előtt.

A szemizmok nagyságának, fejlettségének, helyzetének, beidegzésének összehasonlító vizsgálatánál léptenyomon olyan tények kerülnek szemünk elé, amelyek az életmód formáló hatását, a szervezet és környezet kölcsönös kapcsolatát és egységét mindennél jobban tükrözik. A periphericus idegrendszer központi- és vegetatív részének, végszerveikhez való kapcsolatának oknyomozó, morfológiai, kémiai és kísérletes vizsgálata az idegtan új problémáit tárják fel. Ezen irányú vizsgálataimban vezető szempontom volt az összehasonlítás, amely mellett három célt kívántam megvalósítani: 1/ adatokat szolgáltatni az összehasonlító anatómia szemizmokkal foglalkozó meglehetősen hézagos fejezeteihez, 2/ rámutatni mindazokra a különbözőségekre, amelyeket a rendszertani hely, a kor és az életmód hoz a szemizmok makroszkópos és mikroszkópos beidegzésében, 3/ felhívni minden olyan problémára a figyelmet, amelyek e terület vizsgálatánál ma még nyílt kérdésként állnak előttünk.

Vizsgálati anyag és módszerek

Vizsgálati anyagom a gerincesek 5 classisába tartozó, legkülönbözőbb életmódot folytató fajaiból került feldolgozásra. A vizsgálatokhoz felhasznált állatok a következők:

Pisces: Acipenseridae: kecsge /*Acipenser ruthenus*/. Cyprinidae: dévér keszeg /*Abramis brama*/, rózsás márna /*Barbus barbus*/, széles kárász /*Carassius carassius*/, tőponty /*Cyprinus carpio*/, pirosszárnnyu koncér /*Leuciscus rutilus*/, fejes domolykó /*Leuciscus cephalus*/, garda /*Pelecus cult-ratus*/, compó /*Tinca vulgaris*/. Siluridae: leső harcsa /*Silurus glanis*/. Esocidae: közönséges csuka /*Esox lucius*/. Percidae: magyar bucó /*Aspro zingel*/, selymes durbincs /*Acerina Schraetzer*/, fogassüllő /*Lucioperca lucioperca*/, naphal /*Eupomotis aureus*/, csapó sügér /*Perca fluviatilis*/.
Amphibia: Urodela: foltos salamandra /*Salamandra maculosa*/. Anura: kecskebéka /*Rana esculenta*/, tavi béka /*Rana ridibunda*/, zöld varangyos béka /*Bufo viridis*/, barna varangyos béka /*Bufo bufo*/, levelibéka /*Hyla arborea*/.
Reptilia: Lacertilia: fűge gyík /*Lacerta agilis*/, homoki gyík /*Lacerta taurica*/. Ophidia: vízi sikló /*Tropidonotus natrix*/. Testudinata: mocsári teknős /*Emys orbicularis*/. Crocodilia: pusztai varanusz /*Varanus griseus*/.
Aves: Gallinacei: tyúk /*Gallus domesticus*/, gyöngytyúk /*Numida meleagris*/, pulyka /*Meleagris gallopavo*/, fácán /*Fasianus colchicus*/. Columbae: balkáni kacagó gerle /*Streptopelia decaocto*/, gerle /*Turtur turtur*/, háziga-

lamb /*Columba livia domestica*/. Lari: kormos szerkő
/Hydrochelidon nigra/, kacagó sirály /*Larus ridibundus*/,
ezüstsirály /*Larus argenteus*/. Grallae: nagygoda /*Limosa
limosa*/, széki lile /*Charadrius alexandrinus*/, vízi tyúk
/*Gallinula chloropus*/, guvat /*Rallus aquaticus*/, kiskoda
/*Limosa lapponica*/, bibic /*Vanellus vanellus*/. Lamelli-
rostres: lud /*Anser anser*/, kacska /*anas anas*/, tőkés
réce /*Anas boschas*/, lile /*Anser albifrons*/, cigály réce
/*Nyroca nyroca*/. Ciconia: szürkegém /*Ardea cinerea*/.
Pygopodes: bubos vöcsök /*Podiceps cristatus*/. Accipitres:
fakó rétihéja /*Circus macrurus*/, egerészölyv /*Buteo buteo*/.
Striges: fülesbagoly /*Asio otus*/, macskabagoly /*Syrnium
aluco*/. Pici: zöld harkály /*Picus viridis*/. Passeres:
veréb /*Passer domesticus*/, csóka /*Colaeus monedula*/, fe-
keterigó /*Turdus merula*/, fenyőrigó /*Turdus pilaris*/, par-
tifeckske /*Riparia riparia*/.
Mammalia: Insectivora: sündisznó /*Erinaceus europeus*/,
vakond /*Talpa europea*/. Chiroptera: közönséges denevér
/*Myotis myotis*/. Carnivora: házi macska /*Felis domestica*/,
kutya /*Canis familiaris*/, róka /*Vulpes vulpes*/. Rodentia:
mezei nyúl /*Lepus europeus*/, házi nyúl /*Lepus cuniculus*/,
fehér patkány /*Rattus rattus*/, házi patkány /*Eymis rat-
tus*/, házi egér /*Mus musculus*/, tengeri malac /*avia por-
cellus*/. Arctiodactyla: sertés /*Sus scrofa*/, őz /*Capreolus
capreolus*/, szarvas /*Cervus cervus*/, juh /*Ovis aries*/, kecs-
ke /*Capra ibex*/, szarvasmarha /*Bos taurus*/. Perissodactyla:
ló /*Equus caballus*/. Primates ember /*Homo sapiens*/.

A bonctani és szövettani vizsgálatokat legtöbbször 4-10 %-os formalinban illetve a Lawretjew AFA fixálóban rögzített szemeken végeztem. Az ezüstimpregnáláshoz az Ábrahám szerint módosított Bielschowsky-Gros /6/ és a Bielschowsky-Ábrahám-féle módszert /7/ használtam. A szövettani vizsgálatok egy részéhez paraffinos beágyazást alkalmaztam. Az idegek előtűntetéséhez tulnyomó részben metszeteket készítettem. A metszetvastagság a belső szemizmoknál 10-15 mikron, külső szemizmoknál 20-40 mikron volt. A cholinesterase aktivitás kimutatására a Koelle-Friedenwald módszert használtam /46/ Gerebtzoff-féle módosításban /36/, a békánál 5-ös, a madárnál és emlősnél 6,2 pH puffer alkalmazásával. Degenerációs vizsgálataimhoz a *Rana ridibunda* és a *Columba domestica* szemizmaihoz jövő idegeit vágtam át, közvetlen az orbitánál való belépésnél. A galambnál 3-4 nap, a békánál 5-6 nap után tűntek elő legjobban az átvágások következtében fellépő elváltozások.

KÜLSŐ SZEMIZMOK

Az összes gerinces állat szemének mozgatására 4 egyenes és 2 ferde izom szolgál, amelyekhez járulnak még csoportonként eltérően, a szemhéjak mozgatására, illetve visszahúzására, vagy az egész szem visszarántására szolgáló specialis izmok. A szemizmok szövettanilag harántcsikolt izomrostokból épülnek fel, amelyeket a harmadik,

negyedik és hatodik agyidegek ágai látnak el idegekkel. Az alábbiakban ez általános megállapítás összehasonlító tárgyalását kezdem el.

A szemizmok anatómiai helyzete és beidegzése

A szemizmok anatómiájában a legfeltűnőbb különbségek a rendszertani osztályonkénti eltérésekben mutatkoznak, de emellett ordonkénti, fajonkénti, sőt egyéni eltérések is lehetségesek. Az eddigi szemizmokkal foglalkozó anatómiai helyzetet leíró irodalmak /13,30,34,39, 67/ nem terjednek ki ezekre az eltérésekre és főleg a különbségek összehasonlítására. Corning munkája /26/ az egyetlen olyan kezdeményezés, amely a szemizmok összehasonlító viszonyait próbálja elemezni a fejlődési adatok figyelembe vételével az összes gerinces csoportokra kiterjedően. Az eddigi adatok tekintetbevételével mellett a szemizmok anatómiai helyzete a következőképpen alakul a vizsgált állatcsoportokban.

Pisces

A halak szemének egyenes izmai a musculus rectus superior, musculus rectus inferior, musculus rectus anterior és musculus rectus posterior. A musculus obliquus superior és a musculus obliquus inferior a két ferde szemizom. Az egyenes izmok hosszukásak, laposak, eredésük^{nél} és bulbuson való tapadásuknál is aránylag szélesek.

A tropibasicus koponya oldalfekvésű orbitája mélyéről erednek és a szemgolyóra kapcsolódásukkal kupformát formálnak. A kupot alkotó szemizmok fejlettsége különböző. A legerősebb izom a musculus rectus anterior. Ez elülső egyenes izomnak feltűnő nagysága, ezenkívül a ferde szemizmok ez oldalon való eredése és tapadása okozza, hogy a szemizmokkal együtt kiboncolt bulbus hátsó felülete asszimetriát mutat. A medialis oldali erősebb fejlettség az egyenes szemizmok elrendeződésében is kifejezésre jut.

A ferde szemizmok az orbita elülső alsó faláról egymáshoz közel erednek, legtöbbször ezek is hosszú izmok, de rendszerint az egyenes izmoknál rövidebbek. A ferde szemizmok a musculus rectus superior illetve a musculus rectus inferior inán, vagy ina felett a bulbuson tapadnak. A szemizmok elrendezése tekintetében a halaknál vizsgált két ordo az Acipenseridae és Teleosteusok között feltűnő különbség nem mutatkozik. Mindkettőnél az egyenes izmok a nervus opticus mellől caudalisan indulnak ki, míg a ferde szemizmok az orbita elülső faláról. A ferde szemizmok elrendeződésénél az a figyelemreméltó különbség jelentkezik, hogy míg a Teleosteusok izmai egymás közeléből erednek, az Acipenseridae csoportban igen nagy távolságra egymástól.

A fajonkénti eltérésekben megállapíthattam a következőket. A szemizmok nagysága mindig arányos a szem nagyságával. Hosszuságuk függ az orbita mélyétől, tehát a koponya alkatától. Éppen emiatt jelentkezik a sajátság-

gos különbözőségeik. A pontynál, márnánál, főleg a nagyobb harcsáknál igen mély az orbita, ennek megfelelően igen hosszúak az egyenes szemizmok, a ferde szemizmok hosszának több mint kétszeresei. A közepes hosszúságúakhoz sorolhatók a compó, csuka, kárász, keszeg és a vörösszárnyú koncér egyenes szemizmai. A süllőnél, a naphalnál és különösen az Acertínánál, ahol az orbita mélysége csekély, az egyenes szemizmok hosszúsága egyáltalán nem múlja felül a ferde szemizmokét. Eltérés mutatkozik az izmok fejlettségében is. A négy egyenes szemizom közül mindig a musculus rectus anterior a leghosszabb és viszonylag a legvastagabb. A szemizmok eredését és tapadását minden esetben nagyjából azonosnak találtam a vizsgált fajoknál. Sajátságos a csuka musculus rectus externusának két porcióban való eredése, amelynek ismerete Corning nevéhez fűződik. E jelentéktelennek látszó eltérés kisebb csuka-szemeknél észre sem vehető.

A szemmozgató izmokat a nervus oculomotorius, a nervus trochlearis és a nervus abducens ágai idegzik be. A szemizmok idegei valamennyi halnál nehezen boncolhatók általában rövid lefutásuak, vékonyak, még binocularis mikroszkóp alatt is csak alig láthatók. Az idegek vastagsága a szem nagyságával illetve a szemizmok hosszúságával arányos. Az idegek lefutása valamennyi halnál a következőképen alakul. A nervus oculomotorius a nervus opticus mellett laterálisan belépve rögtön kettéágazik, vékonyabb ága a musculus rectus superiorhoz megy, vastagabb,

rövidebb ága először a musculus rectus inferiorhoz ad ágot, majd továbbhaladva a musculus rectus anterior felé közeledik. Mielőtt ez ^(izomban) szétágazna a musculus obliquus inferiorhoz is kapcsolódik egy hosszú erős ággal. A nervus trochlearis a nervus opticustól medialisán jóval feljebb eső nyílásán át lép be az orbitába. Binocularis mikroszkópon át jól követhető, hosszú egyenes lefutása, a musculus rectus superior és antero közötti zsirpárna kötőszöveti burkán egész a musculus obliquus superior alsó középső részéig, ahol eltűnik az izomban. A nervus abducens az oculomotorius mellett kissé laterálisán belépve a közvetlen ott fekvő musculus rectus posteriorba lép.

Mindezekből megállapítható, hogy az általam megvizsgált, túlnyomórészen a Teleosteusokhoz tartozó halak szemizmmainak anatómiai helyzetében, eredésében és tapadásában nincs különösebb eltérés, amit aznazonos életmód könnyen magyaráz. Jóval több különbözőség mutatkozik az izmok hosszúságában és fejlettségében a fajok szerint. Ezek az eltérések azonban mindig arányosak a szem nagyságával és az orbita mélységével. Az idegek vastagsági átmérője, amely igen kismértékűnek tűnik fel az izmok jól fejlettségéhez és erősségéhez képest, szintén a szem méreteivel van összefüggésben. Az izmok hosszúsági és idegeinek vastagsági adatairól a táblázatban feltüntetett egyes példák adnak hű, összehasonlító értékeket. /1. táblázat

Amphibia

A békafélék szemizmmainak elhelyezkedése sajátos

elrendeződést mutat az általam vizsgált két ordó, az Urodela és az Anura rend között.

Urodela. A Salamandra maculosa szemei teljesen benne fekszenek a nem mély orbitatüregben. A szem négy egyenes izma igen rövid, a bulbusra tapadásukban szabályos kupformát formál, amely kupnak azonban hiányzik a csucsa. A csonka kupformát az izmok rövidsége mellett az okozza, hogy az orbita belső alsó faláról az egyenes izmok egymástól bizonyos távolságra erednek. A Salamandra maculosa két ferde szemizma az egyenes izmoknál hosszabb, karcsubb izom, egymás közelében erednek a platybasikus koponya szemüregét határoló elülső frontoethmoidalis faláról. A szemizmok kicsisége és idegeinek alig látható volta már eddig is sok problémát okozott a beidegzés kérdésében. Fischer után Fürbringer és Stannius is úgy találta /32/, és magam is úgy látom, hogy a szemgödörben lévő nervus oculomotorius két ágra oszlik, a felső a musculus rectus internus, az alsó a musculus rectus inferior és a musculus obliquus inferior idegzi. Nem lehet látni a musculus rectus superiorhoz menő ideget. Éppen ezért Fischer úgy gondolta, hogy a ramus nasalis trigeminiben halad az oculomotorius ramus dorsalis és mivel ez ideg a musculus rectus superior és musculus obliquus superior felületén áthalad lehetségesnek tartják, hogy a trigeminusból ki lépő dorsalis oculomotorius ág idegzi be mind a két izmot. Fürbringer viszont azt gondolja, hogy mind a kettőt a nervus trigeminus látja el idegrostokkal. Véleményem szerint a szemizmokhoz kapcsolódó ágak annyira vékonyak, hogy sem a régi, sem a mai eszközökkel nem tudjuk mak-

roszkóposan megközelíteni. A természet azonban azonos feladatok elvégzését azonos módon szokta megoldani. A Salamandra agyszerkezete és agyidegeinek eredési helye nem ad okot arra, hogy e csoportban az agyidegek lefutásában eltérést feltételezzünk. Bár a nervus abducens láthatóan nem jelenik meg az orbitában, amint ezt Fischer is közli, mégis úgy gondolom, hogy csak vékonysága miatt nem sikerült eddig észrevennünk, vagy lehetséges, hogy a békákéhoz hasonlóan a ramus ophtalmicusban fut.

Anura. A békáknál a szemizmok elrendeződése nagy megegyezést mutat a vizsgált fajokon, az eltérés csak a fiatalabb és kifejtettebb állatok szemizmai között mutatkozik, amennyiben a fiatalabb állatok szemizmai igen vékonyak. Az Anurák szemei a platybasicus koponya oldal részét alkotó csontok közötti ferdefekvésű üregben helyezkednek el, nyugalmi állapotban az üregből feltűnően kiállnak. Minden valószínűség szerint ezért fejlődtek ki a békáknál a szem védett helyzetbe hozásához, befelé és kifelé húzásához és a szájpadról való védelemhez a specialis izmok. A tulajdonképeni hat szemmozgató izom mellé ugyanis az Anura csoportba tartozó összes békafajon kifejlődtek a musculus retractorok különböző portioi és a musculus levator bulbi. A szemizmok helyzetével, eredési és tapadási viszonyaival megismerkedhetünk Gaupp adataiból /34/, amelyeket csak megerősíteni tudok. A négy egyenes szemizom közül három, a musculus rectus inferior, a musculus rectus medialis és a musculus rectus lateralis a musculus rectus superior egy részével és a retractor

izmokkal együtt a porcos koponya oldalfalán erednek ventralisan a nervus opticus belépésétől, a parasphenoideum lateralis szélén. A nervus opticusához nincsen semmiféle kapcsolatuk. A békáknál Gaupp közölte először a musculus rectus superior két porcióban való eredését, amely kisebb békaszemeken is észrevehető. A felső rövidebb portiojának caput superficialeja a frontoparietalen ered, csak a másik erősebb portio caput profunduma kapcsolódik hozzá a többi egyenes izom közös intelepéhez. A két ferde szemizom az orbita elülső belső szögletéből, az ethmoidale laterale frontalis széléről, egymás közelében eredő izmok. Innen huzódnak át a bulbusra. A békák egyenes és ferde szemizmai a szem méreteihez viszonyítva rövideknek mondhatók. Az izmok aránylag vékonyak, szabályos háromszögalakúak. Az eredési helyüknél igen keskeny és hosszú innal kezdődnek el. A tapadó résznél kiszélesednek, elvékonyodnak és szabadszemmel is látszik a tapadó rész pigmentáltsága. A musculus retractorok rövid inrésszel az egyenesekhez viszonyítva szélesebb alappal erednek, vastagabbak és világosabb színűek, mint a tulajdonképpeni szemizmok. A musculus retractorok eredési helyüket tekintve a koponyacsontoktól körülzárt orbitaüreg hátsó, mélyebb részéből indulnak ki, így jóval hosszabbak, mint az egyenes szemizmok. Topografiailag szorosan kapcsolódnak az egyenes szemizmokhoz, ugyanis a közöttük üresen maradt hézagokat kitöltve érik el a szengolyót, amelyre² tapadnak¹ úgy, hogy az egyenes izmok alatt egy majdnem teljesen összefüggő kupot alkotnak. A musculus retractorok,

mint az egész bulbus visszavonó izmai illetve a szemhéj mozgatói jól fejlettek. Gaupp három részre különíti őket: pars intermedia, pars anterior et pars posterior. Az elkülönítés különösen a kisebb béka szemeken /Hyla, Bufo/ és főleg a fiatal állatoknál nagyon nehéz. A legfeltűnőbbben elkülönülnek az izomporciók a Ranidae csoportoknál, ahol az a látszat, hogy a musculus retractor minden portioja kettős, mert pontosan a középső felületükön helyezkednek el az egyenes izmok. A pars intermediuson a musculus rectus inferior a portio anterioron a musculus rectus medialis és a portio posterioron a musculus rectus lateralis. Az egyenes izmok alatti részük nagyon vékony, valószínűs bemélyedések vannak a retractorok felszínén az egyenes izmok számára. Különösen akkor tűnik ez elő, ha az egyenes izmokat eltávolítjuk a retractorok felületéről, amely könnyen megtehető, mert az egyenes izmok nincsenek semmiféle kapcsolatba a musculus retractorokkal. A retractor izmok egyenes izom melletti részei meglehetősen vastagok, e helyeken a vastagságuk jóval felülmúlja az egyenes izmokét. A portio posterior és a portio anterior a szemgolyó hátsó felszínén a felső quadrát közepén nem érnek teljesen össze. Itt szakad meg a musculus retractorok alkotta kup. E helyen a szabad rés alsó harmadán látható a felfelé és oldalfelé haladó nervus opticus. A musculus retractorok közül a portio intermedius a pislogó hártya inával van szoros kapcsolatban. E portionak fő szerepe tehát nem a bulbus visszarántásában, de a pislogó

hártya mozgatójának szabályozásában van. Az egyenes és ferde izmok és a musculus retractorok alkotta szemkup, amely a békáknál egységes, tökéletes, de asszimmetrikus kup formájában mutatkozik jóval rövidebb, mint a halszemeknél. A kupforma asszimmetriáját a szemgolyó orbitához viszonyuló ferde fekvése okozza, amit erősen kidomborít a szemizmok tapadása is. A lateralis oldali szemizmok ugyanis jóval lejjebb tapadnak a corneo-scleralis szélhez viszonyítva, mint a medialis helyzetűek.

A szemkupot alkotó izmoktól függetlenül még egy izmot kell a békáknál megemlíteni, a musculus levator bulbit. Ez izomnak a vízizomból való átalakulása külső megjelenésében is mutatkozik. Helyzeténél fogva azonban e specialis izom is a szemizmokhoz tartozik. Antagonista módon működik a retractorokkal, a szemgolyót kiemeli és a szemhéjaktól védett szemet kinyitja. Gaupp több portiót különít el rajta a helyzetének és tapadási részeinek megfelelően, de én hangsúlyozni szeretném az egész izom anatómiájának és működésének egységességét. Vékony, a szemgolyóval s az azzal szoros kapcsolatban lévő egyenes-, és ferde szemizmok és a musculus retractorok által alkotott szemizomkuppal, csak lazán összefüggő egységes izomlemez, amelyet ha a pislogó hártyát mozgató portiójánál átvágunk, azonnal leválk a szemizomkupról.

A békaféléknél is a legtöbb szemizomnak a nervus oculomotorius az idege. A III. agyideg közvetlen az orbitába lépésnél két ágra oszlik, ramus superior és ramus inferiorra. A nervus oculomotorius ramus superiorja el-

vesz a musculus rectus superior elülső portiójában. Ebből a felső portióból az egymáson fekvő résznél lépnek át az egyenes izom második alsó portiójához az idegágak. Az oculomotorius ramus inferiorja hosszan futva először a musculus rectus inferiorhoz, azután a musculus rectus medialishez kapcsolódik. Erős végső ága a musculus obliquus inferiorban tűnik el. A szemizmok másik idege a nervus trochlearis. Ez ideg a musculus rectus superior caput profundusa és a levator bulbi egy része fölött ágleadás nélkül halad a musculus obliquus superiorhoz, amelyben végződik. A VI. agyideg a nervus abducens léte illetve lefutása és ennek a nervus trigeminus ramus ophtalmicusához való szoros kapcsolata csak a békaféléknél jelentkezik érdekes problémaként. Helyesnek tartom vizsgálataim alapján Gaupp adatait a ramus ophtalmicus ágaira vonatkozóan. Jól látszik, hogy egy a ramus ophtalmicusból először kilépő vékony ág a musculus rectus lateralishez megy, ezután egy másodszer kilépő erős ággal kapcsolódik az oculomotorius ramus inferiorján a békáknál már meglévő ganglion ciliarehoz. A ganglion ciliareből kilépő rostok a musculus retractor bulbi portióiban haladnak és ezek inán át folytatódnak a skléra tömöttrostos kötőszövetében. E megállapítást igazolják a szövettani vizsgálatok is. Mindezek mellett nagy kérdésként merül fel, hogyan kaphat a musculus rectus lateralis trigeminus általi beidegzezést és hogyan lehetséges, hogy a musculus retractorok izomrostjai postganglionaris vegetativ be-

idegzést kapnak.

E sajátos beidegzési módot Gaupp azzal magyarázza, hogy a békák specialis ducában, a ganglion prooticumban négy duc van egyesülve: a V., VI., VII. egyidegducok és egy sympathicus duc. E ducból kilépő a ganglion ciliarehoz menő ideg így abducens és trigeminus rostokat, sőt sympathicus rostokat is tartalmazhat. E felfogást én elég problematikusnak találom. Vizsgálataim szerint ugyanis a ganglion prooticum szövettani szerkezetében nem tételezhető fel mozgató, érző és vegetatív ducsejtek és ezek rostjainak a keveredése. Szerintem az lehetséges, hogy a ganglion prooticumból kiinduló ramus ophthalmicus mellé hozzacsatlakozott a nyultagyból jövő vékony nervus abducens. Ha makroszkóposan egységes idegnek is látszik egy közös idegburek miatt a nervus abducens véleményem szerint mindvégig megtartja önállóságát. Ezen önálló idegág lép ki a musculus rectus lateralisba. Ezt erősíti az a tény, hogy ennek az izomnak mikroszkópikus beidegzése egyáltalán nem tér el a többi motorikus beidegzésű egyenes izomtól és az nehezen gondolható el, hogy az Amphibiáknál a trigeminus ramus ophthalmicus motorikus rostokat is szállitana. Valószínűnek tartom a további lefutásokban, hogy ez önálló abducens ág idegrostjainak egy része folytatódik a ganglion ciliarehoz menő idegben is. A ducból kilépő postganglionaris rostokat szállító idegek, amelyeknek helyzetét és számát Gaupp által közölt ^a ábra adataival teljesen azonosnak találtam, így trigemi-

nus és abducens rostokat is szállít. A retractor bulbiba szétágazódó postganglionaris oculomotorius, abducens és trigeminus ágak közül valószínűleg a többi csoportokhoz hasonlóan csak az abducensből jövők adnak motorikus beidegzést a visszavonó izmok rostjaihoz. A trigeminus és oculomotorius eredetű idegrostok véleményem szerint ez izmokon át csak továbbhaladnak a plexus ciliaris felé.

A musculus levator bulbi idege a nervus trigeminus ramus ophtalmicusából kiágazó két idegág, amely két különböző helyen éri el az izomlemez. Szövet-tani vizsgálataink szerint a nervus trigeminus ágai ez izomnak egész sajátos beidegzést adnak. Az érző beidegzés mellett a motorikus idegrostokat minden valószínűség szerint a többi fejizom felől érkező gerincvelői idegekből kapja. A tulajdonképpeni szemidegekből nem kap ez izom idegágakat.

Reptilia.

A hüllők négy ordót képviselő fajainál a szemizmok elrendeződése, idegeinek lefutása és kapcsolódása eltérőnek mutatkozott. Ezek a különbségek a vizsgált fajok különböző életmódjával magyarázhatók. Azt tapasztaltam, hogy a vizsgált rendekben a szemizmok és idegeinek alakulásában csak nagyon kis mértékben jelentkeznek az egymás közötti közeli rokonságnak jelei. Sokkal jellemzőbb bélyegeket kapunk az ordók vizsgálatánál a filogenetikai kapcsolatok pontos irányvonalának jelölésében. Ezt láttam abban, hogy a Lacertiliák és a Tropidonotus szemizmainak

elrendeződése és beidegzése a halak és békák izomelrendeződése közötti hályzetet foglalja el. A teknős szem specialis vízhez alkalmazkodó szeme sajátos új típust tár elénk, a békákénál fejlettebb, differenciáltabb formában. jelentkezik. A varanus szem viszont, amely a hüllők legmagasabb fejlettségű csoportját képviseli már majdnem teljesen madárszem jellegzetességeket mutat. E rendkívül érdekes viszonyok tanulmányozása az irodalom adatai szerint eddig majdnem teljesen elkerülte a kutatók érdeklődését. Vannak elszórtan vizsgálatok e területen is. Szentgyörgyi, Hess a Lacerta félék, Yokl a Tropinodotus, Kopsch ezenkívül Beer és Gordsch a különféle teknősök szemének főleg külső és kis részben belső morfológiai sajátosságainak megismerésére törekedtek. /32/ Krause a hüllőszemek szövettani szerkezetére vonatkozólag közölt sok érdekes adatot. /47/ A szemizmok kérdése azonban egészen elhanyagoltnak látszik. Ezirányu vizsgálataimnál úgy találtam, hogy a vizsgált fajokon érdekes különbségek jelentkeznek a szemizmok és beidegzésük alakulásában, amelyek bemutatására a négy csoportot külön fogom tárgyalni.

Lacertilia. A gyíkok szemén a szem méreteihez viszonyítva aránylag hosszú, karcsu, vastag egyenes izmokat találunk. A két ferde izom szintén karcsu, jól fejlett. Az egyenes izmok a gyíkféléknél már közös intelepen erednek, közel a nervus opticushoz. A szemgolyó hátsó felszínének pontosan a közepén megjelenő nervus opticus és az orbita szabályos alakata mellett a szemizmok egyenlő fejlettsége okozza, hogy nincs még egy ilyen csoport, ahol a szemizomkup oly szimmetrikus formát mutatna, mint a gyíkok-

nál. Tulajdonképeni szemizomkupekról azért nem beszélhetünk, mert a karcsu, hosszú izmok között határozottan feltűnő nagy hézagok alakulnak ki. Épeztől nincs még egy ilyen csoport, ahol a szemizmokat olyan jól és pontosan azonnali rápillantásra megismernénk, mint itt. Egyetlen specialis izom a musculus retractor vagy Lendart szerint bursalis retractor izom, amely a musculus rectus lateralis és egy egész kis darabjával a musculus rectus inferior alatt helyezkedik el. Vékony, lapos, egységes izom, amely keskeny inba megy át. Ina a pislogó hártyához kapcsolódik, tehát funkcióját tekintve szemhéj mozgató izom.

A gyíkfélék szemizmainak idegei feltűnően vastagok, az aránylag kis szemméret és vékony szemizmokhoz viszonyítva. Az izmokhoz lépő idegágak mindig szabad szemmel is jól látszanak. A nervus oculomotorius ezeknél is két részre ágazik, felső ága a musculus rectus superior idegzi, az alsó a musculus rectus inferior, a musculus rectus medialis és a musculus obliquus inferior idege. A III. agyideg ramus inferiorjából a musculus rectus inferiorba lépés előtt egy vastag ideg lép ki és a bulbus felé halad. Ezen az ágon jól fejlett, aránylag nagy ganglion ciliare található. Lenhossék kettős ducot is közölt a Lacerta viridisnél. Ezt még eddig egy esetben sem tapasztaltam. A nervus trochlearis a) nervus opticus nyílásánál feljebb és nasalis irányban fekvő nyílásán át lép be az orbitába és a musculus obliquus superiorban ágazik szét. A nervus abducens, amely a legvékonyabb szemideg a musculus rectus lateralis és a musculus retractor bursalis idege. Az idegágak az izomhoz

kapcsolódás után szabadszemmel is láthatóan széteszlanak és elvesznek az izomban.

Ophidia. A *Tropinodotus* szemének sajátosságos képződménye a kettős cornea. Ennek az óráüvegyszerűen jól záródó, védő, mozdulatlan helyzetbe hozó buroknak tulajdonítom, hogy a *Tropidonotus* szemizmai majdnem csökkenvényeseknek mondhatók. Ez különösen jelentkezik a szem forgatását biztosító két ferde szemizmónál. A szemgolyón elhelyezkedő egyenes izmok a szemgolyóhoz képest nagyon rövidek, jóformán be sem borítják a bulbus hátsó felszínét. A két ferde izom pedig csak inmaradványként jelentkezik. Az egyenes izmok elrendeződése szabályos. A szemhéjak mozgatására vagy a szem visszarántására szolgáló specialis izmok nem találhatók meg ebben a csoportban. A szemidegek annyira vékonyak, hogy kapcsolódásuk alig látszik. A nervus oculomotorius az egyetlen, amely mindig könnyen felismerhető és a szétágazásai is a szokásos formában jelentkeznek. A ganglion ciliare azonban nem találtam. A nervus trochlearis és a nervus abducens lefutását nem sikerült megállapítanom, az aránylag nagy szemgolyóhoz tartozó rendkívül kis izmokon. Az izmok helyét és az orbita üregét a majdnem egész hátsó felszint beborító nagy Hardar mirigy tölti ki.

Testudinata. A teknősök szemizmai jól fejlettek. A platybasicus koponyalíkat, a mélyfekvésű orbita, a szemizmok helyzetében és a szemidegek izomhoz való kapcsolódásában sajátosságos változást okoz. Az orbita hátsó falát az agyat burkoló dura mater vastag rétege helyettesíti.

A szemizmok eredésének nincs közös intelepe, és a szemidegek egymástól elég nagy távolságban lépnek be az orbitába. Minden valószínűség szerint a teknősök érdekes kétlaki életmódja is hozzájárul a szemizmok elrendeződésében, makro-, és még inkább mikroszkópikus beidegzésében jelentkező feltűnően sajátos eltérések kialakításához. A teknősök szemén megjelennek az igen fejlett musculus retractorok, amelyek a békáéhoz hasonlóan erősek, csak eloszlásuk másformában mutatkozik. A retractor izom a teknősöknél két porcióból áll, amelyek a szem legfejlettebb izmai. Egyik a nasalis oldalon az agyburkon eredő vastag izom, amelynek egy része tapad csak a bulbuson, nagyobb része a szengolyón áthaladva inba megy át, amely in kettéoszlik s egyik részével az alsó szemhéjhoz, másik részével a pislogó hártyához kapcsolódik. Ez izomcsoport képviseli tehát a retractorok közül azt a porciót, amely a szemhéj mozgására szolgál, tehát bursalis retractor izomnak tekinthető, a Lacerták Leuckart-féle izmához hasonlóan. A szem visszarántására tehát tulajdonképpen retractor izomként az orbita mélyéről eredő vastag izom porció szolgál, amely a szengolyó temporalis részén tapad. Egységes, erős, tömött izom ez, melynek izomrostjai nem sugároznak szét a szengolyó nagy felületére, mint a békáknál, hanem aránylag vastag alappal kis területen tapadnak. A két retractor izom eltávolításárután láthatóvá válnak az egyenes és ferde szemizmok, amelyeknek elrendeződése erősen asszimmetrikus. A szemizmok nem záródnak

szorosan egymáshoz, az izmok fejlettsége különböző. A legnagyobb és legerősebb izomnak találtam a musculus rectus superiort, ezután következőnek a musculus rectus lateralist. A musculus rectus medialis és musculus rectus inferior aránylag vékonyak és keskenyek, a két ferde izom közül a musculus obliquus superior jóval hosszabb, mint a musculus obliquus inferior. Mindkettő hosszukás, vékony izom. A szemizmok, a teknősök csoportjában már rövidülést mutatnak s az eredésük közvetlen a szemgolyó hátsó pólusának közelében van. Az izmok nagysága kb. csak akkora, hogy beborítják a bulbust. Csak a retractor izmok a kivételesek, mert ezek jóval hosszabbak és vastagabbak a tulajdonképpeni szemizmoknál.

A teknős^{ök} szemizmaihoz jövő idegek jól láthatók, lefutásukban nagyjából megegyeznek az eddig leírt viszonyokkal. A retractorokat itt is a nervus abducens ágai idegzik be.

Crocodylia. A varanusz szemizmainak az elrendeződése teljesen madárjellegzetességeket mutat. A medialis oldalon helyezkedik el a jól fejlett Harder mirigy, amely felett illetve alatt tapadnak a musculus obliquusok a szemizom kuptól aránylag függetlenül. A varanusz szemizmai a madarakéhoz hasonlóan szélesek, laposak, rövidek, teljesen beborítják a bulbus hátsó felszínét. Az egyenes izmoknak az eredési helye a nervus opticus nyílása körül van. Széles alappal, nagyon kis innal erednek s mindjárt a szemgolyóra sugároznak szét. Az eredési helyüknél széles alapuak és ez a szélesség mindvégig megmarad csak a

tapadó részénél vékonyodnak el. A madárszemhez viszonyított különbség csak a két specialis izom helyzetében van. A varanusznál ugyanis az egyik specialis izom, amelyet a szem visszahuzójának tekintek az orbitafalról a nervus opticus mellett caudalisan ered vastag erős alappal. A musculus rectus medialis alatt helyezkedik el. Legnagyobb részében széles erős izom, amely elvékonyodva tapad a sklérán. A Harder mirigy alatt fekszik majdnem teljes egészében. A musculus rectus superior és musculus rectus inferior széléig terjed. A szengolyó hátsó felszínét ha nézzük a rectus medialis két oldalán kilátszik e visszahuzó izom két szélső szakasza. Az izom nem egyenletesen vastag, közepén két erős kiemelkedés húzódik rajta, amely a széleken elsimul. A másik specialis izom szintén az orbitafalról ered, az előző izom közelében ^{attól} dorsalisán és caudalisan. Egy részével rátapad a sklérára ^{ra} a musculus rectus inferior és a musculus rectus lateralis közötti szabad területen. A másik ^a musculus rectus medialis felé eső portiója elkülönül, majd inba megy át, amely in az alsó szemhéjhoz kapcsolódik. Így ez izomnak egyik része a szem visszavonójának, a másik része a szemhéj húzó izmának tekinthető. Mivel mindkét izomnak az orbita falon van az eredése egyáltalán nem hasonlítható össze a madarak ennek megfelelő két specialis izmával, amelyek a sklérán erednek és inba mennek át a szemhéjak, különösképpen pedig a membrans nictitans együttes mozgatói.

A varanusz szemidegeinek lefutása és az izmokhoz való kapcsolódása megegyezik a madaraknál tapasztaltakkal. Különbség csak annyiban jelentkezik, hogy az iz-

mokhoz lépő ágak száma jóval több. Megfigyeltem, hogy a musculus rectus inferiorhoz nyolc vastag és hat-hét vékony ág lép, míg a madaraknál csak 4-5. Ugyanilyen arányú eltérések tapasztalhatók a musculus rectus medialisnál is. A varanusz szemidegei jól láthatók, az izomban való szétosztódásuk sokáig követhetők.

Aves

A madarak szemizmai nagyságban és vastagságban sokféle eltérést mutatnak fajonként, de ugyanilyen különbségek jelentkeznek egy állatfajon belül is. Főleg kor szerint változnak a méretbeli viszonyok s emellett a különböző szemizom fajták között is van eltérés. Mégis azt lehet megállapítani, hogy a szemizmok anatómiai helyzete nagyjából azonosnak mondható az összes madárnál. Ez általános izomelrendeződéshez Franz /32/, Slonaker /57/ és Spresemann /61/ eredményeiből tájékoztatást kapunk. De ezek az irodalmi adatok sok tekintetben hiányosak és rendszerint csak egy állatra vonatkoznak. Épe ezért az összehasonlítás-hoz szükségesnek tartom e sok fajt képviselő csoport szemizom anatómiájának részletes ismertetését. A négy egyenes szemizom az orbitafalon széles alappal ered. A négy izom már az eredési helyen jól elkülönül és rövid lefutás után a bulbuson terül szét. Az izomhasak laposak csak középen kicsit kiszélesedők. A tapadó résznél elvékonyodnak s inkább mennek át. A ferde szemizmok a mesethmoideumon egymás

alatt széles alappal a szem equatorának megfelelő magasságban erednek. A musculus obliquus superior a bulbusra húzódva a szem equatora felett helyezkedik el, lefutásában mindinkább elvékonyodik és igen széles, de vékony innal tapad a sklérán a musculus rectus superior ina felett. A musculus obliquus inferior a szem equatorától lefelé haladva szintén egyre vékonyodik és a musculus rectus inferior ina felett tapad. A madaraknál a tulajdonképeni szemizmokhoz két izom járul a musculus pyramidalis és a musculus quadratus. A musculus pyramidalis a musculus rectus inferior és musculus obliquus inferior közötti szabad skléra felületen ered. A tapadó részénél inba megy át, ina átfurja a musculus quadratus izomtestét, megkerüli a nervus opticust és a musculus rectus lateralis és musculus rectus inferior között haladva a bulbus elülső felszínére hajlik és a membrana nictitanson tapad. A musculus quadratus széles alappal ered a sklérán s a musculus pyramidalis inát körülfogva önmagába hajlik vissza. Az a körülmény, hogy a musculus pyramidalis ina a musculus quadratuson keresztül halad a két izom együttműködését biztosítja. A két specialis izomnak sajátos és új elnevezése/Franz, 1909/ teljesen jogos, mert az eddigi állatcsoportokban sehol nem találtunk még olyan szemizmot, hogy a sklérán erédj volna. A fent ismertetett eredési és tapadási viszonyok között egyes fajoknál eltérések mutatkoztak. Általában az összes házimadárnak a szemizmai felterjednek tapadásaikkal a bulbus széléig. Ez a helyzet a legtöbb

nappali életmódot folytató nem házi madárnál is. Ennek ellentéte mutatkozik a bagolyféléknél, ahol ezúttal Franz /1907/ és Bartels-Dennler /1920/ vizsgálatából kitűnik a szemizmok minimalisak. A két ellentét között azután számos átmenet található. Így pl. a két szemtípus között foglal helyet a középsőszalónka /Gallinago/ szere. Kiemelkedő lencsés szemén a szemizmok ugyan túlterjednek az equatoron, de gyengék, vékonyak, éppugy, mint a baglyoké. A ferde szemizmok anatómiai viszonyában is vannak különbségek a fajok szerint. Vannak madarak, ahol a ferde szemizmok annyira hosszúak, hogy a musculus rectus inferior illetve a musculus rectus superior innál is tulmenően tapadnak. Másutt viszont a fentemlitett izmok előtt több milliméterrel előbbre tapadnak. Feltűnően rövidek, például a gerle /Turtur/ ferde szemizmai, de ugyanakkor a vele rokon galambnál ez nem tapasztalható. Rövidek a réti cankó ferde szemizmai, de ugyanakkor megfigyelhető, hogy sajátosan széles innál tapadnak. Rövidek és igen vékonyak a baglyok ferde izmai. Feltűnően hosszúak és erősen fejlettek a seregély és nagygodá ferde izmai. Egyes esetben úgy látszik, hogy a Harder mirigy erős fejlettsége, amely a vízi madaraknál különösképen jelentkezik együtt jár a musculus obliquus inferior elgyengülésével. Ezekben az esetekben az látszik, hogy az alsó ferde szemizom csak az eredési helynél jelenik meg a Harder mirigy alatt és annyira gyengén tapad a bulbushoz, hogy a Harder miriggyel együtt tépés nélkül levehető. Különbségek jelentkeznek az

egyenes szemizmok fejlettségében is. A musculus rectus lateralis és medialis egyes esetben /csóka, veréb, seregély/ egyenlő fejlettségű. Ezzel szemben például a pulyka, tyúk vagy gyöngytyúk medialis egyenes izma jóval szélesebb, de vékonyabb, mint a lateralis egyenes szemizom. A fenti eltérés 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 lateralis oldalra szorul, ennek oka az, hogy a nervus opticus lateralisán lép ki a bulbusból, és valószínű, hogy ez az asszimmetria összefüggésben van a Harder mirigy fejlettségével is. Az a tapasztalat, hogy ahol a Harder mirigy kicsi, mint például a füles bagoly szemén, az izmok elrendeződése megközelítően szimmetrikusak. A nasalis asszimmetria, amelyet Franz /1909/, Hess /1912/ és Rochon-Duvigneaud /1920/ a szem belső izmaira vonatkoztat /32/ a külső szemizmok elrendeződésében tehát a bulbus hátsó felszínén megjelenő és a madaraknál teljesen laposnak mondható szemizomkupban is kifejezésre jut. Eltérés mutatkozik a musculus pyramidalis helyzetében is. A musculus pyramidalist legtöbb esetben a musculus rectus inferior befedi /pulyka, gyöngytyúk, nagygodá, kormos szerkő/, de előfordul az is, hogy a musculus pyramidalis medialisabban ered és ilyenkor félig vagy teljesen a musculus rectus inferior mellett helyezkedik el /galamb, gerle, tyúk, kacsá, baglyok, csóka/.

A fajok közti különbség mellett rá kell mutatnom arra, hogy az igen nagy számban megvizsgált fiatalabb és idősebb *Gallus domesticus* szemizmok elrendeződésében is különbségeket találtam. A fiatal állat szemizmai teljesen egyformán vékonyak, nem ismerhetők még fel itt azok a különbségek, amelyeket felnőtteknél tapasztalhatunk. A szemizmok elrendeződése jóval szimmetrikusabb, mint felnőtteknél és a tapadásai nem terjednek ki a corneo-skléralis szélig. A *musculus obliquus*ok tapadásai sem érik el a *musculus rectus inferior* illetve *superior* inát. A *musculus quadratus* és *pyramidalis* közötti kapcsolat a 3-4 napos csirkénél még nem tökéletes. /I. tábla, 2, 6. ábra./

A szemizmok idegei közül a *nervus oculomotorius*, a *nervus opticus* kilépési helyétől laterálisan kissé lejjebb eső saját nyílásán át lép be az orbitába. A belépés után 1-2 mm-re kettéágazik, a vékonyabb ág a *ramus superior nervi oculomotorii* a *musculus rectus superior*-hoz megy. Az izom felületén haladó idegágak elég sokáig követhetők. A vastagabb ág, a *ramus inferior nervi oculomotorii* először ágat ad a *gaglion ciliare*hez, majd továbbhalad a *musculus rectus inferior* felületén és közben 4-6 ágat ad az izomnak. A *musculus rectus inferior* után egy elég vastag ágat ad a *musculus obliquus inferior*nak. Ez az ág az izom alsó felszínén jól láthatóan több ágra hull szét. A *ramus inferior* végső elágazása a *musculus rectus medialis*ban van, amelyhez párhuzamosan haladó vékony idegágakkal kapcsolódik. A *nervi trochlearis* a *nervus opticus* nyílása felett 2-3 mm-re lévő saját nyílásán át lép be, a *musculus obliquus superior*hoz megy, ahol el-

ágazásai az izom alsó felületén láthatók és követhetők. A VI. agyideg az orbitába közvetlen a nervus oculomotorius mellett lép be lateralisan. A két belépési nyílást legtöbbször csak egész vékony csontlemez választja el, ezért egy nyílásnak látszik. A nervus abducens a musculus rectus lateralist, a musculus quadratust és a musculus pyramidalist idegzi be. Az abducens lefutását illetőleg Slonaker verébre vonatkozó adatai, amelyeket Stresemann átvett és az összes madarakra vonatkozóan általánosít, nem fogadható el ilyen általánosan. A legtöbb madárnál az volt a helyzet, hogy a nervus abducens belépés után két ágra oszlott, egy alsóra és egy felsőre. Az alsó ág a musculus pyramidalishoz ment és abban esett szét finomabb ágaira. A felfelé haladó ág is ketté oszlott. Egyik ágával a musculus rectus lateralishoz, a másikkal ivalakban meghajolva a nervus opticus mellett a musculus quadratushoz futott és annak felső felszínén szabad szemmel is láthatóan vékony ágakra esett szét. Éppenezért Slonaker verébre vonatkozó adatát miszerint a VI. agyideg a musculus lateralisban végződik és csak mellékággal éri el a musculus quadratust és a pyramidalist, nem találom általánosíthatónak. Szerintem a nervus abducens végső elágazása a legtöbb madárnál a musculus quadratusban van. A belépő idegtörzsek alkata szerint a szemizmok két csoportra oszthatók, az egyiknél a hozzálépő ideg egy törzsszel éri el az izmot /musculus obliquus superior et inferior, musculus rectus superior és musculus pyramidalis/. A másik csoportba tartozóknál az idegtörzs az izom

előtt halad végig és ebből egyenlő vastagságu mellék-
törzsek lépnek az izomba /musculus rectus inferior, me-
dialis et lateralis, és a musculus quadratus/. A madarak
szemizmaithoz jövő idegek átmérője vastagnak mondható, az
idegek szabad szemmel is minden esetben jól láthatók.
A nervus abducens itt is a legvékonyabb szemideg.

Mammalia

Az emlősök és az ember szemizmainak anatómiai
viszonya az egyetlen terület, amellyel az irodalom alap-
ján már nagyon sokat és nagyon sokat foglalkoztak /66/.
Az izmok elhelyezkedése, idegeinek kapcsolódása nem is
jelenthet problémát, mert rendszerint nagyobb méretű sze-
mekről, szabad szemmel is jól látható ideg^{ek}ről van szó.
Mégis szeretnék néhány olyan adatra rámutatni, amelyet
az összehasonlítás szempontjából fontosnak tartok, /1. tábla, 3 ábr

Az emlősöknél visszatér a halakra jellegzetes
szemizom^{kup}. Az egyenes izmok hosszúak. Közös intelevél
erednek az orbitafalon a foramen opticum mellett. Inuk
egy darabig közrefogja a nervus opticust, mégpedig úgy,
hogy az a látszat, hogy az egyenes szemizmok a nervus
opticus hüvelyén erednek. Az izmok hosszúak, laposak,
miután szétválnak egymástól oly szorosan egymás közelé-
ben maradnak, hogy üres rész alig marad közöttük. A ta-
padó résznél elvékonyodnak a jól fejlett innal mennek
át a skléra tömöttrostos kötőszövetébe. Az egyenes izmok

közös intelleppel erednek. Az emlősöknél találkozunk először azzal a jelenséggel, hogy a *musculus obliquus superior* ugyan-itt a közös intelepen ered. Ez izom helyzete és lefutása különben is a csoportra jellemző, új formát mutat. Az eredés után izomhasba megy át s ennek a végén megjelenő in az os frontale által képzett trochlean áthallik s ezután újra elérve a bulbus felszint újabb izomhaszt képezve tapad a *musculus rectus superior* felett a sklérán. Meg kell mondanom, hogy a *musculus obliquus superior* kettős izomhasát, amit az emlősökre általánosítanak /45, 55, 66/, csak a Carnivora, Arctiodactila és Perissodactila csoportban tapasztaltam. Kisebb állatszemen a Chiropteráknál, Insectivoráknál és a Rodentiáknál még nem jelentkezett ebben a formában.

A megjelenő specialis izmok közé sorolhatók a *musculus retractor bulbi* és a *musculi depressor palpebrae*. A *musculi retractor bulbi* a szem visszahúzó izmai, lapos, középen vastag, hosszukás izmok. Legtöbb esetben négy porcióban jelennek meg úgy, hogy középső legvastagabb részükkel két-két egyenes szemizom közé esnek, s vékonyabb széleikkel az egyenes izmok alá húzódnak. A visszahúzó izmok porciói majdnem teljesen egymáshoz kapcsolódnak. Nem találhatók meg a *musculus retractorok* az embernél. Bár az irodalom szerint legtöbbször csükkévényes formában itt is megjelennek, de ezt eddig még egy szemem sem tapasztaltam. Nincsenek visszahúzó izmok eddigi tapasztalatom szerint a lovaknál és denevéreknél. Mindamellett úgy láttam, hogy

egy classison belül is van különbség a musculus retracto-
rok fejlettségében, a patkánynál pl. jól fejlettek, a
sündisznónál nagyon gyengék.

A musculus levator palpebrae az emlősök saját-
ságos izma, a musculus rectus superiorból elkülönülő, szo-
rosan afelett elhelyezkedő izom. Nagyon jól fejlett for-
mában jelentkezett a Carnivoráknál és az Arctiodactila
és Perissodactilák ordóját képviselő fajokon. Nem talál-
tam meg a patkánynál, sündisznónál, denevérnél. A musculus
depressor palpebrae, amely szintén az emlősök saját-
ságos izma sem topografialilag, sem beidegzés tekintetében nem
tartozik a szemizmokhoz.

Az emlősök és az ember szemizmainak idegei vastag-
ságban többé kevésbé arányosak a bulbus és a szemizmok
nagyságával. Az idegekben futó rostok mérete azonban min-
denütt azonos méretű vastag vagy vékony típusu rost. A
patkány szemének idegrostjai semmivel sem vékonyabbak
vagy legalább is nem arányosan vékonyabbak, mint pl. egy
kutya szemizmainak idegrostjai. A szemidegek izomhoz való
kapcsolódása mindenkor jól látható. E csoportban is a
nervus abducens a legvékonyabb szemideg, amelynek a mus-
culus retractor bulbiba való átlépése még a nagy emlős
szemekben sem figyelhető meg.

A szemizmok anatómiájának összehasonlító értékelése

Az eddigiekben a gerincesek 5 classiában ismertet-
tem a szemizmok anatómiai viszonyait, kiemelve azokat az

adatokat, amelyek az irodalom adatai szerint hiányosnak mutatkoznak, a amelyekben az eddigi felfogásoktól eltérést találtam. Ráműtattam a classisokon belül vizsgált subordok és fajok közötti eltérésekre is. Ha nem is minden csoportban, de felhívtam a figyelmet arra, hogy a szemizmok méreteiben, vastagságában és erősségében egy fajon belül is változást hoz a kor. Főleg a fiatalabb állatok szemizom méretei nem arányosak a kifejlett állatok szemizmaival. Emellett a különböző típusú izmok között is van eltérés. A musculus obliquusok rendszerint hosszabbak és keskenyebbek, mint az egyenes szemizmok. De a négy egyenes szemizom között is lehet méretbeli eltérés. A musculus rectus medialis sokszor erősebb, mint a lateralis, a musculus rectus inferior rendszerint szélesebb és laposabb, mint a musculus rectus superior. Mindezek után szeretném a filogenetikai ismeretek számára kiemelni azokat az eredményeket, amelyeket a classisok összehasonlításánál fontosnak tartok.

Szemizmok. A tulajdonképpeni szemizmok: a négy egyenes és két ferde szemizom. Ezek minden csoportban megjelennek, ha néha csökevényes formában is /Tropinodotus/. /I. tábla 1-4, ábra./

A specialis izmok alakulása már nagy eltéréseket mutat a különböző csoportokban. Véleményem szerint két típusú specialis izomcsoportra kell őket különíteni: a bulbus visszahúzó és a különböző szemhéjak mozgatói. A bulbus visszahúzó a musculus retractorok, békáknál kettő, teknőssőknél egy, varanusznál kettő, emlőssőknél négy portióban jelennek meg. A szemhéjak mozgató izmai, ha a musculus

retractorokból is különültek el külön névvel helyes nevezni. Ide sorolható a béka portió intermediusa, a Reptiliák portió bursalisa, a madarak quadratusa és pyramidalisa és az emlősök musculus levator palpebraeja./I.tábla 5. a-c, 6. ábra./

Szemizomkup. A tulajdonképpeni és specialis szemizmok a bulbusra való tapadásukkal nem alkotnak egyforma zárt kupot. Teljesen kup csak a halak és emlősöknél található. A kup hézagos /nem érnek össze az izmok/ a salamandra, békák és Reptiliáknál /varanusz kivételével/. A kupalak nincs meg, az izmok rövideége, lapossága miatt a varanusnál és a madaraknál. A szemizomkup asszimmetrikuságát az orbita helyzete, a koponya alkata, a nervus opticus belépése és a szemizmok tapadása okozza. A szimmetrikus szemizomkup a ritkább típus /gyík, legtöbb emlős, ember/. Az asszimmetrikus forma a gyakoribb /hal, béka, teknős, varanus, madár, egyes emlős/. Az asszimmetrikusság minden esetben az oldalfekvésű szemeknél fordul elő és a medialis oldal erősebb fejlettségében jelentkezik. /I. tábla, 1-4. ábra./

Izomhosszuság. Az egyenes és ferde szemizmok hosszúságánál tapasztalható feltűnő különbségek bizonyítására néhány példa számértékei a bizonyítók /2. táblázat/.

A táblázat értékei azt mutatják, hogy a hosszúsági eltérések nincsenek arányban a szem átmérőjével és egyáltalán nem látszanak összhangba levőnek a fejlődés útjával /halaknál és emlősöknél a leghosszabbak/.

Izomerősség. A négy egyenes szemizom méreteiben, főleg vastagságában különbség jelentkezik a halaknál, a varanusnál és a madaraknál. Csak kis mértékben jelentkezik a békák, a teknősök és egyes emlősök szemizmmain. Egyáltalán nem fordul elő a gyíkoknál, a legtöbb emlősnél és az embernél. Legtöbbször előforduló eltérés a medialis izom különösen erős fejlettsége, amelynek magyarázatára az a legvalószínűbb feltevés, hogy az ezirányú különbözőségeket a használat okozza.

Izomeredés. A szemizmok eredési viszonyainál különbségek tapasztalhatók magában az eredési helyben. Az egyenes szemizmok nagyjából egymás közelében erednek a nervus opticus nyílása környékén. A négy egyenes izom eredési helye a halaknál, a salamandránál és a teknősöknél egymástól távolabb van. A Lacertáknál kezd a szemizmok eredési helye egymáshoz közeledni, a varanusnál és a madaraknál fokozódik a közeledés és a legtökéletesebb közös intelepen való eredés tapasztalható az emlősöknél és az embernél. A ferde szemizmok az orbita^{medialis}/illetve nasalis falán erednek egymás közelében. Az eredési hely egymástól feltűnő nagy távolságban van a kecsgénél. A legerősebb eltérést mutatja a ferde szemizmok eredési helyében az emlősök musculus obliquus superiorja, amely az egyenes izmokkal együtt a közös intelepen ered. Az eredési módnál megfigyelhető, hogy az egyenes izmok eredésénél vannak keskeny alappal eredő típusok, amelyekhez rendszerint hosszú in járul. A másik típus a vastag széles alappal

eredő izmok, amelyek jóformán in nélkül erednek. Az első típusba tartoznak a békák, teknősök egyenes és ferde szemizmai, ugyyszintén az emlősök és az ember egyenes izmai és a musculus obliquus inferior, a második csoportba tartoznak a halak, a varanus és a madarak egyenes és ferde izmai és az emlősök musculus obliquus inferiorja.

Izomtapadás. Az izmok tapadásánál a tapadási in-rész általában vékony. Ennek méreteiben is vannak eltérések, amelyek azonban nem figyelemre méltók. A tapadási helynél megfigyelhető, hogy egyes csoportoknál a tapadás kiterjed a bulbus equatoráig /gyík, madár/ máskor jóval rövidebbek /béka, teknős, emlős/. Az a látszat, hogy ahol jól fejlett retractor izmok vannak, ott rövidebb a kiterjedés. A ferde szemizmok tapadása a nekik megfelelő egyenes izom ina felett szokott lenni, de ebben is néha kisebb nagyobb eltérések mutatkoznak. A tapadó in pigmentáltsága a halak, békák és a hüllők szemizmainál figyelhető meg.

Idegellátás. A szemizmok idegei a nervus oculomotorius, nervus trochlearis, nervus abducens. /I. tábla, 1,2 ábra./ A trigeminusnak csak a békák szemizom beidegzésében van szerepe. Láthatóan, vagy kiboncolhatóan nem kapcsolódnak trigeminus ágak a szemizmokhoz. A szemmozgató idegek lefutásában a szalamandránál és a békánál a nervus oculomotorius ramus superiorjában és a nervus abducensében vannak problémák, amit véleményem szerint az idegek vékonysága okoz. A mikroszkópi szerkezet alapján nem tételezhető fel a két csoportban sem a többitől különlegesen eltérő beidegzés.

Idegvastagság. A szemmozgató idegek vastagsága igen változatos, legvastagabb a nervus oculomotorius, aztán a nervus trochlearis és legvékonyabb minden esetben a nervus abducens. Az egyes osztályokba az idegek vastagsága nincs arányban a szemgolyók és az izmok méreteivel. A halak, békák szemméreteihez és izmaihoz viszonyítottan igen vékony idegekkel találkozunk. Ezzel szemben a Lacertáktól felfelé a kisméretű szemek rövid szemizmaihoz is aránylag vastag idegek tartoznak. Az idegek összehasonlító vastagsági méreteit az 1. és főleg a 2. táblázaton feltüntetett adatok hűen tükrözik. Az a megfigyelésem, hogy a filogenetikai sorrendnek megfelelően az idegek vastagsága nő.

Idegágak. A szemmozgató idegek ágainak lefutásában és a szemizmokhoz menő ágak számában van változás a különböző állatoknál. Ennek azonban különösebb jelentőséget nem lehet tulajdonítani. A legtöbb szemizmot egy törzsszel éri el az idege /hal, béka, madár egyenes izmai és az emlősök valamennyi szemizmai./ Néha és egyes izom esetében az izom mellett elhaladó idegből több idegág kapcsolódik egy izomhashoz /pl. varanus, madár, musculus rectus medialis, inferiorja/. Az idegek vagy az izom felszínén /majdnem valamennyi egyenes szemizom/ vagy a bulbus felé eső alsó felületen /legtöbb fede szemizom/ lépnek be az izomrostok közé. A belépés helye vagy közvetlen az eredő résznél van /hal, emlős/ vagy az izomhas közepe táján /béka, gyík, madár egyes izmai/.

I tábla

A N A T O M I A

1. ábra. Hal szem anatomia. mR- musculus rectus, mOb- musculus obliquus, s- superior, i- inferior, m- medialis, l- lateralis, rop- nervus ophthalmicus profundus, ros- ramus ophthalmicus superficialis, ggl.o.p.- ganglion ophthalmicus profundus.
/ séma /. Rajz.

2. ábra. A madár szem izmainak beidegzése. / séma / Rajz.

3. ábra. Az ember szem izmainak helyzete és beidegzése.
/ séma /. Rajz.

4. ábra. Az emlősök szemizomkupjának oldalnézete. / séma /. Rajz.

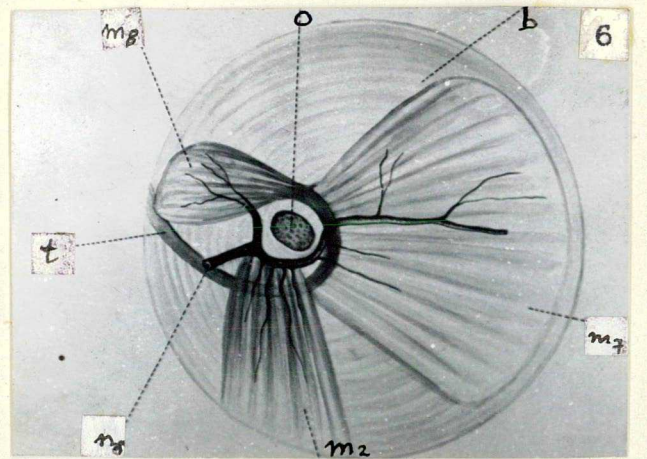
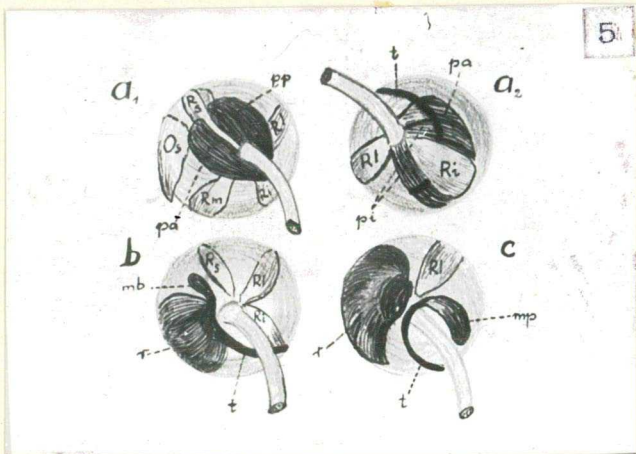
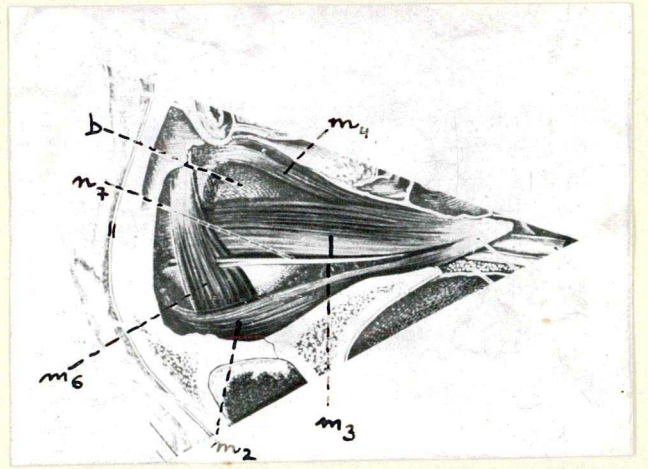
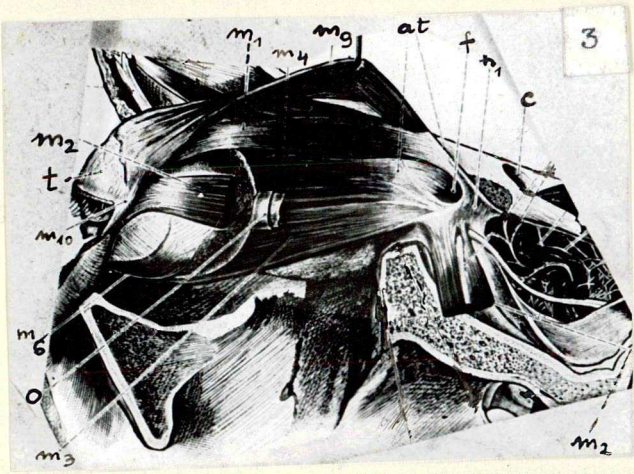
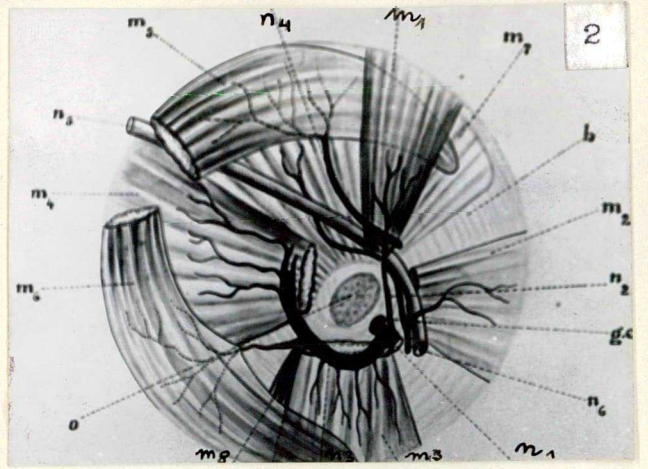
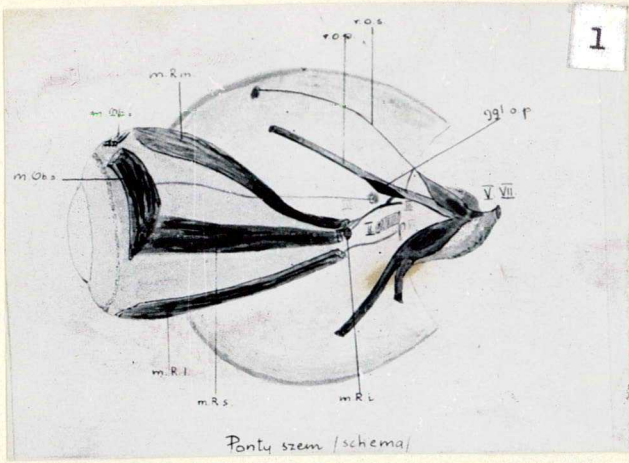
5. ábra. A járulékos szemizmok helyzete. / séma / Rajz.
a - a Rana ridibunda járulékos szemizmai / felülnézet /, a₂ - ugyanez, alulnézet, b - a Lacerta viridis járulékos szemizmai, c - a Varanus griseus járulékos szemizmai.

6. ábra. A madár szem járulékos izmainak helyzete és a nervus abducens kapcsolata. / séma /. Rajz.

Rövidítések: m₁- musculus rectus superior, m₂- musculus rectus lateralis, m₃- musculus rectus inferior, m₄- musculus rectus medialis, m₅- musculus obliquus superior, m₆- musculus obliquus inferior, m₇- musculus quadratus, m₈- musculus pyramidalis, m₉- musculus levator palpebrae, m₁₀- a musculus levator palpebrae tapadása. t- tendo, b- bulbus, pa- portio anterior, pp- portio posterior, pi- portio intermedius, r- musculus retractor, mp- musculus palpebrae, mb- musculus bursalis.

n1- nervus oculomotorius, n2- ramus superior nervi oculomotorii, n3- ramus inferior nervi oculomotorii, n4- nervus trochlearis, n5- nervus trigeminus ramus ophthalmicusának szemüregi ága, n6- nervus abducens, o- nervus opticus

1. TÁBLA.



A szemizmok szövettana

A szemizmokat harántcsikolt izomrostok építik fel. A rostok hosszúsági és szélességi méretei erősen változnak a vizsgált állatokban, változnak a különböző izmok esetében és egyes csoportoknál előfordul az is, hogy egy izmon belül is különböző rostvastagságokat lehet megfigyelni. A különbségeket néhány példán tudom a legjobban bemutatni. /3,4. táblázat./

Az izomrostok közötti és az egész izmot burkoló kötőszövet mindenütt jól fejlett, de különösképen erős kötőszövetként jelentkezik a békák és az emlősök perimysiuma. Az izomrostok a tapadó rész felé elvékonyodnak. Az íhbe való átmenetüknél a halak és békaféléknél pigmentsejtek találhatók az átmeneti részt burkoló perimysium szövetségében. A szemizomrostok szövettanának összehasonlító vizsgálatánál három különleges dologra lehet a figyelmet felhívni: 1/ a vékony és vastag izomrostok jelenléte és változása a különböző izmokban és állatcsoportokban; 2/ az izomrostmagvak méretében, nagyságában és elrendezésében jelentkező változásokra; 3/ az izomrostokat tápláló erek méreteiben és számában jelentkező nagyarányú eltérésekre.

Vékony és vastag izomrostok

Az izmok szövettanával foglalkozó irodalmak régi megállapítása /47,49,53,60/, hogy a harántcsikolt rostok egy

izmon belül is különbözőek, vékonyak és vastagok. A kutatók közül azok, akik a különbségek okait is keresték, egyesek Kulschicki, Hunter, Haggqvist, Günther a sarkoplasma tartalomban, mások Krüger, Fürbringer, Wohlfart a myofibrillák strukturájában látták az eltérések okát. Az első a sarkoplaszmában gazdag izomrostokat vastag illetve széles illetve vörösnek nevezik, a sarkoplaszmában szegény izomrostokat vékony illetve keskeny illetve fehér izomrostoknak. E tény megállapítói mind megegyeznek abban, hogy a sarkoplaszmában keresik a különbségek okát. Ezzel ellentétesen Krügerék /48/ képviselik ujabban azon irányt, amely a myofibrillák szerkezeti illetve funkcionális eltéréseivel magyarázza a kétféle rosttípus előfordulását. Krüger, Fürbringer, Danzinger szerint a tetanicusan működő izomnál fibrilláris redőzet áll elő. A myofibrillák elrendeződése ilyen esetben arányosan eloszlott. Tonusos működésnél viszont az izomrost fibrillái oszloprecézetet formálnak, amikor is az egyes fibrillák oly sűrűn csoportosulnak oszloppá, hogy már nem válnak külön-külön is láthatókká. Az izomrost egész szerkezetére vonatkozó tanításokat ők annyiban kívánnák módosítani, hogy a normális izomszerkezetnél elismert Cohnheim-féle mező szerintük műtermék. Az izmok természetes állapotát, a tonusizomzatot az oszlopos redőzet jellemzi. A tetanicus izmokban fibrilláris redőzet fordul elő, amely fibrilláris redőzet szerkezete közeláll ugyan a Cohnheim-féle térhez, de vele mégsem azonosítható és semmiképpen sem a természetes izomállá-

potot tükrözi. Wohlfart /68/ szerint az ellentét csak látszólagos a két felfogás között, mert ha a Krügerék által leírt jellemzést összehasonlítjuk az ellenkező tábor állításaival az izomrostok nagyságának, magtartalmának és fibrillázottságának szerkezetében nagy megegyezést találunk. A fibrillázott recézetű izomrostok a homályos vagy protoplasmagazdag, vörösisomrostoknak és az oszlop-recézetűek a protoplasmaszegény világos és fehér izomrostoknak felelnek meg.

Wohlfart és Kirsche emlőssőkön és emberi szemizmokon végzett vizsgálatiban kimutatták, hogy a rostokbeli különbségek a szemizmok területén is jelentkeznek. Kirsche /40/ az idevonatkozó irodalmat átölelő munkájában arra a végső következtetésre jut, hogy bár az izomrostok közötti különbségek kétségtelenül fennállnak, nemcsak a váz, hanem az emberi szemizmokban is, morfológiailag még sem lehet két teljesen elkülönülő izomrostot megkülönböztetni. Rámutat arra, hogy e különállóságot nem lehet annyira elhatárolni, amint ez Kulschicki, Hunter és Krüger tették, akik a kétféle izomrostnak teljesen elkülönülő működést tételeznek fel és teljesen izoláltan beidegzetteknek tekintik. Kirsche szerint valószínűtlennek látszik, hogy a kétféle izomrostnak, amely között olyan számos az átmenet specifikusan különálló beidegzése van.

Összehasonlító vizsgálataim alapján is Kirsche véleményéhez kell csatlakoznom. Egyetlen egy esetben sem tapasztaltam a kétféle izomrostnak teljesen különálló beidegzését. A különböző állatcsoportokban végzett szövet-

tani vizsgálatok után megállapíthattam, hogy e két típusu izomrost igen különféleképpen jelentkezik a vizsgált állatokban. Kétségtelen, hogy az emberi szemizmokban igen gyakran jelentkezik /II. tábla, 1. ábra./, amely tényt Wollard /69/, Wohlfart /68/ és Kirsche /40/ közölte. Az emberi szemizmokon kívül csak egyes emlősök szemizmaiban találkoztam e jelenséggel /macska, kutya, sertés, juh, kecske/. Különösen feltűnő volt és az emberi szemizomrostokénál is erősebb volt a két típus megjelenése a csontosalak szemizmaiban. /II. tábla, 2. ábra./ A halakra vonatkozóan Kirsche egyik munkájában /41/ már 1942-ben közölte azt, hogy vastag izomrostot talált a vékony rostok mellett. Vizsgálataim alapján az izomrostok vastagságbeli eltérései a halak szemizmainál éppilyen feltűnő módon jelentkezik. A legészrevehetőbb volt az eltérés az *Acerina* szemizmaiban. Itt egy *musculus rectus superior* metszeten az izomhas szélességi átmérőjében 44 izomrostot számoltam meg, ezek között 18 vastag, 9 igen vékony volt. A többi közepes vastagságú. A vastag rostoknak 48, a vékonyaknak 16, a közepeseknek 28 mikron volt az átlagos vastagsága. Egy *musculus obliquus inferior* lapmetszetének középső átmérőjében 32 izomrost közül 8 volt feltűnően vastag. A *musculus rectus superior* eredő részében 6, középső részében 3, tapadó részében egyetlen vastag izomrostot sem láttam. Tapasztalataim szerint az eredési résznél több a vastag rost és a tapadónál több a vékony. Különben a halszemizmokban a vékony és vastag rostok váltakozva szoktak előfordulni, legtöbbször úgy, hogy 6-7 vékony rost

között egy vagy két vastag rost található. Csak a musculus rectus posteriorban volt más az elrendeződés a legtöbb halnál. Ez esetben az izom egyik felében tisztán vastag, a másikon a vékonyabb rostok találhatók. Az is jellemzőnek mutatkozik, hogy fiatal állatok szemizmaiban jobban és feltűnőbben jelentkeznek a méretbeli eltérések. A halak közül a kecsege szemizmaiban egyáltalán nem jelentkezett a rostok méretbeli eltérése. Ehhez hasonlóan a rostkülönbségek nyomát sem találtam az Amphibia, a Reptilia és az Aves classisokban. Az emlősök közül a Carnivorák és a nagyobb háziállataink szemén tapasztaltam, de nem annyira feltűnő mértékben, mint az embernél.

A kérdés összehasonlító anyagon való kiértékelésénél végül is megállapíthatom, hogy a szemizmok vastagságbeli eltérése nem szabályosan előforduló minden csoportnál. Kirsche nézetét osztva arra a véleményre jutottam, hogy nem tulajdoníthatunk különleges funkcionális eltérést a rostok szövettanában jelentkező e sajátos jelenségnek. Wollard azon véleménye, amely szerint az emberi ^{szemizmok} komplikált mozgása alakította ki ezt a különleges differenciálódást, nem fogadható el az összehasonlító szemizom szerkezet vizsgálata után, ^{mivel} a rostkülönbségek a halak szemizmaiban még feltűnőbb formában jelentkeznek, mint az emberi szemizmokban. E csoportban pedig egyáltalán nem lehet feltételezni különleges komplikált mozgásokat.

Izomrostmagvak

A szemizmok rostjainak szövettani vizsgálatakor

a magvak nagyság és alakbeli eltérése és helyenkénti csoportosulása az, ami gondolkozásra indítja a szemizmokból készült metszeteket vizsgálót. A szemizom magvak méretei nagyjából arányosak az izomrostok méreteivel /5. táblázat/, alakbeli eltérésük azonban szembetűnő. A halaknál a legtöbb emlősnél és az embernél is kerekmagvak fordulnak elő. A halak csoportjában akad néhány kivétel, így pl. a csuka szemizommagvai hosszukásak, ellipszis alakúak. A csukaféléken kívül a békáknál, a gyíkoknál és a teknősöknél hosszukás magvakat találunk. A varanus és a madaraknál inkább gömbölyűek az izomrostok magvai.

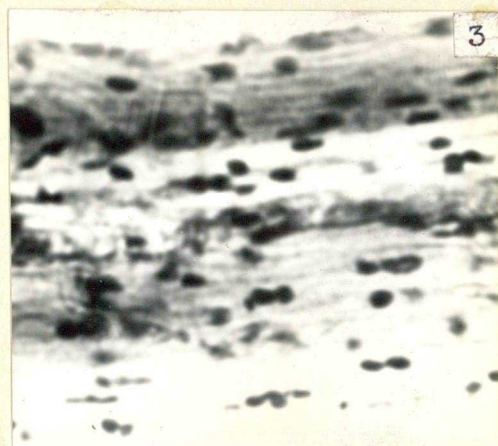
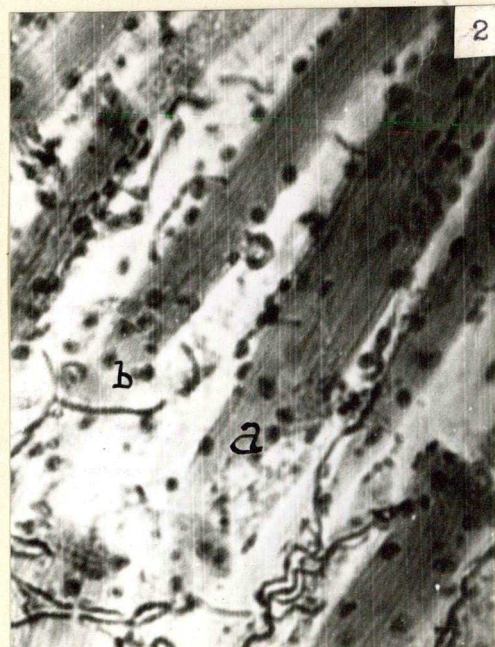
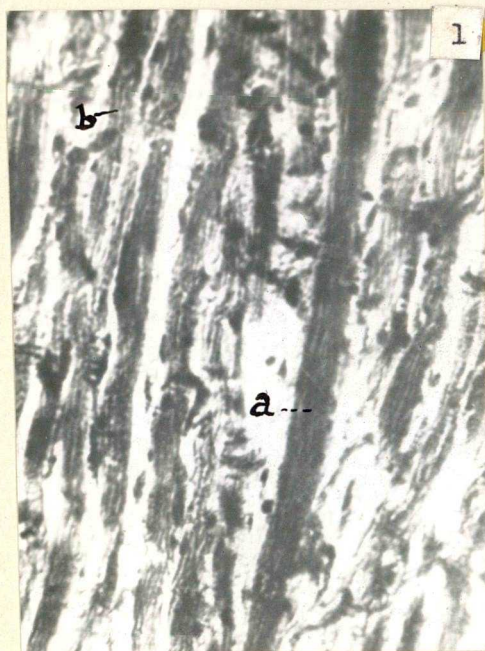
Az izomrostmagvak elhelyeződésénél az alsóbbrendű gerinceseknél például a csukánál és békaféléknél azt tapasztaltam, hogy egyes helyeken láncszerűen egysorban rendeződnek el az izomrostmagvak. Valószínű magvándorlásról van itt szó, de felmerül a kérdés, hogy hogyan és miért. Lehetséges az, hogy a mikroszkópos beidegzésnél majd tárgyalásra kerülő sajátos hosszanfutó idegvégződéseknak megfelelően rendeződtek így sorjában a magvak. /II. tábla, 3. ábra./ A Sauropsidáknál egyáltalán nem fordul elő a szemizmokban izommag csoportosulás. Érdekes, hogy ebben a csoportban a szemidegek végein jelentkező jól fejlett motorikus lemezek körül, nincsenek még meg a mozgató végződésekre annyira jellemző izommagcsoportosulások. Ez a tény annak a feltevésnek egy újabb bizonyítéka, hogy az idegvégzódések és az izommag csoportosulások között összefüggés van. Az emlősök minden csoportjában és az ember szemizmaiban is jelentkeznek izommag felhalmozó-

II tábla

S Z Ö V E T T A N

1. ábra. *Homo sapiens*: musculus rectus inferior.
a-vastag rost, b-vékony
rost. Mikrofénykép.
2. ábra. *Acerina Schratzer*: musculus rectus inferior.
a-vastag rost, b-vékonyrost,
Mikrofénykép.
3. ábra.. *Rana ridibunda*: egyenes szemizom. Izomrostmag-
vak csoportosulásai. Mikro-
fénykép.
4. ábra. *Felis domestica*: musculus rectus medialis.
Izomrostmagvak felhalmozódá-
sai a végekénél. Mikrofénykép.
5. ábra. *Silurus glanis*: musculus rectus superior
vérellátása. Mikrofénykép.
6. ábra. *Cavia porcellus*: musculus rectus superior
vérellátása. Mikrofénykép.

I
II. TÁBLA.



dások, de amíg a halaknál és békáknál láncszerű, egysorba rendezett izommagokat találunk, az emlősöknél és az embernél rendezetlen halmazok formájában jelentkeznek az izommag csoportok. /II. tábla, 4. ábra./

A szemizmok vérellátása

A szemmozgató izmok szövettanát nézegetve feltűnőnek mutatkozik az eltérés a harántcsikolt izomrostok vérellátásában. Ugyanazon izomrostféleség metszetein a véredények méreteiben nagymértékű differentia jelentkezik. /5. táblázat./ De nem is ezek a méretbeli különbségek az annyira feltűnőek, amelyek a táblák példáit nézegetve nagyjából az izomrost hosszúsággal arányosnak mutatkoznak, de sokkal meglepőbbek a véredények mennyiségében, sűrűségében jelentkező eltérések. Azonos vastagságú metszeten értékelve a kérdést a következőket állapíthatjuk meg. A halaknál a vastag és hosszú izmokhoz képest aránylag kevés véredényt találunk. E csoportban a kisebb nagyobb artériák egymástól nagy távolságokra futnak az izomrostok között. Csak a harcsa vérellátása kivételesen gazdag. /II. tábla, 5. ábra./ A békák, a hüllők véredényellátásánál is a halakéval azonos a helyzet, aránylag kevés az izomrostok közötti vérér. Ezzel szemben a két melegvérű osztályban a madaraknál és az emlősöknél feltűnik, hogy jóval több a véredény. Az emlősöknél a vérellátás a madarakénál is gazdagabb. De itt is egyes fajokon különösképen gazdag formában jelentkezik. A patkány, tengerimalac és a nyul szemizmainál figyeltem meg, hogy a véredé-

nyek olyan sűrűn helyezkednek el egymás mellett, hogy jóformán csak 4-5 izomrostot zárnak közre. /II. tábla, 6. ábra./ A nagyobb arteriákból kiágazó kis erek valószínű hálózatos rendszert alkotnak e fajok izomrostjai között. Ugy tapasztaltam, hogy a nagyobb háziállatok /ló, szarvasmarha/ szemizmainál a vérrellátás nem olyan gazdag az előbbiekéhez viszonyítva.

A szemizmok mikroszkópikus beidegzése

A mikroszkópos beidegzésre vonatkozó eddigi adatok főleg ember és egyes nagyobb emlős szemizmainak vizsgálatára terjedtek ki. Egyetlen olyan munka sincs, amelyben a halak, békák, hüllők, madarak vagy kisebb emlősök szemizmaait modern ezüstözési eljárásokkal kutatták volna. Krause összehasonlító munkájában /47/ a csuka musculus rectus laterálisát methilénkéssel festette és kimutatta, hogy nagyon gazdag beidegzés található itt. Az ő munkáján kívül alig találtam adatot. Gaupp /34/, Slonaker /57/, Stresemann /61/ munkáiban és az összehasonlító anatómiák /37, 49/ és szövettanok /38, 53, 60, 63/ kézikönyveiben csak hiányokat találtam erre vonatkozóan vagy buzdítást, hogy ilyen irányú vizsgálatok szükségesek lennének. A hiányok pótlására több mint öt éve foglalkozom a szemizmok mikroszkópikus beidegzésével. Sok technikai nehézség utánma már oda jutottam, hogy többszáz preparátumon lehetséges az irodalom idegtani problémáit a szemizmok területén is értékelni,

A szemizmokhoz jövő, az anatómiai helyzet leírásánál részletesen tárgyalt szemidegek az izomban gazdagon szétágazódnak. Az ágaknak az elrendeződésében, lefutásában, egymáshoz és az izomrostokhoz való kapcsolatában nemcsak classisok és ordók szerint, de állatfajok szerint is sajátos, néha egész kismértékű, de gondos vizsgálatokkal pontosan észrevehető különbségek jelentkeznek úgy, hogy egy idegszövettani képről megállapítható a vizsgált állat rendszertani helye. Ez a nagymértékű eltérés nem tapasztalható egy faj különböző szemizmainak beidegzésében. A különféle szemizmokban jelentkező esetleges eltérések onnan adódnak, hogy az egyik izomnál a középén, a másikonál az eredési szélénél érik el az idegek az izmot és ennek megfelelően nem azonos helyen gazdag a szétágazás, sűrű a beidegzés.

Kisebb nagyobb oldalágak és nyalábok az izmokban minden csoportnál rendkívül gazdagon ágaznak szét. Az így keletkező végágrendszerek a szemizmok esetében különlegesen gazdagok, mert ezek laposak és így az idegrostoklapmentén terjednek szét.

Megfigyeléseim szerint az ideglefutások és ezek elágazásai fajonként, végződéseiknek alakulásai osztályonként mutatnak rendkívül érdekes eltéréseket. A különbségek bemutatására a különböző osztályok, ordók és fajok szemizmainak metszeteiről készült fényképek és rajzok adnak bizonyítékot. /III. - XII. tábla./

Pisces

A szemizmokba belépő idegek nagyjából arányosan

oszlanak el és szétsugározva kisebb ágakban folytatódnak. A kisebb idegtörzsekben haladó rostok aránylag lazán rendeződnek egymás mellé. A törzsekből egy-egy rost jobbra balra kiágazik és az izomrostokhoz kapcsolódik. Az izomban szétágazódó nagyobb törzsek párhuzamosan futnak az izomrostok között. Kilépő rostjaik fokozatosan elvékonyodva haladnak az izmok tapadási ína felé. Egy-egy vékony rost néha az ínba is előtűnik. Az idegtörzsekből kiágazódó és az izomrostokhoz futó idegek lefutását ha nézzük a különböző halakon a fajra jellemző apróbb jellegzetességeket találhatunk. A kecsege szemizmainak idegein gyakoriak és általánosak a varixok. /III. tábla, 1. ábra./ Az egész rövid ágakon is két-három megvastagodás található. Különösen nagyobb csomók jelennek meg az izomhoz való kapcsolódás előtt. A kárász szemizmaiban feltűnőek az egyenes lefutású merev idegrostokból álló törzsek. /III. tábla, 2. ábra./ A pontyra jellemzőek a kárászéhoz hasonló merev rostok az idegtörzsekben, amelyekből hullámos lefutású magános rostok lépnek ki és sokáig követhetők az izomrostokon. /III. tábla, 3. ábra./ A süllőnél több izomroston átfutó, áthajló, erősen hullámos rostokkal találkozunk. /III. tábla, 4. ábra./ A csukán sajátosságosak a gazdag és ferdeirányú kiágazások, az idegrostok hullámos lefutásai. /III. tábla, 5. ábra./ Az Acerina idegtörzseinek és rostjainak erős hullámozása az idegrostok finom spirális hajlatai a többitől eltérő képet adnak. /III. tábla, 6. ábra./ A harcsánál különbségként jelentkezik az aránylag nagyon

vékony központi idegrostokon megjelenő vastag velőhüvelyszerű perineurium, amelyben a rostok csavaros lefutásuak.

Érdekes az, hogy aránylag egyforma életkörülményről van szó és mégis a beidegzési képekben ennyire sajátos eltérések mutatkoznak. A halak szemizmáihoz lépő idegekben minden mikroszkópi metszeten jól láthatóan, vékony és vastag idegrostok vannak. /IV. tábla, 1. ábra./ A vékony és vastag rostok száma nagyjából egyenlőnek mondható. Gyakran megfigyelhető, hogy a kisebb nagyobb idegtörzsekben mindvégig keverten haladnak a vékony és vastag rostok. Néha jól látszik, hogy főleg a vékony rostok az idegtörzsön belül csavarodásokat alkotnak. /IV. tábla, 2. ábra./ A rostkülönbözőség a végződéseknél is mutatkozik.

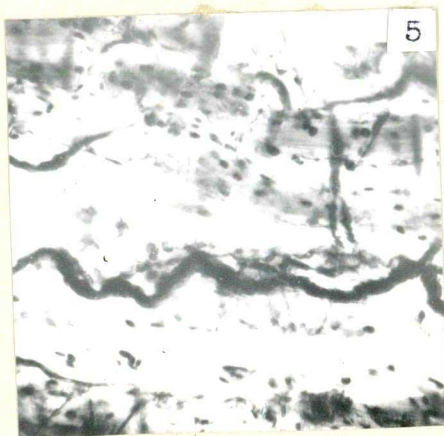
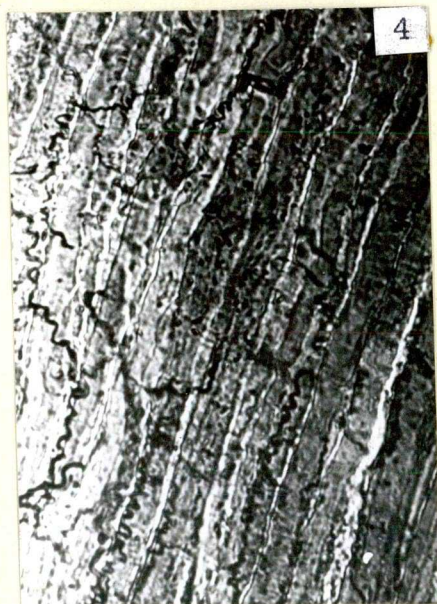
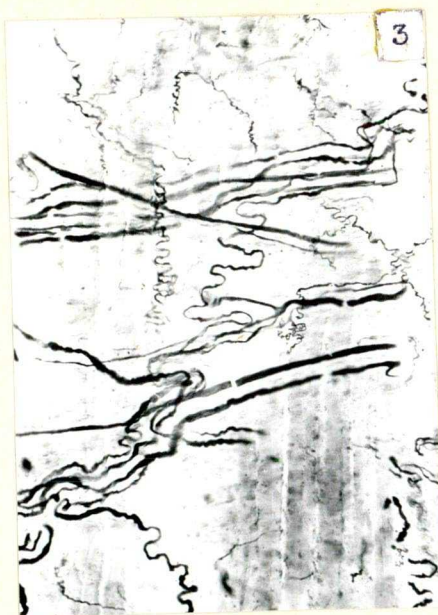
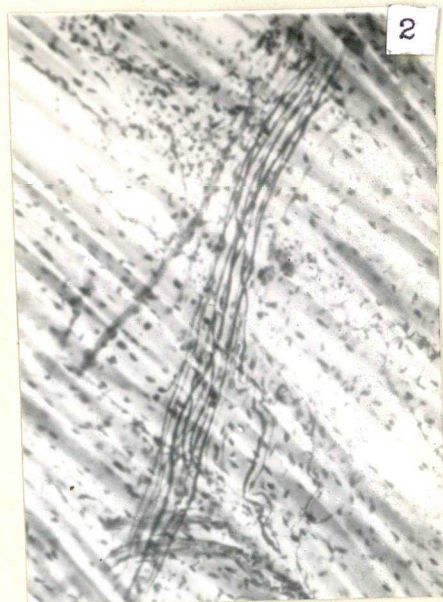
Az idegrostok izommal való kapcsolatát biztosító végrendszereknek a halak szemizmaiban nyoma sincsen. A magasabbrendű csoportoknál a szemizmokban is jól ismert motorikus végzódések a halaknál még nem jelentkeznek. A halaknál egy sajátos, hosszúra nyúló ingerátadást találunk, amelynek morfológiája a következőképen alakul. Azoknál a kiágazásoknál, ahol a magasabbrendűeknél ismeretes motorikus véglemezek következnének, itt is meg van a kiágazás, de véglemezalkotás helyett a rostok hosszan futnak az izomrostokon. Egy-egy ág igen messze követhető, míg végre teljesen elvékonyodva vagy kis végfejecskében végződve eltűnik a sarkoplasmában. Egy idegrostból legtöbbször csak egy izomrost kap végágakat bipolarisan a szétválás után jobbra és balra futva /IV. tábla, 3. ábra/, de rendszerint oldalágak is jelennek meg a szétágazódó

III tábla

P I S C E S

1. ábra. *Acipenser ruthenus*: musculus obliquus superior
beidegzése. Vékony és vastag idegrostok.
Mikrofénykép.
2. ábra. *Carassius carassius*: musculus rectus lateralis.
Idegtörzs és szétágazása. Mikrofénykép.
3. ábra. *Cyprinus carpio*: musculus rectus superior. Ideg-
törzsek és szétágazások. Merev lefutásu
idegrostok. Mikrofénykép.
4. ábra. *Lucioperca sandra*: musculus rectus superior.
Idegrostok és szétágazások. Mikrofénykép.
5. ábra. *Esox lucius*: musculus rectus superior beidegzése.
Vékony és vastag idegrostok, végződés-
sek. Mikrofénykép.
6. ábra. *Acerina Schraetzer*: musculus rectus superior.
Idegtörzsek és szétágazások. Mikro-
fénykép.

III. TÁBLA.

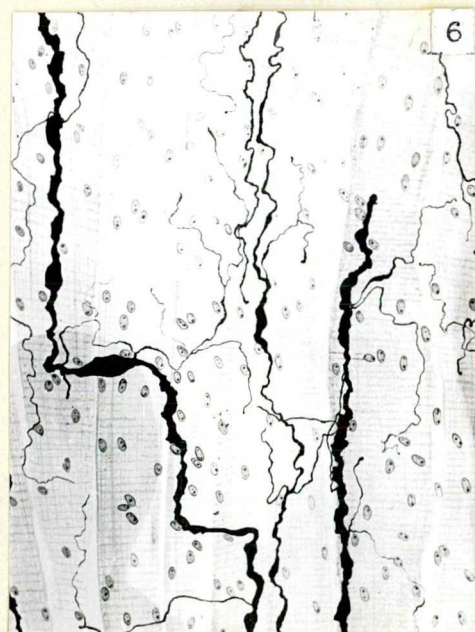
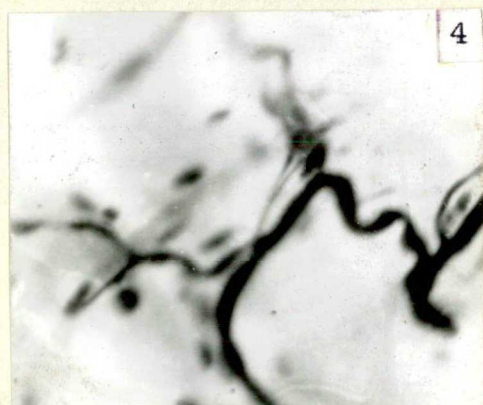
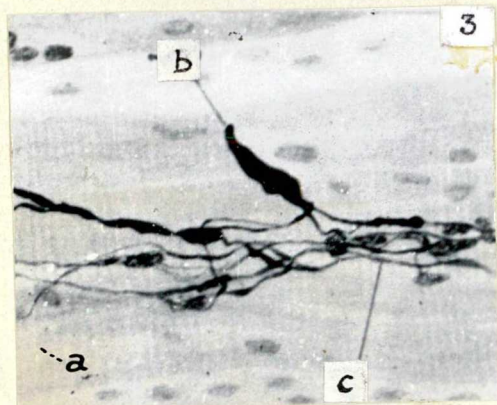


IV tábla

P I S C E S

1. ábra. *Esox lucius*: musculus rectus lateralis. Idegtörzs lefutás. Vékony és vastag idegrostok. Mikrofénykép.
2. ábra. *Esox lucius*: musculus rectus lateralis. Idegtörzs lefutás. Csavarodást képző idegrostok. Mikrofénykép.
3. ábra. *Esox lucius*: musculus rectus lateralis. Idegvégződés. a-izomrost, b-idegrost, c-végágak. Rajz.
4. ábra. *Cyprinus carpio*: musculus rectus inferior. Végágak. Mikrofénykép.
5. ábra. *Esox lucius*: musculus rectus superior. Idegrostok és végágak. Mikrofénykép.
6. ábra. *Esox lucius*: musculus rectus superior. Idegrostok és végágak. Rajz.

^I IV. TÁBLA.



végrostokon, amelyek más izomrostokat is egy idegrost végrendszerébe kapcsolnak. /IV. tábla, 4,5. ábra./

Amphibia

A békafélék szemizmainak beidegzését tanulmányoztam. A *Rana esculenta* és *Rana ridibunda* fajokon tanulmányoztam. A szemizmokba belépő idegek ezeknél kissé merev rostokból felépülő törzsekre különülnek. /V. tábla, 1. ábra./ A törzsekben futó vékony és vastag rostok elég lazán helyezkednek el egymás mellett. Megfigyelhető, hogy a vékonyabb rostok száma alig több, mint a vastagoké. /V. tábla, 2. ábra./ A belépő törzsek a ferdeizmoknál az izom közepén az egyenes izmoknál viszont az izom tapadó részénél ágaznak szét igen gazdag beidegzést alkotva. Nagyjából egyvonalban jelentkező szétágazás után a nagy törzsekben haladó merevnek mondható rostok gazdag finom hajlékony lefutással idegrostokra különülnek és így csatlakoznak az izomrostokhoz. /V. tábla, 3. ábra./ Minden izomrosthoz legalább két-három idegrost megy, amely közül egy biztos vastag rost. A rostok az izmok felületén bonyolult végformációkat mutatnak. /V. tábla, 4. ábra./ A végződés előtt a többször visszahajló, csavarodásokat alkotó idegrostok csak néhány izomrost felett helyezkednek el és ebből a végalakulásból rendszerint hat-nyolc oldalág lép ki magános rost formájában. Ezek a végágak a környező izomrostokat elérve annak felületén hosszan futnak a vagy elvesznek teljesen elvékonyodva vagy kis

véggömböcskékkel végződnek. Ugy látszik, hogy a végrost hipolemmalis helyzetű, mert az izomrostmagvakkal egy síkban fekszenek és gyakran található olyan kép is, hogy közvetlen a mag mellett, vagy a magon vesznek el. A végek előtt az egyenes izmok vastag idegrostjain rendszerint hosszú neurofibrillaris fellazulások jelentkeznek. /V. tábla, 5. ábra./ A vastag rost hirtelen neurofibrillákra hull szét, úgy hogy még a neurofibrillák száma is megszámlálható itt, majd ismét egységes idegbe folytatódik tovább. A neurofibrillaris fellazulások egy idegrosten többször is megismétlődhetnek. A végeknél gyakran tapasztalható, hogy három-négyféle idegtörzsből jövő idegágak rostjai önálló-ságuk megtartása mellett bonyolultan összekeverednek. /V. tábla, 6. ábra./ E komplikált végformánál is a fajra jellemző hosszanfutó ^{vég}rostrendszerek jelennek meg. A nagyon hosszú, vékony rostok messze futnak egy-egy izomroston és ezen eltűnnek. A hosszan futó végződéseket a cholinesterase aktivitás is bizonyítja. /XII. tábla, 1,2. ábra./

Az egyenes és ferde izmoktól kissé eltér a musculus retractorok beidegzése. Ezekben az izmokban ugyanis a beidegzés jóval szegényebbnek mondható. Az izomban haladó törzsek ritkábban ágaznak szét. Végződési formák csak a tapadó rész felé jelentkeznek. A szem visszavonó izmaiban belépő idegtörzsekben is vastag és vékony rostok vannak, de a méretbeli eltérés nem olyan nagymértékű és a vastag rostokon nem tapasztalható neurofibrillaris fellazulás. A végződésformák ugyanolyanok, mint a többi



izomban csak talán még hosszabb végrostokkal kapcsolódnak az izmokhoz. /VI. tábla, 1. ábra./ A nervus abducens lefutásának kérdéséhez teljes megoldást a mikroszkópi beidégzés sem ad. Az bizonyos, hogy a látszat a Gäupp-féle leírást erősíti meg, de ez nincs teljesen igazolva a mikroszkópikus szerkezettel. Nincs ugyanis a musculus retractorokban annyi ideg, amennyi az ő felfogását döntően bizonyítaná. Emellett nem látok különösebb eltérést az idegrostok szerkezetében sem, tehát nem tudom feltételezni, hogy itt az izomrostokat újfajta rostok postganglionarisok és érző trigeminuságak idegeznék. A Gäupp elképzelés mellett dönt az a tény, hogy több bulbus hátsó felszín makroszkópos és mikroszkópos átnézése után egy helyet sem találtam, amely a többi csoporthoz hasonlóan a ganglion ciliareből kilépő idegek átlépési helyéül szolgálna, de Gäupp véleménye ellen kell felhoznom azt az eredményt, hogy egyetlen törzset sem találtam 80 db musculus retractor preparátum átnézése után, amelynek lefutása kétséget kizáróan igazolta volna, hogy a ganglion ciliareből kilépő idegek a retractor izmokon át a sklérához csatlakoznak. Lehet, hogy e bizonytalanságot csak a metszeteken való kiértékelés okozza. A kérdés megoldására való törekvésemben egy feltűnő tényre találtam. A skléra hihetetlen gazdag beidégzésű szövete arra ad bizonyítékot, hogy egy csoportnál sem tapasztalt helyzet van itt. A magasabbrendűek plexus ciliarisához hasonló vékony és vastag rostokból álló fonadékrendszer a sklera külső laza kötőszöveti rétegét gazdagon átjárja. /VI. tábla, 2. ábra./ Ezideig

azonban még nem sikerült választ kapnom arra vonatkozólag, hogy a fonadék rostjai, amelyek minden kétséget kizárólag a postganglionaris vegetativ és trigeminus eredetűek a musculus retractorokon, a nervus opticus burkán át vagy talán a figyelmet is kikerülő, makroszkóposan alig látható idegek útján kerülnek ide.

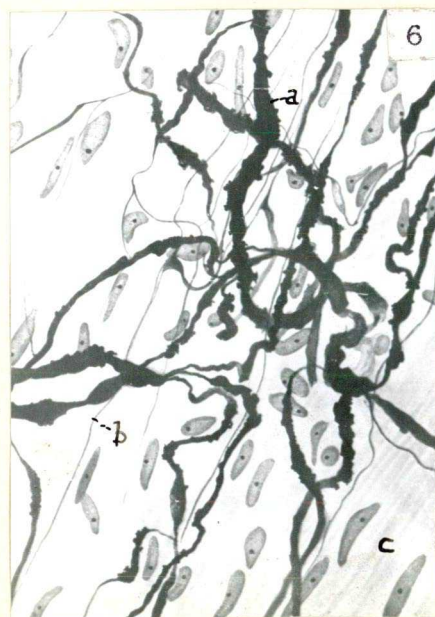
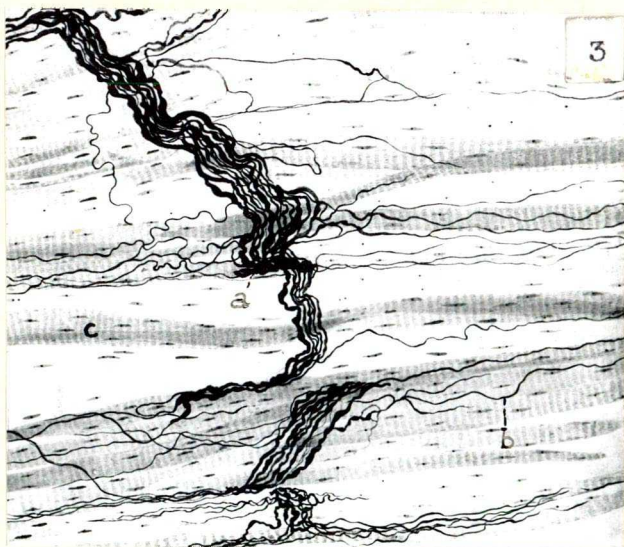
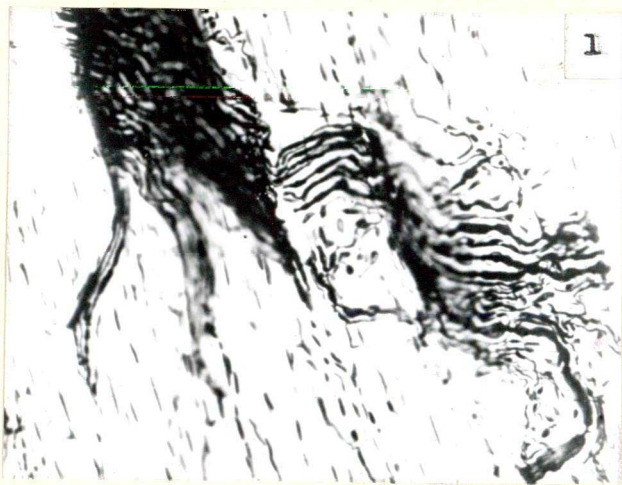
A békafélék specialis izma a musculus levator bulbi beidegzése a másik beidegzési forma, amely a tulajdonképpeni szemizmok beidegzésétől eltérő. Ez izomnál mindég jól felismerhető, hogy a belépő motorikus idegágak az izomrostokon hosszant futó kevés számú egyszerű végződéseket alkotnak. Az izom idegeinek a lefutása /VI. tábla, 3. ábra./ az izomrostokhoz való kapcsolódása, motoricus végeinek alakulása semmiben sem tér el a kecskebékák vázizmainak beidegzésétől, így pl. az intézetünkben többször megvizsgált musculus rectus abdominalis beidegzésétől. Emellett azonban az izom vastag kötőszöveti rétegében, az izmok felületén egy sajátos érző jellegű fonadék található. A trigeminus nervus ophthalmicusából két idegág kapcsolódik ez izomhoz és ezeknek az izom felületén való szétágazódása olyan sajátos érző jellegű formációt képez ki, amely más szemizom esetében nem tapasztalható. Az idegrostokon sajátos felcsavarodások jelentkeznek, rendszerint hullámosak, spirálisak a rostok./VI. tábla, 4. ábra./ Ez izomban megjelenő vastag rostok igen gyakran egyik törzsből a másikba átfutnak és csatlakoznak a tulajdonképpeni végrostokat vivő motorikus idegekhez is.

V tábla

A M P H I B I A

1. ábra. *Rana ridibunda*: musculus rectus medialis. Belépő idegtörzs. Mikrofénykép.
2. ábra. *Rana ridibunda*: musculus rectus medialis. Vékony és vastag idegrostok az idegtörzsben. Mikrofénykép.
3. ábra. *Rana ridibunda*: musculus rectus inferior. Idegvégződés. a-idegtörzs, b-végág, c-izomrost. Rajz.
4. ábra. *Rana ridibunda*: musculus obliquus superior. Szétágazódó idegtörzsek a tapadó vég közelében. Mikrofénykép.
5. ábra. *Rana ridibunda*: musculus obliquus inferior. Végrostok és végzódések az izom tapadó végénél. Mikrofénykép.
6. ábra. *Rana ridibunda*: musculus rectus medialis. Komplikált szerkezetű végződés. Degenerálódás kezdete./a nervus oculomotorius átvágása után 24 órával/rajz.

V. TÁBLA.

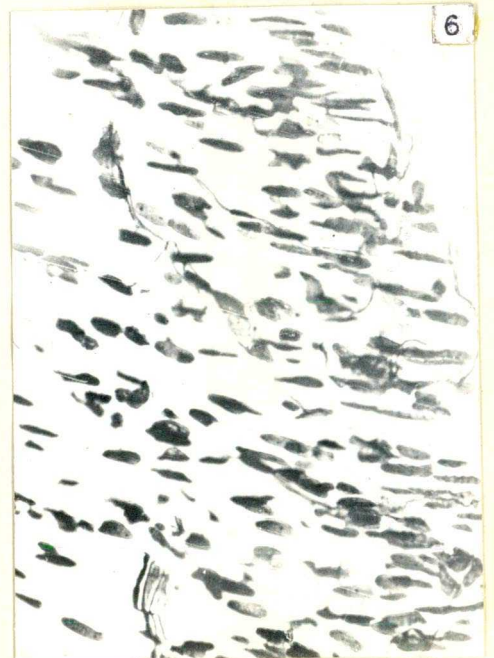
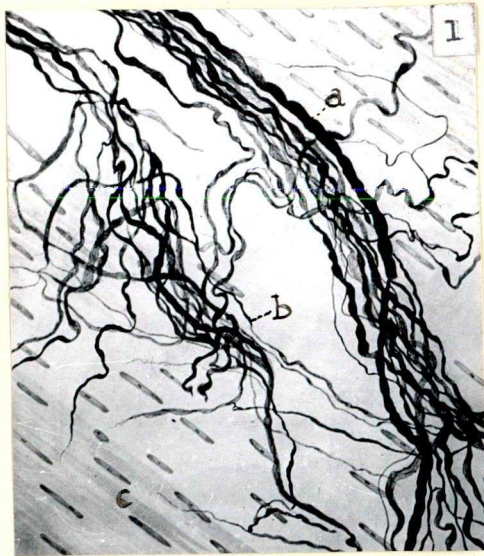


VI tábla

A M P H I B I A

1. ábra. *Rana ridibunda*: musculus retractor bulbi;
Szétágazódó idegtörzs. a-
vastag rost, b- vékony rost,
c- harántcsikolt izomszövet.
Rajz.
2. ábra. *Rana ridibunda*: sclera beidegzés. a-vastag rost
b- vékony rost, c- kötőszöveti
sejtmag. Rajz.
3. ábra. *Rana ridibunda*: musculus levator bulbi. Lépcső-
szerű lefutású motoricus idegtörzs.
Mikrofénykép.
4. ábra. *Rana ridibunda*: musculus levator bulbi. Érző
fonadék az izomfeletti kötő-
szövetben. a-idegtörzs, b-go-
molygörmálás, c-kötőszöveti
sejtmag. Rajz.
5. ábra. *Bufo vulgaris*: musculus rectus medialis be-
idegzése. Mikrofénykép.
6. ábra. *Salamandra maculosa*: musculus rectus medialis;
Gazdag fonadék a tapadó végnél.
Mikrofénykép.

VI. TABLA.



Jellemzőek a gomolyformálódások, de úgy, hogy a gomolyba belépő és felcsavárodó rostok ki is lépnek a gomolyból. A magános érző rostok megtalálhatók az izmok közötti kötőszövetben és a spirális magános rostok előfordulnak a pigmentsejtek közelében is. Az izom felületének gazdag és érző jellegűnek látszó fonadékában azonban tipikus érző kötőszöveti végződésformákat, tipikus végtesteket nem lehet találni.

A Bufo és Hyla szembeidegzése csak annyiban tér el a fent leírt viszonyoktól, hogy az izmok kicsiségénél fogva a beidegzési kép sűrűbbnek és tömöttebbnek látszik. /VI. tábla, 5. ábra./ A végződési formák nem annyira bonyolultak, mint a Ranidae családban.

A szalamandra szemizmain is a békaféléknél elmondott jellegzetességek érvényesülnek, csak jóval egyszerűbb formában jelentkeznek. A neurofibrilláris fellazulások nem tapasztalhatók a vastag rostokon és a végződési formák igen egyszerűk. /VI. tábla, 6. ábra./

Reptilia

A gyíkok szemizmainak idegtörzseiben is jelentkezik a rostok kaliberbeli különbsége. /VII. tábla, 1. ábra./ A vastag rostokat nézve lefutásukban a békákra jellemző neurofibrilláris fellazulások már nem találhatók. Ehelyett a csoportra jellemzően sűrűn jelentkeznek tömött megvastagodások, varixok a vastag rostokon. Rendszerint hosszukás megvastagodások fordulnak elő, amelyek különösen a

végék előtt gyakoriak. A vékony rostok simaszélűek, lefutásukban megvastagodások sohasem találhatók. A rostok végződése előtt a vastag és vékony rostok egyaránt nagyjából fűrteszerűen hízéthullanak az izomrostokon. A kilépő végágak nem futnak már olyan hosszan az izomrostokon, mint a békáknál vagy halaknál, rövid lefutások után egészen egyszerű motorikus lemezhez hasonló végződésformákat alkotva kapcsolódnak az izomrostokhoz. /VII. tábla, 2. ábra./ A gyíkokéhoz hasonló, csak még egyszerűbb beidegzési forma jelentkezik a sikló szemizmáinál, valamivel sűrűbb és komplikáltabb a beidegzés a varanusnál. A belépő törzsek nagyjából egy magasságban szakaszonként ismétlődve ágaznak szét az izomrostok között s a szétágazások közelében megjelennek az egyszerű motorikus végzések. A végágak rövidek s sugarasan szétágazók. /VII. tábla, 3. ábra./

A teknősök szemizmáinak beidegzése eltér az osztályához tartozó többi ordónál tapasztalt képektől. A teknősök szemizmáinak beidegzése bizonyos tekintetben a harsák szemizmáinak beidegzésére emlékeztet. A belépő törzsekben egységes vastagságú idegrostok találhatók. Az aránylag vékonynak mondható központi rostokat kívülről vastag perineurum veszi körül. /VII. tábla, 4. ábra./ Sokszor látni, hogy a törzsben futó rostok csavarodásokat alkotnak. A csavarodásokat körülvevő vastag velőhüvelyszerű homogén külső burok metszeteken azt a látszatot adja, hogy betekozott tipikus érző kötőszöveti végzések találhatók a teknősök szemizmaiban. Minden esetben azonban alaposabb átnézés után megállapítható, hogy nemcsak belépő, hanem kilépő idegek is hagyják el az ilyen képződ-

ményeket tehát nem érző végződészek. Mivel az idegtörzsek legtöbbje az izomrostok között halad, ezeknek metszetei adják azt a tévedésre is alkalmat adó látszatot, hogy az izomrostok közötti kötőszövetben sok végtest van. Az izomrostok között nagyjában párhuzamosan haladó idegtörzsek-ből kilépő rostok gazdag szétágazódásai létrehozhatnak egy sajátos, gazdag beidegzést. Itt is idegtörzsekről és kiágazódásokról van szó, mégis más a kép /VII. tábla, 5. ábra/, mint az eddigi csoportokban. Különösen az egyenes izmok beidegzése a gazdag, a musculus obliquusoké már szegényebb és a retractor izmokban is az izomrostok nagy tömegéhez viszonyítva aránylag kevés idegrostot találunk.

A teknősök motorikus végződészei a békafélékhez hasonlítanak. A végződéseknél az izombalépés előtti végrostok többszörösen szétágaznak s hosszan futó magános rostokként futnak az izomrostokon. A hosszan futó végágak semmivel sem rövidebbek, mint a békaféléknél tapasztalható végrostok, csak valamivel komplikáltabbak. A teknősök végrostjaira jellemző, hogy a végeken végfejek jelennek meg. Ezek a végfejek egész kisméretű tömör végsomók, amelyek majdnem minden esetben jól impregnálódnak. Sem a magános, sem az idegtörzsekben haladó rostokon nem láthatók varixok. Nincsenek a rostok lefutásában neurofibrilláris lemezek, ebben az orsóban és sohasem fordul elő kaliberbeli eltérés a belépő rostok között. Az idegek vastagságbeli változását a perineurium vastagságának változását és a rostok száma okozza, maguk a rostok

VII tábla

REPTILIA

1. ábra. *Lacerta viridis*: musculus rectus inferior.
Belépő idegtörzs. Mikro-
fénykép.
2. ábra. *Lacerta taurica*: musculus rectus superior.
Szétágazódó végrost. Mikro-
fénykép.
3. ábra. *Varanus griseus*: musculus rectus medialis.
Szétágazódó törzsek és vég-
ágak. Mikrofénykép.
4. ábra. *Emys orbicularis*: musculus rectus lateralis.
Spirális lefutású idegrostok.
Mikrofénykép.
5. ábra. *Emys orbicularis*: musculus rectus medialis.
Az idegtörzsek szétágazódásai.
Mikrofénykép.
6. ábra. *Emys orbicularis*: musculus rectus medialis.
Idegvégződés. Mikrofénykép.

VII. TÁBLA.



egyenlő méretűek, meglehetősen vékonyak, simaszélűek, a-
melyek ^avégek felé fokozatosan vékonyodnak. A végágak rost-
jain rendszerint hullámos lefutásokat tapasztalhatunk.

Aves

A madarak szemizmainak harántcsíkolt rostjai idegek-
ben rendkívül gazdagok. Az összes madárszemizomra jellemző,
hogy az idegek oldalágrendszerei egymással kapcsolatban
maradnak. /VIII. tábla, 1. ábra./ A kapcsolódást ^{mint}(ezen az
ábrán látható gyakran több idegrostból álló nyaláb léte-
síti és pedig úgy, hogy ez a nyaláb a szomszédos idegtör-
zsekbe lép és egy távolabbiban folytatja az útját. Az ilyen
kiágazásokkal kapcsolatban hangsúlyozni kell, hogy mindig
csak rosthelycseréről és nem elágazásról van szó. Az össze-
köttest néha egészen vékony rostok létesítik. /VIII. táb-
la, 2. ábra./ A fő és melléktörzsekből kiinduló oldalágak
gazdagon szétágaznak, szakaszontként ismétlődve nagyjából
egy magasságban. Az izom periferiája felé is bőséges az ideg-
ellátás. A tapadó inak felé is halad néhány rost. A madarak
szemizmainak beidegzése a különböző szemizmokban nem mutat
eltérést, sőt a fajok szemizmait nézve sem tapasztalható
nagyértékű különbség. A halaknál tapasztalt fajonkénti
eltérés itt alig észlelhető. A madarak szemizmaiból készült
metszetekről soha nem tudnám jelzés nélkül megmondani, hogy
melyik faj szemizmaiból készült, ami viszont a halaknál
minden esetben sikerül. A szemizmok idegiben egynemű ros-

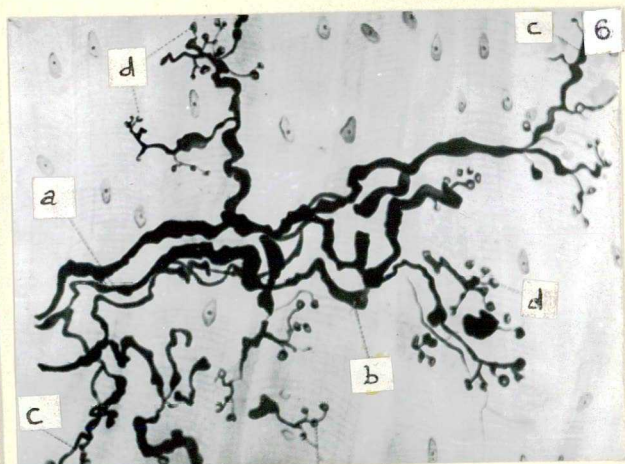
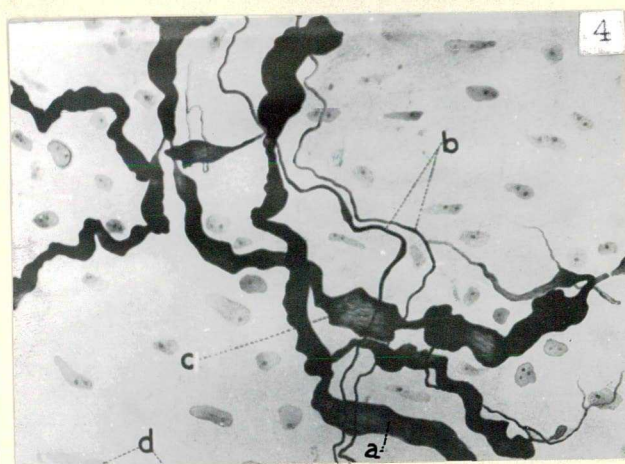
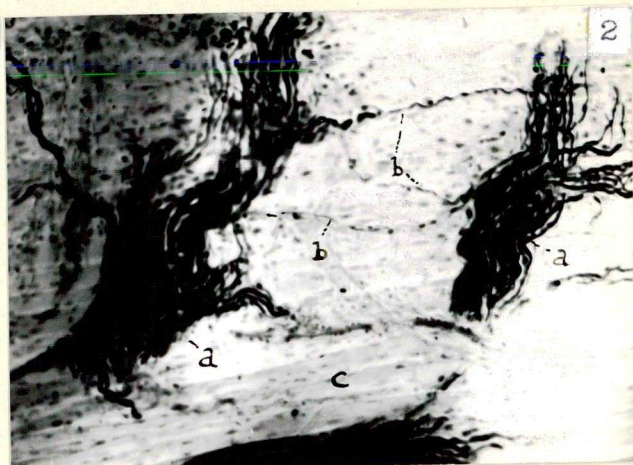
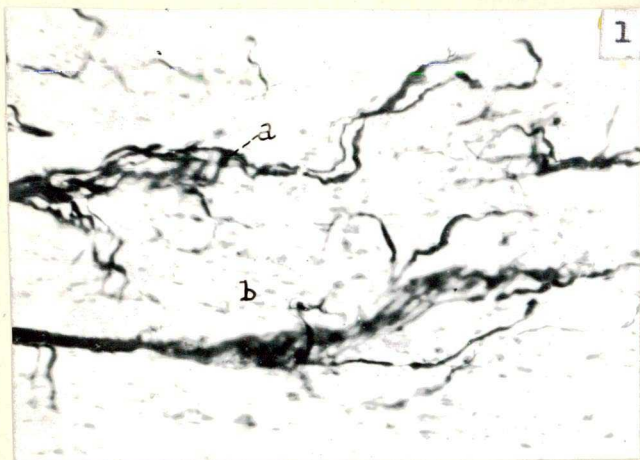
tok haladnak, amelyek a végek felé fokozatosan vékonyodnak. A szemizmok idegrostjain gyakoriak a varikok. Különösen gyakoriak ezek a mozgató véglemezekhez menő rostokon, de a magános, kissé hullámos lefutású rostokon is jelentkezik. /VIII. tábla, 3. ábra./ A rostok lefutása közben csak ritkán tapasztalható neurofibrillaris fellazulás, amely rendszerint hosszú lefutású. /VIII. tábla, 4. ábra./ A madarak szemidegeinek végződésai eltérnek az eddig tárgyalt összes többi csoporttól abban, hogy igen nagy kiterjedésű mozgató lemez-rendszerek jelennek meg a végeknél. /VIII. tábla, 5. ábra./ Igen gyakori az az eset, amikor 7-8 véglemez csoportosul össze rendszerre. Ugy látszik ezek specialisan a szemizmok jellemzői, mert ilyen nagy-kiterjedésű lemezrendszerek a madarak vázizmaiban nem találhatók. Az is jellemző e mellett, hogy a mozgató véglemezek rendkívül nagyok, kitűnően impregnálódnak és az egyes végtalpacskák száma igen nagy és a körvonaluk éles. /VIII. tábla, 6. ábra./ Mint jellegzetességet kell megemlíteni, hogy a véglemezek körül nincsenek izommag csoportosulások. A véglemezek végén a végtalpak körül a cholinesterase aktivitást nagyon jól kimutatja a Gerebtzoff-féle módszer. A legkülönbözőbb kör és ellipszis alakú véggyűrűk jelennek meg a végzódéseknél. /XII. tábla, 3, 4. ábra./ A véglemezek alkotásánál néha vékony a többitől morfológiailag eltérő idegrost is résztvesz. E vékony rostok száma aránylag kevés és a belépő idegtörzsekben csak nagyon ritkán különíthetők el. A vékony rostok csak a véglemezeknél tűnnek elő és ezzel a véglemezek bonyolultságát növelik. Gyakran látni ezeket a rostokat a mozgató

VIII tábla

A V E S

1. ábra. Gallus domesticus: musculus rectus inferior;
Idegelágazódás. Mikrofénykép.
2. ábra. Gallus domesticus: musculus rectus superior.
Idegtörzsek és összekötő
ágaik. a-idegtörzs, b-
csatlódó vékonyrost, c-izom-
szövet. Mikrofénykép.
3. ábra. Meleagris gallopavo: musculus obliquus inferior.
Idegvégződés. Varixok a ro-
stokon. a- idegrost, b- végrost
c-varix. Mikrofénykép.
4. ábra. Gallus domesticus: musculus obliquus superior.
Idegrostok lefutása. a-vas-
tag rost, b-vékony rost,
c-neurofibrillák, d- izom-
rostmagvak. Rajz.
5. ábra. Meleagris gallopavo: musculus obliquus infe-
rior. Idegvégződés. a- ideg-
törzs, b- végrost, c- végfej.
Mikrofénykép.
6. ábra. Meleagris gallopavo: musculus obliquus inferior.
a-idegrostnyaláb, b- idegrost,
c- végrost, d- véglemez. Rajz.

^I VIII. TÁBLA.



lemeztől eltérni és a közelben eltűnni. Lehet, hogy a Cilimbaris /1910/ által emlegetett ultraterminalis rost ez, amelyet a kigyók mozgatók véglemezeire jellemzőnek talált, amelyet azonban én a R_{aptiliák} szemizom idegeinek végződéseinél egyáltalán nem tapasztaltam. Feltehető, hogy e vékony rost vegetatív rost.

Mammalia

Az emlősök szemizmait beidegzésük alapján három csoportra különíthetem. Az első esetben, a kisebb szemű és rövid szemizmu állatoknál a belépő idegek nagyjából egy vonalba rendeződve szétsugároznak s egy vonalban gazdag kiágazásokkal ellátják motorikus végekkel az izomrostokat. Ebbe a típusba sorolhatom a patkány, denevér, sündisznó szemizmait, ahol az egyenes izmoknál az eredési rész közvetlen közelében a ferdéknél az izomhas közepén van egy gazdag beidegzési terület, ahol az idegrostok és végződéseik oly sűrűn helyezkednek el, hogy alig lehet látni közülük az izomrostokat. E helytől a tapadási vég felé haladva csak kevés számú magános rost tűnik fel. Ennek magyarázata abban kereshető, hogy ezeknél a szemizomrostok hosszúsága végigéri a szemizom hosszát s a működéshez az egy helyen való idegkapcsolat is elég.

/IX. tábla, 1. ábra./ Ezzel szemben a hosszabb szemizmu állatoknál a belépő ideg egy vonalban szétsugárzik, jobbra balra végződéseket adva. Az idegtörzsekből egyes törzsek lépnek ki, amelyek nagyjából párhuzamosan egymás

mellett haladnak, rendszerint ágleadás nélkül s egy bizonyos magasságban újabb szétágazó rendszert alkotnak s végződéseikkel kapcsolódnak az izomrostokhoz. /IX. tábla, 2. ábra./ Ebben az esetben egymás után végzódésekben gazdag és végzódésekben szegény szakaszokat különböztetünk meg, amit az idegfestésen kívül talán még jobban előtűntetett a cholinesterase aktivitás. /XII. tábla, 5, 6. ábra./ A többszörösen szakaszosan beidegzett izmok esetében a tapadó rész rostjai között sok magános idegrost fordul elő. Kivételes típusnak mutatkoznak az ember szemizmai. Itt az eredő résznél belépő idegből párhuzamosan egymás mellett haladó vékonyabb törzsek lépnek az izomrostok közé. Ezekkel párhuzamosan haladnak s közben motorikus végformációkat képeznek. Jóformán minden izomrost mellett végigfut néhány rostból álló törzs, vagy gyakran egy egy magános rost. E magános rostok lefutása rendszerint erősen hullámos. /IX. tábla, 3, 4. ábra./

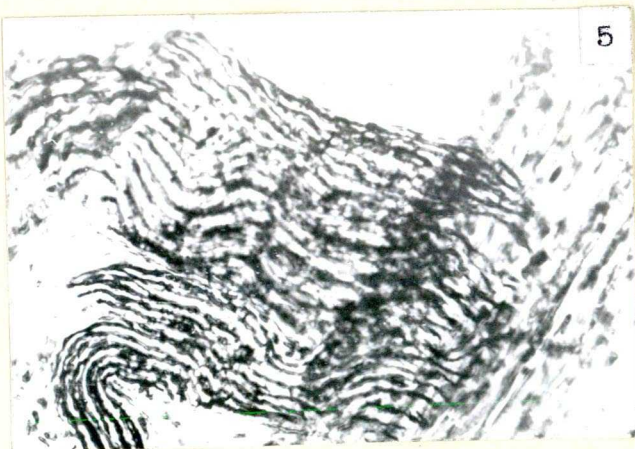
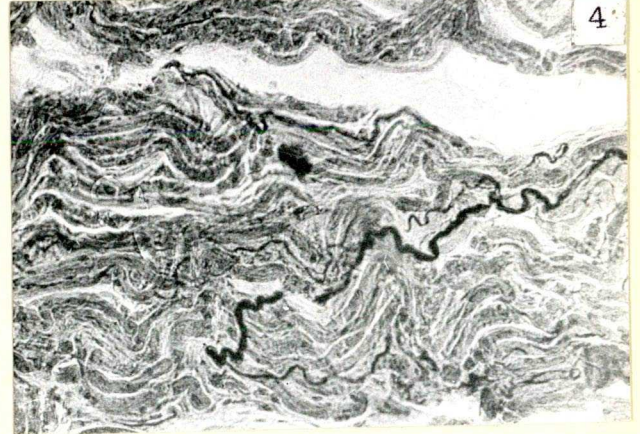
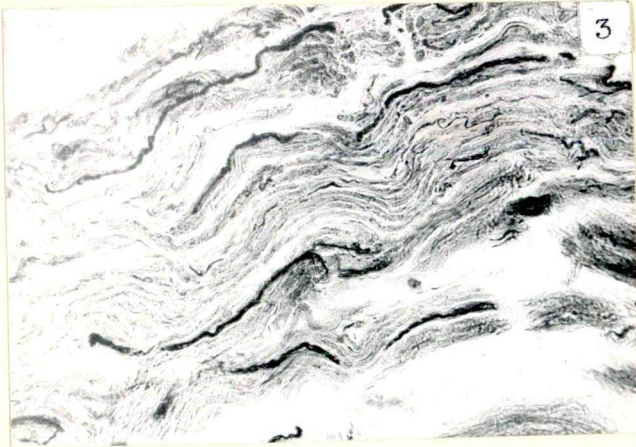
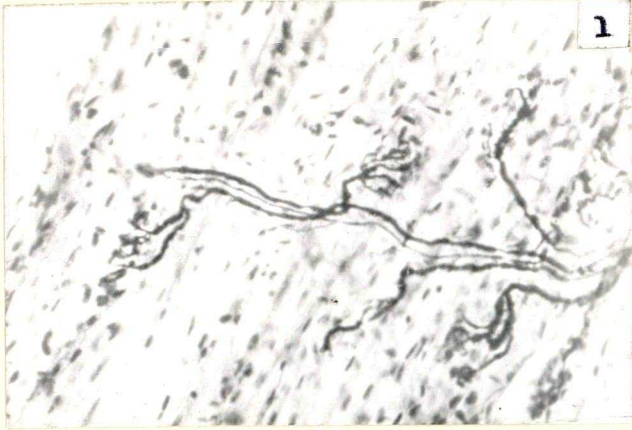
Az emlősök szemizom idegeiben vékony és vastag rostok futnak. /IX. tábla, 5. ábra./ A rostok méretbeli eltérései azonban nem olyan feltűnőek, mint az alsóbbrendű gerincesek csoportjaiban. A vastag típusu rostokon igen gyakoriak a neurofibrillaris fellazulások. /IX. tábla, 6. ábra./ Az idegrostok végei tipikus mozgató lemezek, /X. tábla, 1-6. ábra. amelyeknek formái igen sokfélék, nagyobb vagy kisebb kiterjedésűek. Ugy látom, hogy az emlősök szemizmáinak végzódései majdnem megegyezők a váz és ^avisceralis izmoknak mozgató végzódéseivel csak kisebb kiterjedésűek és bonyolultabb szerkezetűek. A végzódéseknél a végágak száma 6-8.

IX tábla

M A M M A L I A

1. ábra. *Rattus rattus*: musculus rectus superior.
Idegtörzs szétágazás és
végződés. Mikrofénykép.
2. ábra. *Felis domestica*: musculus rectus medialis.
Idegtörzsek szétágazódásai.
Mikrofénykép.
3. ábra. *Homo sapiens*: musculus rectus inferior be-
degzése. Mikrofénykép.
4. ábra. *Homo sapiens*: musculus obliquus superior.
Hullámos lefutású idegrostok.
Mikrofénykép.
5. ábra. *Felis domestica*: Idegtörzs belépés a muscu-
lus obliquus superiorba.
Mikrofénykép.
6. ábra. *Felis domestica*: musculus rectus medialis.
Vékony és vastag idegrostok
a belépő idegtörzsben.

^I IX. TÁBLA.



X. tábla

M A M M A L I A

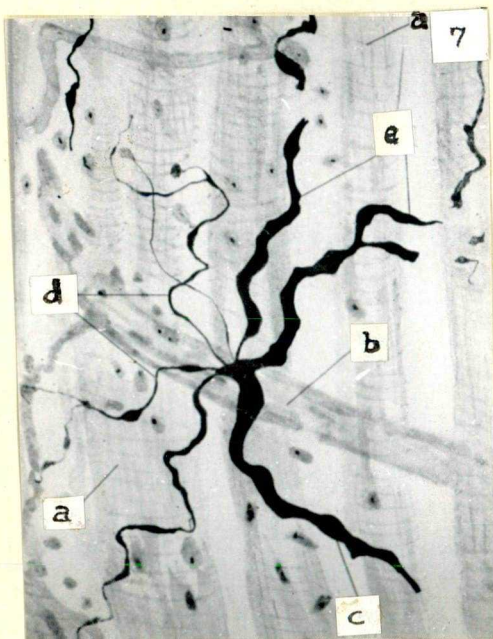
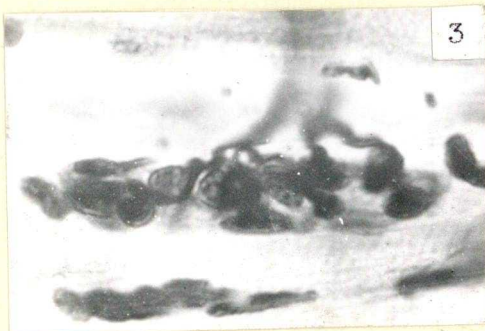
1-6. ábra *Felis domestica*: *musculus rectus medialis*.
Idegvégződés. Mikro-
fényképek.

P I S C E S és A M P H I B I A

7. ábra *Cyprinus carpio*: *musculus rectus inferior*;
Szétágazó idegrost. a-
harántesikolt izomrost,
b-véredény, c- idegrost,
d-vékony ágak, e-vastag
ágak. Rajz.

8. ábra *Rana ridibunda*: degenerálódó idegtörzsek
a *musculus rectus inferior*-
ban. A *nervus oculomotorius*
átvágása után 4 nappal.
Mikrofénykép.

¹ X. TABLA.



A harántesikolt magvak felhalmozódásai miatt a motorikus véglemezeknél az emlősöknél kis sötétebbre festődő kupacok találhatók, amelyek kis nagyítással is azonnal felismerhetőkké teszik a végeket. A szemizom magvak felhalmozódásai az ember szemizmaiban csak kismértékben jelentkeznek. Az ember szemizomrostjainak végei egészen egyszerű motorikus lemezek, amelyeknél nem jellemzőek az izommag halmazok.

A szemizmok mikroszkópikus beidegzésének összehasonlító értékelése

Ebben az összegezésben mindazokra a különbségekre akarom felhívni a figyelmet, amelyet általánosan és legzetesen jelentkeztek a szemizmok mikroszkópikus beidegzésében és amelyeket a classisok összehasonlításánál fontos szempontoknak tartok.

Szétágazások. A szétágazások formái a következőképpen jelentkezhetnek: 1/ a belépő idegek után szabálytalanul szétsugározva ágaznak szét az idegek /halak, békák, hüllők közül a gyíkok és teknősök/; 2/ a belépés után egy síkban elosztódva egysorba rendeződve alkotnak motorikus végeket /kisebb szemű emlősök/; 3/ a belépés után úgy oszlanak, hogy szakaszosan adnak nagyjából sorba rendeződő szétágazásokat, illetve motorikus végeket /madarak, nagyobb szemű emlősök/; 4/ a belépő idegek párhuzamos idegtörzsekbe folytatódnak a tapadó rész felé, közben annyi magános rostot adnak, hogy majdnem minden izomrostot külön idegrost kísér /ember/.

A szétágazások gazdagsága nem minden izomnál egyformán és nem azonos helyeken jelentkezett. Az egyenes izmok idegrostokban való gazdagsága ^(mindig) felülmúlja a ferde izmokét. A specialis izmok főleg a musculus retractorok beidegzése mindig jóval szegényebb, mint a tulajdonképpeni ^(szem) izmoké. Az idegek gazdagsága a helyek szerint is változik. Egyes esetekben az izomhas közepének gazdag a beidegzése /musculus obliquus inferior, superior minden csoportban, az emlősök musculus obliquus superiorjának kivételével, a salamandra, a gyík és a teknősök egyes egyenes izmai/. Ennek oka azzal magyarázható, hogy ezeknél közepén lép be az izmot ellátó ideg és mindjárt a belépés után szétosztódik és végződik. Legtöbbször az eredő részben van a sok szétágazás, emiatt e hely közelében található gazdag beidegzés /halak, emlősök és az ember összes egyenes izmai, az emlősök musculus obliquus superiorja és a madarak egyenes izmai/. Máskor a tapadó rész beidegzése a feltűnően gazdagon idegellátott /összes békafélék egyenes és retractor izmai, a teknősök mindkét retractor izma/.

Végződések. A szemizmok végződésai két főtypusra különülnek, az izmokon hosszanfutó végződés ek /Pisces, Amphibia, teknős/ és a motorikus véglemezes illetve végfürtös végződés ek /Reptilia, Aves, Mammalia/. A két főtypuson belül nagyon sok az eltérés. A hosszan futó végződés egyik formájában a végalkotó rost néhány végág kibocsájtásával egyszerűen végighaladnak az izomrostokon /halak/ komplikáltabb formájában több törzsből jövő végrostok egymás mellett bocsájtják ki hosszan futó végágait /békák, teknősök/.

A motorikus lemezek egyszerűbb eseteiben egy idegrost 3-4 végággal, kis végfejjel végződik /Reptilia/. Előfordul, hogy több egyszerű típusu végződés bonyolult megjelenésű összetett formába rendeződik /madár/, A végzódéseknél legtöbbször két típusu idegrost jelenik meg /Aves, Mammalia/. A motorikus végzódések hosszú lefutásu és lemezes típusu formáinál egyaránt sokféle variáció mutatkozik. A méret és formabeli eltérések oly sokfélék, hogy bátran merem azt állítani, hogy két teljesen egyforma végzódést még sohasem láttam.

A végzódések elrendeződése egyes esetben szórt, az egész izom területén mindenütt található a legkülönbözőbb magasságokban /hal, béka, a retractor izmok kivételével/. Előfordul más esetben az, hogy a végzódések nagyjából egysorban, egy magasságban rendeződnek /rövid szemizmu emlős szemeken, a békák musculus retractoraiban/. Legtöbbször azonban sorjában, szakaszonként több magasságban rendeződnek el a végzódések /gyík, varanusz, madár, hosszú szemizmu emlősök/.

Vékony és vastag idegrostok. A szemizmok idegei tulnyomó részben két típusuak, vékonyak és vastagok. A kétféle rost között a méretbeli eltérés az alsóbbrendű csoportok /hal, béka, gyíkfélék/ szemizmain sokkal inkább jelentkezett, mint a magasabbrendű csoportokba tartozó állatokon /varanusz, madár, emlős/. A két rostféleség előfordulási aránya is eltér. A halaknál és a békáknál a kétféle rost egyenlő arányban fordul elő, a gyíktól felfelé a vastag rost dominal és a vékonyabbak kevesebb számban jelentkeznek.

A vékony és vastag rostok egyaránt motorikus jellegű végződéseket alkotnak /hal, béka/, a vékony rostok végalkotás nélkül a motorikus végződés közelében tűnik el /madár, emlős/.

Miután bemutattam a beidegzés osztályonkénti, ordonkénti és fajonkénti eltéréseit az ide vonatkozó irodalom két nagy problémáját kell a szemizmok területén mérlegelni, a vékony és vastag rostok eredetének és a végzódések morfológiai és fiziológiai különbségének kérdését.

A vékony és vastag idegrostok eredete

Régi és nagyon sokat emlegetett probléma a különböző kaliberű idegrostok eredetének morfológiai és fiziológiai különbözőségének kérdése /14, 21, 40, 41, 43, 44, 69, 70/. A múlt század közepén a gerincvelő gyökereinek rostjai között jelentkező vastagságbeli differenciák felismerésével kezdődött el a vita. A rostok különbözőségeit nagyon hamar felismerték a vázizmokban s a század elején a szemizmok területén is. E sokak által és nagyon sok területen kutatott probléma még a mai napig sem nyert véglegesen megnyugtató megoldást. Remak 1837-ben már velőtlen rostokról beszél. Bider és Volkmann 1842-ben különbözteti meg először a velős és velőtlen, vastag és vékony rostokat. Az utánuk jövők a két kaliberű rost előfordulását a gerincvelőgyökerekben és az izmokban csak megerősíteni tudták. A különbség okát kereső magyarázatok három irányba

oszlának meg. Először Schwalbe 1882-ben úgy gondolta, hogy a távolfekvő végszervekhez futó rostok, a hosszú rostok, a vastagok, a rövid lefutású rostok a vékonyak. Nem sokkal később Grabower/1902/, Tello /1917/ és Cajal /1925/ más véleményre jutottak. Szerintük a velőhüvelynélküli rostok a velősek szétesztódásából keletkeznek. Ezek tehát a különbségek okát a rostok osztódásában keresik és ez elképzelésnek még ma is vannak hívei /Krüger, 1949/. A legtöbbek által ma is vallott felfogás, Bremer /1882/, majd Schaffer /1922/ munkáiban került először napvilágra és a hasonló véleményt vallók száma napjainkban is állandóan növekszik. Ezek a rostkülönbségeknek funkcionális jelentőséget tulajdonítanak. Mindnyájan jól izolált, önálló rendszerekből eredőknek tartják a különböző rostokat. Ezt a felfogást erősíti meg Ken Kure /1922/ vizsgálata, aki a kutya nervus femoralisában a jobb és bal idegben eltérő számban talált vékony idegrostokat, amelyekről átvágási kísérletekkel kimutatta, hogy a sympathicus idegrendszerhez tartozók. Hasonló megállapításra jutott Boeke /1927/ is /16/. Különböző emlősöknél a szemizmok idegeit átvágta. Néhány nap múlva a motorikus rostok degenerálódtak, viszont emellett ép rostok és végződéses is maradtak és ezeket Boeke a sympathicus rendszerhez tartozóknak tartotta. Stöhr /1927/ rámutatott, hogy a kérdés nem is olyan egyszerű. Nem mondható ki olyan biztosan, hogy minden sympathicus ganglion sejtéből jövő rost velőhüvelynélküli és minden cerebrospinalis ideg velős lenne. E-

mellett szól Kiss-Michalik /1931/ vizsgálata, akik a gerincvelőgyökér rostjainál, a velőhüvelyt pontosan előtűntető módszerekkel, arra a megállapításra jutottak, hogy a vegetatív eredetű rostok között is vannak velősek és a központi eredetű periferikus rendszerből jövők is lehetnek velőtlenek /44/. Stöhr /1932/ éppen ezért még határozottabban tagadja, hogy a sympathicus rostok velőköpenye jelentené a sympathicus vagy cerebrospinalis rendszerbe tartozást. Schimert /1935/ mégis elfogadja a régebbi elkülönítést és amellet nyilatkozik, hogy minden vegetatív idegrendszerben előforduló vastag velőhüvelyű rostnak cerebrospinalis eredetűnek kell lennie /56/. Ha az autonóm rostokon egyáltalán van velőhüvely, az nagyon finom. Stefanelli /1936/ a szájpadrás nyálkahártya, bőr, és harántcsikolt izmokban jelentkező különböző kaliberű rostok közül a vastag hüvelyű rostokra vonatkozva megállapítja, hogy azok somatikus természetűek, a vékony hüvelyűek parasympathicusak, a velőtlenek sympathicus rostok. Häggquist /1936-37/ pontos méréseket végez az izmokban előforduló különböző rostokon és funkcionálisan eltérő két típusú vékony vegetatív és vastag cerebrospinalis rostokat közöl, amelyeknek a méreteit is megadja. Swensson /1938/ és Dahlström /1942/ ember és majmoknál analizálta a különbségeket s ugyanerre a megállapításra jut. Legújabbán Wolter /1951/ a vékony rostokat végződéseik alapján sympathicusra és parasympathicusra osztja /70/. Élettanilag Zotterman /1937/ kísérletei által nyert igazoltást

az a tény, hogy a terjedési sebesség az idegrost átmérőjétől függ. A vastag rostokon tízszeresen nagyobb sebesség mérhető, mint a vékony rostokon. Ugyanezt igazolta Göthlin /1917/, Erlanger /1937/ és Gasser /1937/ is. Stefanelli /1941/ szerint sokkal alacsonyabb a vegetatív rost terjedési sebessége, mint a somaticus rostoké és a parasympathicus rostok közép helyet foglalnak el a terjedési sebességben. Ezzel igazolja, hogy a terjedési sebességben kimutatott eltérő adatok oka a kétféle rendszerhez tartozás. Ezek után kimondhatnánk, hogy a két típusu rost kétféle eredetű vegetatív és cerebrosպinalis, de fel kell sorolnom azokat a véleményeket is, amelyek a vegetatív rostok létét tagadták. Wilkinson /1929-34/, Hines és Tower /1929/ emellett Tieges /1932/ is a leghatározottabban ellene szóltak a vegetatív beidegzésnek. Ezek közé sorolható Hirano /1941/ is, aki a vékony rostokat a motorikus rostok mellékágainak tartja. A vegetatív rostot tagadók másik csoportja elismeri a vékony rostok jelenlétét, de ezek szerint a vékony rostok az érző rendszerből származnak. Hunter, Dogiel, Scherrington, Tose s legújabban Wollard is mind megegyeznek abban, hogy az izmokban futó vékony velőhüvelynélküli rostokat érzőknek tartják. Wollard /1931/ már azt is bebizonyítottának látja, hogy a trigeminus tractus mesencephalicusának cranialis részén eredő érző rostok a vékony rostok. E felfogások után, tehát már három rendszerből származó rostféleséggel számolhatunk a szemizmok beidegzésében. Először Kirsche

/1942/ beszél három rendszerből jövő rostokról, a halak farki segmentumainak beidegzésében /41/. Háromféle idegrostot különböztet meg: 1/ motorikus /vastag, velőhüvelyes/, 2/ érző /vékony és velőhüvelyes/ és 3/ tonus fenntartó /vékony velőhüvelynélküli/ rostokat. Kirsche /1951/ emberi szemizmokon végzett vizsgálataiban is fenntartja a három rendszerből jövő rostok melletti felfogását és "I.Ordnung" centripetalis vastag velőhüvelyes és "II. Ordnung" vékony velőhüvelyes rostok közül az "I.Ordnung" rostjait "Im motorikus" és "Is érző" rendszerhez tartozóknak sorolja, végződéseik alapján /40/. Wolter /1952/ mind emellett, hogy a vékony rostokat is két rendszerbe sorolja a szemizmok működésénél jelentkező axonreflexek miatt maga is keresi az érző rostokat és a velőhüvelyes vastag idegrostok végződéseiként az interstitialis kötőszövetben négyféle érző idegvégformát mutatott ki /70/.

Ha hozzáteszem, hogy Pavlov vizsgálatai óta, főleg az orosz kutatók által sokat emlegetett gátló /inhibitor/ és trophikus idegek létét is fel lehet tételezni élettanilag az izmok beidegzésében, és felhozom Schaffer azon végkonkluzióját, hogy az életkor az idegrostok vastagságával szoros összefüggésben áll, és Kirsche azon megállapítását, hogy az idegrendszer struktúrájában egyes fajoknál is jelentős különbségek mutatkoznak, amelyeket nem szabad figyelmen kívül hagyni, nehéz helyzetbe kerülök a kérdés kiértékelésénél összehasonlító anyagom.

Tényként annyit megállapíthatók, amint erre a classisok összehasonlításánál is felhívtam a figyelmet, hogy nem azonos arányban és nem egyenlő formában jelentkezett a vékony és vastag rostok előfordulása. A rostok között morfológiailag csak két típust tudtam kimutatni, vastag velőhüvelyes és vékony rostokat. Vizsgálataim alapján, ha általánosan a harmadik irányt a funkcionális eltérést is látom bizonyítottabbnak a különbségek megmagyarázására, mégis fel kell hívni a figyelmet a halaknál és különösen a pontyoknál megfigyelhető érdekes alakulásokra. Az izmokban szétágazódó több magányos rostnál azt tapasztaltam, hogy gyakori az az eset, amikor egy vastag rost legyező szerűen kiszélesedik és ebből több vékonyabb és vastagabb ág lép ki /X. tábla, 7. ábra./. Itt tehát a leghatározottabban bizonyítottnak látom azt, hogy a szétágazás is hozhat méretbeli eltéréseket. Az a körülmény azonban, hogy már a belépő idegtörzsekben keverten vékony és vastag rostokat látok és hogy a szétágazás előbb leírt formáját csak az izmokon szétágazó végrostokon látom, mégis azt igazolja, hogy eredési és funkcionális differenciákkal is kell számolnunk. A belépő idegtörzsekben ugyanis már feltűnően jelentkezik a rostok közötti különbség különösen a halaknál és a békáknál. Mindkét csoportban nagyjából azonos számunak találtam a vékony és vastag rostok előfordulását, a mozgató végződéseknél nem minden esetben jelentkezett rostbeli eltérés. A hüllők, madarak és emlősöknél a rostok méretbeli eltérései jól látható formá-

ban legtöbbször csak a motorikus végeknél jelentkeznek. E csoportokban a motorikus lemezek közelében jelenik meg egy-egy magános igen vékony rost, amely lefutását és alakulását illetően teljesen eltér a véglemezt alkotó mozgó rostoktól és így feltehető, hogy a vegetatív rendszerhez tartozó. A problémákra az ad okot, hogy a vékony rostoknak nem található meg a vége. E vékony rostok többször kanyarogva a motorikus lemezt alkotó végágak körül egyszerűen eltűnnek a protoplasmában végalkotás nélkül. A kétféle rost eredetét keresve békák, galambon és macskán átvágásokat végeztem. A vizsgálatok nem voltak teljesen rendszeresek és minden csoportra kiterjedők, mégis néhány fontos adatot adtak a kérdés kiértékeléséhez. Legelőször Rana ridibundáknál átvágtam a ganglion prooticumból kijövő nervus ophthalmicust és nervus oculomotoriust. 5-6 nap után rögzített szemizmokon a feldolgozás után megállapíthattam, hogy ^{majdnem} az összes idegrostok degenerálódtak. A degeneráló vastag idegrostok sok kockából álló sajátságos formát mutató szemecskés idegdarabokból állottak. Az idegtörzsekben haladó vékony és vastag rostokon egyaránt jelentkezett a degeneráció. /X.tábla, 8. ábra./ A sok degeneráló rost mellett azonban találtam kevés számban olyan rostot is, amelyen nyoma sem volt a pusztulásnak. Ezeknek a rostoknak a száma nem arányos az idegtörzsekben haladó vékony rostoknak a számával és megfigyeléseim szerint ez éppen maradott rostok igen vékonyak. Valószínűleg az idegtörzsekben rendszerint előforduló

néhány nagyon vékony rost ez, amelyet normális szemizom vizsgálataknál a többi vékony rost között alig lehet észrevenni. Ezek az épek látszó idegrostok végein majdnem minden esetben tömör végfej található.

Hasonlóképpen a madarak szemizmának az idegeit is átvágtam. Itt is jelentkezett degeneráció és itt is feltűntek, különösen a végződések helyénél, épen maradt vékony rostok. Rá kívánok mutatni, hogy a béka és a madár szemizmok degenerációs képeiben éles eltérést találtam. A madaraknál a degeneráció első fázisában átvágás után /3 napra rögzített madárszemizmokon/ feltűnt a rostok nagymérvű varixosodása, szétdarabolódása és az axondarabokban tapasztalható erős szemecskézettség. Ugyanazokat a tüneteket láttam a madár degeneráló idegeinél, amelyekre Szentágothai professzor pécsi tanulmányutam alatt hívta fel figyelmemet emlős idegdegenerációknál. Jól látszik a feldarabolódott axon körül az a világos udvar a madaraknál is, amelyeket ő hüvelymaradványnak fogott fel s amely szerinte lipoidanyagokat tartalmaz. A béka degeneráló idegein ilyen formációk egyáltalán nem találhatók.

Feltételezem e vékony rostok eredetét keresve, hogy a véredények mellett futó és ebből^a szemizmokhoz kapcsolódó vegetatív rostokról van szó, amelyeknek eredete a ganglion cervicale supremumban kereshető. A következőkben átvágtam a szemizomhoz jövő összes idegeket, ereket, sőt a szemizmokat is az eredési résznél. Négy illetve hat nap után már tapasztalható degeneráció, amely

megjelenése az előbbivel nagyjával azonos volt, csak az izomrostok pusztulásával is találkozhattam itt. A néhány simaszélű, igen vékony rost, amelyet az előző átvágási kísérleteknél kimutattam itt is mindig ép rostként mutatkozott. A macska ganglion cervicale supremum átvágás után három napra rögzített szemizmokon nem találtam a külső szemizmok idegellátásában semmiféle változást, tehát valószínűnek látszik ezek után, hogy a külső szemizmokhoz a véredények útján a ganglion cervicale supremumból nem futnak vegetatív rostok. Ezek után további kérdésként merül fel, hova tartoznak ezek a vékony rostok. Lehet, hogy az agyidegekkel együtt haladó, azok lefutásában hozzájuk csatlakozó esetleg azokkal együtt is eredő idegrostok ezek, amelyek funkcionális és szerkezeti tekintetben eltérnek a tulajdonképeni motorikus és érző rostoktól és amelyeknek pusztulása jóval kisebb méretű vagy később és már formában jelentkező.

Az eddigi vizsgálatok nem adnak tehát választ a különböző rostok eredetére vagy funkcionális eltérésére vonatkozóan. Valószínűnek csak az látszik, hogy nem centrifugális vagy centripetalis rostokról van szó, mert ezek degenerálódtak és nem a ganglion cervicale supremumból eredő és a véredények adventitiája útján a külső szemizmokhoz jövő idegrostokról van itt szó. Funkcionális tekintetben tetszés szerint sorolható parasymphicus tonus fenntartó, gátló, sőt akár trophicus rostoknak is. A morfológiai vizsgálatok nem adnak a különböző rostok eredetére feleletet.

A kérdést nézve összehasonlító anyagon végzett vizsgálataim alapján az eredési és funkcionális eltérést látom a bizonyítottabbnak a rostok különbségének okát keresve. A halaknál tapasztalt tény, mely szerint rostsztágazásokból is előjön hasonló forma, lehetőséget ad annak feltevésére, hogy eredési és a sztágazási különbségekkel együttesen kell számolnunk a vékony és vastag rostok jelenlétéénél.

Békán, galambon és macskán végzett átvágási kísérlettel kevés számú nem degenerálódó rostot mutattam ki. Ezekről annyi látszik bizonyítottnak, hogy nem a ganglion cervicale supremumból eredő és a véredények adventitiájában a külső szemizmokhoz jövő vegetatív rostok. A Boeke-féle sympathicus rostok létét e szerint átvágásokkal sem lehet probléma fenntartása nélkül igazolni.

A békák és madarak degenerációs folyamataiban eltérő fázisok és sokformájú különbségek mutathatók ki.

A vékony és vastag rostok kérdésére megnyugtató választ az összehasonlító morfológiai adatok se adnak.

A rostok eredetére vonatkozó következtetésekhez még nagyon sok és összehasonlító anyagon végzett átvágási és agyideg magvak egyes részleteinek kiirtási kísérletére lenne szükség.

A vékony és vastag rostok végződési formái

A vékony és vastag rostok kérdésével szorosan összefügg a különböző végzések kérdése. Ha a rostok

végén eltérő szerkezetű, morfológiailag jól felismerhető végződésformák lennének mindjárt következtetni tudnánk a rostok eredetére és funkciójára. Ezzel azonban nem tehető meg, mert morfológiailag elkülöníthető végződésként megfigyelésem szerint csak a motorikus végzések jelentkeznek minden csoportban állandóan. A többi végződésformát csak feltételezni, magyarázgatni lehet és ez mindig a subjektív beállítottságtól függ. Ezért van éppolyan sokféle és eltérő álláspont a végzések területén, mint a vékony és vastag rostok eredetére vonatkozó magyarázatokban. A kérdés megoldását nehezíti, hogy a végzéseket metszeten kell értékelni, ahol nem lehet követni az idegrostok lefutását végződési helyükig, amely pedig az egyetlen morfológiai alap lenne a döntéshez.

Mozgató végzések. A motorikus végzések sokféle formája a magasabbrendű csoportokban már jól ismert a vázizmok területén. Az alsóbbrendű csoportokban a sokféle eltérő vélemény közül legfontosabbnak tartom Kirsche /1948/ halak farkizmaival foglalkozó megállapítását. Kirsche e helyen az alsóbbrendű csoportokra jellemző hosszánfutó végroستokat először tekinti a motorikus véglemezek helyetti állandó formának /41/. Ugyanebben az időben tőle független Ábrahám /1948/ ingerátadó készülékekről tartott akadémiai előadásában Magyarországon először hívta fel a figyelmet, hogy a musculus rectus abdominalis idegvégzéseit eltérők az eddig ismeretes motorikus végzésektől. Sajátságos, hosszúra futó végroستokat talált a mozgató véglemezek helyett a békák hasizmaiban. Ezek alapján lehetségesnek tartja,

hogy az elsőbrendű gerinces csoportokban az ingerátadás módja más, mint a magasabbrendű gerinceseknél.

A végződésformák e sajátos típusát az Ábrahám-tól ismertett békaizmok és Kirsche-féle farkuszóizmok végzódései mellett véleményem szerint sehol másutt nem láthatjuk annál jobban, mint a halak, a békák és teknősök szemizmaiban, mert itt kis területen igen sok idegrostot és ennek megfelelően igen sok végződést találunk, amelyeknek formáit a mikroszkópi beidegzési részben már ismertettem. A motorikus lemezek, megfigyeléseim szerint Reptiliáknál /teknős kivételével/ már jelentkeznek egyszerű formában, és komplikáltabb összetett szerkezetet mutatva fordulnak elő a madarak és emlősök szemizmaiban. Ezek a végzódések nem jelentenek újat, mert nagyjából azonosak a vázizmokban leírt végződési formákkal.

A motorikus végződésformának egy sajátos típusa az irodalom egyik vitatárgya a Tschiriev által elsőnek közölt hipolemmalis "terminalison en groupe", amelyet periterminalis alakulásnak tart /65/. Véleményem szerint ez nem tekinthető motorikus végződésnek. Tschiriev után Boeke foglalkozott a kérdéssel a belső szemizmok végződéseinél és az ő általa "periterminalis Netz"-nek ismertetett idegvégforma ehhez hasonló, de az Boeke szerint nem idegeredetű, hanem a befogadó plasma alakulása /15,17/. Meg kell mondanom, ha láttam is már, ehhez hasonló formációkat különösen a madár iris területén mindig inkább hajlottam azt rögzítési vagy festési műterméknek minősíteni, mint normális plasmaállapotnak az idegvégződésnél /Boeke/ vagy főképen

idegeredetű végalakulásnak /Tschiriev/. Ezt bizonyítja az is, hogy különösen olyan madár irisén jelentkezik, amelynek szövete már kissé pusztuló állapotban került fixáló folyadékba.

A motorikus lemezek kérdését a közvetlen mellette megjelenő vékony rost és ennek végződése még bonyolultabbá teszi. Vannak, akik ezt vegetatív rostnak tartják, accessoricus vagy ultraterminalis rostnak nevezve és vannak akik ezt motorikus végződés mellékrostjaként fogják fel. Főleg Boeke vizsgálata óta sokat vitatott kérdés ez. Boeke szerint ugyanis minden harántcsikolt izomroston két idegrost végződik, egy vastag és egy vékony rost, így minden izomrost kétféle idegvégződést kap. Perroncito és Mosso is ezt a nézetet vallja. Szerintük az összes harántcsikolt izomrostnak kettős beidegzése van. A cerebrospinalis rostok a gyors összehúzódást eredményezik, az autonóm rendszer rostjai az izomtonust tartják fenn. De Boer békán és macskán kísérletileg azt állapította meg, hogy ép cerebrospinalis idegek mellett a ramus communicans-ok átvégzésére az izmok elvesztik tonusukat, tehát ő is vallja a kettős beidegzést. Ez a magyarázat a "doppelte Innervation" azonban még a mai napig sem bizonyosodott be. Legtöbb szerző ugyanis nem tudta kimutatni minden izomroston a rostok és főképpen a vékony rost végét. Végként először Tschiriev /1879/ közölt vastag izomroston vastag idegrostot, motorikus végződéssel és vékony izomroston vékony idegrostot végfűrtben végződve. Ezeket az eredményeket erősíti Hirano /1941/ vizsgálata is. Wolter emberi szemizmokban a vastag

izomrostokon kétféle végződést ír le, vastag idegrostot motorikus véglemezzel és vékony idegrostokat "ösenformige" végződéssel. A vékony izomrostokon csak a vékony idegrostok hurokszerű végződéseit találta. Ezekkel szemben Iwanage úgy nyilatkozik, hogy csak nagyon ritkán lehet látni a motorikus véghez futó vékony rostot. Kirsche is teljesen lehetetlennek tartja a kétféle izomrost két típusu idegvégződést. Müller /1920/ és Langley /1922/ szintén kétesnek tartja a sympathicus rostok szerepét a harántcsikolt izmok beidegzésében. Egyébként a későbbi vizsgálók közül többen nem erősítik meg a De Boer és Boekeféle adatokat. Ezek közül Krüger /1949/ teljesen elveti a sympathicus általi beidegzést a szemizmokban. Eddigi vizsgálataimban különösen madaraknál és emlősöknél, ha meg is találtam a vékony rostokat a véglemezek közelében, ezeknek végződését nem sikerült kimutatni csak degenerált szövetekben. Nem tudom megerősíteni Tachiriev és Hirano azon felfogását, amely ezeknek végfűrtszerű végződését közli. A végfűrtek, amelyeket már Grabower /1902/ és Lawrentjew is megkülönböztet, mint a motorikus végzódések egyik típusát és Haggowist is megerősít, magam is többször láttam és a rendes motorikus lemezhez hasonló végnek tartom. A kettő közti különbség csak annyiban jelentkezik, hogy az egyiknél rövid végágak faszzerűen lépnek ki, a másiknál pedig hosszabb végágak egy helyről kiindulólag. A különböző irodalmi adatok értékelésékor saját véleményem a következőképp alakult. Motorikus végződésnek csak az

alacsonyabbrendű gerinceseknél tapasztalható hosszan futó végrostok rendszerét, a magasabbrendűeknél a hipolemmalis végződésű szarvasaggancs-szerűen elágazó vagy fűrtszerű végzódásokat tartom, amelyek között ha nagy is a formabeli eltérés és a körülöttük megjelenő harántesikolt magvak csoportosulása is változó, mégis nagy általánosságban egységes szerkezetet mutat.

A végzódéseknél megjelenő vékony rostok a degenerational kimutatott kevészámú nem pusztuló vékony rostokkal azonosíthatók, amelyeknek a végzódései rendes körülmények között is valószínűleg éppolyan tömött végfejek, mint a degeneratiós képekben. A végzódések kimutatása ugyanígy igen erősen függ nemcsak a módszert befolyásoló környezeti tényezők és vegyszerek minimális változtatásainak hatásaitól, hanem a legérzékenyebben visszatükrözi a rögzítés pillanatában fennálló plazmaállapotot. Még ugyanazon koncentrációju rögzítő anyagból kivett, egyforma altatási módszerrel megölt, pontosan azonos módszerrel készített anyag metszetein is előfordul, hogy az ilyen finom végzódések az egyikén előtűnnek a másikon nem.

A kettős beidegzés kérdésére is nagyon nehéz választ adni, aminek egyik oka a metszeteken való kiértékelés. Ugy látom, hogy a szemizmok hihetetlen gazdag beidegzése nem teszi kizárttá még a több rost általi beidegzést sem, azonban meg kell mondanom, hogy egy állat szemizmmain sem találtam olyan képet, amelyre határozottan kimondhatnám, hogy egy izomroston egy vastag és egy vékony rost is

végződik. A különböző izomrostok különböző kaliberű idegrosttal való beidegzését pedig a leghatározottabban tagadni tudom. Számos vékony izmon jól látható a motorikus végződés és az átmeneti izmok nagy száma is kizárja a fel-fogást.

Érző végződések. Az irodalom ide vonatkozó adatai igen eltérők. Cippolone, Scherrington és Baum még tagadják az érző izomorsók jelenlétét a szemizomban /emberre vonatkozó adatok/, azonban Steinnitz már egy bizonyos megjelenésű idegcsoportot izomorsóként fog fel. Cilimbaris szerint meg vannak az izomorsók juh, őz, szarvas, kecske és vaddisznó szemizmaiban /63/. Az izomorsók formáját Pick /1900/, Regan /1904/ és Cilimbaris /1910/ írták le. A leírások megegyeznek abban, hogy kötőszöveti hüvellyel körülvett 2-15 finom vékony izomrostok tartanak ily képződménynek, amelyet orsószerűen körülvesznek az idegek. Ezek létét Dogiel /1901/ és Boeke is megerősíti. Hubert Retziussal szembehelyezkedve, aki tisztán csak motorikus végződésekről beszél a vékony rostok végén megjelenő receptori-rius végekről ír, amelyek szerkezete eltér az izomorsóktól. Huber az érző végződést a nyulnál sarkolemmán kívül fekvőnek írja le, amely gyakran szoros kapcsolatban van az izomrosttal. Crevatin /1901/ a velőhüvelyes rost faszerű szétágazását tartja érzőnek és Dogiel methyllénkékes vizsgálataival a szemizmok és izmok területéről három tábla különféle érző végződést közölt /28/. Dogiel az érző végződések négy típusát veszi fel: 1/ izomrostok felületén, 2/ intramuscularis kötőszövetben fekvő, 3/ izom

inbemenetelénél és 4/ inon fekvő végződéseket. Boeke /1927/ a periterminalis hipolemmalis végződéseket tartja érzőknek a kigyók izmaiban. Kirsche a "Is Ordnung"-ba tartozó vastag cerebrospinalis rostok végeként két típusu érző végződést közöl, végfejet és véghurkokat, amelyekre jellemzőknek tartja az epilemmalis fekvést, és azt, hogy ezekenél periterminalis vég sose tűntethető elő /40/. Wolter négy típusu érző véget közöl az ember szemizmaiból: az izomorsókon kívül "knospenformige, pinselformige und baumformige Endigungen" /70/. Sas-Schab /1952/ a macska musculus obliquus superior és musculus rectus inferior inba való átmeneténél megjelenő hosszukás végformákat, a "palisszád" érző végződéseket nemcsak morfológiailag, de élettanilag és kísérletes módszerekkel is bizonyítja /54/. Egyébként Scherrington /1918/ Corbin-Harrison, Coopers-Danisch /1949/ és Szentágothai/1944-52/ vizsgálatai élettanilag is beigazolták a szemizmok érző beidegzését. Ma már nem az érző beidegzés jelenléte, hanem annak morfológiai bizonyítása a probléma. Az irodalmi adatok azt mutatták, hogy nincs tulajdonképpen egyetlen olyan végződés sem, amelyet minden classisban vagy minden ordóban egyformán előfordulónak mondhatnánk, amelynek morfológiai léte ellen kétség sem férhet.

Saját vizsgálataimban az érző izomorsókra vonatkoztatva megállapíthattam, hogy többször láttam az izomrostok közötti kötőszövetben spirális lefutású rostokat, amelyeken kötőszöveti tokszerű burkot tűntett elő a festés. Nagyon gyakoriak az ilyen izomrostok közötti orsónak nevezhető képződmények. Többet találtam a madarak szemizmaiban /XI. tábla, 1. ábra./ és előfordul emlősöknél

is. A leghatározottabban zárt jellegű végződésnek látszik a teknősnél. /XI. tábla, 2. ábra./ Ezeket azonban, ha jobban megfigyeltem inkább tekinthetem a metszés következtében szétvágódott idegtörzseknek, amelyekben amint arról beszámoltam az idegrostok lefutása gyakran hullámos. Sohasem tapasztaltam, hogy ezek a rostok a tokban végformát mutattak volna. Az orsószerű végződésformának azt a típusát, amikor több izomrostot spirálisan körüljárnak az idegrostok sohasem tapasztaltam. Vastag metszeten néha előfordul ehhez hasonló, de alaposabban megnézegetve különböző rétegekben fekvő nem egységes rendszert alkotó rosttömegekről volt szó. A Steinitz-féle izomorsókat Kirsche is erősen cáfolja és a rosszul fixálás következtében előálló elváltozásnak tartja. Ugyanúgy a Dogiel-féle végzódéseket is tagadja, amelyhez én is csatlakozom. A methylenkékes festést nem tartjuk jónak a végzódések kimutatására. A madarak és emlősök szemizmáin többször kerestem a Sas, Schab-féle palissád végzódéseket, azonban egy esetben sem sikerült kimutatnom. A Wolter és a Kirsche-féle végzódéseket sem látom teljesen bizonyító erejűnek. A Kirsche-féle érző végzódésekre jellemző epilemmalis fekvésű végfejes vagy véghürkos végződésformákat cáfolni tudom azzal, hogy ugyanabból a halból /ponty/ készült szemizmokon egyik alkalommal minden motorikus rost végén jelentkeztek a végfejek, szabályos összefüggő rendszert alkotva /XI. tábla, 3. ábra/, viszont máskor csak a szétgazó rostok láthatók, és egyetlen egy végfej, vagy véggömb sem jelentkezik. Emberi szemizmokból Wolter által közölt izomorsókat egyáltalán nem láttam egyetlen állat szemizmán sem. A bimbódzó

/knospenformig/ ecetszerű /pinselformig/ végződéseket a motorikus véglemezek különböző formáinak tekintem. Ehhez hasonló végződésformákat ugyanis igen gyakran találtam halaknál, madaraknál és emlősöknél és nem láttam semmi lényeges eltérést a motorikus végződésektől, hiszen a végrostok a vastag rostból indulnak ki és az izomrosttal a legbensőségesebb kapcsolatban állanak. Még a Wolter-féle faalakú /baumformig/ végződés az, amit emlős és emberszem-izmokon magam is többször láttam az izomrostok közötti kötőszövetben. Helyzetük miatt ezek valóban érzőként foghatók fel. Találtam még gomolyszerű képződményeket is, főleg a perinysium alatti izmokon /XI. tábla, 4. ábra./ Különösen a madaraknál fordult elő elég nagy számban. A gomoly alkotásában, mint a rajzon jól látható, rendszeren több rost szokott résztvenni. Ezek a rostok, amelyek vastagok, és érző jellegűek egy darabig hullámosan, de aztán többé kevésbé párhuzamosan futnak, majd szabályosan felcsavarodva laza gomolyt alkotnak. A gomoly nem tökéletesen zárt, mert ultraterminalis rostok kapcsolják a többi hasonló végtesthez. Az összekötő rostok egy része magából a gomolyból indul ki, a másik pedig a gomolyhoz futó rostnyalábból. Ezt a végformát azért gondolom érzőnek, mert a békák trigeminus által idegzett musculus levator bulbi-jában is hasonló formák fordulnak elő elég nagy számban. Az érző végzódéseknek legmeggyőzőbb formájaként az érző lemezeket tekintem. /XI. tábla, 5. ábra./ Különböző kiterjedésű levélalakú képződmények ezek, amelyek az idegtörzsekből kiágazó vastag /velőhüvelyes/ rostok végzódései.

Megtaláltam ezt a formát a halaknál, madaraknál és kevés számban az emlősöknél is. Problémaként merül fel, hogy ezekhez hasonló végződésformák néha a mozgató végzódések vagy ezek közelében is feltűnnek és a varixosodás olyan nagymértékű néha a rostokon, hogy az is elgondolható, hogy nem-e véletlenül szabályos lemezalakra vágott varixdarabokról van szó.

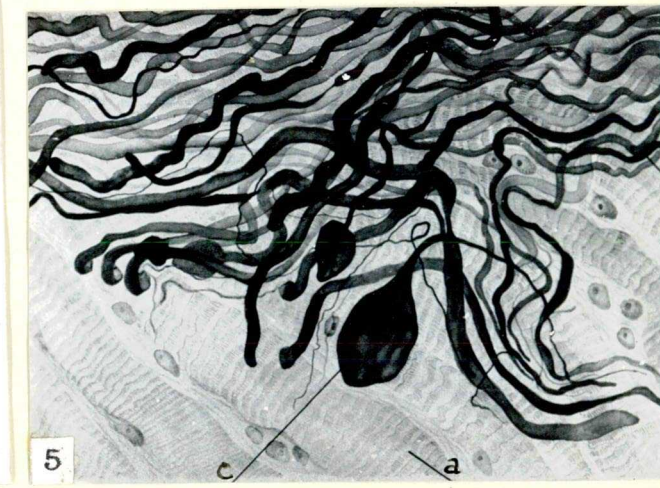
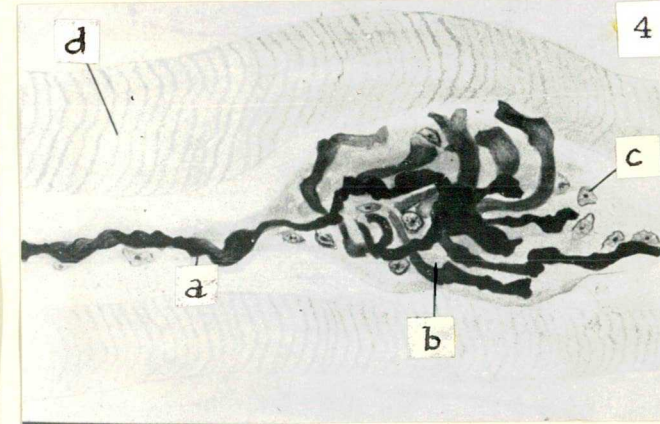
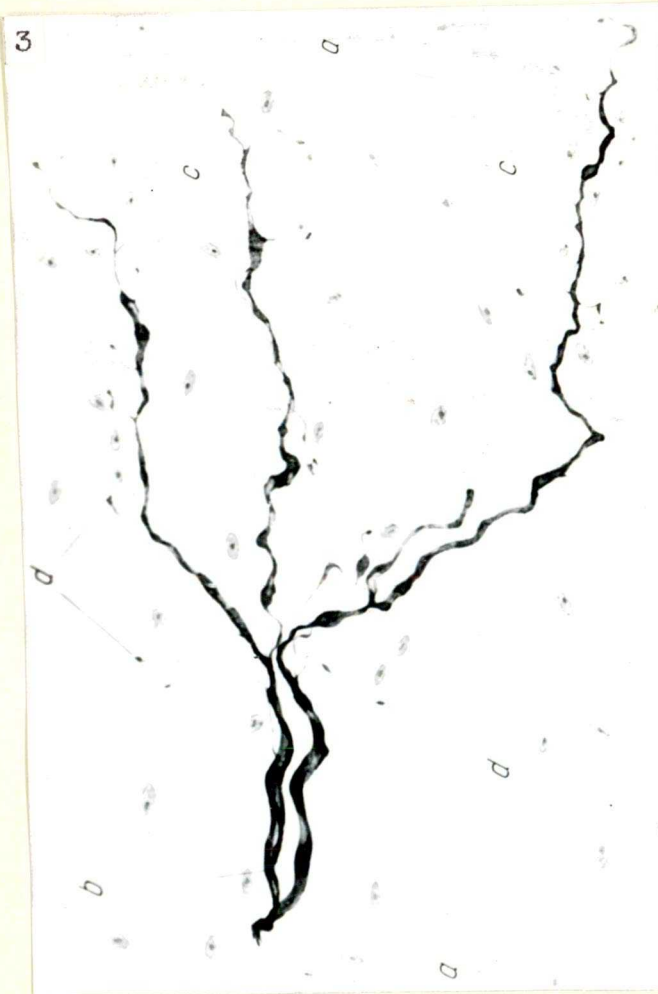
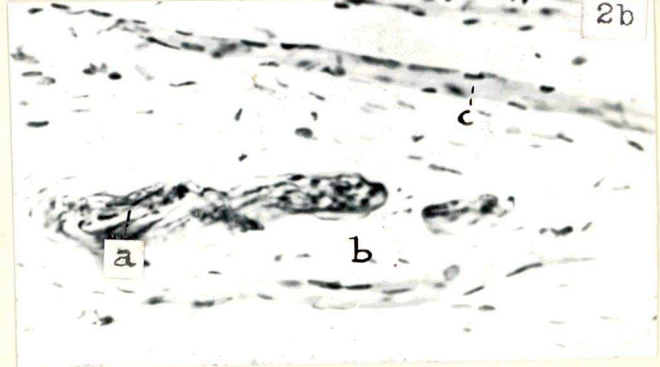
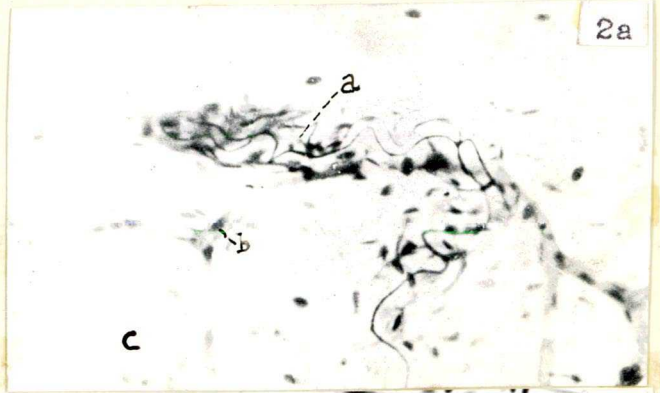
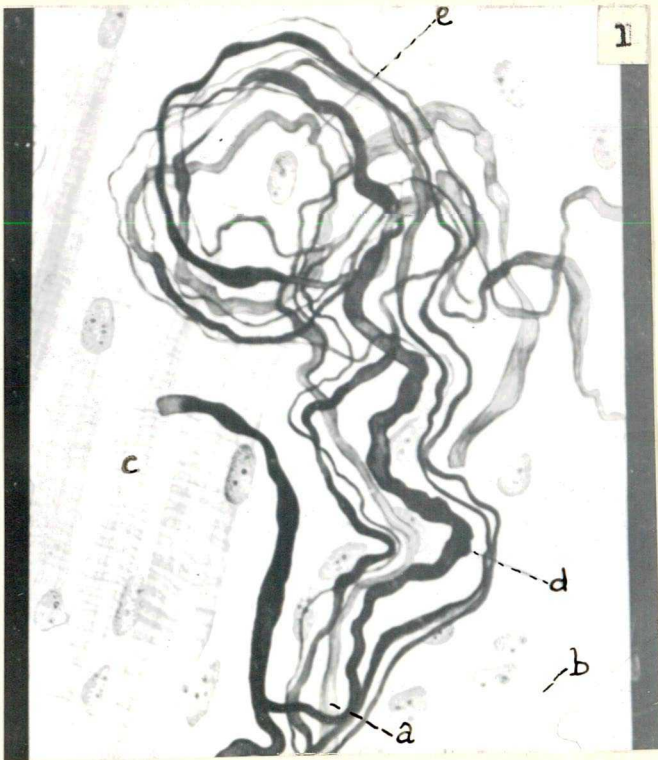
Végeredményben úgy látom, hogy nincs semmi bizonyító erejű érv az összehasonlító vizsgálatok alapján sem, amely az érző és mozgató végzódések formái között utbaigazítana. Nagyon sok készítmény átnézése után arra az álláspontra jutottam, hogy olyan végződésformák, amelyek minden kétséget kizáróan érzők lennének egyetlen állat szemizmán sem tapasztalhatók. Felvethető, hogy az élettanilag kimutatott reflexívek létrejöttéhez a cornea, skléra, iris, retina érző idegei illetve ezek végzódései nem-e elégségesek. A felsorolt helyeken ugyanis az intézetünkben folyó vizsgálatokkal nagyszámban sokféle kétséget kizáróan érző végzódéseket találtunk és nem tudom megmagyarázni, hogy ugyan azokkal a módszerekkel ha lennének a külső szemizmokban miért ne tudnánk azt kimutatni, vagy a külső szemizmok érző végzódései miért annyira eltérőek az eddig ismertetett végződésformáktól, hogy nem tudjuk azokat felismerni. A védett orbitában nyomásérző receptórokra talán nincs is szükség. Az azonban kétségtelen, hogy fájdalom vagy helyzetérző receptorok léte feltételezhető. Morfológiailag azonban tárgyilagosan értékelve a kérdést a külső szemizmok területén egy végződésformáról sem merem azt állítani teljes biztonsággal, hogy érző végződés.

XI. tábla

Á B R Á K az érző végződés kérdéséhez.

1. ábra. *Meleagris gallopavo*: érző gomoly a *musculus obliquus superior*ből.
a- idegtörzs, b- kötőszövet, c- harántcsikolt izomrost, d-idegrost, e-laza gomoly. Rajz.
2. ábra. *Emys orbicularis*: Spirális lefutású idegrostok gomolyszerű végzésekkel.
2a. a- gomoly, b- kapillaris c- alapszövet.
2b. a- gomoly, b- kötőszövet, c-harántcsikolt izomrost. Mikrofényképek.
3. ábra. *Cyprinus carpio*: *musculus rectus inferior*.
a-harántcsikolt izomrost, b-idegrostok, c-végágak d-végfejek. Rajz.
4. ábra. *Meleagris gallopavo*: izomorsó-szerű képződmény a *musculus quadratus*ből.
a-idegrost, b-kötőszövet, c-kötőszöveti mag, d-harántcsikolt izomrost. Rajz.
5. ábra. *Meleagris gallopavo*: érző lemezek a *musculus rectus lateralis*ből.
a-harántcsikolt izomrost, b-idegrost, c-véglemez. Rajz.

XI. TABLA.



Cholinesterase aktivitás

Mióta az újabb vizsgálati eredmények rámutattak arra, hogy az ingervezetésnél és az ingerátadásnál a fizika törvényeivel könnyen magyarázható elektromos változások módja mellett számolnunk kell a kémiai illetve biokémiai változások nehezen megfogható folyamatával is, számos módszerrel próbálták már megismerni ez új utakat. Az ingerület áttevődés neurohumoralis mechanizmusát csak kismértékben tudja megközelíteni az ezüstoffestés, mivel e módszer használata mellett úgy a neuralis, mint az izomrészek strukturáiban erős változások lépnek fel. Hisztokémiai methodusokkal lehet csak a kérdéshez tárgyilagosan hozzányulni. A neuromuscularis kapcsolatot vizsgáló módszerek közül azok bizonyulnak legalkalmasabbnak, amelyek a cholinesterase jelenlétét tudják kimutatni. Az irodalom adataiból jól láthatóan lassanként teljesen beigazolódik, hogy az ideg működésekor a cerebrospinalis és a parasympathicus vegetatív rostok végein egyaránt acetylcholin válik le, amelynek bontó fermentje a cholinesterase. E szerint a neuromuscularis synapsisban képződő mediator anyag mindég cholinester, amelynek lokalizátója, specifikitása és a reakcióban szereplő aktivitása jelent további problémát.

Összehasonlító anyagon végzett vizsgálataim között a Couteaux /28/ után kidolgozott Koelle-Friedenwald /46/ féle módszer szerint, amelyet Gerebtzoff /36/ pufferek alkalmazásával módosított kecskebéka, galamb, patkány,

kutya, nyul szemizmain a cholinesteras aktivitást is meg-
néztem. Feleletet próbáltam kapni a következő kérdésekre:
1/ van-e differencia a különböző rendszertani kategóriák-
hoz tartozó állatok cholinesterase aktivitásában; 2/ van-e
különbség a végződéses cholinesterase aktivitásában és el-
különíthető-e ennek a módszernek a segítségével a szem-
izmokat beidegző különböző kaliberű rostok végződéseit;
3/ hogyan jelentkezik a lokalizáció a külső szemizmok neu-
romuscularis synapsisaiban.

A cholinesterase aktivitás különbségei állatfajok sze-
rint. Az első kérdésre igenlő választ kaptam. A vizsgált
állatoknál eltérések mutatkoztak a reakció megjelenéséhez
szükséges incubációs idő mennyiségében, a színreakció erős-
ségében, a diffúziós hajlamban. Emellett a cholinesterase
aktivitás specifikitását bizonyítja, hogy a békáknál az 5-s
a madaraknál és emlősöknél a 6,2-s pH-jú puffer volt al-
kalmasabb a cholinesterase aktivitás intenzív kimutatására.
A békáknál intenzív sárgás szín 36 óra incubációs idő
után következett be. A színreakció e csoportban gyengébb
volt, mint a melegvérűekben. A diffúziós hajlam nagyon
kismértékű. A galambnál a reakciót jól mutató sárgás bar-
nás szín 6 óra incubációs idő után jelentkezett a diffu-
zió csak ez után 1 órával volt erős. A patkány és nyul
szemizmoknál két és fél óra incubációs idő mellett a dif-
fúzió is azonnal jelentkezett. Ezek szerint úgy látszik,
hogy az aktivitás incubációs ideje felfelé csökken és a
diffúziós hajlam ennek megfelelően nő.

A végződésekben tapasztalható eltérések. A végződés e-
ket illetően is egészen jól bizonyítható a fajok közti

különbség. Várhatóan az ezüsttel impregnált képeknek megfelelően jelentkezik az aktivitás. A hisztokémiai módszer is tökéletesen bizonyítja a békák hosszanfutó ingerátadását /XII. tábla, 1-2. ábra./, a madarak nagyobb méretű különlegesebb alakú /XII. tábla, 3-4. ábra./ és az emlősök súrubb és egyszerűbb motorikus lemezes végződéseit /XII. tábla, 5-6. ábra./. Az emlősök és madarak motorikus lemezeinek végein jelentkező cholinesterase aktivitás méretei /7. táblázat/ bizonyítják a madaraknál ezüstoffestéssel is tapasztalható tényt, miszerint a véglemezek nagyobb kiterjedésűek és végződéseik nagyobb méretűek, mint az emlősöknél. Az emlősök vizsgált fajain a cholinesterase aktivitással kimutatott végzódések méreteiben alig tapasztalható eltérés. Mígta Ábrahám /8/ meggyőző képeken igazolta, hogy az arcus aortae és a sinus caroticus depressor rostjainak a végén is van cholinesterase aktivitás, felmerült a lehetőség, hogy a vékony /mozgató/ és vastag /érző/ rostokkal el lehet-e ^{ezzel a} módszerrel különíteni a szemizmokban. Az eredmény azonban negatív, a jelentkező aktivitást a motorikus rostok végén tapasztalható elágazó lemezes végződésnek tartom. A megjelenő diffúzió a hosszabb incubációs időt igénylő érző végzódések kimutatását lehetetlenné teszi.

A cholinesterase lokalizációja. Couteaux /28/ vizsgálatai óta többen megerősítették, hogy a végzódéseknél a neuritek végágai alatt a befogadó plasma vályuszerkezetet alakít ki, amely a cholinesterase fő lokalizációs helye. Ezen szerkezetet valószínű, hogy a fermentáció itt lejátszódó folyamata alakítja ki és ezáltal a cholinesterase aktivitás mindég az idegelágazódás negatív képét adja. Jól beigazolódik ez a szemizmok neuromuscularis kapcsolatánál is.

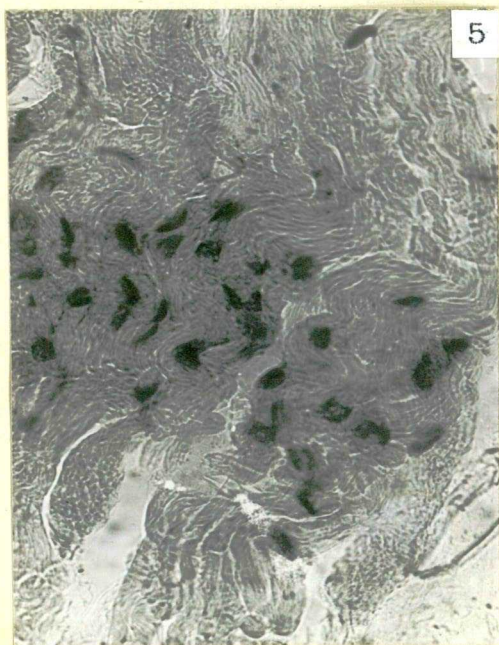
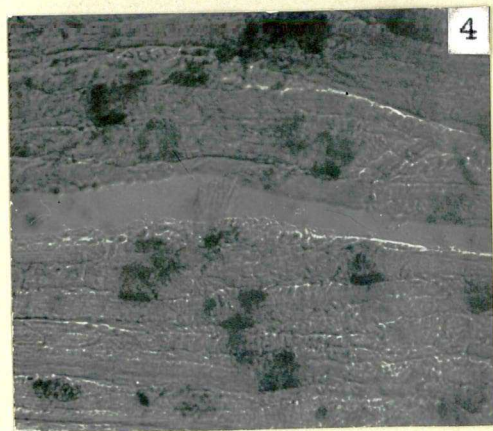
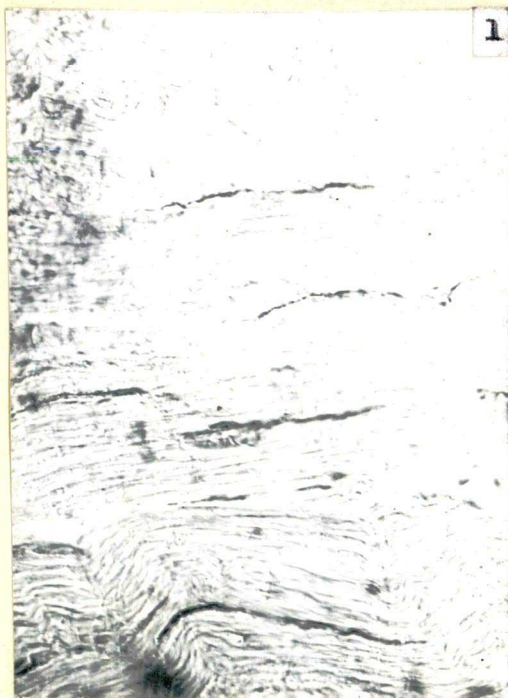
XIII. tábla

CHOLINESTERASE AKTIVITÁS

1. ábra. *Rana ridibunda*: egyenes szemizom.
Mikrofénykép.
2. ábra. *Rana ridibunda*: musculus obliquus inferior.
Mikrofénykép.
3. ábra. *Gallus domesticus*: musculus rectus medialis.
Mikrofénykép.
4. ábra. *Gallus domesticus*: musculus obliquus superior.
Mikrofénykép.
5. ábra. *Rattus rattus*: egyenes szemizom.
Mikrofénykép.
6. ábra. *Felis domestica*: egyenes szemizom.
Mikrofénykép.

Megjegyzés: a nagyítás mértéke azonos.

XII. TÁBLA.



BELSŐ SZEMIZMOK

A szem élettani működésével szorosan összefüggnek a szemgolyó belsejében elhelyezkedő izmok. Ezek a legtöbb esetben nemcsak izomelemeket tartalmaznak, hanem környezetük más szöveteivel szoros kapcsolatba kerülve sajátos szervekké alakulnak. Az összes gerinces classisban két ilyen szervről beszélhetünk, amely a filogenetikus fejlődés folyamán nagyjából mindinkább erősebbé és tökéletesebbé alakul, az iris és a corpus ciliare.

Az iris izomelemei a kör/körösen futó rostokból álló musculus sphincter és a radialis irányu musculus dilatator. A két izom a környező kötőszöveti rétegekkel a legteljesebb anatómiai kapcsolatban van, úgyhogy együttesen lehet csak vizsgálni. Mivel azt láttam az irodalom adatai szerint, hogy az iris anatómiai, szövettani és főleg beidegzési viszonyainak leírásai igen hiányosak a teljes iris összehasonlító szerkezetét bemutatom.

A corpus ciliare, amely az Amphibiaktól felfelé minden csoportban megtalálható, anatómiai viszonyaiban jól ismert szerv. A szemlencse legfontosabb működését, az accommodationt szabályozó izomrésze a corneoscleralis szél felé eső musculus ciliaris. Ez az izom makroszkópos és mikroszkópos vizsgálatoknál is elkülönül a corpus ciliare izomelemeket nem tartalmazó befelé a lencse felé irányuló processus ciliarisaitól. Mivel az izomelemek csak a musculus ciliarisban vannak, épezt ezért csak ennek szerkezetére terjedtek ki vizsgálataim. A szemgolyó belsejében belső

izomként jelentkezik a halak processus falciformisa, amelynek nyélrészze sinuizomsejteket tartalmaz. E szerv csak a halaknál jelentkezik specialis szervként s így az összehasonlító anatómiai vizsgálatokban nem játszik szerepet, épp ezért e helyen elhagynom ismertetését.

Az iris és a musculus ciliaris makroszkópos és mikroszkópos anatómiája és beidegzése.

Az iris és a corpus ciliare szerkezetével elég nagy számú irodalmi munka foglalkozik. Az eddigi kutatók főleg az anatómiai helyzetét, az egyes alkotó részek formáját, előfordulását és a szövettani problémáit vizsgálták. Ezekről az eredményekről Franz összehasonlító munkájában részletes ismertetést kapunk /32/. A beidegzés kérdése azonban csak a madarak és az emlősöknél érintett /3, 4, 5, 29, 35, 49/. Mivel úgy tapasztaltam, hogy a gerincesek különböző classisaiban a belső szemizom anatómiai szerkezetében, fejlettségében és szövettanában lényeges különbségek mutatkoznak, külön-külön foglalkozom a különböző rendszertani csoportok belső szemizmáival.

Pisces

A halak ^(belső) szemizmaait csak az iris és a halakra specialis processus falciformis képvisel. A magasabbrendű gerinceseknél előforduló jólfejlett corpus ciliare a ha-

laknál hiányzik, így musculus ciliarisról és processus ciliarisról nem beszélhetünk. Az irodalmi adatok szerint nincs egységes vélemény arra vonatkozóan, hogy mit értünk a halak irise alatt. Franz /32/ a magasabbrendű csoportokhoz hasonlóan a chorioidea lencse felé folytatódását egy igen vékony pigmentált gyűrűt nevez irisnek. Krause /47/ az irishez számítja a ennek elülső rétegének tartja reticulum név alatt azt a laza kötőszöveti sejtekből álló gyűrűt is, amely tulajdonképpen az iris felett a corneoscleralis szél belső részéhez tapadva közvetlen az iris előtt helyezkedik el. Tapasztalatom szerint izomelemeket csak a tulajdonképpeni iris tartalmaz. A halak irisének és reticulumának idege a szemgolyó hátsó felszínén a nervus opticus mellett lép át a sklérán. Mikroszkóposan nézve idegrostjai két csoportot alkotnak, /XIII. tábla, 1. ábra./ a vékonyabb csoport valószínűleg a sklérában, a nagyobb csoport a chorioideaiba lép és ezen át halad a reticulum illetve a tulajdonképpeni iris felé. Mindkét csoport keverten vékony és vastag rostokat szállít. A halaknál a magasabbrendű gerinces csoportokra jellemző a plexus ciliaris még nincs meg. A chorioidea és a skléra felől néhány idegtörzs fonadékképzés nélkül áthatol a reticulum és az iris szöveteihez, amelyben gazdagon szétágazva biztosítja az idegellátást. A halak irisének és reticulumának szerkezete a következő.

Iris. A tulajdonképpeni iris lényegében a magasabbrendű gerincesekéhez hasonlítva itt is egy gyűrű, amelynek elülső felszíne barnásfeketén pigmentált, a hátsó fel-

színe teljesen fekete. A gyűrű nyílása a pupilla a vizsgált fajoknál nem teljesen körtealaku, hanem dorsoventralisan ovalis. Különösen sok megfigyelés van már arra vonatkozólag, hogy főleg tengeri csontoshalaknál a pupilla nagy eltéréseket mutat /32/. Az édesvizi halaknál ezt nem tapasztaltam. Maga az irisgyűrű medialis oldalon jóval erősebben fejlett, mint lateralisán. Ventralis és dorsalis oldala jóval vékonyabb. Befelé az üvegtest és oldalt a lencse felé néhány redőt alkot. Alsó felszínén helyezkedik el a processus falciformis kisszélesedő része a campanula Halleri. Az irisgyűrű egy 9 kg-os ponty 18 mm-es átmérőjű szemén nem érte el az 1,8 mm átmérőt.

A tulajdonképpeni iris szövettanilag és beidegzés tekintetében négy elkülönülő rétegre oszlik. /XIII. tábla, 2. ábra./ Az első rétegben a reticulumhoz teljesen hasonló felépítésű szövet van. A reticulum felől az irisbe átlépő idegtörzseket e szövet közvetíti. Ez alatt van egy laza kötőszöveti réteg, amelyre jellemzők a nagy pigmentsejtek. Eddigi vizsgálatok szerint már megállapítást nyert, hogy e réteg a skléra és chorioidea közötti argentea folytatásának tekinthető. A pigmentsejtek alakja, nagysága, formája úgy látszik, hogy fajokra jellemző, mert ezen pigmentsejtekről legtöbbször fel lehet ismerni, hogy melyik hal iriséből készült a metszet. /XIII. tábla, 3,4,5. ábra./ A pigmentsejtek között gyakran láthatók idegtörzsek, idegrostok, amelyek a reticulum felől húzódnak ide. E rétegben több helyen találtam olyan szét-

ágazásokat, amelyeknek végén végfej, vagy végbunkó található. Szerkezetét tekintve érző végződésnek mondhatók. /XIV. tábla, 1. ábra./

A pigmentsejtek rétege alatt igen vékony simaizomszövet réteg következik. E réteget Krause /47/ a csukánál nem tartja egységes rétegnek. A csukánál valóban ez a helyzet és ugyanígy több más halnál is /márna, koncér, garda, harcsa/. Ott azonban, ahol az iris makroszkóposan is vastagnak tűnik /ponty, kárász, compó/ a simaizomréteg egységes, jólfejtett réteg. A simaizomsejtek között az idegtörzsek, idegrostok száma igen nagy. Valószínű, hogy a chorioidea és reticulum felől egyaránt érkező idegek alkotnak itt egy fonadékot. A törzsben vékony és vastag rostok vannak, szétágaznak a simaizomsejtek között. /XIV. tábla, 3. ábra./ Igen gazdag a beidegzés, egy finom végfonadék terül szét, de a simaizomszövet végződéseként Stöhr-Reiser által többször leírt terminalreticulum nem található. A simaizomsejtek közötti idegtörzsekben gyakran látni idegrostokat, amelyen idegsejthez hasonló megvastagodások vannak. /XIV. tábla, 2. ábra./ A megvastagodás alakja néha azt a látszatot kelti, hogy idegsejtről van szó. Mivel ez idegsejthez hasonló testnek a magva sose látszik és a gömbölyű sejtszerű formától a hosszukás legváltozatosabb megvastagodásokig a varixnak legkülönbözőbb alakulásait ugyanígy megtalálhatjuk az ilyen irányú irodalmi adatok ellenére is tagadnom kell ezen képződmények idegsejt voltát.

A simaizom és a hátsó erősen fekete pigmentes réteg a pars iridica retinae között elég vastag kötőszöveti réteg van, amelyben sok a véredény s helyenkint, főleg a simaizomszövethez közel, szétszórtan pigmentsejtek. E rétegben ismét gazdag beidegzéssel találkozunk. Az idegrostok nagyrésze a pars iridica retinae felé merőlegesek, de vannak más irányba futó rostok is. /XIV. tábla, 4. ábra./ E gazdag beidegzés érző jelleget mutat. Érző jellegű végződésekként itt elég gyakran megjelennek a falalaku szétágazások, a végrostok fokozatosan elvékonyodva véggömb nélkül tűnnek el a kötőszövetben. A véredényeket vegetatív idegek kísérik. A pars iridica retinae, a pars coeca retinae-nak egy része. Pigmenttartalma miatt idegszövettani vizsgálatra nem alkalmas.

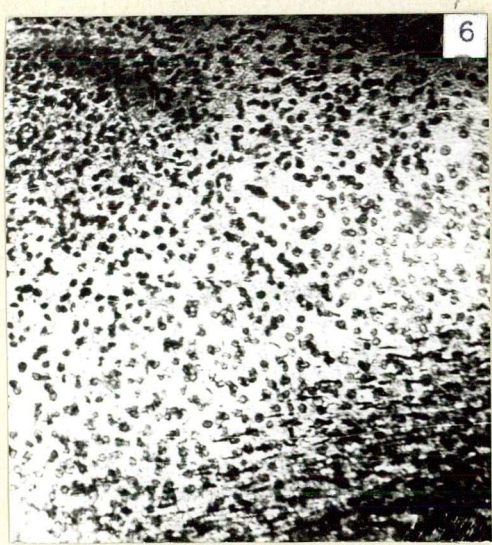
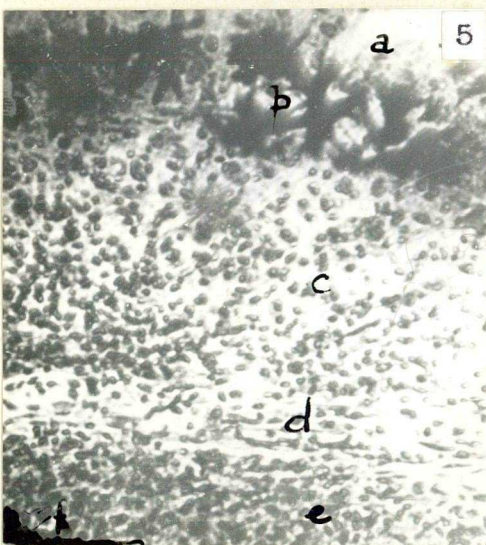
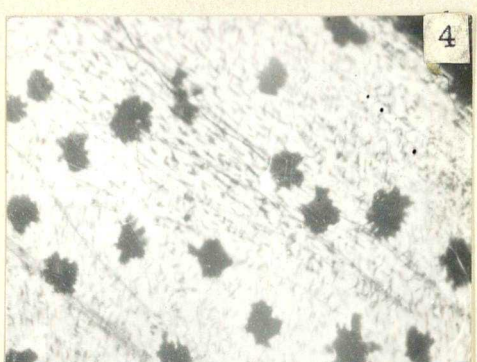
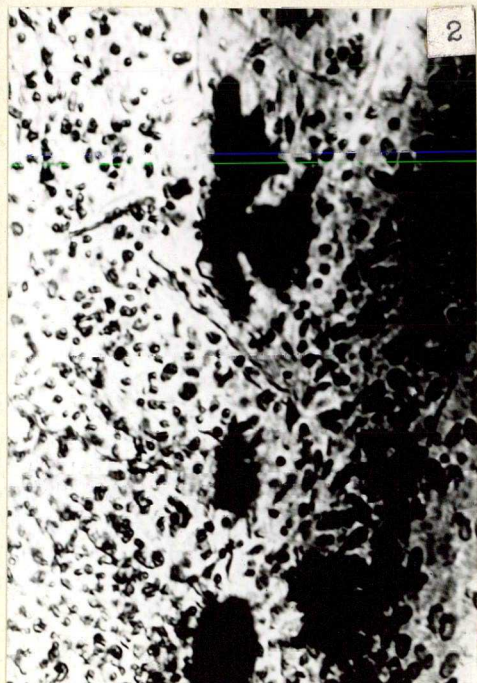
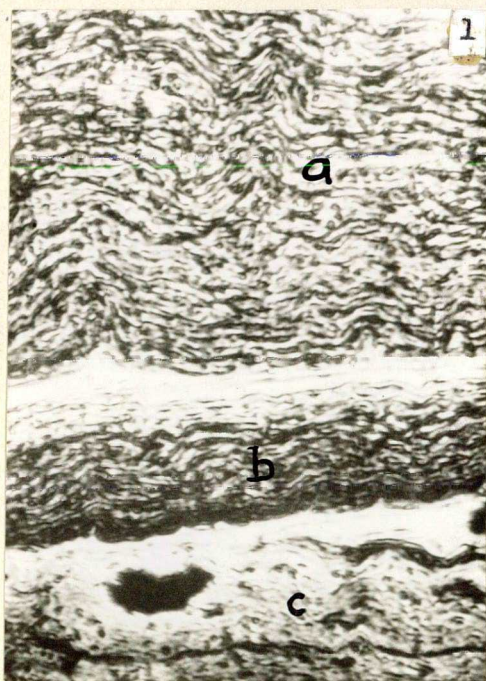
A reticulum helyét tekintve a corpus ciliare kezdeményének tekinthető, a corneoskleralis szélhez kapcsolódó laza mesenchimatikus szövet, amely közvetlenül a tulajdonképpeni iris felett fekszik. A corneán átnézve e fehér szövet tűnik fel irisgyűrűnek. A tulajdonképpeni iris és a reticulum azonban könnyen szétválík, a reticulum szövete nagy, egymással anastomizáló sejtekből álló reticularis szövet, amely idegtani vizsgálatokra igen alkalmas pigmentmentes sége és lazasága miatt. Az iris és reticulum idegrostjait a nervus oculomotoriusból és a trigeminus ramus ophtalmicusából kapja. A magasabbrendűeknél az oculomotorius ramus inferiorjához kapcsolódó jól fejlettduc a ganglion ciliare, az édesvízi csontoshalaknál hiányzik. Schneider a Canoidok,

XIII. tábla

P I S C E S

1. ábra. *Cyprinus carpio*: nervus oculomotorius hosszmetset. a-nagyobb idegcsoport, b- kisebb idegcsoport, c-kötőszöveti tok. Mikrofénykép.
2. ábra. *Cyprinus carpio*: pigmentsejtek az irisből. Mikrofénykép.
3. ábra. *Sylurus glanis*: az iris pigmentsejtjei. Mikrofénykép.
4. ábra. *Lucioperca sandra*: az iris pigmentsejtjei. Mikrofénykép.
5. ábra. *Cyprinus carpio*: az iris tangentialis metszete. a-reticulum sejtjei, b- pigmentes kötőszöveti réteg, c-pigment nélküli laza kötőszöveti réteg, d-simaizomréteg, e-hátsó kötőszöveti réteg, f-pars coeca iridis. Mikrofénykép.
6. ábra. *Cyprinus carpio*: a reticulum szövete. Mikrofénykép.

^I XIII. TÁBLA.



Pankratz az Opsanusnál, Norris az Apianál az oculomotorius ramus inferiorjában szétszórt ducsejteket talált, /32/ amelyek szerintük a ganglion ciliare ducsejtjeinek felelnek meg. Az eddig vizsgált csontoshalaknál, bár az oculomotorius bulbusba menő ágát többször végigkutattam, ezeket a szétszórt ducsejteket nem találtam. A oculomotorius egész lefutásában csak vékony és vastag rostokat és elég nagy számban pigmentsejteket találhatunk. /XIII. tábla, 1. ábra./

A reticulum laza sejtjei között igen sok az idegrost. A vékony és vastag rostok szétágazásából igen gazdag beidegzés alakul ki. A reticulum szövete megfigyelésem szerint a skléra felől kapja idegrostjait. A kötőszövet beidegzésének a vizsgálatára felette alkalmas. E helyen a kötőszöveti sejtek között rendkívül sok az ideg, de még itt sem lehet megerősíteni Kiss^{/43/} újabb és több helyen hirdetett felfogását, hogy minden kötőszöveti sejt be van idegezve /XIII. tábla, 6. ábra./

Amphibia

Tretjakoff /1906/, Gaupp /1904/, Maggiore /1912/ munkáiból megismerkedhetünk a békák irisének és ciliaris testének anatómiai szerkezetével. Amint Maggiore és Gaupp ábráin jól látható a békáknak belső szemizmaiban izomszövet tulajdonképpen csak a corpus ciliare corneoscleralis szélénél előforduló ferde lefutású izomköteg, amely a corneához köti a corpus ciliarist. Ez izomréteg kicsi-

ségénél és erős pigmentáltságánál fogva idegszövettani vizsgálatokra teljesen alkalmatlan. A békák irisének és corpus ciliaréjának szövettani szerkezetét Krause vizsgálta. A megállapított anatómiai és szövettani vizsgálatok kielégítő eredményeket adtak, de beidegzésének kérdését még senki nem tudta megközelíteni. Magam is próbálkoztam, de sikertelenül. A vastag pars coeca retinae és az irisben többretegben előforduló pigmentsejtek tömege az idegszövettani vizsgálatokat nagyon megnehezítik. Pigmentoldó-szereket használtam, amelyek közül a hidrogénhiperoxid bizonyult legalkalmasabbnak, de ezüst impregnáláskor a pigmentsejtek hihetetlen affinitással magukba szívják újra az ezüstöt, ami teljesen kizárja az elfogadható idegkép nyerését. A békák belső szemizom beidegzésére vonatkozóan annyit tudtam megállapítani, hogy a skléra külső laza kötőszöveti rétegében nagyon gazdag idegfonadék található, amelyet a ganglion ciliare postganglionaris illetve a nervus trigeminus érző rostjai alkotnak. A cornea és skléra határánál ez a gazdag fonadék tömörül és ebből befelé irányuló idegtörzsek húzódnak a corpus ciliare szöveteihez.

Reptilia

Nagy nehézségekkel küzdöttem a Reptiliák belső szemizmainak vizsgálatánál. A kicsiség és az erős pigmentáltság a varanýsz belső szemizmainak kivételével erősen

akadályozta a szövettani és idegtani vizsgálatokat. A Reptiliák belső szemizmmainak anatómiai és szövettani szerkezetét megismerhetjük Franz /1906/, Kopsch /1892/, Wiedersheim /1906/ munkáiból. Szent-Györgyi /1914/, Hess /1912/ Lacertákra, Studnicka /1897/, Michel /1932/ a Tropidonotus natrixra, Beer /1898/, Hess /1912/, Szent-Györgyi /1914/ teknőshökre vonatkozólag közölt belső szemizmokra vonatkozó értékes adatokat. A varanusz belső szemizmmainak anatómiai szerkezete és szövettani viszonyaának adatai is megvannak Beer /1898/, Krause /1922/, Yokl /1923/ munkáiban. Így a belső szemizmok anatómiai viszonyainak vizsgálatánál semmi újat nem találtam. A beidegzési vizsgálatoknál annyit sikerült megállapítanom, hogy a hüllők belső szemizmaikhoz jövő idegek már olyan szerkezetű plexus ciliarist alkotnak a corpus ciliare és az iris külső határán, amint ez a madaraknál jelentkezik, csak valamivel egyszerűbb formában. Ebből a plexus ciliarisból mennek idegrostok az iris és a corpus ciliare szöveteihez. A Reptiliák három ordojából nem sikerült olyan metszeteket készíteni belső szemizmokból ^a az erős pigmentáltság miatt, amelyekről elfogadható idegszövettani eredményeket tudnók megállapítani. Csak a varanusz szem belső izmait sikerült jól kibontani és impregnálni. A varanusz szem belső izmai már meglepően hasonlítanak a madárszem iris és corpus ciliarejének viszonyaihoz. A varanusz szemének irise a madarakéhoz hasonló négyes rétegződést mutat, csak megfigyeléseim szerint az izomréteg

vastagabb és harántcsikolt rostjai vékonyabbak, nem éles csikolatúak és tömöttebben egymásmellett helyezkednek el a madarakéhoz viszonyítva. Az iris szerkezetében a circularis lefutású rostok dominálnak, a radialis lefutású izomrostok száma kevés. Az izomréteg feletti és alatti kötőszöveti rétegek vékonyabbak, mint a madárnál és beidegzésük jóval szegényebb. A felső kötőszöveti rétegben a pigmentsejtek száma aránylag kevés, a pars coeca retinae, azonban itt is egységes tömött pigmentréteg.

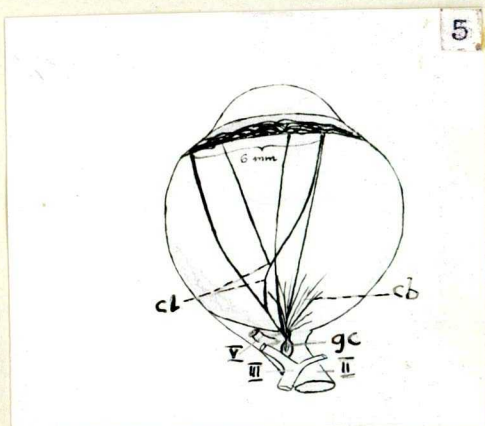
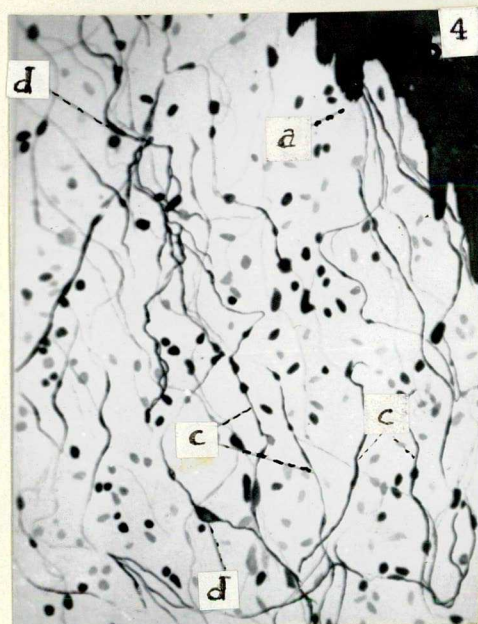
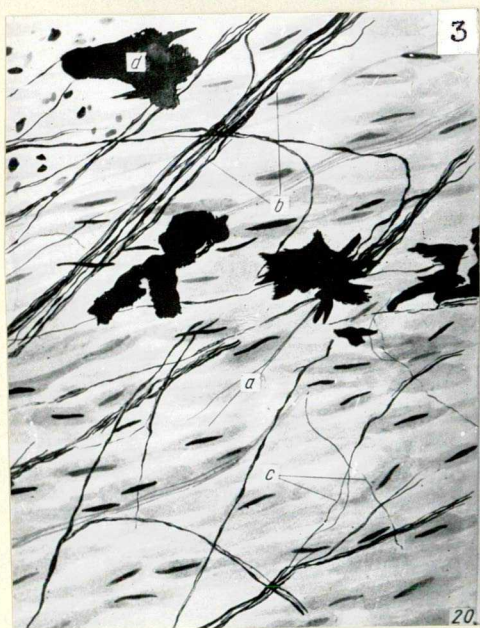
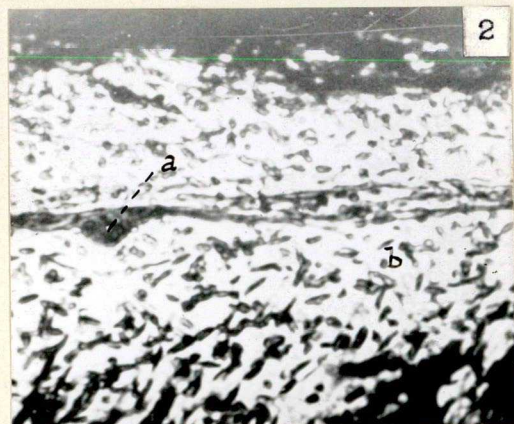
A *Varanus* *corpus ciliare*jának izomrostokat tartalmazó része a *musculus ciliaris* még nem differenciálódik három porcióra, aránylag lapos izom, ebből arra lehet következtetni, hogy az *accomodatio* mértéke még jóval kisebb itt, mint a madaraknál. A belső szemizmokhoz jövő idegek itt is a madarakéhoz hasonlóan a *ganglion ciliare* postganglionaris rostjaiból és a *nervus trigeminus* egy ágából szedődnek össze. A *nervus trigeminus* ág a *varanus*-nál éppugy, mint a madaraknál a *ganglion ciliare* alatt kapcsolódik a postganglionaris rostokhoz. A madárszem idegeihez hasonlóan az iris és a *chorioidea* határ elülső külső szélénél gazdag fonadék, *plexus ciliaris* mutatkozik, amelyben idegsejtek nem találhatók. A *plexus ciliaris*ből lépnek az idegrostok a két belső szemizomhoz. A beidegzési képek és az idegek végződésai a madarakéhoz hasonlóak, csak valamivel egyszerűbb formában jelentkeznek.

XIV. tábla

PISCES, AVES

1. ábra. *Cyprinus carpio*: iris. Érző végződés a felső kötőszöveti rétegben. a-ideg-rest, b-végplemez. Mikrofénykép.
2. ábra. *Cyprinus carpio*: iris. Sejtszerű megvastagodás az idegtörzs lefutásában. a-varix, b-kötőszövet. Mikrofénykép.
3. ábra. *Cyprinus carpio*: iris. Simaizomszövet beidegzés. a-simaizomszövet, b-idegtörzs, c-laza fonadék, d-pigmentsejt. e kötőszöveti sejtmagok. Rajz.
4. ábra. *Cyprinus carpio*: iris. A hátsó kötőszöveti réteg beidegzése. a-kötőszövet, b-pars iridis retinae, c-érző rostok, d-varixok. Rajz.
5. ábra. A madár szem belső izmainak idegellátása. / séma /. Rajz. II-nervus opticus, III-nervus oculo-motorius, V-nervus trigeminus ramus ophthalmicus, gc-ganglion ciliare, cl-nervi ciliares longi, cb-nervi ciliares breves.
6. ábra. *Columba domestica*: plexus ciliaris. Mikrofénykép.

¹ XIV. TÁBLA.



Aves

A madarak belső szemizmmainak anatómiai helyzetével és szövettanával nagyon sokat foglalkoztak. Ezek között legjelentősebb Franz /32/, Schwalbe, Slonaker /57/, Lénhossék /50/ anatómiai, Krause /47/ szövettani és Boeke /15/ idegsvözetani vizsgálata. Ezek a munkák oly sok és érdekes problémára mutattak rá, hogy igen fontosnak látszik a madarak belső szemizmmainak további kutatása.

A madárszemén ép úgy, mint az emlős és ember szemén az érhártya az ora serrata vonalán megy át a corpus ciliareba. A sugártest külső corneoscleralis belső határa előtti szakaszon helyezkedik el a musculus ciliaris három porcioja, majd ez előtt a gyűrűszerű izmos szerv az iris. Mindkettő szövettanilag a többi gerinces csoporttól eltérően harántcsikolt izomrostokból felépített. A belső szemizmok idegei a plexus ciliarisból származnak, amely az iris és musculus ciliaris határán elhelyezkedő szabad szemmel is jól megfigyelhető idegfonadék. A fonadékot az ^{ok}idegek alkotják, amelyek a ganglion ciliareből kilépés után áttörik a sklérát és a skléra és chorioidea között önálló idegekként haladva elérik a fonadékot. Ezek az idegek részben postganglionaris rostok, részben a nervus trigeminus ramus nasociliaris rostjaiból szedődnek össze, eredetileg és szerkezetileg elkülönülő vékony és vastag rostok. E rostok ^{ból}felépülő különböző vastagságú és hosszúságú idegeket Slonaker a veréb szemén nervus ciliaries breves és nervi ciliaries longira osztotta. A rövid ciliaris

ágak a chorioideában ágaznak szét szerinte és csak a hosszú ciliaris ágak érik el a plexus ciliarist. Ez idegek lefutása nemcsak a verében, hanem az összes mádarszemen megfigyelhető. A legjobban előtűnik a fehér galambon, ahol a következő helyzetet találtam. /XIV; tábla, 5. ábra./ Amint az ábrán látható a nervi ciliaries breves /cb/ ágai rövid ut után elvesznek a chorioideában. A nervi ciliaries longi /cl/ először 3 ággal indulnak. Az egyik szélső idegből lép ki egy oldalág, amely az ellenkező oldali szélső törzs mellé helyezkedik. Ugyanebből nem sokkal a kiindulás után még egy rövid oldalág lép ki. Végül 5 ideget lehet látni, amelyek elérik a musculus ciliaris és iris határát a külső felszínen és gazdagon szétágazva szabad szemmel is jól látható fonadékot alkotnak. A mikroszkópi képen még jobban előtűnik e fonadék ^{XIV. tábla} /6. ábra./. Egészen sajátosságok a szétágazó törzsek egymáshoz kapcsolódásai. Megfigyelhető a fonadékot alkotó idegrostok vastag és vékony rostokra való elkülönülései. A fonadékot alkotó idegtörzsek lefutásában azonban sok ezt bizonyító irodalmi adattal ellentétben idegsejtet egy esetben sem sikerült kimutatni. Idegsejtek sem a plexusban, sem az iris, sem a corpus ciliare, sem pedig a chorioidea területén nem találhatók, éppezért Andogszki /1897/, Agabow /1902/, Melkich /1887/, Geberg /1884/ és még számos más kutató véleményét, amely szerint e helyeken ducsejtek vannak, nem tudom megerősíteni. Az újabb vizsgálatokkal egyetértésben, amit idevonatkozóan az irodalomban idegsejtként közöltek, mütermékeknek, kötőszöveti sejteknek vagy Schwann-féle sejteknek tartom.

A madarak két belső szemizmának anatómiai szerkezete, szövettana és beidegzése, ha sok általános tulajdonságban meg is egyezik, de bizonyos tekintetben eltéréseket mutat úgy, hogy külön kell tárgyalni.

Iris. Az összes vizsgált madárnál lapos, izmos gyűrű, amely a corpus ciliare elülső részének folytatása. Külső felszíne teljesen sima, nagyítóval sem látszanak rajta redők. Hátsó felszínét, amely kissé recézett a pars coeca retinae teljesen beborítja. A corpus ciliare-hoz kapcsolódó rész a margo ciliaris gyengén hullámos szélű, a margo pupillaris sima.

Szövettanilag réteges szerkezetű, kívülről befelé haladva hám, kötőszövet, izom, majd ismét kötőszöveti réteg helyezkedik el, amely utóbbit teljesen bevon a retina pigmentrétege. A külső epithel egyrétegű köbhám, csak a baglyok irisében többretegű. A hám alatt laza kötőszövet van, amelyben nagyon sok a véredény. /XV. tábla, 1. ábra./

Az iris véredényeinek átmérője egyáltalán nincs kapcsolatban a szem illetve az iris nagyságával. Az *Ardea cinerea* egy nagyobb arteriájának az átmérője 240 mikron, ugyanakkor az ugyanolyan *Anser* vagy *Meleagris* irisében a véredény 130, illetve 145 mikron, a jóval nagyobb szem-átmérőjű farkókeselyűnél 170 mikron. Különösen feltűnő az Ardeánál a sok és nagyon vastag véredény, amelynek oka ismeretlen. /XV. tábla, 2. ábra./ A kötőszöveti rétegben lehetnek pigmentsejtek is, amelyeknek nem annyira az alakja, hanem a mennyisége erősen változó a fajok szerint. E pigmentáltságtól függ az iris színe. A nappali ragadozók

irise különösen erősen pigmentált, a házi madarék kevésbé. A fehér galambon nyoma sincs a festéksejteknek e rétegben. E kötőszöveti réteg alatt helyezkedik el a harántcsikolt izomrostokból felépülő izomréteg, amelynek vastagsága és rostjainak elrendeződése fajok szerint különböző. A legtöbb madár irkében tulnyomó részben körkörösén futó harántcsikolt rostokból felépülő izomnyalábokat találunk e rétegben és csak kevés számú radialis irányu rostköteget. A harántcsikolt rostok elrendeződése rendszerint tömött, főleg a házi madaraknál körkörösén egymásmellett haladó izomrostokat találunk, de ettől a típustól nagyon sokaz átmenet a ragadozó madarak izomrost elrendeződéséig. Ezeknél, mint pl. a farkó keselyűnél azt tapasztaltam, hogy a rostok szétszórtan helyezkednek el, néhol olyan a kép, hogy az iris szövetét jóformán néhány harántcsikolt rost és tulnyomó részben idegrostok alkotják. /XV. tábla, 3.4. ábra./ Figyelemreméltó az a tény is, hogy a fiatalabb madaraknál sokkal inkább párhuzamos lefutásnak a rostok, az öregebbeknél gyakoribb a laza szerkezet. /XV. tábla, 6. ábra./

Egyes esetben előfordul az is, pl. bagoly irisében, hogy az izomelemek száma aránylag kevés. A baglyokhoz hasonlóan több, de más csoportokhoz viszonyítva igen kevés az izomrost az *Ardea cinerea* iris szövetében is.

Az izomréteget laza kötőszövet köti a retina pigmenthámjához.

Az iris beidegzését illetően a réteges szerkezet a beidegzési képekben is kifejezésre jut. /XV. tábla, 5. ábra./ A plexus ciliarisból az irisbe radialisan belépő vastag idegtörzsek keverten, vékony /postganglionaris/ és vastag /trigeminus érző/ rostokat szállítanak. A belépő idegek az iris szövetében gazdagon szétágaznak és elrendeződésük alapján megkülönböztetünk: 1/ külső közvetlen epithel alatti fonadékot, 2/ az izomréteg fonadékát, 3/ a hátsó pigmenthám alatti idegfonadékot. A plexus ciliarisból radialisan belépő idegtörzs /XVI. tábla, 1. ábra./, jól látható a fényképen, amint a legelső gazdag idegfonadékot alkotja. A szétágazásokban fajokra jellemző sajátságok mutatkoznak. A pulykánál gyakori, hogy többfelől érkező törzsek kapcsolódnak egymáshoz, rostjai általában hullámos lefutásuak. /XVI. tábla, 2. ábra./ Egészen más típusu a szétágazódás a sirálynál /XVI. tábla, 3. ábra./, a héjánál /XVI. tábla, 4. ábra./, a galambnál, amint ezt a képek mutatják. A szétágazásoknál bármilyen kapcsolódási formák is mutatkoznak a rostok mindig megtartják önállóságukat. Ebben az epithel alatti gazdag fonadékban a vastag és vékony rostok jól elkülönülnek. A vastag trigeminus eredetű érző rostok száma nagyjából arányos a postganglionaris parasympathicus rostok számával. Rendszerint keverten fordulnak elő, de vannak messze követhető törzsek, amelyekben vastag rost egyáltalán nem jelenik meg. E fonadékból kapcsolódnak a kötőszövet véredényeihez is idegrostok /vékonyak/. Az erek adventitiája nagyon gazdagon beidegzett. Egyes, ez első fonadékból kilépő rostok a hárban végfejjben végződnek.

Gyakran látni a fonadékból kilépő vastag rostokat a kötőszövetben szétágazni faalakúan, máshol laza gomolyokat alkotva végződnek. A szétágazódó rostok végén megjelenő kis területű neurofibrillaris véghálók kétségkívül érző jelleget mutatnak és a vastag rostok érző végeiként kell tekintenünk a gomolyszerű végzódésekkel együtt. /XVI. tábla, 6. ábra./

A harántcsikolt rostok idegfonadéka az előbbitől eltérő szerkezetű. Rendszerint tömöttebb fonadék ez, amelynek rostjai között már ritkábban tűnnek fel a vastag trigeminus eredetű rostok. Az epithel alatti lazább fonadékból mélyebbre hatoló idegek gazdag szétágazással hozzák létre a második sűrűbb hálószerű fonadékot. Ott, ahol az izomrostok párhuzamos helyzetűek, a fonadékot alkotó, egymással kapcsolódó párhuzamos elrendeződésű idegtörzsek egy rétegben fekvő sűrű fonadékot képeznek az izomréteg külső felszínén. Ebből a fonadékból kilépő rostok alkotják a harántcsikolt izomrostok mozgató és az izomrostok közti és felszínükön fekvő kötőszövet érző végzódéseit. Az egymással kapcsolódó törzsek között itt is egyes rostok biztosítják az összeköttetést, amint ez jól látszik a galamb irismetszetén. /XVI. tábla, 5. ábra./ A nappali ragadozók esetében, ahol a harántcsikolt rostok önállóak és szabálytalanul rendeződnek el, összefüggő izomfeletti fonadékról nem beszélhetünk. Ilyenkor csak az izmok közötti rengeteg szétvágott idegtörzs és izomrost látható. A vékony és vastag rostok az izomfonadékban is jól látszanak. A vastag rostok gyakran hirtelen erős irányváltoztatással lépnek ki a törzsből, amint ez a pulyka irismetszetén jól látszik.

/XVII. tábla, 1. ábra./ Az izomrostok között szétvágott magános vastag rost igen gyakran található. A vastag rostok végén szabályos izomorsók is jelentkeznek. /XVII. tábla, 2. ábra./ Az izmok közötti kötőszövetben gyakoriak a vastag rostok faalaku érző végződése, de sokkal egyszerűbbek és jóval kisebbméretűek, mint az epithel alatti kötőszövetben. Az izmok idegvégződése motorikus végződéseknek nagyon egyszerű formái, amelynek szerkezetére a továbbiakban még visszatérek.

A pars coeca retinae alatt az iris hátulsó felszínén egy finom erősen varixos rostokból álló harmadik fonadékrendszer tűnik elő. E hátulsó fonadék szerkezetét tekintve érző jellegűnek látszik. Az ideérkező rostok részben az izomréteg fonadékából lehuzódó rostok, részben a chorioidea felől érkező idegrostok. Valószínűleg accomodatiókor, amikor az előre dülledő lencse éppen a hátsó felszínhez ér ez az érző rendszer továbbítja reflektorikusan az ingert a harántcsikolt rostokhoz és ebben az esetben lehetséges az amire Boeke céloz, hogy a madárnál eltérően a többi gerinces csoportnál együttes cornea lencse és iris accomodatio van.

Musculus ciliaris. A szem második belső izma a musculus ciliaris nagyjából egységes izomrétegnek tűnik fel a corpus ciliare skléra felé eső területén. Mikroszkópi vizsgálattal rostjainak irányát tekintve izomrostjai három porciót alkotnak a Crampton-féle, a Müller-féle és a Brücke-féle porciót. A Crampton-féle porció izomrostjai a skléra belső feléhez simulnak hozzá. Harántcsikolt rost-

jainak iránya hátulról előrefutó. A Müller-féle porció beljebb helyezkedik el, mint a Crampton-féle izom a chorioideáról erednek ferdén futó rostjai. Ezt tekintjük az emlősök ciliaris izomzatával analógnak. A Brücke-féle porció a chorioidea és skléra között van. Ellenberger szerint mint tensor chorioidea szerepel.

Minden nagyobb madárszemen a három izomporció makroszkópos boncolásnál is elkülönül. A Crampton-féle izom a chorioidea és iris eltávolítása után a skléra belső felszínén marad a corneoscleralis szélhél. Ha ezt az izmot csipesszel lehuzzuk lejön vele a cornea hátsó felszíne is; a cornea hátsó hámja, a madaraknál alig jelentős Descement hártya és a cornea substantia propriájából is egy vékony réteg. Ez izomporció tehát a corneával van igen szoros összeköttetésben. A cornea és skléra határ metszésekor ennek az izomporciónak a rostjait találjuk meg a belső oldalon, így könnyen metszhető és idegszövet-tani vizsgálatokra is igen alkalmas. A Müller-féle porció az izmok boncolásakor a corpus ciliaren marad. Ezt a processus ciliarisokkal együtt legjobban metszeni szövettani vizsgálatokra. A Brücke-féle porció a chorioidea alsó szél és a skléra közötti vékony ferde izomréteg. A rendkívül fejlett musculus ciliaris a madárszem gyors és komplikált accommodációjával kapcsolatos. A három irányban rendeződött izomzat biztosítja, hogy a többi csoportoktól eltérően a madaraknál nemcsak lencse, de együttes cornea és lencse accommodatio van, sőt Boeke véleménye szerint az iris rend-

kivül gyors és változó mozgása is szerepet játszik az accommodationnál.

A musculus ciliaris három porciójának fejlettségében bizonyos eltérések tapasztalhatók. Az Accipitres rend valamennyi képviselőjénél mindhárom porció különösen fejlett. A baglyoknál és a kisebb szemű madaraknál /pl. veréb/ a musculus ciliaris egészen vékony és teljesen egységesnek látszik. Izomrostjainak eltérő irányát csak mikroszkópikus vizsgálat mutatja ki. A három porció nagysága és fejlettsége egy fajon belül is különböző. Általában legkisebb porció a Brücke-féle. A szürkegémnél ez feltűnően fejlett. A Crampton-féle porció sklérába való beékelődése fajoként változhat. A legmélyebben beékelődött a sirályoknál, elég mélyen a fécánál. A tyuknál jóval kisebb mértékű a beékelődés.

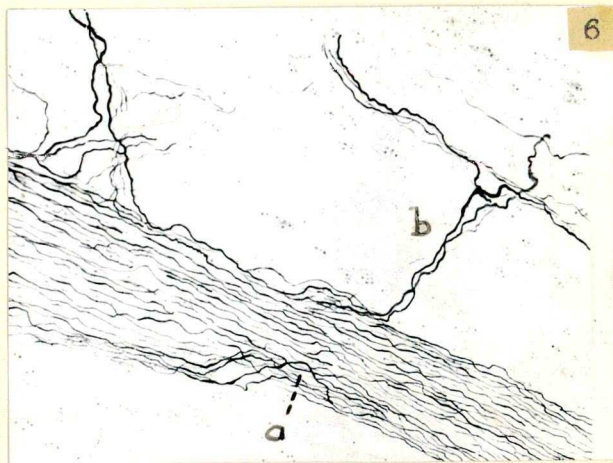
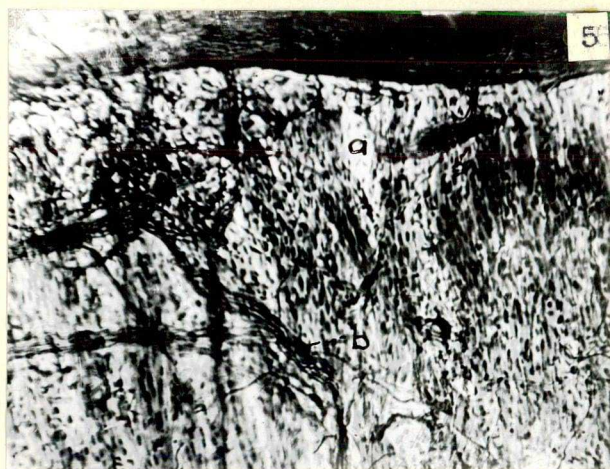
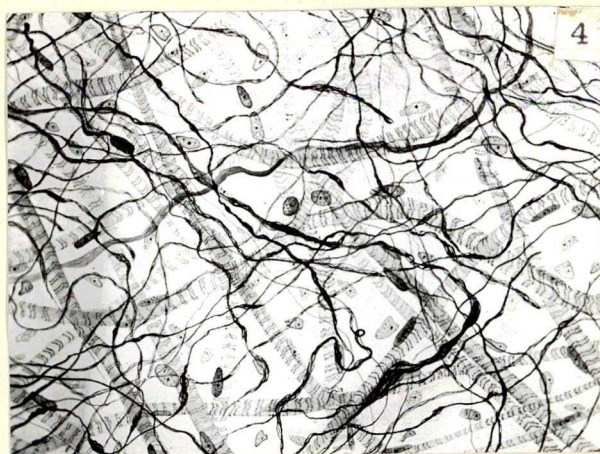
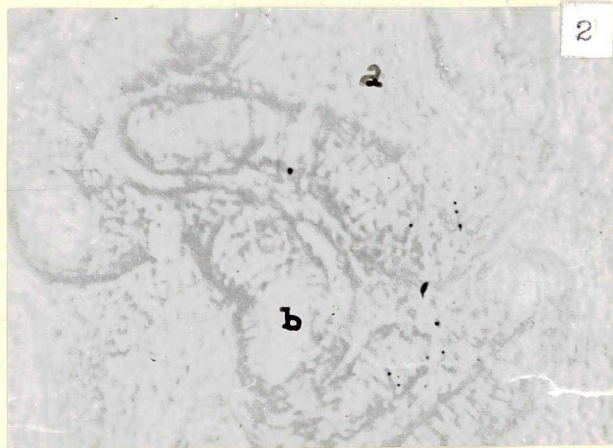
A musculus ciliaris idegei a plexus ciliarisból származnak. A három izomporcióhoz érkező idegek az izomrostok között gazdagon szétágaznak. Az idegrostok között vékony /mozgató/ és vastag /érző/ rostok egyaránt futnak. A különböző izomporciók beidegzése nagyjából megegyező. A vékony /mozgató/ rostok végződéseit tipikus motorikus véglemezek. /XVII. tábla, 3. ábra./ A véglemezeknek egészen egyszerű típusa jelentkezik itt. A végződés formájában a külső szemizmok vagy a vázizmok végződéseitől eltérés mutatkozik, de mégis motorikus lemezeknek foghatók fel. A mozgató lemezek jellemző sajátysága az izomrost magvak felhalmozódása itt is előfordul. A musculus ciliaris

XV. tábla

A V E S

1. ábra. *Egretta garzetta*: iris keresztmetszet.
a. elülső ham, b. elülső
kötszövet, c. izomréteg,
d. hátsó kötszöveti réteg,
e. pars iridica retinae, f.
kapillaris, g. idegtörzs.
Rajz.
2. ábra. *Ardea cinerea*: iris. Az elülső kötszövet véredényei.
a. arteria, b. kötszövet. Mikro-
fénykép.
3. ábra. *Circus macrurus*/5 hetes/: iris. Beidegzés.
Rajz.
4. ábra. *Gyps fulvus*: iris. Mikroszkopikus beidegzés.
Mikrofénykép.
5. ábra. *Egretta garzetta*: musculus ciliaris beidegzés.
Mikrofénykép.
6. ábra. *Gallus domesticus*: iris. Belépő és szétágazó
idegtörzs 5 napos állatban.
Rajz.

XV. TÁBLA.



területén a mozgató végződészek sokkal tipikusabban és általánosan jellemzőbben fordulnak elő, mint az iris izom rostjain. A vastag /érző/ rostok végei faalaku végelágazások, amelyek mellett az izomnyalábok közötti kötőszövetben végfej, illetve véggyűrűvel végződő vastag rostokat is találunk. Izomrost a musculus ciliaris izomrostjain egyetlen esetben sem tapasztaltam. A gomolyszerű végződés is ritka, néhány laza gomolyt láttam csak az izmokat burkoló kötőszövetben.

A madárszem két belső izmának szerkezeténél két filogenetikailag rendkívül fontos eltéréssel találkozunk: a harántcsikolt izomrostokkal és az eltérő szerkezetű végzódésekkel.

Harántcsikolt izomrostok. Igen nagy és még mindig fennálló kérdés a madarak irisének és musculus ciliarisának eltérő szerkezete. Az összes többi gerinces csoportban /varanusz kivételével/ a belső szemizmok simaizomsejtekből épülnek fel. A madaraknál viszont harántcsikoltak a rostok. Felmerül a nagy kérdés, miről van itt szó. A harántcsikolat az éleslétással kapcsolatos életmód hatása, vagy fejlődési eltérés. A kérdéssel morfológiailag és élettanilag is sokan foglalkoztak. Leuckart, Rumszevics, Schwalbe, Canfield, Heine, Müller morfológiailag, Pluggalambon és legújabban Slonaker verében nemcsak morfológiailag, de élettanilag is megfigyeléseket végzett a kérdésre vonatkozóan. Szerinte a madaraknál harántcsikolt izmok szükségesek a gyors helyváltoztatás miatt. A repülés

folyamán a fényviszonyok gyors egymásutánban váltakoznak. A szembejutó fény mennyiségét, amit a pupilla mérete szabályoz, olyan gyorsan kell a madárnak változtatnia, ahogy a fényviszonyok alakulnak. Ez nem valósulhatna meg, ha az iris izmait simaizomszövetek alkotnák, mint az emlősökben, vagy az emberben. Rajta kívül újabban Steinach is tanulmányozta az iris reakcióit különböző gerinces szemeken. Azt állítja, hogy csak a madár irise reagál direkt stimulációkra. Azaz külön-külön stimulálva az egyik szemet az nem idéz elő irisreakciót a másik szemben. Slonaker ugyanezt a pislogó hártyákon igazolta /verében/, amelyek szerint nem mozognak szükségszerűen együtt. Ma már az is felvetődött, hogy a madaraknál előforduló harántcsikolt rostok fejlődési rendellenességet is jelentenek. Vannak akik azt tartják, hogy a madarak harántcsikolt rostjai a belső szemizmokban akarattól függő mozgást végeznek és ennek megfelelően a madaraknál eltérő szerkezetű izombeidegzés mutatkozik. Ezt azonban erősen kétségbevonom amiatt, hogy a cholinesterase aktivitást többször is különböző pH-ja oldatokkal vizsgáltam, de ez egy esetben sem volt kimutatható. Mindemellett a harántcsikolt rostok előfordulásai előtttem is további problémaként maradtak. Megfigyeltem azt, hogy a harántcsikolt rostok a kétféle belső szemizomnál eltérést mutatnak harántcsikolatuk élességében. Élességbeli különbség jelentkezik a musculus ciliaris három izomporciója között is. A fajok között is tapasztalható eltérések. Általában az iris izomrostjain jóval erősebb a harántcsikolat, mint a musculus ciliaris izmain. A Cramp-

ton és Müller-féle porció izomrostjain legtöbbször élesebb a harántcsikolat, mint a Brücke-félén. A ragadozó madarak irisének harántcsikolt rostjai ezüstimpregnálással készült preparátumokon is feltűnő éles csikolatot mutatnak. A ragadozók szemének kivételével ilyen éles harántcsikolatot más csoportnál nem találhatók. Felvetődhet az a gondolat, hogy az erős használatból a komplikált irismozgásoktól, mely kétségtelenül a ragadozó madarak életmódjára jellemző, alakul ki a harántcsikolat ilyen élessége. A harántcsikolt rostok szövettanilag is eltérnek a vázizmok vagy a külső szemizmok rostjaitól. Ezek a rostok ugyanis elágazhatnak amire Boeke vizsgálatai már felhívták a figyelmet. A belső izmok harántcsikolatának rendkívüli élessége szintén felkeltette már Boeke érdeklődését is. Megmagyarázni azonban ő sem tudta. A csikolatnál a Q csík jóval keskenyebb, mint az I vonal. Jól megfigyelhető az M vonal is. Azt a jelenséget, hogy a harántcsikolt rostok kötőszöveti sejtekkel össze lennének nőve, mint azt Boeke írja, egyetlen esetben sem észleltem. A rostok közül azok, amelyek egyedül állanak látszat szerint felrostozódhatnak a kötőszövetben, ez azonban csak ritkán észlelhető és a végelágazás akkor sem bizonyítható. A harántcsikolt rostok problémájához járul az a tény, hogy e rostok idegvégződéseik nagyon sokfélék és az eddig ismeretes motorikus végződésektől teljesen eltérő szervezetűnek mutatkoznak.

Végzódések. A belső szemizmok idegvégződéseire vonatkozólag a legelső adatokat Geberg közli /1884/, aki

ozmiumos és aranychloridos módszerével készített preparátumokat a madarak iriséből és musculus ciliarisából és e metszeteken az izmokon idegvégződéseket és idegtörzsek lefutásában idegsejteket talált /35/. Melkich /1897/ methi-lénkék módszerrel talált érző végződéseket a madarak bel-ső szemizmaiban, amelyek szerinte az ember és emlős szem-izmok érző végződéséhez hasonló gomolyszerű képződmények /52/ és ezeket Bietti /1897/ is megerősítette. Ezek a régi módszerekkel végzett vizsgálatok még egyáltalán nem mutat-ják azokat a problémákat, amelyeket a mai ezüstfestési mód-szerek előtűntetnek. A legújabb idevonatkozó cikk Boeke munkája, aki az iris és musculus ciliaris izomrostjain bizonyítani kívánja az általa "Grundplexus"-nak nevezett sympathicus motorikus végződést, amely végződés fiatal korban syntitialis, kifejlett madaráknál viszont már moto-rikus véglemez /18-21/. A Boeketől ismertetett végződéstí-pusok leggyakoribb formája a neurofibrillaris végződés. Az izmok közötti fonadékából jövő idegrost gyakori megvas-tagodásokkal a lefutásában eléri az izomrostot és abban intraplasmatikusan végződik. A végződés körül világos ud-var látszik a plasmában. Ez a végződés szerinte a "Grund-plexus", amelyben a fibrillák hálószerűen összefüggenek és a hozzátartozó magokkal úgy foghatók fel, mint egy ter-minalis plasmodium.

Az izmok mozgató végződéseikkel kapcsolatosan meg-állapíthattam, hogy a Boeke-féle neurofibrillaris végződés-típus az izomrostokon nem jelentkezik az ő általa közölt

formában. Olyan reticularis hálókat, amilyeneket Boeke közül egy esetben sem láttam. Az irisre jellemzőnek találtam, hogy izomrostjain néha ideghurkokat láttam, amikor is az idegrost az izomroston ténylegesen visszafordult és az is előfordult, hogy egy izomroston több ilyen hurok is képződött. Ezek azonban még nem tekinthetők végződésekknek, hanem ezek szerintem az iris mozgató rostjainak sajátos lefutásai. A végzódésekre vonatkozóan megállapíthattam, hogy az izomrostok és idegrostoknak végkapcsolata nem olyan határozott a belső szemizmoknál, mint a külső szemizmokban, vagy az vázizmokban. Mégis úgy látom, hogy a végzódések típusa ha nagyon sokféle is és eltérő szerkezeteket is mutat a véglemezek egyszerűbb típusaiként foghatók fel. A végződésnek leggyakoribb formája, hogy a végrost a harántcsikolt izomrosthoz érve három-négy végágra oszlik a magasabrendű mozgató lemezek végzódéseéhez hasonlóan, csak e végágak végformációját még nem jelennek meg az emlősök vagy embernél jellemző lemezes alakulásban.

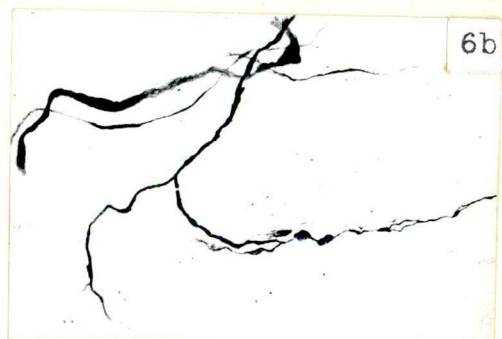
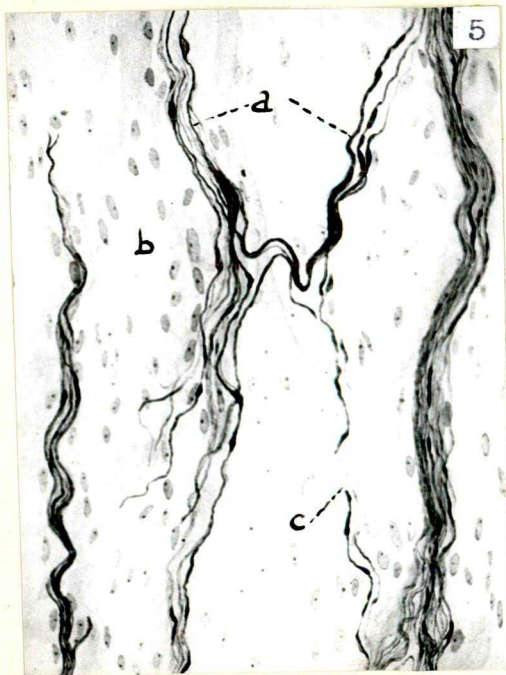
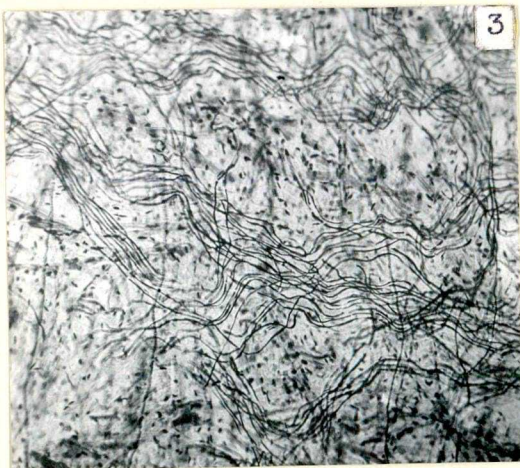
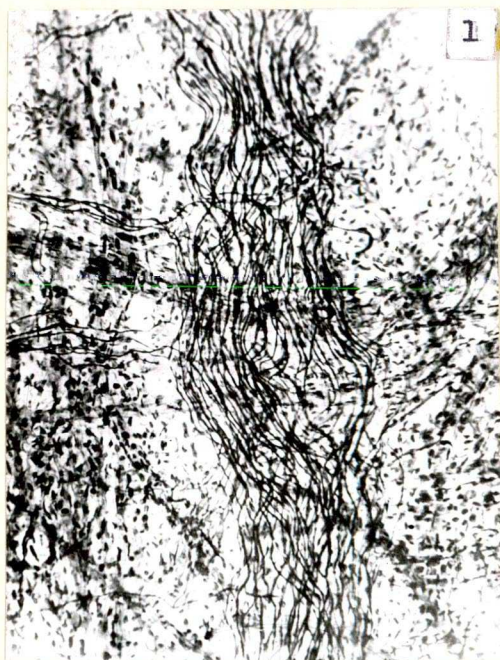
/XVII. tábla, 4. ábra./ A véglemezes végződést bizonyítja az izommagvak felhalmozódásai is. Gyakran tapasztalható olyan végződésforma, hogy az idegrost a harántcsikolt izom felületén huzódik, kiszélesedik, szemecskés szerkezetű végén kihegyezett lemezbe megy át. Finom oldalágai szintén ilyen szemecskés lemezt alkotva végződnek. A musculus ciliaris izomrostjain még kifejezettebben találkozunk a véglemezes végzódésekkel. Gyakori e helyen a végrostok végfecskevel való végződése. Neurofibrillaris véghálókat, amilyeneket Boeke közül a harántcsikolt izmok feletti és izmok közötti kötőszövetben lehet látni a vastag rostok

XVI tábla

A V E S

1. ábra. *Larus ridibundus*: iris. Radialisan kiágazó idegtörzsek az iris elülső kötőszövetében. Mikrofénykép.
2. ábra. *Meleagris gallopavo*: iris. Belépő és szétágazódó idegtörzs. Mikrofénykép.
3. ábra. *Larus ridibundus*: iris. Idegfonadék. Mikrofénykép.
4. ábra. *Gyps fulvus*: iris. Idegfonadék. Mikrofénykép.
5. ábra. *Gallus domesticus*: iris. Egyemáshoz kapcsolódó idegtörzsek. a-idegtörzs, b-kötőszövet, c-kapcsolódó idegrost.
- 6a és 6b. ábra. *Anser anser*: iris. Erző végződés. Rejzok.

XVI. TÁBLA.

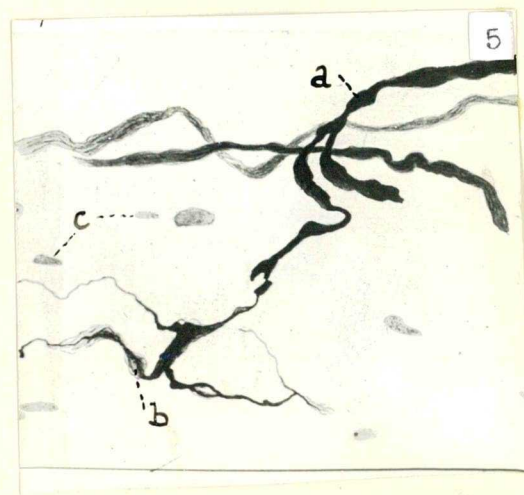
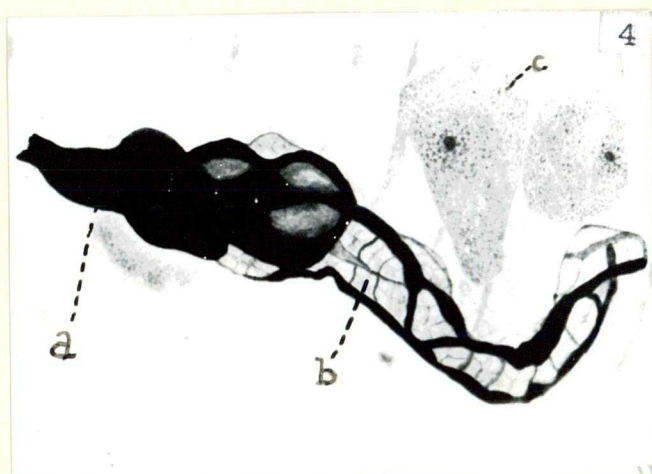
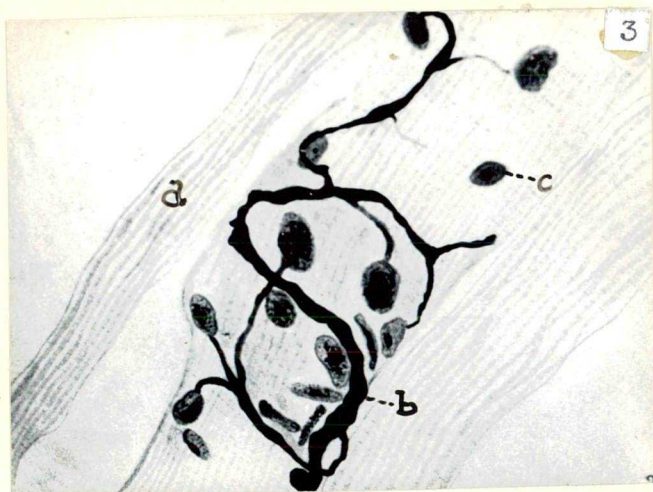
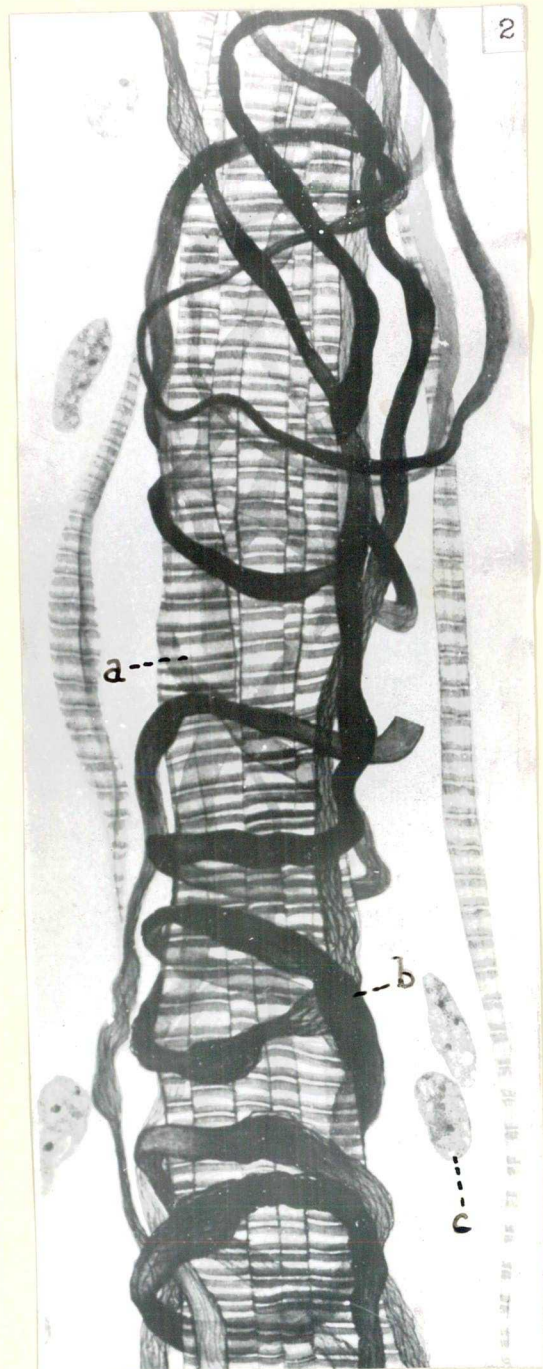
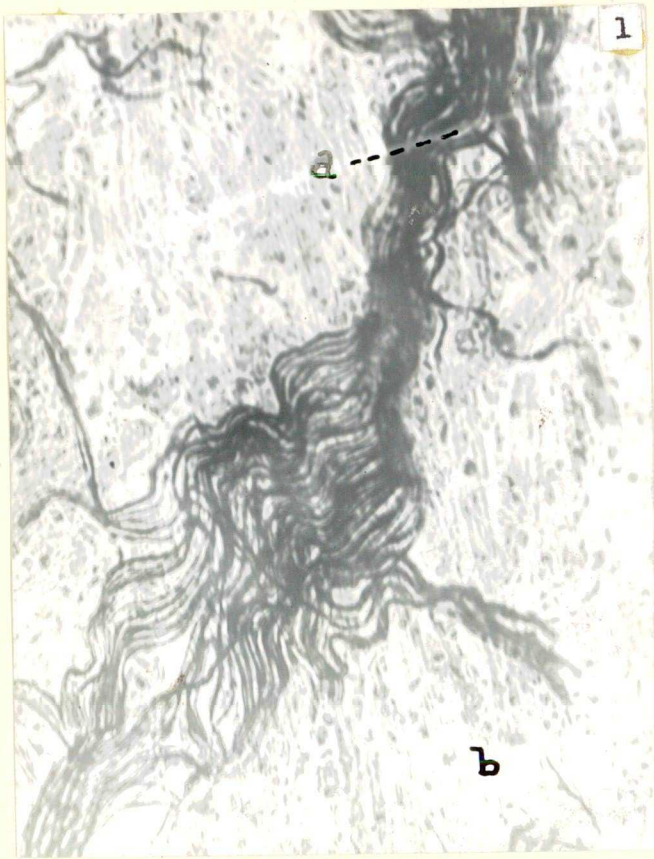


XVII. tábla

A V E S

1. ábra. *Meleagris gallopavo*: iris. A plexus ciliarisból belépő és szétágazódó idegtörzs. a-idegtörzs, b-stroma iridis. Mikrofénykép.
2. ábra. *Gyps fulvus*: iris. Izomorsó. a-izomrost, b-idegrost, c-kötőszöveti sejtmag. Rajz.
3. ábra. *Gyps fulvus*: musculus ciliaris. Mozgató véglemez. a-harántcsikolt izomrost, b-idegrost, c-kötőszöveti sejtmag. Rajz.
4. ábra. *Gyps fulvus*: iris. Idegvégződés. a-végrost, b-neurofibrillarisháló, c-izomrostmag. Rajz.
5. ábra. *Gyps fulvus*: iris. Érző végződés. a-idegrost, b-neurofibrillaris háló, c-kötőszöveti sejtmag. Rajz.

XVII. TÁBLA.



végeként. /XVII. tábla, 5. ábra./ Ezek a harántcsikolt izomrostokkal semmiféle kapcsolatban nincsenek és ezeket az iris izomorsóival és gomolyaival együtt érző végződéseknek tekintem. A madarak belső szemizmaiban tehát jól elkülönülő végződésformákat találunk. A mozgató végzódések véglemezek a vázizmok véglemezeinél egyszerűbb formákban, az érzők pedig izomorsók, gomolyok és faalaku szétágazások neurofibrillaris véghálósával.

Az izomrost beidegzésére vonatkozóan ami a rég felvetett kérdést illeti, vajjon van-e minden izomrostnak külön idege és végződése e helyen feltétlen igenlő választ kell adni. Ennek oka az, hogy bár a végződéseket felette nehéz megtalálni a rengeteg idegrostnak végződnie is kell. A végződéseket különösen nehéz megtalálni ott, ahol sűrűn helyezkednek el az izomrostok és magától érthetőleg sok az ideg. De meg lehet találni a végződéseket ott, ahol az iris kevés számú izomrostja szétszórtnan és magánosan helyezkedik el, pl. fakókeselyűnél, héjáknál. Ezekben az esetekben az idegrostok rendkívüli sokaságából ítélve azt elmondhatjuk, hogy nem is egy, hanem több idegvégződés is lehet az izomroston. A Boeke-féle "doppelte Innervation" azonban a belső szemizmok területén sem bizonyítható.

Mammalia

Az emlősök belső izmainak anatómiai helyzetét, szövettanát és beidegzését már sokan és régóta vizsgálják. Az iris különböző fejlettségének a benne lévő izmok elrendeződésének, szövettanának és beidegzésének kérdéséhez már sokan hozzászóltak. Ezek között legjelentősebbek Meyer,

Stepanow, Agababow, Franz, Krause, Hütter, Hess, Johnson, Soemmering vizsgálta. Ugyanigy a sugártest asszimetriájára a processus ciliarisok formáira a musculus ciliaris alak, forma és vastagságbeli eltéréseire vonatkozóan is vannak megfigyelések, amelyekről Agababow /3-4/ és Franz /32/ összefoglaló munkáiból szereztem tudomást. A belső szemizmok beidegzésének kérdéséhez Christensen /24/ foetalis disznó irisén, Basch /12/, Boeke /14/, Ernyei /31/, Schimert /56/, Stöhr /60/ és Reiser emlősök és az ember szemének belső szemizmain végzett idegszövettani vizsgálatai sok új adatot szolgáltatottak. Stotler /59/ kísérletező módszerekkel közelítette meg a problémát. Az irodalmi adatok ismeretében csak azokra a lényegesnek látszó, anatómiai, szövettani és idegtani kérdésekre akarok kitérni, amelyek még ma is problémátikusak, vagy amelyeket összehasonlító szempontból fontos adatnak tartok.

Az iris és a musculus ciliaris anatómiája

A két belső szemizom beidegzési problémái, ha azonosoknak is mondhatók anatómiai és szövettani szerkezetekben, külön kell tárgyalni.

Iris. A tunica vasculosa szemlencse előtti szakasza egy gyűrűszerű erősen változó vastagságú képződmény, a sugártest közvetlen folytatása előrefelé. Közepén kerek, kissé harántovalis nyílás a szem pupillája. Az iris izmai e nyílást a szembejövő fény mennyisége szerint szűkítik illetve tágítják. Az irisgyűrű legvékonyabb része a sugár-

testhez tapadó szél, a margo ciliaris, ezért a sugártest-ről könnyen le is szakad. A pupilla felé fokozatosan vastagodik, legvastagabb része a margo pupillaris. Az iris felszínének redőit /plicae et annuli iridis/ a benne lévő izmok alkotják.

Szövettenilag réteges szerkezetet mutat, az elülső hám alatt egy vékony kötőszöveti elülső határréteg után a pigmentsejtekben és véredényekben gazdag stroma iridis következik. Az egymással anasztomizálódó kötőszöveti sejtekből felépülő stroma iridis alatt egy vékony szerkezet nélküli átmeneti réteg van. Az irist hátul egy pigment hámréteg borítja be a pars iridis retinae, amely a pars coeca retinae egy része. A stroma iridisben helyezkednek el a simaizom sejtekből felépülő irisizmok, a circularis irányban haladó musculus sphincter és a radialis lefutásu musculus dilatator izomkötegei. Az izmok legtöbbször nem alkotnak egységes réteget, hanem szétszórtan helyezkednek el. A musculus sphincter iridis nyálábjai rendszerint a pupillaris szél előtt helyezkednek el és egyes esetben, mely megfigyeléseim szerint legjobban látezik, ^(a patkánynál) teljesen összefüggő zárt gyűrűt képeznek a stroma iridisben. A musculus dilatator nyálábjai rendszerint nem érik át a teljes radiust az izomkötegek nagyobb tömegei a margo ciliaris felé eső szakaszban helyezkednek el sugaras irányban. Előfordul, hogy ferdeirányu izomkötegek kötik össze a szűkítő és tágító izmokat. Különösen feltűnő volt az ember irisizmainak ilyen hármes irányu elrendeződése. Az izmok fejlettségében a különböző fajok erősen eltérők. Azt tapasztal-

taltam, hogy a Rodentia között nem csak a különböző patkányokon, hanem a nyulakon is a musculus sphincter erősen fejlett volt, jóval fejlettebb mint a musculus dilatator iridis. Fordított volt a helyzet a kutya és macska irisizmainál, ahol jóval erősebb izomnyalábok építették fel a musculus dilatator, mint a musculus sphincter pupillae. A rókanál mindkét izom egyformán jól fejlettnak mutatkozott. A lóban, disznóban és különösen a juhoknál tapasztaltam azt, hogy az iris mindkét izomfélesége tömött, erős izomnyalábokat formál. A juh szem irisében egészen sűrűn találtam egymás közelében a musculus dilatator nyálábjaait is, úgyhogy az izmok sűrűsége és idegeinek egészen sajátos jól impregnálódása okozta, hogy a juh irisét találtuk legalkalmasabbnak az idegszövettani problémák megvilágítására. A vele rokon kecske irisénél ez már nem volt tapasztalható. Az őz, szarvas, szarvasmarha irisében a szem nagyságához viszonyítva aránylag kevés iris ^{izom} található. Ez utóbbi három fajnál a pigmentsejtek rendkívüli gazdagsága a szövettani és idegtani vizsgálatokat erősen megnehezíti.

Teljesen csökevényesnek mutatkozott a denevér irise. Az ember szemének irisszerkezete a legkomplikáltabban felépített és beidegzett. Az iris izomnyálábjai, azok fejlettsége és elrendeződése mellett a hám alatti laza kötőszöveti réteg /elülső határréteg/ illetve a stroma iridis pigmentsejtjei azok, amelyek minden fajt sajátosan jellemeznek. A pigmentsejtek alakja, elrendeződése és főleg a száma az, ami minden állatra jellemző. /XVIII. tábla, 1-4. ábra./ Albino patkányok és egerénél a pig-

mentsejteknek nyoma sincsen. Kevés a pigmentsejt a házi nyulak iris szövetében. A pigmentsejtek elrendeződése, alakja, mennyisége az iris színében jut kifejezésre, ami egyuttal a szem színét is adja. Basch /12/ macskára vonatkozó véleményét kiterjeszthetem az összes általam vizsgált emlősfajra. Megfigyeltem több esetben állításának igazolásul, hogy a szín egy egyednek két szeme között is változhat, és ez nincs összefüggésben a bőr és a haj, illetve szőr színével. Természetes ez a megállapítás nem vonatkozik az albino típusokra és általában csak olyan állatokon figyelhető meg jól, amelyek irise pigmentsejtekben gazdag.

Musculus ciliaris. A chorioides elülső részének egyenes folytatása a sugártest. A kettő közötti határ a legtöbb emlősnél és az embernél is éles vonalként jelentkezik az ora serrata vonalánál. A corpus ciliare alapi lemeze a chorioides egyenes folytatása. Ez a lemez befelé erősen redőzött. E redők a processus ciliarisok, amelyek nem tartalmaznak izomelemeket. A lemezen kifelé a skléra felé helyezkedik el a belső szemizmok második csoportja, a musculus ciliaris.

A musculus ciliaris szövettanilag szorosan záródó simaizom sejtekből álló kötegekből épül fel, amelyek különböző irányu elrendeződései alkotják az emlősök musculus ciliarisának különböző izomportióit. Közvetlen az iris előtti körkörös nyálábok alkotják a circularis réteget, fibrae ciculares /ez felel meg a madarak portio Mullerinek/. A sugárizom többi nyálábjai sugaras elülről hátrafelé húzódó izomnyálábokból állanak, amelyeknek izomsejtjei

oly szorosan kapcsolódnak egymáshoz, hogy egységes tömött izomnak tűnik fel. Ez izom a *fibrae meridionales*, amely között sok esetben kevészámú ferdén rendeződő izomköteg is található. Ilyen nyálábok az ember szemnél a legjobban fejlettek. A *fibrae meridionalis*, más néven a *musculus tensor*, a madarak portió Brücke-i-jének felel meg.

A ciliaris izmok különböző portióinak fejlettségében nagy a különbség, amely szorosan összefügg a szem accomodációs képességével. Irodalmi adatok erősítik, hogy az éjjeli állatoknál, ahol az accomodatio valószínűleg hiányzik, a circularis izom teljesen csükevényes. A víziállatoknál /vidra, cet, fóka/ szintén igen gyenge formában jelentkezik a ciliaris izom, ez állatoknál az accomodációs képesség is gyenge. A Cetaceaknál, ahol accomodatiót nem lehet feltételezni szintén alig mutatható ki ciliaris izom. Ennyire különböző életmódot folytató emlősök szeméit ha nem is volt módomban vizsgálni, de az általam vizsgált fajokon is tapasztalhatók eltérések.

Általában kimondható, hogy a *musculus ciliaris* izomportióinak fejlettsége nemcsak egymáshoz, de az iris izmaihoz viszonyítottan is fordított arányban elosztottak. Azoknál az állatoknál, ahol az iris izmai gyengén fejlettek, ott a ciliaris izom az erősebben fejlett belső szemizom, illetve fordítva. Az accomodációs képesség és az irisműködés ezek szerint az emlősöknél is szorosan összefügg. Ugy találtam, hogy a macska, kutya, róka ciliaris izmai gyengén fejlettek. Hasonló a helyzet a lónál, disznónál is.

Az irisizmok viszont jól fejlettek ezekben az esetekben. Már fejlettebb izomportiókból áll a ciliaris izom az Insectivorak, Rodentiaak általán vizsgált fajainál. Legerősebben fejlett volt a ciliaris izom a szarvas, őz, szarvasmarha és kecskénél, ugyanakkor az irisizmok aránylagosan gyengék. Az ember és juhnál kivételesen az iris és a musculus ciliaris izmai egyaránt jól fejlettek. Azt tapasztaltam, hogy ott, ahol a ciliaris izom jól fejlett a tömött radialis irányban futó izomrostnyalábok közül több mélyen benyomul a sklérába. A corneoscleralis szél belső felületén, néhány miliméternyi szakaszon a szemgolyó egész kerületén kimutathatók a musculus ciliaris behatoló nyalábjai a corneoscleralis határ belső felületének metszésein. Egészen a lamina fuscaig terjed ez a behatolás és ebben az izomszakaszban mikroszkoposan az idegrostok rendkívüli nagy számát és az érző és mozgató végződészek feltűnően jólképzett formáit lehet kimutatni.

Az iris és a musculus ciliaris beidegzése

Az emlősök belső szemizmainak beidegzését vizsgálva úgy az iris, mint a musculus ciliaris területén vékony és vastag idegrostok alkotta gazdag fonadékrendszerekkel találkozunk. A belső szemizmok fonadékrendszereinek eredete az iris és musculus ciliaris határán belépő és gazdagon szétágazódó idegekből adódik. /XVIII. tábla, 5. ábra./ Az ide érkező idegek a ganglion ciliareből kilépő és a

chorioidéán át lehuzódó idegrostokat szállítják. A ganglion ciliaréből kilépő két postganglionaris ideg, amelyhez csatlakozik az érző trigeminus ág is a skléra előtt több ágra oszlik. Ágainak kisebb része a skléra külső felső rétegében halad s kevés számú kilépő idegrostja az emlős skléra szegényes beidegzését biztosítja. A corneoscleralis szélhez érkezésnél az idegek gazdagon szétágaznak. E felületes fekvésű corneoscleralis plexusból kapja a cornea az idegeit. Valószínű, hogy idegeinek egyes ágai a belső mélyebbfekvésű plexust a tulajdonképpeni plexus ciliarist is eléri. E mély fekvésű plexus ciliaris idegei a postganglionaris idegrostok tulnyomó részét hozzák. A trigeminus érző rostokkal kevert postganglionaris idegágak a sklérán átlépés után a chorioida külső felső rétegében a chorioida propriában huzódnak le a plexus ciliarisig. A gazdag szétágazásokból létrejövő plexus ciliaris sűrű fonadékból előrefelé az iris és hátrafelé a musculus ciliaris felé huzódnak az idegek. A plexus ciliaris hihetetlen gazdag fonadékában a rostok között két típus mindig élesen elkülönül. /XVIII. tábla, 7-8. ábra./ A simaszélű és egyenes kissé merev lefutású vékony idegrostok mellett mindig nagyszámú varicosus vastagságban nem szabályosan változó vastag rost található. A vékony és vastag rostok rendszerint keverten fordulnak elő a fonadékban, de olyan idegtörzsek is találhatók, amelyeket csak vékony rostok alkotnak s vannak olyanok is, amelyben a vastag rostok száma felülmúlja a vékonyakét.

Az iris szövetében a plexus ciliarisból számos különböző vastagságú idegtörzs lép át. /XVIII., tábla, 5. ábra./ A margo ciliarison átlépés után a stroma iridisben tulnyomó részben hátulról előrefelé futnak. Ezek a hullámos lefutású vékony és vastag rostokból álló idegtörzsek a jellemzőek az iris szövetének a beidegzésében. /XVIII. tábla, 6. ábra./ Különösen az idegtörzsek szétágazódásainál találkozunk sajátos képekkel. Az ekkor tapasztalható fellazulásoknál figyelhető meg főleg legjobban az idegrostok elkülönülése. A vastag, hosszukás varixos rostok mellett feltűnnek a finom gömbölyű varixokkal ellátott vékony rostok. /XIX. tábla, 1. ábra./ A vékony és vastag idegrostokból felépülő idegek szétágazódásai három helyre koncentrálódnak, így három helyen válik különösen gazdag beidegzésűvé az iris szöve. Elől a pupillaris szélnél gyűrűsen elhelyezkedő musculus sphincter iridisnél, radialis lefutású musculus dilatatorok mentén és a véredények felületén. A musculus sphincter pupillae felületén az ide lehúzó idegek gazdag szétágazásokkal sűrű fonadékot alkotnak. A fonadékot alkotó idegekből jobbra és balra idegrostok lépnek ki és a musculus sphincter nyálábjaait igen gazdagon körülfonják. Egy sűrű és dús, gyakran párhuzamos lefutású végrostokból álló fonadékrendszer található itt. E simaizom sejtek felületi fonadékban már csak a gömbölyű varixos vékony rostokkal találkozunk, és ez a vékony rostok motorikus jellegét erősen bizonyítja. /XIX. tábla, 2. ábra./ Az idegrostoknak a végét nagyon ne-

héz megtalálni. Az erősen elvékonyodó végágak szorosan a simalízom sejtekhez simulnak és gyakran végződés nélkül eltűnnek. Végkarikát e területen eddig még nem találtam, a kis tömött végfejek is nagyon ritkák. A musculus dilatatorok mentén hasonló a helyzet. A hátulról előre felé huzódó hullámos lefutású idegtörzsekből néhány kilépő idegág fut a radialisán elhelyezkedő musculus dilatatorokhoz és végrostjai révén a musculus dilatatorok felületén a musculus sphincterekhez hasonló csak jóval kisebb méretű fonadékrendszer alakul ki.

Az iris véredényei mentén is sajáttságosan gazdag az idegellátás. Az iris véredényeit két körkörös arteriosus gyűrű és az azokat összekötő vékony sugaras arteriák és a tág lumenű vénák alkotják. Főleg az arteriákat kíséri finom gazdag idegfonadék. Tipikus vegetatív idegrostokból felépülő idegtörzsek huzódnak a nagyobb arteriák mellett. Az idegekből kiágazó idegrostok ráterjednek az adventitiára is. Véleményem szerint az iris többi fonadékrendszereitől teljesen független a véredényeket ellátó idegrendszer. Egyetlen esetben sem sikerült olyan idegrostot megfigyelni, amely a két rendszer között valamilyenféle összekötő kapcsolatot jelentett volna. A kisebb összekötő vékony kis arteriákat körülvevő kötőszöveti sejtek között is sok vékony finom idegrostot találhatunk. Ezek esetében gyakran nehéz eldönteni, hogy a kötőszöveti sejtek nyulványairól vagy az idegrostok végágairól van szó. Az iris beidegzését biztosító idegtörzsekben haladó vastag rostok rendszerint magános rost formájában kilépnek. Fa-

alakban szétágaznak az iris stromájában, anélkül, hogy a stroma iridis kötőszöveti sejttjeivel belsősegesebb kapcsolatba lépnének. Ezeket a fonalak szétágazásait kell tartanunk az iris érző végrendszerének. Sajátságos betokozott érző végződést egy esetben sem sikerült kimutatni. Az iris beidegzése fajoként eltérő képet ad. Különbségek jelentkeznek az idegrörzsek vastagságában, ezek lefutásában és főleg a szétágazások gazdagságában. Az egyik leggazdagabban beidegzett irisnek tartom a patkányok irisét, ahol a vékony irisszövetet, amely totalisan is vizsgálható, igen gazdag fonadékrendszer járja át. /XIX. tábla, 3. ábra./ Mint minden totalis készítményen itt is tökéletesen megfigyelhető az idegek lefutása és szétágazása. Binocularis mikroszkóppal 16 vékonyabb vastagabb ideget láttam belépni a plexus ciliarisból a patkány irisének stromájába. Az idegek először annak hámalatti laza kötőszövetében ágaztak szét, tágszemű idegfonadékot alkotva. Mélyebbre hatolva szétoszlottak és a sima izomnyalábok feletti fonadékot alkották. Különösen a musculus sphincter feletti fonadék rendkívül gazdag. Nagyon jól elkülönültek a varixos vastag rostok is a patkányok irisében. /XIX. tábla, 4. ábra./ A másik gazdag iris beidegzést a nyul szemeknél találtam. Főleg az albino nyul irisén látszik jól, hogy a stroma iridiből és az izomnyalábokból alig látszik valami, csak idegtörzsek, idegrostok és véredények láthatók némelyik metszeten. /XIX. tábla, 5. ábra./ A legkomplikáltabb és legsűrűsbb beidegzésű az emberi szem irise. A fajra jellemző bélyeg a fonadékok sűrűsödése. /XIX. tábla, 6. ábra./

Az elülső hám és a pars iridica retinae alatti kötőszövetben összefüggő, sűrűszemű fonadék alakul ki. A musculus dilatatorok és a musculus sphincter pupillae feletti fonadék is bonyolultabb szerkezetűnek látszik és az izomsejtek ideggel való kapcsolata is bensőségeesebb, gyakoriak a kis végfejes végződések. A vastag érző jellegű varicosus rostok száma is több az ember szemben, mint az emlősnél. Az iris szerkezetében résztvevő pigmentsejtek alakja és száma az a bélyeg, amely fajonként jellemez. /XVIII. tábla, 1-4. ábra./ A pigmentsejtek száma különösen sok a disznónál, de a macskánál, kutyanál, sőt az embernél is sok. A pigmentsejtek csak az albino típusu szemekben hiányoznak, épe ezért ezek a szemek a legalkalmasabbak az idegszövettani vizsgálatokhoz.

A musculus ciliaris szövetelemei közé számos, kisebb nagyobb idegtörzs lép át a gyűrűsen elhelyezkedő plexus ciliarisból. Az idegtörzsek az izomnyalábok felett gazdagon szétágazódnak. Igen gazdag sűrű beidegzést láthatunk a musculus ciliaris sima izomsejtejei felett és között. /XX. tábla, 1. ábra./ A ciliaris izomban szétágazódó törzsekben feltűnően sok a vastag idegrost. Jóval több vastag idegrost fordul elő ezekben a törzsekben, mint az iris területére lépő idegekben. A vastag idegrostok végét azonban az ember musculus ciliarisának területén látjuk feltűnően sűrűn. /XX. tábla, 2. ábra./ A legtöbb emlősnél csak gazdagon szétágazódó vastag idegrostokkal találkozunk a ciliaris izom simaizom nyalábjai között. A rostok végágai azonban kifelé a skléra felé húzódnak. Ezek a vastag rostok

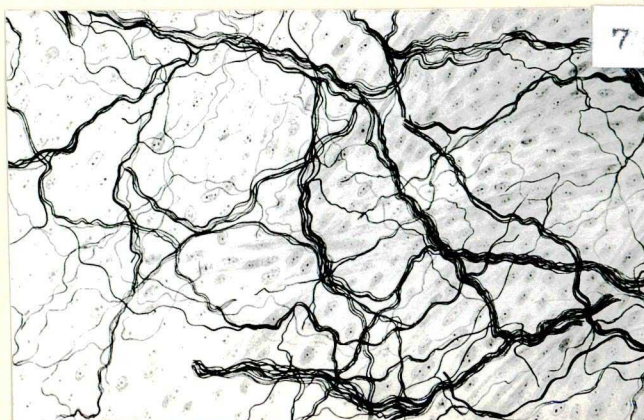
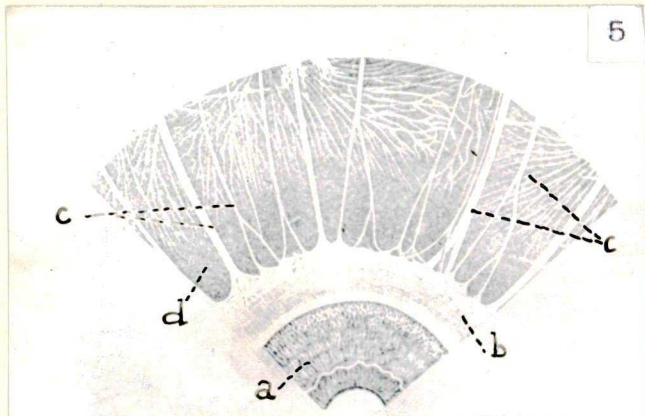
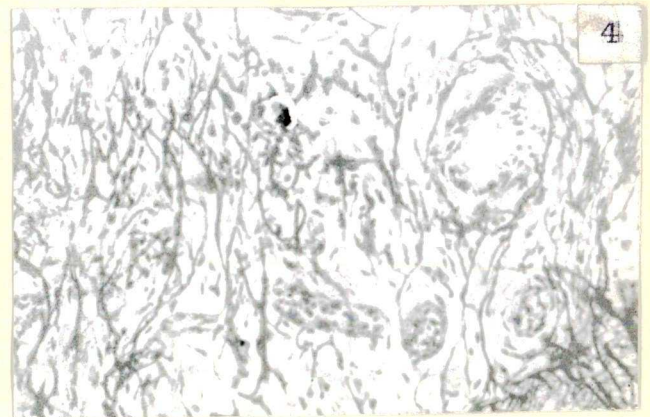
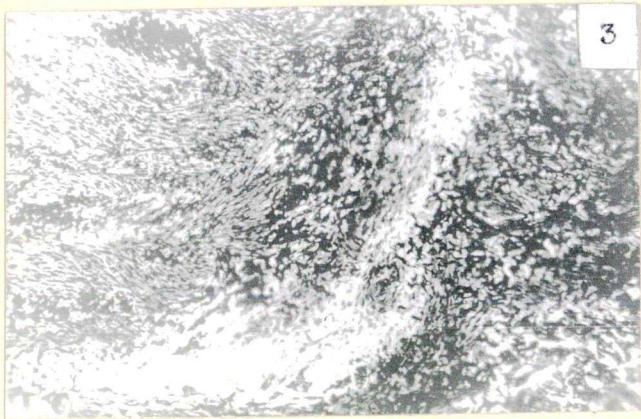
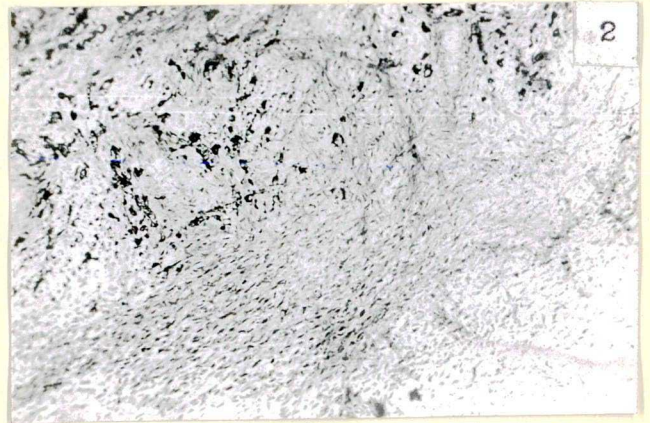
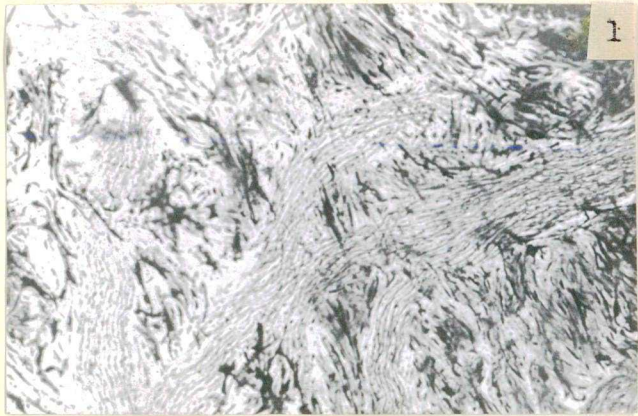
végágai alkotják a lamina fusca és a skléra különleges érző rendszereit, amelyek az emlősök egyes fajainál /szarvasmarha, juh, őz, szarvas/ sűrűn egymás után helyezkednek el. E végződés ek morfológiai szerkezete fajonkénti sajátos eltérése és fiziológiai értelmezése intézetünkben végzett vizsgálatok eredményét képezi /11/. A tulajdonképpeni musculus ciliarist beidegző fonadék valamennyi vizsgált fajnál igen gazdagnak mondható. A musculus ciliaris sima izomsejtjei között olyan sűrű az idegfonadék, hogy az idegrostok nagyszámától alig látszanak a simaizom sejtek. /XX. tábla, 1. ábra./ A simaizom sejtekhez csak vékony idegrostokat láttam kapcsolódni. A végződés formája minden esetben kisebb nagyobb méretű véggömbök, végfejek, végkarikák alakjában a leghatározottabban kiképzett végződésformákat mutatják. Valamennyi vizsgált fajnál kimutatható a musculus ciliaris igen gazdag beidegzése, de az őz, szarvas, juh és a szarvasmarha-félék ciliaris izmában különlegesen sűrű az idegfonadék. Egy-egy vékony 10-15 mikronos metszeten is alig lehet látni az idegrostoktól a simaizom sejteket. Ez a négy felsorolt emlősfaj és az ember szem musculus ciliarisa az a hely, ahol a legtökéletesebben előtűnnek az idegrostok végződései. /XX. tábla, 3-6. ábra./ Mivel sok rost vesz részt a fonadék alkotásában, ennek megfelelően a végzódések száma is nagyon sok. Egy látómezőben százszoros nagyítással nézve 10-12 véggyűrű is jelentkezik. Különösen sok jól képzett gömb és gyűrű formájában jelentkezték a végzódések az őznél és szarvasnál. A cholin-esterase aktivitása is bizonyítja, hogy e végzódések a para-

XVIII. tábla

M A M M A L I A

1. ábra. *Bos taurus*: pigmentsejtek a stroma iridisben;
Mikrofénykép.
2. ábra. *Canis familiaris*: pigmentsejtek a stroma iri-
disben. Mikrofénykép.
3. ábra. *Cervus cervus*: pigmentsejtek a stroma iridisben;
Mikrofénykép.
4. ábra. *Ovis aries*: pigmentsejtek a stroma iridisben.
Mikrofénykép.
5. ábra. Az iris és plexus ciliaris anatómiája.
/ séma / a-iris, b-plexus ciliaris
c-idegek, d-chorioidea. Rajz.
6. ábra. *Lepus cuniculus*: hullámos lefutású idegtörzsek.
Mikrofénykép.
7. ábra. *Lepus cuniculus*: Plexus ciliaris. Mikrofénykép.
8. ábra. *Homo sapiens*: Plexus ciliaris. Mikrofénykép.

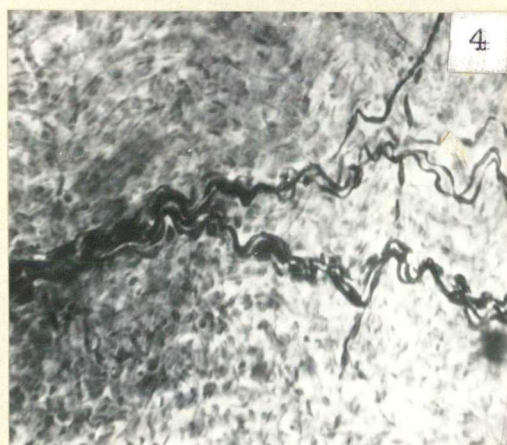
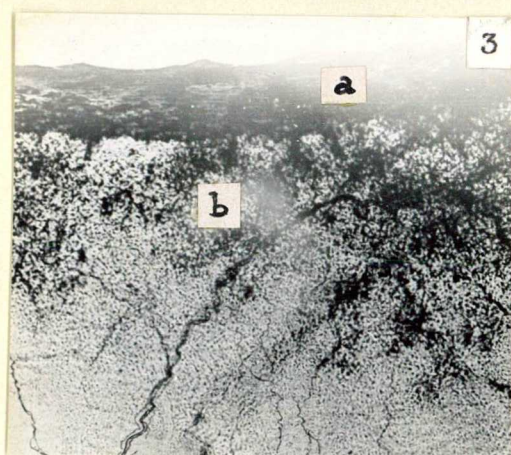
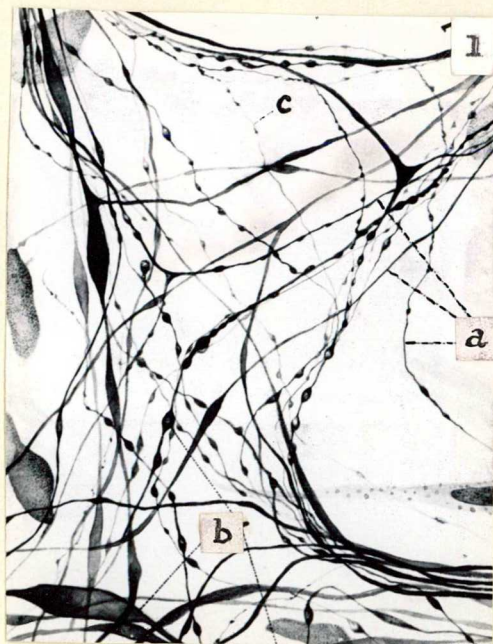
¹
XVIII. TABLA.



XIX tábla
M A M M A L I A

1. ábra. *Ovis aries*: idegfonadék az irisből. a-idegrost
b-varix, c-vékony rost, d- kötő-
szöveti sejtmag. Rajz.
2. ábra. *Ovis aries*: idegfonadék az iris simaizomsejtjei
között. a-idegrost, b-varix, c-sima-
izomsejtmag. Rajz.
3. ábra. *Rattus rattus*: iris. a-musculus sphincter pupillae,
b-stroma iridis. Mikrofénykép.
4. ábra. *Rattus rattus*: idegtörzs a stroma iridisben.
Mikrofénykép.
5. ábra. *Lepus cuniculus*: idegfonadék a stroma iridis-
ben. Mikrofénykép.
6. ábra. *Homo sapiens*: gazdag idegfonadék a musculus cilia-
risban. Mikrofénykép.

XIX. TÁBLA.



sympathicus idegrostok végformái.

Az emlősök belső szemizmainak beidegzési problémáit vizsgálva az idevonatkozó irodalmi adatok ismeretében három jelentős kérdés merül fel. 1/ Milyen eredetűek a belső szemizmok idegrostjai. 2/ Vannak-e idegsejtek a belső szemizmok idegfona-dekaiban. 3/ Vannak-e, és ha igen, milyenek a belső szemizmok végződésformája.

Az idegrostok eredete. Az újabb irodalmi adatok /22, 32, 42, 55/ e kérdésre vonatkozóan majdnem egyhangúan igazolják, hogy a belső szemizmok idegei a ganglion ciliareből kilépő postganglionaris rostokból szedődnek össze, amelyekhez kapcsolódnak a trigeminus ramus nasociliarisából származó érző rostok. Ezek mellett számolnunk kell a belső szemizmok beidegzésénél a ganglion cervicale supremumból származó véredényekhez tartozó sympathicus rostokkal is. Ezen eredményeket és a Langley óta sokat vitatott sympathicus és parasympathicus kettős beidegzést e területen meggyőzően erősítik a kísérleti eredmények. /10, 25, 39/ Clark /25/ macskán végzett átvágási kísérletei beigazolták, hogy a musculus sphincter pupillae a ganglion ciliareből jövő tehát parasympathicus vegetatív rostok idegzik be, a musculus dilatator a ganglion cervicale supremumból érkező sympathicus vegetatív rostok. Megerősítik ezeket az adatokat Stotler /59/ eredményei, amely szerint a ganglion ciliare kiirtása után degenerálódnak a ciliaris izmok és a musculus sphincter pupillae idegei. A ganglion cervicale supremum kiirtása után az iris tágitó izmainak

idegein tapasztalható a degeneratio. E megnyugtatató feleleteknél azonban szeretném a figyelmet felhívni arra, hogy a különböző fajú emlősöknél a ganglion ciliare szerkezetében igen sok eltérés tapasztalható. A duc mikroszkópikus és makroszkópikus szerkezetében a duc gyökereinek a kérdésében sok ellentmondó adattal találkozunk. Vannak akik háromgyökerű, kevert ducnak tartják az emlősök ganglion ciliarejét /30, 31, 42, 62/, mások tisztán parasymphathicusnak /23/. A kutyák ganglion ciliarején végzett vizsgálataimban ez utóbbit találtam indokoltnak /58/. Vannak, akik felveszik annak a lehetőségét is, hogy a ducon átmennek a nervus oculomotorius synapticusan meg nem szakadó rostjai /22, 31/. Mindezek a feltevések arra engednek következtetni, hogy az idegrostok eredetének kérdésére végleges választ csak akkor kapunk, ha minden emlős állatban megismerjük a ganglion ciliare szerkezetét.

Idegsejtek. Az emlősök belső szemizmaira vonatkozó irodalmi adatok nagyrésze megegyezik abban, hogy a plexus ciliarisban és az iris és corpus ciliare gazdag fonadékaiban idegsejteket irnak le. Meyer és Andogski közölték ezt először és alátámasztották a megállapításokat Agababow, Stepanow, Münch, Leontowisch és Ernyei vizsgálatai is. Andogski bi- és multipolaris idegsejteket közölt a ciliaris nyujtványok fonadékából. /2/ Stepanow csak kevés számú, Agababow nagyszámú idegsejtekről ír. Agababow a szem hátyáinak beidegzését tárgyaló az addigi irodalmi adatokat átölelő munkájában /3/ a chorioidea, iris és a corpus ciliare egész területéről közli az idegsejteket. Leontowisch

fehér nyul iriserein megjelenő kétféle idegfonadéokban Álle -
pitotta meg az idegsejtek jelenlétét. Münch az iris stroma
sejtjeit két csoportra osztja, pigmentes nagy sejtek, erő-
sen fejlett nyulványokkal és nem pigmentes kis sejtek, nagy
maggal és kevés protoplasmával. Ezeket a kis sejteket ő
idegsejteknek tartja és a sympathicus rendszerhez sorolja.
Az idegsejtekben gazdag plexus ciliarist bizonyítják a
jól ismert kézikönyvek is /42,49./. Csak legujabban kez-
denek a felszínre kerülni azok a vizsgálati eredmények,
amelyek az idegsejtek létezését tagadni merik. Retzius
igaz hogy már 1893-ban kimondta, hogy a sem az irisben,
sem a ciliaris testben nem találhatók idegsejtek, de ez
megállapítást csak napjainkban kezdik elismerni, amikor
a kísérletes vizsgálatok is e tényt támasztják alá. A
legmeggyőzőbb Szentágothaiék vizsgálata /1953/, akik az
orbitába belépő valamennyi szemideget átvágták a patkány-
nál és az ennek következtében előálló degenerációkat vizs-
gálták. Megállapították, hogy a degenerálódás során vala-
mennyi ideg lassanként eltűnik, de ezután sem lehet talál-
ni patkányok plexus ciliarisában idegsejtet.

Ezt a kísérletes eredményt erősítik meg a Biel-
schowsky-Ábrahám-féle módszerrel végzett ezüstözési vizs-
gálataim. Egyetlen esetben sem találtam sem a plexus
ciliaris, sem az erek gazdag fonadékában idegsejteket.
Münch azon véleményét, hogy a stroma sejtjei között sym-
pathicus idegsejtek volnának, teljesen elfogadhatatlan
álláspontnak tartom. A kötőszöveti sejtek embryológiai
fejlődése, morfológiai és fiziológiai sajátosságai kizárják

annak a lehetőségét, hogy ezeket valamiképpen is idegsejtekkel azonosíthassuk. Éppen ezért elvetendő mindazok a vizsgálati megállapítások, amelyek emellett szólnak, hogy a kötőszöveti sejtek - bárhol is a szervezetben - idegsejt jelleggel bírnak. Véleményem szerint, mindazok a vizsgálati eredmények, amelyek alapján a belső szemizmok területén idegsejtek vannak, téves értelmezésen alapszanak. Valószínűleg a kötőszöveti - vagy a pigment-sejtek, vagy a Schwann-féle sejtek metszeteiken kapott formái, esetleg a műtermékek téves értékelései eredményezik ezeket a megállapításokat.

Végződés. Az eddigi vegetatív idegrendszerrel foglalkozó adatok nem egyeznek meg a vegetatív idegrendszer végződéseinek kérdésében. Az erre vonatkozó vizsgálatok nagyon hamar kiterjedtek a belső szemizmok idegrostjainak a végződéseire is. E területen arra a végkonklúzióra jutott a legtöbb e problémával foglalkozó kutató, hogy idegfonaadékokban, vagy ideghálózatokban látják a végződéseket. Ilyen idegfonaadékokról beszélt először Stepanow /cit.4./, aki a fonaadékok között megkülönböztet vasomotoros és sensibilis fonaadékokat. Andogski /2/ szerint az iris elülső felszínének fonaadéka, mint egységes érző idegvégapparátus fogható fel. Agababow /4/ a corpus ciliare beidegzésének a vizsgálatánál motorikus végkészülékeket, érző idegvégeket és a lamina fusca illetve a supra-chorioidea végkészülékeit közli. A motorikus végkészülékeket pericellularis hálók formájában látja. A sejtek felszínén az idegrostok egymással kapcsolódnak és így idegfonaadékokat alkotnak.

Minden izomsejt nagyon finom idegrostokból alkotott hálóval van körülvéve és a szomszéd sejtek hálói két-három rost által összevannak kapcsolva. Az éréken is egy perivascularis hálózatról beszél. Csak az érző végződéseket tartja önálló végeknek, amelyek az által jönnek létre, hogy a vastag rostok a velőhüvelyüket elvesztik és szétágaznak. Az általa ismertett negyedik végforma ismét hálózatos típusu. Finom varixos rostok alkotják a supra-chorioides véghálóját, amely az egész lamina fusca szövetét átjárja.

Boeke /14, 17/ az általa ismertett "Grundplexus"-t közölte a belső szemizmok beidegzésében. Ebben a grundplexusban a fibrillák hálószerűen összefüggnek. E háló vége az "Endnetz", amelyet a simaizom sejtek plasmájában egy periterminalis háló a "periterminal Netz" vesz körül. Az utóbbi intreplasmatis hálót már nem tartja idegeredetűnek, ultra-terminalis argentophil rostok alkotják. Boeke a harántcsikolt és a simaizom sejtekre egyaránt hirdeti e végformát a legkülönbözőbb szervekben /15/. Sok irányú vizsgálatai után olyan következtetést vont le, hogy minél jobban összehangban dolgoznak az izmok, annál inkább megmarad a plexiform beidegzés, amint látható ez a szívben és ereken. A nagy kiterjedésű összefüggés biztosítja csak a tökéletes összehangolást. E hálózatos beidegzés megmarad egyes szervekben és egyes esetekben az egész életen keresztül /pl. a majom iris, /14/, másutt pl. a madarak irise esetében /15/, a fejlődés folyamán a rostok önállósulnak és ennek követ-

keztében jelennek meg az innervatióban a motorikus végződések. Hálózatos ugynevezett syncytialis beidegzést közölte Schimert /56/ is, a patkányok iriséből. Az általa leírt végforma ismét új jellegű. Syncytialis idegvégapparat járja át az iris egész stromáját és ereit. Hálószerűen összefüggő syncytium rendszer a Stöhr-Reiser által ismertett terminalreticulum is, amelyet ők és iskolájuk mindenféle simaizom szövet általános végformájaként hirdetnek.

A végzódések számát és helyét illetően is különböző a vélemény. Clark /cit.15./ szerint minden izomsejten van végződés, amely nem intraplasmatikus. Boeke /15,18/ véleménye szerint a protoplasmában vannak a végzódések.

Ezek szerint úgy láttam, hogy az irodalom adatai eddig mind megegyeznek abban, hogy fonadékok, vagy hálórendszerek által beidegzetteknek tartják az iris és a musculus ciliaris sima izomszövetét, amelyben végek nem találhatók. Vizsgálataink értelmében azonban úgy az iris, mint a musculus ciliaris beidegzésében arra az álláspontra jutottunk, hogy vannak végzódések. A vastag rostok végei egyáltalán nem jelenthetnek kétséget. Tihova /64/ átvágási kísérlete és morfológiai eredménye a macskán meggyőzően igazolja, hogy a trigeminus érző rostok faalaku szétágazásai megtalálhatók a belső szemizmok beidegzésében és érdekes az a megfigyelése, hogy egyoldali átvágás után mindkét szemben jelentkezik degeneratio. Az érző rostok útja minden emlősnél makroszkóposan is kiboncolható a szemgolyóba lépésig és a végzódések határozott végformákban jelentkeznek az iris stromájában, a musculus ciliaris izomnyalábjai közötti és feletti kötőszövetben és különösen gyakoriak

a lamina fusca közelében. A végződéses minden esetben a vastag rostok faalaku szétágazásai, egyes esetekben azért, hogy a végrostok befelé hajlanak, gomolyszerűek. A lamina fusca közelében a szétágazódó végrostok végén megjelennek a neurofibrillaris véglemezek. Jól megfigyelhető ez az őz, szarvas, szervasmarha, nyul lamina fuscája közelében. Mivel legtöbb esetben a vastag rostok egészen a végükig követhetők nem lehet kétségünk aziránt, hogy ezek végek, a vastag érző rostok végződésai. /XX. tábla, 2-4. ábra./

A vékony rostok végeinél is a szabad végződéses mellett kell döntenünk. Az izomsejtek felett illetve között húzódó idegrostok végei egyes esetekben a legteljesebb végfejeket, véggyűrűket találhatjuk. /XX. tábla, 3,5,6. ábra./ Különösen sok vég tűnik elő az őz, szarvas, juh és az ember musculus ciliarisának sima izomsejtjein. A véggyűrűnek az egyes esetekben való előtűnésének okát véleményem szerint itt is csak az ezüstöző vegyszerekben és az anyag rögzítés előtti biokémiai állapotában kell keresnünk. Azt a tényt, hogy csak a musculus ciliaris területén mutatkoznak a végződéses különösen meggyűző formában, azzal magyarázom, hogy ez az izom lazább szerkezetű, mint az iris és így könnyen egész vékonyra metszhető. A végek ugyanis csak nagyon vékony, legfeljebb 10 mikronos metszeteken tűnnek elő. Az iris simaizom nyálábja jóval tömöttebb szerkezetűek és a felettük lévő fonadék igen sűrű. A fonadékot alkotó idegrostok erősen varicosus szerkezete nagymértékben nehezíti a végződéses megkeresését.

Nem tartom kizártnak, hogy az iris sűrű és zárt idegfonadékaiknak is szerepe lehet az iris beidegzésében és ennyiben kissé eltérhet a musculus ciliaris beidegzésétől, de mégis erre az álláspontre helyezkedem, hogy az iris fonadékaiban is a rostoknak végződnie is kell, ha ezt nem is tudjuk kimutatni a legtöbb esetben. Ugyanazt a véleményt vallom, amit Ábrahám /9/ a legkülönbözőbb szervek vegetatív beidegzését tárgyaló munkájában közöl, miszerint a vegetatív idegrendszer rostjai is végződnek. Ugyanezen eredésű és ugyanazt a funkciót végző idegrostok két teljesen összefüggő szervben, mint például az iris és a musculus ciliaris esetében nem végződhetnek kétféleképpen.

Ha az emlősök belső szemizmainak végződéseire vonatkozó adatokat a kapott eredményeimnel összevetem a következők a megállapításaim. Elismerem, hogy a két belső szemizom beidegzésében idegfonadékok találhatók, mégpedig két főfonadékot különböztetek meg az alkotásában résztvevő különböző eredésű idegrostok alapján: 1/ a tulajdonképpeni belső izmokhoz tartozó fonadékot és 2/ a véredények fonadékát. Az első két fő részre különül, az iris és a musculus ciliaris területére eső fonadékokra. Az iris szövetében helyezkednek el az irisstroma laza és a musculus sphincter pupillae egységes, és a musculus dilatator pupillae szétszórt azonos eredésű fonadékrendszerei. A musculus ciliaris fonadékaai egy felső sűrű és egy a lamina fuscán fekvő laza rendszert alkotnak. A véredények fonadéka tisztán vékony rostokból álló idegtörzsek sűrű rendszere, amely a tulajdonképpeni belső szem-

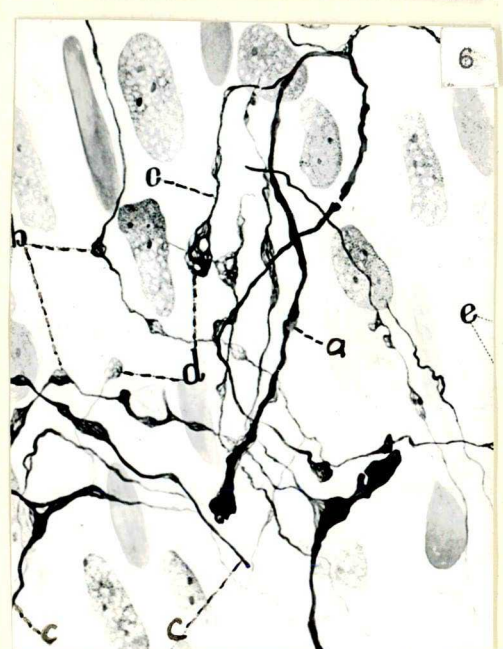
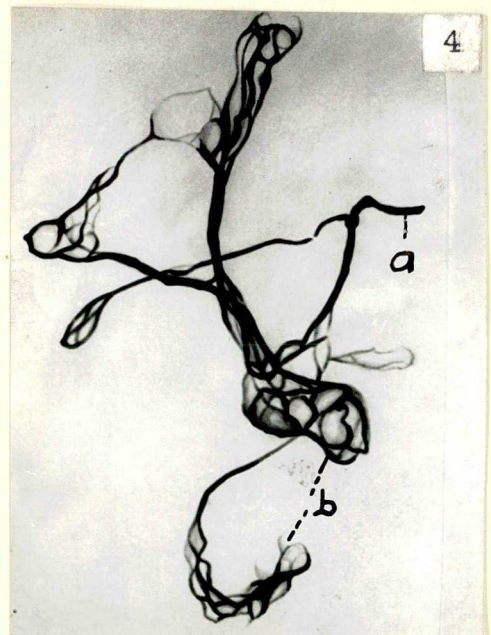
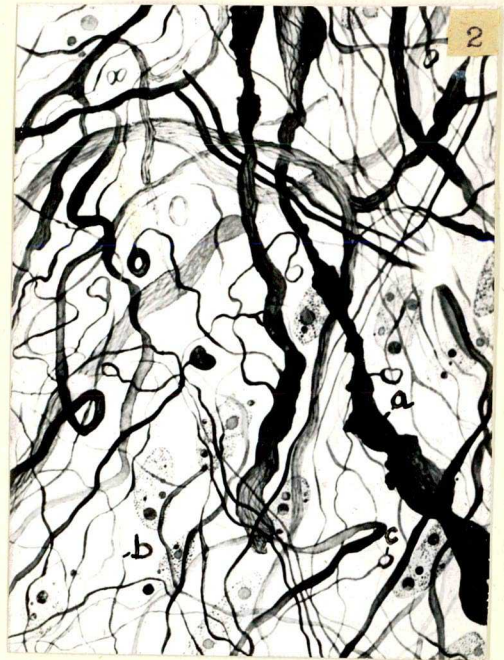
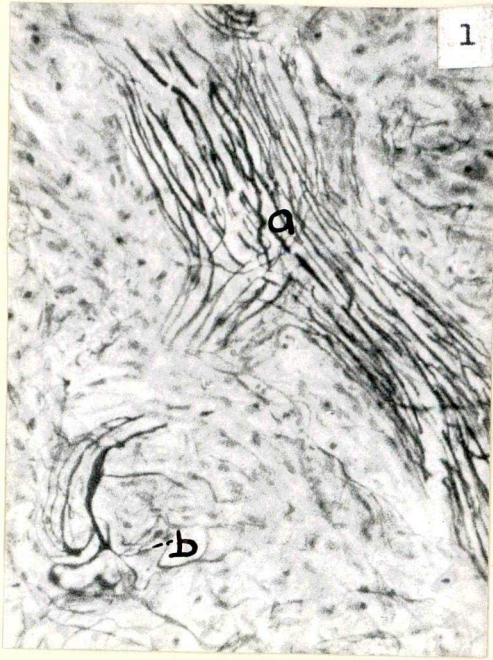
izmokat beidegző fonadékokkal nincsen összefüggésben. Mind-
a kétféle fonadékot alkotó idegrostok a fonadékokban vég-
ződnek is. A vastag rostok faalalku szétágazásokkal, a vé-
konyak végfej vagy véggyűrű formájában végződnek. Ezzel
a megállapítással módosítani szeretném az idevanatközö
irodalmakat, amennyiben a leghatározottabban a végek mel-
lett foglalkozást a belső szemizmok beidegzésében. A
fonadékok nem végrendszerek, ezekben a végrostok végén
végződéseket találunk úgy a tulajdonképpeni belső szem-
izmokat idegző, mint a véredények fonadékaiban. Mind-
azokat az irodalmi adatokat, amelyek nem fonadékos, hanem
hálózatos beidegzést közölnek, olyan értelemben, hogy a
végrostok hálószerű continuitásban összekapcsolódnak, a
leghatározottabban cáfolnom kell. A legerősebben cáfolom
a Stöhr-féle terminalreticulumos beidegzést, de emellett
az Agababow-féle hálózatos beidegzés is módosításra szo-
rul. Stepanow, Andogszki eredményeit a régi vizsgálati
módszerekkel kapott képek túlzott magyarázatainak tartom.
A Boeke-féle grunóplexusnál a végek kérdésében nem tudok
erővel érteni. A Schimert-féle syncytialis rendszernél csak
az elnevezés zavarára szeretnék rámutatni. Ábrai és érté-
kelése alapján úgy látom, hogy ő ugyanazt a fonadékrend-
szert érti syntitiunak a patkány szem irisében, amit mi
is találtunk, amely fonadékban az idegtörzsek, majd szét-
ágazásaik után a vékony és vastag rostok és végágaik
egymás felett és alatt futva gazdag csak per contiguitatem
kapcsolódó rendszert /plexus/ alkotnak. Sőt munkája végén
a vég létét is felveszi, amikor azt írja, hogy a Schwann-
féle sejtek magvai tartalmazzák az iris idegeinek intra-

XX tábla

M A M M A L I A

1. ábra. Homo sapiens: a musculus ciliaris beidegzése.
a- idegtörzs, b- érző végződés
Mikrofénykép
2. ábra. Homo sapiens: a musculus ciliaris idegvégződé-
sei. a- vastag rost, b- vékony
rost, c- végkarika. Rajz.
3. ábra. Cervus cervus: a musculus ciliaris beidegzése.
a- vastag rost, b- vékony rost,
c- végkarika. Rajz.
4. ábra. Bos taurus: érző végződés a lamina fusca-ból.
a- végrost, b- neurofibrillaris hálók.
Rajz.
5. ábra. Capreolus capreolus: a musculus ciliaris beideg-
zése. a- vastag rost, b- vékony rost,
c- végződések. Rajz.
6. ábra. Bos taurus: a musculus ciliaris idegvégződései.
a- vastag rost, b- varix, c- végrost,
d- végződés. Rajz.

XX. TABLA.



plasmátikus végágai. Az újabb vizsgálatok nyomán a syntitium, reticulum, illetve hálózat név alatt csak azt a végződésformát értjük, amikor a végrostok egymással per continuitatem kapcsolódnak összefüggő hálórendszeret alkotva. Ilyen végforma azonban nem létezik a belső szemizmok beidegzésében. A végzódések helyzetére vonatkozóan az a véleményem, hogy intraplasmátikusan /hypolemmalisan/ és epilemmalisan a simaizomsejtek felületén egyaránt találhatók végzódések. Ennek a kérdésnek a pontosabb eldöntését az elektronmikroszkópos vizsgálatoktól várjuk. Arra a kérdésre, hogy a simaizomsejtek mindegyike külön-külön véget kap-e vagy az izomsejtek koordinált összműködése is szerepel, a musculus ciliaris izomsejtjeinek végzódései alapján a külön vég mellett kell döntetünk. Néha olyan sűrűn helyezkednek el ezek a végek, hogy az a látszat, miszerint egy izomsejten több végződés is lehetséges.

Az iris és a musculus ciliaris makroszkópos és mikroszkópos anatómiájának és beidegzésének összehasonlító értékelése

A belső szemizmok a vizsgált classisokban a fejlődési fok és az életmód változtató hatása következtében több tekintetben eltérnek. Összehasonlító vizsgálataim során elsősorban megállapíthattam azt, hogy a belső szemizmok szerkezete és fejlettsége sokkal inkább mutatja az

életmód átalakító hatásait, mint a fejlődéshozta tökéletesedést. Ezt bizonyítja az osztályok összehasonlításánál az a megfigyelés, hogy a jól repülő és a legélesebb látásnak tartott madarak irise és musculus ciliarisa mutat legfejlettebb szerkezetet. De az életmód változásokat hozhat egy csoporton belül is a belső izmok fejlettségében. A legjobb példa erre az emlősök classisa, ahol az iroda-lom adatai szerint is megállapítható, hogy a Cetaceáknál teljesen viesszafejlett állapotban vannak a belső szem-izmok. A többi ordók között is van különbség, amelyet saját megfigyeléseimmel is megerősíthetek. A vizsgált fajok között például a szarvas belső szemizmái jóval erősebb fejlettségűek, a musculus ciliaris mélyebben behatol a corneoscleralis szél szövetébe és sokkal több ideggel ellátott, mint az ugyanabba az ordóba tartozó szarvasmarháé. A vadnyul belső szemizmái differenciáltabbak és fejlettebbek, mint a házi nyulé. A Carnivorák irise és musculus ciliarisa egészen eltérő szerkezetet mutat az Insectivorákéval összehasonlításban. Ugyan ilyen eltérések tapasztalhatók az alsóbbrendű csoportokon belül is. Egy azonos súlyu harcsa és a ponty szem belső szemizmaát összehasonlítva a harcsáénál majdnem teljes csökevényesség állapítható meg. A halak, békák és a hüllők fajainál is többféle eltérést hoz az életmód az belső szemizmok makroszkópos és mikroszkópos szerkeztében csak a szemek kicsisége és erős pigmentáltsága miatti vizsgálati nehézségek okozzák az erre vonatkozó hiányos megállapításokat.

A belső szemizmok anatómiájának, szövettanának és beidegzésének vizsgálata során az összehasonlító adatok a következőképpen alakulnak.

Iris. Megjelenik mind az 5 classisban, különböző méretű, vastagságu és szerkezetű gyűrű formájában. A méret és a vastagság a szem nagyságával nincsen arányban. Ugyanazon méretű hal és emlős iris között feltűnő a különbség. Nagyjából az a helyzet, hogy az iris felfelé mindinkább erősebbé, vastagabbá és szerkezetében komplikáltabbá válik. Kiugrást jelent a madarak csoportja, ahol viszonylag vastag irissel találkozunk. Néhány példa és főleg a szem méretéhez viszonyított számok ezt kifejezésre juttatják.

/8. táblázat./ Az iris szerkezete a halaktól felfelé az emlősökig nagyjából mindenütt réteges. Hám, lazarostos /legtöbbször festékes/ kötőszövet, simaizom szövet, lazarostos kötőszövet és a pars iridica retinae egymás után következnek előről hátrafelé. A réteges szerkezet csak az emlős és az ember szem irisében szűnik meg, ahol a simaizom nyálábok csoportokban, a pigmentsejtek illetve pigment szemek az egész iris stromájában szétszórtan helyezkednek el.

Musculus ciliaris. A lencse működést szabályozó accomodációs képesség fontos szerve. A halaknál még hiányzik, felfelé fokozatosan erősebbé és differenciáltabbá válik. Izomnyálábjaiknak irányában és portióinak számában mutatkozik jelentős eltérés, amely inkább az életmóddal, mint a fejlettségi fokkal van szoros kapcsolatban. A békáknál csak két nyáláb képviseli a musculus ciliarist. A hüllők-nél kettős, a madaraknál háromas gyűrűsen rétegzett musculus ciliaris után legerősebben eltér az emlősök két portióból álló tömött és vastag ciliaris izomrétege.

A musculus ciliaris tiszta izomszövet, amelyet kevés kötőszövet kapcsol egységes szervvé. Vér- és idegellátása az irishez hasonlóan csoportonkénti és főleg életmód hozta eltéréseket mutat.

Izomszövet. A halak, kételtűek és a hullók legtöbbikének simaizom szövete után erős kiugrást jelent a varanusz és a madarak irisét és musculus ciliarisát alkotó izomrostok harántcsikolt rostokká való változása. Működés tekintetében ugyanazt a feladatot töltik be a harántcsikolt izomrostok is, mint a sima izomsejtek és idegeinek eredete is azonos. Valószínű az életmód alakító hatására a simaizom sejtekből alakultak át a komplikáltabb és differenciáltabb fokot jelentő harántcsikolt rostok. Az átalakulás filogenetikai és ontogenetikai bizonyítékát látom abban a megfigyelésben, hogy a varanusz irisében még alig látható a csikoltság, a madaraknál viszont minden esetben jól látható. Emellett a madarak belső szemizmáinál sok elágazó harántcsikolt izomrosttal is találkozunk, amint azt először Boeke közölte. Érdekes az is, hogy a madár embrio és egészen fiatal állat irisében kevesebb elágazó izomrostot figyelhetünk meg, mint a felnőttében, és minél fiatalabb a madár az iris rostjainak harántcsikolata annál kevésbé látszik.

Pigmentsejtek. A szem színét adó pigmentsejtek illetve szemek csak az iris elülső kötőszöveti rétegében helyezkednek el. a legtöbb állat esetében, az emlősöknél az iris stromájában szórtnak. A pigmentsejtek alakja, nagysága és száma nemcsak csoportonként, de fajonként is eltéréseket mutat, amit néhány adat jól bizonyít. /9. táblázat.

Míg a halaknál és a békáknál a nagyméretű pigmentsejtek az uralkodók, felfelé a pigmentsejtek a szem-mérethez képest már nem olyan nagyok és a sejtek mellett jellemző az apró pigmentszemek is. Az a tény, hogy az albino állatok kivételével mindenütt szép számban előfordulnak, fontos élettani feladatuk morfológiai bizonyítékát adják. A ragadozó állatok szemében jóval több a pigment, mint a háziállatokéban. Ez különösen jól megfigyelhető a madarak és az emlősök irisében.

Véredények. A belső szemizmok vérellátása felfelé fokozódik és az emlősöknél éri aetőfokot. A szemméretével bizonyos arányt mutat a vérellátottság /6. táblázat/, de nem egészen a fejlődési foknak megfelelő, inkább az erősebb használat fokozó szerepére lehet itt is ráismerni. Legjobban bizonyítja ezt az éjjeli ragadozók, általában a ragadozó madarak belső szemizmainak gazdagabb vérellátása. Az iris véredényeinek száma minden csoportban jóval több, mint a musculus ciliarisban. A madarak musculus ciliarisának véredény gazdagsága az összes csoporttól eltérő. A vérellátás szerkezeti különbségét megfigyelhetjük abban, hogy a halaktól az emlősökig egy arteriosus gyűrű van s ebből sugarasan szétágazódó kis arteriák. Az emlősöknél és az embernél viszont már kettős gyűrű van és ezek vékony összekötő ágakkal egymáshoz kapcsolódnak, amely komplikáltabb szerkezet valószínű a vér-ádagolókéesség fokozódását is hozza.

Idegellátás. A belső szemizmok idegeinek eredete minden csoportban a ganglion ciliareből kilépő parasympathicus, oculomotorius, postganglionaris rostokból és a trigeminus eredetű érző rostokból adódik. A halaknál bár nem találtam

meg a ganglion ciliaris olyan formában, mint a többi csoportban, mégis valószínűnek tartom, hogy szerkezetileg ott is ugyan ez a helyzet, csak annyiban van eltérés, hogy itt a ciliaris dúc nem önálló, hanem a trigeminus dúc-komplexumához van kapcsolva. Vizsgálataim szerint a postganglionaris rostokhoz minden csoportban csak a dúc után kapcsolódnak a trigeminus eredetű érző rostok. Mint kevert idegek érik el a szembolyt, amelyben különböző számú idegággal lépnek be. Erős eltérés van csoportonként az idegek utjában. A skléra szövetében húzódnak le az iris és a musculus ciliaris határig, /hal, bika/ a skléra és a chorioidea között /hüllők és madarak/, a skléra és a chorioideában egyaránt /emlős és ember/. Az iris és a musculus ciliaris határánál a gyík, varanus, madár, emlős és az embernél gazdag fonadék, plexus ciliaris alakul ki. A fonadék gazdagsága felfelé fokozatosan nő, legkomplikáltabb szerkezetű az embernél.

Beidegzés. A plexus ciliarisból belépő idegek az iris és a musculus ciliarisban szétágazódnak és ágrostjaikkal kapcsolódnak a szövetelemeikhez. A beidegzési képek classisonként és ordonként erősen eltérő szerkezetet mutatnak, mint ezt az osztályok és az ordók értéklésénél ismertettem. Egy csoporton belül fajonként is erős eltérések tapasztalhatók. Ezek a fajonkénti eltérések a halak, madarak és az emlősök csoportjaiban különösen feltűnők. Az eltérések oka az életmód hatásában keresendők. A beidegzési képekre jellemző erősen varicosus rostok csak a halak és emlősöknél, erősen hullámos lefutású idegtörzsek csak az emlősök egyes fajaiban /nyúl, macska/, neurofibrillaris fellazulás a vastag rostokon

csak egyes madár /héjja, pulyka/ fajok belső izmainak beidegzésében fordultak elő. Az iris beidegzése minden csoportban komplikáltabb szerkeztet mutatott, mint a musculus ciliarisé. A ragadozó madarak és egyes emlős /Bovidae család és az ember/ musculus ciliarisának beidegzése jóval gazdagabb, mint az ordójában illetve classisában tartozó többi fajoknak.

Vékony és vastag rostok. Már a plexus ciliarisában, de az iris és a musculus ciliaris beidegzésén egyaránt vékony és vastag rostokkal találkozunk. A vékony és vastag rostok eloszlását, ha összehasonlítom a vizsgált csoportokban, megállapítható, hogy a musculus ciliarisan általában több a vastag rost, mint a vékony, különösen kiemelkedően jellemző ez az emlősöknél. A vékony és vastag rost eloszlása nagyjából egyenlő a madárszem irisében. A vékony rostok száma a nagyobb a halak, hullók, emlősök és az ember belső izmaiban. A vékony és vastag rostok méretét, a szem nagyságához való arányát és a különböző területeken való előfordulását mutatja néhány összehasonlító számérték. /10. táblázat./

Idegvégződés. A belső szemizmok beidegzésében résztvevő idegrostok végét illetően sok más állító irodalmi adat ellenére a szabad végződés mellett kellett döntennem. A vékony rostok túlnyomó része /a véredény mozgató vegetatív rostok kivételével/ a parasympathicus, oculomotorius postganglionaris rostjai, amelyek egyes esetekben /hal és madár iris, madár, emlős és az ember musculus ciliaris/ a legtökéletesebb szabad végformákat mutatja. A végek előttünk tömött végfej formájában, /hal, gyík, teknős iris/ tömött végfej és véggyűrű együttes jelenlétében /emlős, ember

musculus ciliaris/ motorikus végtagok különböző előfordulásában /madár iris és musculus ciliaris/. Az egyes esetekben megjelenő határozottan szabad végek alapján feltételezhető, hogy ugyanezen rosttípusok ugyanígy végződnek ott is, ahol ezt eddig még nem sikerült megtalálni. /béka belső szemizmok, gyíkok musculus ciliaris és legtöbbször emlős iris izma/. A trigeminus eredetű vastag rostok is szabadon végződnek fonalakú szétágazásokkal /hal, gyík, teknős, emlős iris/, fonalakú szétágazódó rostok végein megjelenő neurofibrillaris hálók /emlősök és az ember musculus ciliaris a lamina fusca közelében/, tipikus izomorsókkal /madár iris./

- . - . - . -

Felhasználom az alkalmat, hogy ezúton is megköszönjem Dr. Ábrahám Ambrus akadémikusnak, intézetünk igazgatójának a munka során nyújtott irányítását, értékes tanácsait és az eredmények értékelésében nyújtott segítségét.

Összefoglalás

A szerző a külső és belső szemizmok összehasonlító anatómiai helyzetének megismeréséhez a gerincesek 5 classisához tartozó 80 állatfaj szemén végzett makroszkópos és mikroszkópos vizsgálatokat, amelynek eredményei a következők.

1/A külső szemizmok anatómiai helyzetében igen sokféle eltérés mutatkozott classisok, ordok és fajok szerint, sőt egyéni eltérések is kimutathatók. Az eltérések okai tulnyomórészen a környezeti hatásokban kereshetők, az egyéni eltérések kor vagy kórokozta hatásokra vezethetők vissza.

2/A külső szemizmok összehasonlító szövettanában értékelte a vastag és vékony izomrostok előfordulását és figyelmet fordított az izommagvak alakulására és a szemizmok különböző vérellátottságára.

3/A külső szemizmok makroszkópos beidegzésében elenyésző, de a mikroszkópos beidegzési képekben feltűnő érdekes különbözőségek mutathatók ki, nemcsak classisok, vagy ordok, de fajok szerint is, úgyhogy az idegtani képről megállapítható az állat rendszertani helye.

4/Szövettanilag és degenerációs kísérletekkel vizsgálta a szemizmok mikroszkópos beidegzésének főproblémáját a vékony és vastag idegrostok együttes jelenlétét. A kérdés megoldását közelebb hozta, de végleges választ nem sikerült adni ezekből a vizsgálatokból sem.

5/A szemizmok mozgató és érző idegvégzőségeinek összehasonlító mikroszkópos anatómiáját ábrákon illusztrálva bemutatta, amely eddig főleg az alsóbbrendű gerinces csoportoknál teljesen ismeretlen volt. Az idegvégződéseken mutat-

közö morfológiai különbségeket a cholinesterase aktivitás is jól mutatta.

6/ Az idegvégződések morfológiai osztályozására az újabb Kirsche, Wolter-féle emberre vonatkozó típusokat nem tudta elfogadni kétséget kifejezés nélkül és nem tudja azt kiterjeszteni a többi gerinces állatra.

7/ A belső szemizmokkal kapcsolatosan foglalkozott az iris szerkezetével és a musculus ciliaris összehasonlító anatómiájával és beidegzésével.

8/ Rámutatott a belső szemizmok anatómiájában és beidegzésében jelentkező különbözőségekre. A belső szemizmok fejlettségével kapcsolatosan megállapította, hogy az életmóddal való összefüggés sokkal erősebb, mint a phylogenezis hozta magasabbfokú differenciálódás.

9/ Bemutatta a belső szemizmok beidegzésében szereplő vastag és vékony rostok előfordulását és végződéseit.

10/ A vegetatív periférikus rendszer végeként végkari-kákat, végfejeket közölt és ezzel a belső szemizmoknál sokak által hirdetett syntitialis hálók és a Stöhr-féle terminál-reticulum léte ellen foglalt állást.

I R O D A L O M

1. Abd-el-Malek, Sh.: On the localisation of the nerve centres of the extrinsic ocular muscles in the oculomotor nucleus. J. Anat. 72. 518-523. 1938.
2. Andogszki, L.: Referatum a 3. szám alatti irodalomban.
3. Agababow, A.: Über die Nerven in den Augenhäuten. Graef's Archiv für Ophthalmologie. 83 317-381. 1912.
4. Agababow, A.: Über die Nervenendigungen im corpus ciliare bei den Säugethiere und Menschen. Internat. Monatschr. f. Anat. u. Physiol. 14. 53-114. 1894.
5. Agababow, A. u. Arstein, J.: Die Innervation des Ciliarkörpers. Anat. Anzeiger 8. 555-587. 1893.
6. Ábrahám, A.: Az aortaideg szerkezete és végződésformái a kutya arterias törzsében. Ann. Biol. Univ. Hung. P. Szegediensis. 1. 325-340. 1952.
7. Ábrahám, A.: Die Innervation der Blutgefäße. Acta Biol. Acad. Scient. Hung. 4. 69-160. 1953.
8. Ábrahám, A.: Über die Structur und die Endigungen der Aorticusfasern im Aortenbogen des Menschen mit Berücksichtigung der Cholinesterase Aktivität der Pressoreceptoren. Zschr. f. mikr. anat. Forschung. 62. 194-228. 1956.

9. Ábrahám, A.: Über die Probleme in der Histologie des vegetativen Nervensystems. Acta Biol. Univ. Szegediensis. 2.111-135. 1956.
10. Ábrahám, A.: / 1953, 1954, / Összehasonlító állatszervezetten. Egységes egyetemi jegyzet. Budapest.
11. Ábrahám, A.: Az emlősök sclerájának mikroszkopikus beidegzése. Előadás A Magyar Biol. Társ. szegedi csop. 1955. okt. 21. ülésén.
12. Basch, H.: Die Irisfarbe sowie die Haar,-Haut,-Nasen,-und Solenfarbe der Katze. Vet. med. Diss. Ref. Zool. Bericht 47.n.19.
13. Boas, J. E. V.: /1922/ Lehrbuch der Zoologie. Jena.
14. Boeke, J.: Innervationstudien. Zur Nervenversorgung der Augenhäute. Zeitschr. f. mikr. anat. Forschung. 39. 477-520. 1936.
15. Boeke, J.: Innervationstudien. Die Nervenversorgung des musculus ciliaris und des musculus sphincter iridis bei Säugern und Vögeln. Zeitschr. f. mikr. anat. Forschung 33. 95-123. 1933.
16. Boeke, J.: Die morph. Grundlage der sympathischen Innervation der quergestreiften Muskelfasern. Zeitschr. f. mikr. anat. Forschung. 6. 561-640. 1927.
17. Boeke, J.: Nocheinmal des periterminale Netzwerk die Struktur der motorischen Endplatte und die Bedeutung der Neurofibrillen. Zeitschr. f. mikr. anat. Forschung 7. 95-121. 1926.

18. Boeke, J.: Über die Verbindungen der Nervenzellen untereinander und mit den Erfolgsorganen. Verhandl. der Anat. Gesellscht. 45. 111-141. 1938.
19. Boeke, J.: Die angebliche doppelte /sympathicus und spinale/ Innervation der quergestreiften Muskelfasern bei Reptilien, besonders bei Python. Zeitschr. f. mikr. anat. Forschung. 21 597-614. 1930.
20. Boeke, J. : Beiträge zur Kenntnis der motorischen Nervenendigungen. Internat. Mschr. Physiol. 28. 377 - 394. 1911.
21. Boeke, J.: Die doppelte /motorische und sympathische/ efferente Innervation der quergestreiften Muskelfasern. Anat Anz. 85. 97- 115. 1913.
22. Botár, Gy.: A szem vegetatív beidegzéséről. Leiró és Tájbönetani Int. Köz. 17. 102, 109. 1935.
23. Bradley, O. Ch.: /1948/ Topographical Anatomy of the dog. Edinburg-London.
24. Christensen, K.: Development of anatomic innervation correlated with reactivity of the fetal pig iris. P. Soc. exp. Biol. Med. 37. 65-68. 1937.
25. Clark, S. L. Innervation of the intrinsic muscles of the eye of the cat. J. Comp. Neurol. 66. 307-325. 1937.
26. Corning, H. K.: Über die vergleich. Anatomie der Augenmuskulatur. Morph Jahrbuch 29. 65- 140 1902.

27. Couteaux, R.: Contribution a l'étude de la synapse myoneurale. Rev. Canad. Biol. 6. 563-711 1947.
28. Couteaux, R. : Remarques sur les metods actuelles de detection histochimique des activites cholinesterasiques. Arch. int. Physiol. 54. 52-63. 1951.
29. Dogiel, A. S.: Die Endigung der sensiblen Nerven in den Augenmuskeln und deren Sehnen beim Menschen und Säugetieren. Arch. mikr. Anat. 68. 501-525. 1912.
30. Ellenberger, W. und Baum, H.: /1926/ Handbuch der vergleichende Anatomie der Haustiere. 767-936. Berlin.
31. Ernyei, J.: A látóideg hűvelyének idegei és a nervi ciliares ducai. Leíró és Tájékoztató Int. Közl. 156-162. 1935
32. Franz, V.: in Bolk: /1934/ Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. 2. 989-1292. Berlin, Wien.
33. Gadow, H.: /1891/ Bronn's Klassen und Ordnungen des tierreiches. 692-835. Leipzig. /1904/
34. Gaupp, E. und Wiedersheim, R.: Anatomie des Frosches. 762-902. Braunschweig.
35. Geberg, A.: ueber die Nerven der Iris und Ciliarkörpers bei Vögeln. Monatschr. f. Anat. u. Histol. 1. 7-53. 1884.
36. Gerebtzoff, M. A.: Recheres histochimiques sur les acetylcholine et cholinesterases. Acta Anat. 19. 366-369. 1953.

37. Haller, B.: /1904/ Lehrbuch der vergleichenden Anatomie.
Jena.

38. Ham, A. W.: /1953/ Histology. Phyladelphia.

39. Ihle, W.: /1927/ Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Berlin

40. Kirsche, W.: Die Innervation der Augenmuskulatur des Menschen.
Zeitschr. f. mikr. anat. Forschung. 57.
402-450. 1951.

41. Kirsche, W.: Histologische Untersuchungen über des peri-
ferische Nervensystem der Teleostier.
Anat. Anzeiger 96. 419- 443. 1948.

42. Kiss, F.: /1951/ Rendszerezés Bonctan. Budapest.

43. Kiss, F. és Michalik, P.: Über die Zusammensetzung der
periferischen Nerven und den Zusammen-
hang zwischen Morphologie und Function
der periferischen Nervenfasern. Zeitschr.
f. Anat. u. Entw. 88. 112-156. 1931.

44 X 44. Klimow, A. F. és Akajevszkij, A. I.: /1953/ A háziállatok
anatómiája. Budapest.

45. Koelle, O. B. és Friedenwald, J. S.: Histochemical me-
tod for localising Cholinesterase activity.
Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 70. 617-622. 1949.

47. Krause, R.: Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere. I- IV.
/ 1922/ Berlin und Leipzig.

44 X 44. Kiss, F.: Anatomisch-Histologische Untersuchungen über das
sympathische Nervensystem. / 1932 / Szeged.

48. Krüger, P.: Das Problem der Faserkaliberstärken. Anat. Anzeiger. 97. 156-168. 1949.
49. Lenhossék, M.: Az ember anatomiája./1922/ Budapest.
50. Lenhossék Mihály.: Das ganglion ciliare der Vögel.
Arch. f. mikr. Anat. u. Entw. 76.
745-796. 1910-11.
51. Lenhossék, M.: Das Ciliarganglion der Reptilien. 80.
89-117. 1912. Archiv f. mikr Anat u. Entw.
52. Melkisch, R.: Zur Kenntnis der Ciliarkörpers und der Iris
bei Vögeln. Anat. Anz. 10. 28-35 1911.
53. Patzelt, V.: /1948/ Histology. Wien.
54. Sas, J. és Scháb, R.: Die sogenannten "Palissaden" -Endigungen
der Augenmuskeln. Acta Morph. 2. 259-267.
1952.
55. Schimkewits, S./1912/ Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.
Berlin, Wien.
56. Schimert, J.: Untersuchungen über den Ursprung und die Endaus-
breitung der Nerven der Iris. Zeitschr. f.
Zellforsch. u. mikr. Anat. 25. 247-262. 1936.
57. Slonaker, R.J. A physiological study of the anatomy of the eye
and its accessory parts of the english
sparrow /Passer domesticus/. J. Morph.
31. 351-434. 1918.
58. Stammer, A.: Beiträge zur Kenntnis des ganglion ciliare
des Hundes. Acta Biol. 2. 219-234. 1956.
59. Stöhr jun., Ph.: /1927/ Das periferische Nervensystem. Handb.
d. mikr. Anat. des Menschen von W. v.
Möllendorf. Berlin.
60. Stöhr, Ph. jun. /1951/. Lehrbuch der Histologie u. mikr.
Anatomie.
Berlin.

61. Stresemann, E.: Aves, in Kükenthal: Handbuch der Zoologie.
7. 102^m 185. Berlin u. Leipzig./1927./
62. Szakáll, S.: Über das Ganglion ciliare bei unseren
Haustieren. Arch. f. wiss.u. prakt. Thier-
heilkunde. 28. 476-492. 1902.
63. Szymonovits, L.: Histologie und mikr. Anatomie. Leipzig /1924/
64. Tihova, V.A.: Voproszú ob innervacii ciliarnoj múszci.
Akad. Nauk SzSz Sz R . Voproszú morfologii
receptorov vnutrennih organov i szerdecsno
szoszudisztoj szisztemi. 1953.
65. Tschiriew, S.: Sur les terminaison nerveuses dans les musc-
les striés. Arch. de physiol. normale et pa-
tholog. 2. 6^m 32. 1879.
66. Weber, M.: /1927/. Die Säugethiere. Jena.
67. Wiedersheim, R.: Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.
/1909/ Jena.
68. Wohlfart, G.: Über der inneren Bau der periferischen
Nervenstämme. Zeitschr. f. mikr. anat.
Forschung. 43. 191-213. 1938.
69. Wollard, H.H.: The innervation of the ocular muscles.
J. Anat. 5. 215-223. 1931.
70. Wolter, J. R. : Über die Nervenendigungen in der
ausseren Augenmuskulatur. Acta Neurovege-
tativa. 4. 344- 357. 1952.

A táblázatok rövidítéseinek magyarázata.

R se	musculus rectus superior,	R-	musculus rectus
Ri-	musculus rectus inferior,	O-	musculus obliquus
Rm-	musculus rectus medialis,	vg	- vastag
Rl-	musculus rectus lateralis,	vk	- vékony
Os-	musculus obliquus superior,	á	- átmérő
Oi-	musculus obliquus inferior,	v ^m	- vastagság
		g	

mm- millimeter,

Megjegyzések

1. Valamennyi méret 10 mérés átlageredménye.
2. Ahol külön nem jelzett más mérték, a számok mikronban kifejezett értékeket jelentenek.
3. A mérések rögzítés utáni állapotban történtek.
4. Az izomhosszuságban az eredő és tapadó in hossza nincs beleszámítva.
5. o egy törzsben belépő ideget jelent.
x több törzsben belépő ideget jelez.
6. A viszonyszámok az átlagértékek hányadosai,
a külön jelzett legkisebb értékhez ha a többi
számot hasonlítjuk megkapjuk a viszonyítottan
növekvő illetve csökkenő értékeket.

1. T Á B L Á Z A T

A halak szemizmainak és idegeinek méretei.

F a j	A szem mm-ben	A szem tengely mm-ben	Izom hosszúság mm- ben						Izom szélesség mm- ben						Ideg vastagság a belépésnél					
			Rs	Ri	Rm	Rl	Os	Oi	Rs	Ri	Rm	Rl	Os	Oi	Rs	Ri	Rm	Rl	Os	Oi
Acipenser ruthenus	5	4	6	55	7	6.5	7	4.5	2	1.4	1.5	1.5	2	1.4	20	220	80	65	180	120
Acerina Schrätzer	4.5	3.5	7	12	13	9	7	5	15	2.5	3	3	3.5	3	170	185	95	80	175	115
Carassius carassius	7.5	5.6	5.6	75	9.5	7	75	6	3.5	4	4.5	4	4.5	3.5	156	180	400	80	125	210
Esox lucius	8.5	6.5	15	18	17	15	16	12	6.5	5	5.5	4.5	5	4.5	50	180	100	80	180	135
Silurus glanis	4	3.5	36	40	45	26	32	25	35	4	4.3	4	3.5	3	135	400	240	230	160	210

2. T Á B L Á Z A T

A szemizmok és idegeinek összehasonlító
adatai.

F a j	A szem átmérője mm-ben	A szem tengelye mm-ben	Izomhosszuság mm-ben						Izomszélesség mm- ben						Idegvastagság a be- lépésnél					
			Rs	Ri	Rm	Rl	Os	Oi	Rs	Ri	Rm	Rl	Os	Oi	Rs	Ri	Rm	Rl	Os	Oi
Cyprinus carpio	14	10	16	20	24	18	20	14	5	4.5	6.5	4	5.5	4.5	150	100	185	90	110	85
Salamandra macu- losa	3.2	3	4.2	5	4.5	4	3	2.5	2.2	3.5	3	3	3.5	2.5	100	80	48	50	60	65
Rana ridibunda	6.5	5	6.5	7.5	8	7	6	5	2.5	3.5	4	4	3.5	3	60	120	115	85	90	85
Lacerta viridis	2.8	2.5	2	2.5	3	2.5	2	1.5	0.5	1	1.5	1	1.2	1	80	86	100	68	80	65
Tropidonotus natrix	3.5	3	1.5	2	2.5	2	0.5	-	0.5	0.5	1	1	0.2	-	90	95	100	60	55	-
Emys orbicularis	8.5	6.5	8	10	10	9.5	8.5	6.5	4	4.5	5	4.5	3	2.5	90	100	135	65	50	65
Varanus griseus	13.5	7.5	11	9	12	9.5	10	8	4.5	5	5.5	4	4.5	3.5	85	120	100	95	85	65
Gallus domesticus	15	9.5	12	12	14	11	14	10	4.5	5.5	6	4.5	5.5	4	165	225	200	165	150	135
Rattus rattus	7	4.2	3	3.5	4	3.5	5	35	2.5	3	3	3	4.2	3	180	220	200	180	185	150
Felis domestica	24	23.5	25	26.5	32	28.5	31.5	22	3.5	4.5	5	4.5	3.5	3	200	240	250	185	220	240
Homo sapiens	23.5	23.5	16	18	20	18	20	16	6	6.5	6.5	6	4.2	3.5	30	260	125	200	185	225

3. T Á B L Á Z A T

Izomrost méretek viszonyított adatai

F a j	Izomhosszuság mm-ben						Izomrost hosszúság						Izomrost szélesség						Viszonyszám	
	Rs	Ri	Rm	Rl	Os	Oi	Rs	Ri	Rm	Rl	Os	Oi	Rs	Ri	Rm	Rl	Os	Oi	R	O
Cyprinus carpio	16	20	24	18	20	14	580	560	600	585	450	490	25	24	28	27	24	24	34	36
Rana ridibunda	6.5	7.5	8	7	6	5	595	650	455	616	560	425	32	28	35	30	23	22	27 ^x	11
Lacerta viridis	2	2.5	3	2.5	2	1.5	345	315	386	400	432	396	24	22	25	24	22.5	24	30 ^x	12
Varanus griseus	11	9	12	9.5	10	8	565	690	780	765	455	420	30	28	32	27	22	22	19	23
Gallus domesticus	12	12	14	11	14	10	660	545	625	435	420	400	35	38	36	29	35	28	20	22
Felis domestica	25.5	26.5	32	28.5	30.5	22	556	540	520	495	450	425	38	32	36	40	38	35	°52	°60

x viszonylag hosszúak, o viszonylag rövidek az izomrostok

4. T Á B L Á Z A T

Vékony, átmeneti és vastag izomrostok
előfordulása

F a j o k	Izomrost v a s t a g s á g									Előfordulási számok egy átmérőben								
	vékony			közepes			vastag			Rs			Rl=			Os		
	Rs	Rl	Os	Rs	Rl	Os	Rs	Rl	Os	vk	vg	k	vk	vg	k	vk	vg	k
Cyprinus carpio	24	22	18	28	28	28	32	34	45	12	8	145	14	4	122	10	6	114
Sylurus glanis	18	20	22	26	30	32	45	95	86	10	4	88	14	45	156	8	4	122
Salamandra	-	-	-	26	25	28	-	-	-	-	-	65	-	-	76	-	-	44
Rana	-	-	-	30	30	30	-	-	-	-	-	56	-	-	85	-	-	66
Lacerta	-	-	-	26	24	28	-	-	-	-	-	46	-	-	55	-	-	40
Varanus griseus	-	-	-	32	30	30	-	-	-	-	-	125	-	-	122	-	-	96
Gallus domesticus	-	-	-	35	32	34	-	-	-	-	-	142	-	-	164	-	-	128
Rattus rattus	-	-	-	28	30	26	-	-	-	-	-	64	-	-	96	-	-	85
Homo sapiens	16	20	18	32	34	34	40	42	65	42	15	124	32	8	115	8	23	86

5. T Á B L Á Z A T

M A Gméretek viszonyított arányai/ a Rm.-ban/

Faj	Izomrost terület hossz x szélesség mm-ben	Mágméret szélesség hosszúság	A rostban belüli magok száma	Viszonyosság	
				1	2
Esox lucius	17 x 5 = 85	13	35	58-68	18 13
Cyprinus carpio	24 x 6.5 = 156	14	28	65	38 24
Salamandra maculosa	4 x 3 = 12	10	116	24	10 ⊗ 0.5
Rana ridibunda	8 x 4 = 32	8	76	46	12 0.8
Meleagris gallopavo	18 x 6 = 108	10	13	82-92	50 12
Rattus rattus	4 x 3 = 12	8	10	68-72	15 11
Homo sapiens	20 x 6 = 120	8	14	42-50	22 26 ⊕

V. 1. ⊗ = a legnagyobb méretű sejtmagot jelenti

V. 2. ⊕ = a legtöbb magon izomrostot jelenti.

6. T Á B L Á Z A T

A külső és belső szemizmok véredényeinek átmérői

F a j	Arteria keresztmetszet/a Rm.-ban/ egy egyenes szemizmomban			Arteria keresztmetszet az irisben		
	arteria	kisarteria	art.kapilla- ris	arteria	kisarteria	art.kapil- laris
Sylurus glanis	85	12	6	65	34	12
Cyprinus carpio	76	14	8	60	20	16
Rana ridibunda	45	12	6	32	20	15
Lacerta viridis	40	22	10	36	22	12
Emys orbicularis	38	15	8	40	22	8
Anas anas	80	45	25	100	60	24
Ardea cinerea	65	40	25	140	85	40
Ovis aries	120	60	20	145	62	14
Homo sapiens	45	25	10	100	68	20

7. T Á B L Á Z A T

Idegrostok ill végződéseiknek méretei a
külső szénizmokban

F a j	E z ü s t f e s t é s s e l						C h o l i n e s t e r a s s a l					
	idegrost ^v g			végződés ^á m			idegrost ^v g			végződés ^á m		
	RS	Rm	Os	Rs	Rm	Os	Rs	Rm	Os	Rs	Rm	Os
Cyprinus carpio	12	14	10	-	-	-	16	16	15	-	-	-
Rana ridibunda	8	8.5	7.5	-	-	-	15	12	14	-	-	-
Gallus domesticus	10	10	8	15	18	16	15	16	14	60	68	58
Canis familiaris	8.5	10	8	10	12	9.5	18	20	15	55	60	64

8. T Á B L Á Z A T

Iris méretei és a szem méreteihez
viszonyított aránya

F a j	A szem átmérője	A szem tengelye	Iris átmérő mm-ben	Iris vastagság mm-ben	Viszonyszám
Acipenser ruthenus	5.5	4.5	1.2	0.32	22
Cyprinus carpio	14	10	2.5	1.2	36
Sylurus glanis	4	3.5	1.5	0.08	11
Salamandra maculosa	3.2	3	0.8	0.4	28
Rana ridibunda	6.5	5	2.4	0.8	17
Lacerta viridis	2.8	2.5	0.9	0.9	9
Emys orbicularis	8.5	6.5	2.8	0.8	20
Gallus domesticus	15	9.5	2.2	1.6	40
Felis domestica	24	23.5	3.6	1.5	60
Homo sapiens	23.5	23	4.2	1.5	85 x

X viszonylag legfejlettebb iris

9. T Á B L Á Z A T

A pigmentsejtek és nyulványaik méretei

F a j	K Ü L S Ő S Z E M I Z O M		I R I S	
	Sejttest	Nyulványhossz	Sejttest	Nyulványhossz
Cyprinus carpio	85	220	100	25
Sylurus glanis	65	186	80	35
Rana ridibunda	124	245	65	80
Lacerta viridis	45	65	40	45
Callus. domes- ticus	-	-	154	122
Felis domestica	-	-	145	112
Bos taurus	-	-	124	186
Homo sapiens	-	-	86	168

10. T Á B L Á Z A T

Idegrost v a s t a g s á g.

F a j	Iris		Musculus ciliaris		Plexus ciliaris	
	vastag	vékony	vastag	vékony	vastag	vékony
Cyprinus carpio	6.2	1.4	-	-	-	-
Rana ridibunda	4.5	1.2	-	-	-	-
Varanus griseus	5.6	2	7.5	2	6.2	1.8
Anas anas	6.2	1.2	10	0.8	6.6	1.4
Bos taurus	6.5	1.2	8	0.8	7.5	1.2

