

# ELEKTRONMIKROSKÓPOS VIZSGÁLATOK A HÁZIKACSA CEROMÁJÁN, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A GRANDRY-FÉLE TESTEKRE\*

Írta:

ÁBRAHÁM AMBRUS

(József Attila Tudományegyetem Állattani Tanszéke, Szeged)

Vizsgálatainkat a házikacsa (*Anas boschas domestica*) felső csőr-káváját beborító bőr-darabon, a viaszhártján (ceroma) végeztük. A vizsgálatok célja az volt, hogy fényt derítsünk az ultrastruktúrájára ennek a sokaktól, sokszor megvizsgált tollmentes sárgás bőr-darabnak, amelyben egészen közel az epidermishez a Herbst- és Grandry-féle testeknek óriási tömege helyezkedik el.

A Grandry- és Herbst-féle testekben való különleges gazdagság hozta magával, hogy a ceromát igen sokan és sokszor vizsgálták azok, akik, az idegrendszer szerkezete és működése iránt érdeklődtek. Ennek dacára, a vizsgálati módszerek és eszközök elégtelen volta miatt, mindkét végtest szerkezetét illetően a mai napig is sok a homályos pont és az egymással szemben álló felfogás. Ezért gondoltunk arra, hogy a fénymikroszkópos vizsgálatokat, amelyeket a házikacsán és a tőkésrécén (*Anas platyrhynchos*) végeztünk, elektronmikroszkópos vizsgálatokkal egészítjük ki. A két végtest szerkezetének megismerése mellett egy másik szempont is vezérelt, nevezetesen az érző idegrost szerkezetének és az érzékszettel való kapcsolatának (synapsis) kiderítése, mivel erre vonatkozólag semmiféle biztos adat nem áll rendelkezésünkre a világirodalomban. Ezeknek a kérdéseknek a tisztázására a házikacsa ceromája igen alkalmas anyagoknak kínálkozott. Jó lehetőség nyílt itt annak a kiderítésére, hogy az érző idegrostnak a ége, illetőleg végrendszere milyen formában és milyen módon kapcsolódik hozzá az érzékszetzestéhez. A ceroma megfelelőnek látszott annak az eldöntésére is, hogy az idegrostvégekben annak-e synaptikus vesiculumok, vannak-e mitochondriumok, s ha vannak, milyen formában, ilyen mennyiségben, van-e membrán-megvastagodás, és általában arra, hogy az idegrost-gdarabja miképpen határolódik el az érzékszettek teste felé?

Megválaszolásra váró kérdés volt az is, hogy vannak-e intraepitheliális idegrostok, s ha annak, milyen a szerkezetük, hogy viszonylanak a hámsejtekhez, vannak-e intercelluláris végződéses — ha igen, hol vannak —, és mi a sorsuk a hámsejtek megszarosodásával, illetőleg elzáródásával kapcsolatban. Kérdés volt továbbá az is, hogy a coriumban vannak-e szabad idegvégződéses, s ha igen, hol vannak, milyen a szerkezetük és a kötőszövet egyes alkotó elemeivel milyen kapcsolatban vannak?

## Anyag, módszerek

Fénymikroszkópos vizsgálatainkat BIELSCHOWSKY—ÁBRAHÁM szerint impregnált metszeteken végeztük. Az eljárás az idegelemek impregnálására kiválóan alkalmasnak bizonyult. Elektronmikroszkópos vizsgálatok céljára a ceroma apró darabjait glutaraldehiddel való előfixálás után 0,5%-os osmiumsavval fixáltuk. Ezután a szokásos módon víztelenítettük és aralditba ágyaztuk. A metszeteket L. K. B. ultramikrotommal készítettük, és Jeol B. 100. elektronmikroszkóppal vizsgáltuk. A vizsgálatokat a Magyar Tudományos Akadémia szegedi Biológiai Központja biofizikai intézetének elektronmikroszkópos laboratóriumában végeztük. Munkálataink során hathatós segítséget nyújtottak Dr. JOÓ FERENC, a laboratórium vezetője és Dr. TÓTH IDA gyakornok. Mindkettőjüknek ezúton is hálás köszönetet mondunk.

\*Előadta a szerző az Állattani Szakosztály 1975. november 14-én tartott 663. ülésén.

## Epidermis

A ceroma, mint minden gerinces állat köztakarója, két részből áll. A külső rész az epidermis; a hozzá közvetlenül kapcsolódó belső rész a corium. Az epidermis többrétegű laphám, melynek belső rétege a coriumra támaszkodó mély réteg (*stratum profundum*), külső rétege a megszarusodó szaruréteg (*stratum corneum*). A mély réteg számos sejtsorból áll, amelyek közül a felső a szemecskés réteg (*stratum granulosum*). Erre következik a tüskés réteg (*stratum spinosum*), majd az alapréteg (*stratum basale*). A szemecskés réteg sejtjei tele vannak kerekded granulummokkal. A sejtek között szembetűnnek a sejt-közötti járatok. A sejteket különböző vastagságú és formájú nyúlványok kapcsolják egybe. A tüskés réteg sejtjei a legkülönbözőbb protoplazma nyúlványokkal és hosszabb-rövidebb desmosomákkal kapcsolódnak egymáshoz. A mag hosszúkás, körös-körül lebenyezett (1. ábra). Az alapréteg sejtjei részben hosszúkásak, részben poliedrikusak. A sejtek között szélesek az intercelluláris járatok és kifejezettek a desmozómák. A cytoplazmában jól szembetűnnek az endoplazmatikus reticulum széles cyszternái, a Golgi-komplexumok csatornái és vesiculumai. Ezek mellett csoportosan vagy szétszórt állapotban tömegesen jelennek meg a különböző vesiculumok, az endoplazmatikus reticulum cyszternái mellett sorba rendeződnek a ribosómák, de a szabad csoportok sem ritkák. A szarurétegben (*stratum corneum*) lapos, megszarusodott sejtekből álló sejtrétegek rendeződnek egymás fölé. A túlnyomó részben szarufonalakból álló sejtekben ritka a sejtmag. A sejtek között jól szembetűnnek a szokásosnál vastagabb desmosómák (2. ábra). A szaruréteg, de az alsóbb rétegek is sok zsírt tartalmaznak. A zsír a kezelés közben kioldódik, a helyén sorjában rendeződve, máshol szétszórtan rendezetlenül láthatók a kerekded vagy elliptikus üregek, amelyek intravitám zsírral vannak tele. A sárgás zsírtömeg az, amelytől ez a bőrdarab a viaszhártya (*ceroma*) nevet kapta.

## Corium

A corium két rétegből áll. Az egyik az epidermishez kapcsolódó laza réteg (*stratum laxum corii*), a másik a tömött réteg (*stratum compactum corii*). A laza réteg aránylagosan vékony, hullámosan futó kollagén fibrillákból tevődik össze. Sok benne a kötőszöveti sejt. A sejtek hosszúkásak, mind a két végükön hosszú nyúlványokba mennek át. A mag négyyszögű, a chromatin tömör csomókból áll. A rétegnek különleges jellegzetessége nincs (3. ábra). A tömött réteg vastagabb, túlnyomó részben kollagén rostokból áll, sok benne a kötőszöveti sejt, még több a Schwann-féle sejt és az idegrost. A kötőszöveti sejtek terjedelmesek és nyúlványosak. Cytoplazmájukban sok a Golgi-komplex; az endoplazmatikus reticulum cyszternái szélesek. A magvak alakja felette változatos. Esetenként karéjosak, máskor poliedrikusak, de a négyyszögletes formák sem ritkák. A chromatin sűrű, tömegével közvetlenül a maghártya alatt helyezkedik el. A maghártya kettőzet ritkán tűnik elő (4. ábra).

## Hízósejtek

Elég gyakran és különleges élességben jelennek meg a hízósejtek. Nem nagy, hosszúkás, olykor karéjos sejtek. Magvak kerekded, a chromatinjuk csomócskázott, a maghártya-kettőzet jól látszik. A két hártya közötti tér

tekintélyes, helyenként kiöblösödik. A cytoplazma tele van kerek, feketére színeződő granulomokkal, amelyeknek nagy részén kisebb-nagyobb helyenként igen nagy összefüggő üres homogén területek vannak. A granulomok között vannak olyanok, amelyek apró kerekded, egyenletes és egyenlő nagyságú granulomokkal vannak tele. Gyakoriak az olyan granulom-formák, amelyekből a granulomok kiürülöben vannak és olyanok is, amelyekből a halvány granulomokká változó tartalom teljesen kiürült. Ezeket az üres sejteket honycomb (lépes méz) névvel szokták megjelölni (5. ábra).

A hízósejteknek, amelyekkel ma világszerte nagyon sokan foglalkoznak, a legfőbb jellegzetessége, hogy metachromatikus granulumaikat ingerhatásokra a gazdaszövetbe, a kötőszövetbe ürítik ki (HIGGINBOTHOM, 1966). A granulomok egy részét a fibroblastok veszik magukba, a legtöbb azonban hirtelen lyzisen megy keresztül, és aktív hatóanyagát, a histamint leadja. A metachromatikus granulumokban valójában egy energiaigényes specifikus enzimátikus mechanizmus van jelen (HÖGBERG és ÜVNÄS, 1957; ÜVNÄS és THON, 1961). Ennek működése lehetővé teszi olyan anyagok transzportját a sejtmembránon keresztül, amelyek a sejtek biogén aminosait fel tudják oldani. A hízósejtek képesek raktározni, feloldani és újra megkötni a biogén aminosavat. (RÉLEY, 1955) A folyamat ciklikus és már az embrionális életben elkezdődik. SELYE (1965) szerint a hízósejteknek ama képessége, hogy metachromatikus granulumaikat kiürítik, a legfeltűnőbb histophiziológiai tulajdonsága, és feltehetően ez az alapja a biológiai aktivitásuknak. Általában feltehető, hogy a folyamat, amely a granulomok kiürítésével és hisztamin kiszabadulással jár, fiziológiai mechanizmus, felelet a szövetek vérellátási követelményeire.

A hízósejtek granulumaikat többen genetikai kapcsolatba hozták a pigment-sejtek granulumaival (RHEINDORF, 1905; MEIROWSKY, 1908; JACOBI-1912). Az elektronmikroszkópok nagyobb lehetőséget adtak arra, hogy a kétféle granulom eredete és fejlődése között különbséget lehessen tenni. Ennek dacára ma is vannak, akik a közös eredet mellett foglalnak állást (OKUM), és a közös eredet elvét, a „the existence of common stem-cell” vallják. Ennél jóval valószínűbb és elektronmikroszkópi vizsgálatokkal alátámasztott az az álláspont, amelynek értelmében a két sejtféleség fejlődése és így a granulomoké is külön utakon haladt. Hogy ez így van, azt egyebekben kívül az is igazolja, hogy a házikaesa ceromájában egyetlen pigmentsejtet sem találtunk.

Hízósejteket találtak a bélesatorna különböző szövettani rétegeiben, a légzőtraktusban, a savós hártályokban és a nyirokesomókban (LEAHN, 1972). Nagy a hízósejtek száma a coriumban, főleg a vérerek környékén, sokszor ezeknek a közvetlen közelségében. Többen (ADAMS-RAY, 1959; ORFANOS, 1965; SZEKERES, 1974) úgy találták, hogy a hízósejtek, alkalmasint az ezekből kiürülő granulomok szoros kapcsolatban vannak az idegrostokkal.

## Idegrendszer

A laza és tömött corium határán, illetőleg a tömör coriumban az idegelemeknek különlegesen nagy tömegével találkozunk. A kép, amelyet ilyen vonatkozásban látunk, szinte megdöbbentő. Az emlősök külső nemiszerveinek gazdag receptor-rendszerét leszámítva, nem igen ismerünk olyan területet, ahol az idegelemeknek olyan óriási sokaságát lehetne látni, mint a ceromá-

ban. Mindjárt az epidermis alatt szinte egyvonalba rendeződve tömegesen sorakoznak fel a Grandry-féle testek és ezek között, illetőleg alatt a Herbst-féle testek. Természetesen határozott szabályosságról nem lehet szó, annyit azonban el lehet mondani, hogy a keresztmetszeten minden két Grandry-féle test közé két-három Herbst-féle test esik. Minden Grandry-testhez és minden Herbst-féle testhez egy-egy külön jól kivehető, sikerült impregnálás esetén élesen szembeűnő idegrost vezet. Ezeknek a rostoknak az útja egyik vagy másik, többé-kevésbé vastag idegtörzsbe kitűnően követhető. Ezért nem lehet meglepő, ha azt mondjuk, hogy itt egy valószínű és nagyon érzékeny érzékszerv-complexumról van szó, amely a ceroma jellemzője. Hogy az érzékszerv-komplexum alkotói közül mire szolgálnak a Grandry-féle testek, és mire a Herbst-féle testek, azt megfelelő kísérletek hiányában nem tudjuk megmondani. Az azonban a morfológiai ismeretek alapján is gyanítható, hogy a Herbst-féle testek funkciója általánosabb lehet, mert ezek általában a madarakra jellemzők. Itt pedig a ceromára, a szájjüreg nyálkahártyájára és a nyelvre szorítóznak. Ennélfogva olyan funkcióra szolgálhatnak, amely ezekre a területekre tartozik: feltehetően tapintószervek. A Grandry-féle testek olyan funkció szolgáltatásban állhatnak, amely kizárólagosan a ceromára szorítózik, mivel ilyen testek sem a házikaesa más szerveiben, sem más madarakban nem fordulnak elő, vagy ha igen, csak elvétve és rendkívül kis számban.

Tekintve, hogy a ceromában mind a két végtest együtt van, felvetődik a kérdés, mire való a kettő együtt, és mire való olyan nagy tömegben, amilyenben ezt a házikaesának és általában a kaesaféléknek a viaszhártyájában látjuk. Mivel a Grandry-féle test csak a ceroma lakója, az alábbiakban azokat az általános elektronmikroszkópikus képeket fogjuk leírni, amelyeket általában a ceroma idegrendszeréről kaptunk, és ezenkívül azokat, amelyek a Grandry-féle testnek az ultrastruktúráját, főleg az idegrendszerrel való kapcsolódását tárják elénk. A Herbst-féle test szerkezetével egy másik alkalommal szándékozunk foglalkozni.

Ami az általános idegképet illeti, elmondhatók a következők. Különösen sok a Schwann-sejt, amelyeknek legnagyobb része tele van a mezaxonok legkülönbözőbb formáival. Ezek között vannak olyanok, amelyek csak kis mértékben hatolnak be a cytoplazmába, vannak olyanok, amelyek mélyebbre nyúlnak be és vannak csatornarendszerek, amelyek rendkívül gazdagon és bonyodalmasan elágazva különleges fonadékokat alkotnak (7. ábra). Minden csatornának a végszakaszában a félgömb alakú végrészben jól látszik egy-egy axonnak a keresztmetszete, ezen az axolemma, ezen belül a filamentumok, a tubulusok, esetenként a mitochondriumok. Az efféle képek a legkülönbözőbb nagyságban és formában igen sokszor ismétlődnek. Ezek a rendszerek jól mutatják, hogy a tengelyfonalak miképpen ágyazódnak be fokozatosan a Schwann-féle sejtek cytoplazmájába (8. ábra). Ritkán ugyan, de olyan képek is akadnak, amelyeken a mesaxon formálódásnak szinte összes fázisai képviselve vannak. Emellett azt is lehet látni, miképpen indul meg a mesaxon felcsavarodása az axon teste körül, és ezzel a velőhüvelyképződés. A felcsavarodás menete a kép bal felső sarkában a sejtmag felett látható (9. ábra). A velőhüvely kialakulásának további stádiumait világosan szemlélteti a következő ábra, amelyen mind a két idegrostburkoló hártának fejlődésmenetét pontosan lehet követni. Látható a Schwann-sejtben a már kialakult velőhüvely, a sejt cytoplazmája, magva és magvaeskája. Látszanak az ezt követő fejlődési formák, amikor eltűnik a mag és megfogytokzik a plazma.

Látszik végezetül a tengelyfonal, körülötte a velőhüvely és a neurilemma, amely a Schwann-féle sejt-testnek a maradéka. Az axoplazma minden idegrostban világos, halványan fonalkázott. A mitochondriumok az axonban polyedrikusak, számuk és helyzetük felette változatos (10. ábra).

A fenti képek világosan mutatják, hogy a mesaxonok az axon tengely körüli forgása következtében hogy alakulnak át velőhüvellyé, és a Schwann-féle sejt maradékából a velőhüvely körül hogy alakul ki a Schwann-féle hártya. Érdekes, hogy amíg magában a Schwann-féle sejtben aránylag kevés a mitochondrium, ritkán ugyan, de olyan Schwann-féle hárttyát is lehet látni, amelyben sok a mitochondrium, és ezek a hárttyának egy bizonyos részén csoportosulnak, de itt olyan sűrűn, hogy szinte egymást érik. Ezzel szemben a hárttyának a másik, nagyobb kiterjedésű részén egyetlen mitochondriumot sem lehet látni.

A Schwann-féle sejtekben a tengelyfonalak mellett tömegesen láthatók a Golgi-féle komplexumok, ezek mellett nagyon sok a változó nagyságú vesiculum, annyira, hogy szinte érintkeznek egymással. Ezenkívül vannak vékony falú ellipszoid testek, amelyek apró testecskéket tartalmaznak (mikrobody). Látszanak az endoplazmatikus reticulum cyszternái is, és mellettük a sorba rendeződő ribozómák.

### Grandry-féle test

A Grandry-féle testet 1869-ben fedezte fel GRANDRY a házikaesa esőrének bőrében. Annak dacára, hogy még nem álltak rendelkezésére a hisztológiában használatos finomabb eljárások és eszközök, az ismereti alapokat annyira pontosan rakta le, hogy azok ma is teljes érvényűek.

A Grandry-féle testtel azóta is sokan és sokat foglalkoztak: MERKEL, 1875; KEY és RETZIUS, 1876; KRAUSE, 1882; CARRIERE, 1882; GÉBERG, 1893; SYMONOWICZ, 1897; BOTEZAT, 1906; DOGIEL, 1904, 1917; VAN DE VELDE 1909; NOWICZ, 1910; HERINGA, 1917; BOEKE, 1925, 1934; LAWRENTJEW, 1926; MAX KLEIN, 1932; DYKSTRA, 1933; OÜILLIAM, 1966; GOGHIA, 1969; HALATA, 1971; SAXOD, 1969, 1970, 1973. A Grandry-féle test szerkezete SYMONOWICZ (1897) és BOEKE (1934) leírása alapján röviden a következőképpen körvonalazható. Gömbölyded testecske, nagysága általában 50 mikron körül ingadozik. Kötőszöveti tok veszi körül, amely az érzéksejteket, az idegrostot és ennek kiszélesedő végrészét, a tapintókorongot zárja körül. A kötőszöveti tok egy vagy két rétegű, satellista sejtekből és kollagén rostokból áll. Az érzéksejtek, amelyeknek a száma egy és öt között ingadozik, zsemle alakú laposded testek. Ezek között húzódik az idegrost, és itt helyezkedik el ennek végrésze, az idegvégkorong (6. ábra). Az idegrost, amely Schwann-féle hárttyával és velőhüvellyel körülvéve érkezik a végtesthez, miután átlép a kötőszöveti tokon, mindkét hüvelyét elveszti, és csupasz tengelyfonal alakjában húzódik az idegvégkorongig, amely a tengelyfonalnak kiszélesedő végdarabja. Ha a végtesthez kettőnél több érzéksejt tartozik, akkor a belépő idegrost ágakra oszlik, és pedig mindig eggyel kevesebb ágra, mint ahány érzéksejtet lát el. Amennyire a fénymikroszkópos vizsgálatokhoz használt eljárások és a mikroszkópok lehetővé tették, a fent említett szerzők részletesen leírták azokat az intim kapcsolatokat, amelyek fennállnak az érzéksejt és az idegrendszer között. Megállapították, hogy az érzéksejtek különlegesen szoros

kapcsolatba kerülnek az idegrendszernek a egtimobb ágáival, kimondottan ezeknek a végződéseivel. Azonban, ahogy ez a leírásokból kiderül, a végkapcsolatok boncolgatása során sokszor túllóttek a célon, és jól impregnált képekből olyan finomságokra következtettek, amelyek valójában nem léteznek. Hogy ez így van, azt a BOEKE-féle leírás (1934) igazolja legjobban, amely nagyjából a következőképpen hangzik. A tengelyfonalban futó neurofibrillák a tapintókorongba való belépésük után nagy számú, igen finom fibrillára esnek szét, amelyek legyezőszerűen alakulva távolodnak egymástól. A fibrillák útjukban osztódnak, és az így létrejövő ágak egymással anasztomozálnak. A korongnak a széle felé a neurofibrillák újra kapcsolatba lépnek egymással, mire kisebb-nagyobb zárt hurkok keletkeznek. A neurofibrilláris korongot az érzéksejt protoplazmájával periterminális háló kapcsolja össze.

### Kéttapintósejtes Grandry-féle test

Az érzéksejtek elektronmikroszkóp alatt nézve kerekded, nyúlványos sejtek. A nyúlványok tömörök, szorosan kapcsolódnak a tok kollagén rostjaihoz. Laza szerkezetű protoplazmájukban elég sok a mitochondrium. Ezek kerekdedek, inkább ovoidok, jól reprezentálják a krisztás típust. Helyenként akadnak különleges formák, amelyeknek egyik vége nyakszerűen megnyúlt, másik végén esetenként hiányoznak a kriszták. Olyanok is vannak, amelyeknek az egyik oldala konkáv, a másik konvex; a test egészében kifli alakot mutat. Elég gyakori a Golgi-komplexum, amelynek alkotói helyenként tisztán vesiculumok, máshol különböző hosszúságú tubulusok. Az utóbbiak befűződéseket mutatnak. Az endoplazmatikus reticulum cyszternái keskenyek, néhol feltűnően rövidek. A cyszternák mentén jól látszanak a ribozóma sorok. A cytoplazmában elég nagy számmal jelennek meg a „dense core” vesiculumok, amelyek néhol csoportokat alkotnak, máshol sorba rendeződnek (11. ábra). A két érzéksejt között húzódik az idegrost. Lefutása helyenként hullámos, szakaszonként egyenes, de néhol megtörik. Nagyob nagytású képeken az idegroston élesen szembeűnik az axolemma és a tapintósejteken kétoldalt a cytolemma. Roppant érdekes és úgy látszik az afferens rostoknak charakteristikuma, hogy a végük felé, vagy az érzéksejtek területén tele vannak mitochondriumokkal. Eddig kapott képeink nem adnak lehetőséget arra, hogy a végtestbe belépő csupaszig tengelyfonalat a belépés helyétől a tapintókorong végéig követhessük, azt azonban meg tudtuk állapítani, hogy az axoplazma teljesen ki van töltve mitochondriumokkal. Ezek a hely engedte formában úgy sorakoznak egymás után, mintha valóságos mitochondriumláncról volna szó. A mitochondriumok mellett helyenként közvetlenül az axolemma alatt, de néha máshol is kerekded vesiculumok is vannak, de ezeknek a száma elenyésző a mitochondriumoké mellett.

A tengelyfonal bizonyos lefutás után kiszélesedik. A kiszélesedő szakaszt teljesen megtöltik a mitochondriumok. Innen a tengelyfonal elágazik. Az ágaknak a helyét és menetét csak részben igazolja a kapott kép, de annyi bizonyos, hogy gazdag fa alakú elágazásról van szó, amiből arra lehet következtetni, hogy az idegrostnak a neurofilamentáris végrésze az, amely az érzéksejt membránjától az ingerületet átveszi (12. ábra). Hogy ez az átvétel milyen formában megy végbe, arról még nem tudunk semmit. De van valami, ami érdekes ezen a végrendszeren, nevezetesen az, hogy a tengelyfonal elágazása folytán

keletkező végágaeskákban egyetlen mitochondriumot sem lehet találni. Ellenben az axon kiszélesedő végdarabjában, ott ahol a mitochondriumok megszűnnek, finom párhuzamos esővecskék vannak, a fa alakú végágaeskákban pedig megjelennek a kerek, tiszta (clear) vesiculumok. Észert az axonon, a végtest területére eső lefutásában két egymástól határozottan elütő szakaszt lehet megkülönböztetni. Az egyik tele van mitochondriumokkal, a másik synaptikus vesiculumokkal. Nézetünk szerint az ágak dús rendszeréből álló szakasz, amely „clear” vesiculumokkal van tele, az ingerület átvételére szolgál, a másik a mitochondriumos szakasz ingerület továbbvezetésére való.

### Egytapintósejtes Grandry-féle test

A házikaesa ceromájában, ahogy azt SYMONOWICZ (1897) közleményében olvassuk, a Grandry-féle testek legnagyobb része a kétérzéksejtes végtestek közé tartozik. Kevesebb a három, még kevesebb a négy és az öt tapintósejtes végtest. Ritkák az egyérzéksejtes Grandry-féle testek. Ez utóbbiak a végtesteknek ama formái, amelyek egy érzéksejtből, ennek megfelelően egy esupasz tengelyfonalból és egy tapintókorongból állanak. Ezt az egészet kötőszöveti tok veszi körül. Nekünk sikerült olyan egyérzéksejtes Grandry-féle testet találnunk, amelyben a tapintósejt, a tapintókorong és a tok a maga teljességében előttünk áll, egyedül az érzéksejt magva hiányzik.

Az érzéksejt cytoplazmájának szerkezete olyan, mint azoké, amelyekről a két-tapintósejtes végtesteknél megemlékeztünk. A cytolemma rendkívül éles, egyenletes vastagságú, de szerfelett vékony. A cytoplazmában jól láthatók a mitochondriumok, az endoplazmatikus reticulum cyszternái a bizozómákkal, a „dense core” vesiculumok, és ezek mellett még valami hosszú, síma, esőszerű rostok, amelyek terjedelmes nyalábokat alkotnak. Ezek az utóbbiak az egyérzéksejtes Grandry-féle testek érzéksejtjeinek speciális elemei.

Az idegrost, amelynek képünkön csak kisebb szakaszát látjuk, szerkezetiileg olyan, mint az, amelyet a kéttapintósejtes végtesteknél leírtunk. Ezzel szemben a maga teljességében látható a tapintókorong és ennek kapcsolódása a tapintósejtekhez és tokhoz. Rendkívül élesen, a maga egészében látszik az axolemma, amelyet egész lefutásában tágas, helyenként kiöblösödő tér határol el a cytolemma felé. Ezen belül egymást érik a mitochondriumok, csak közvetlenül az axolemma alatt lehet látni egy-egy „clear” vesiculumot. A mitochondriumok hosszúkásak és nagyjából egyformák. Mint különlegeséget meg kell említenünk, hogy a tapintókorongnak a lekerekedő végében van egy vékony membránnal határolt hosszúkás test, amely tele van „clear” vesiculumokkal (13. ábra). Hogy ez a magános, szerkezetiileg és funkcionálisan ismeretlen organellum mire szolgálhat, azt nincs módunkban megmondani.

A végkoronghoz, illetőleg ennek az axolemmájához kifelé esatlakozik a tok. Ennek részei a különböző vastagságú kötőszöveti rostok, amelyekben apró kerek üregek láthatók. A rostokhoz társulnak a kötőszöveti sejtek, amelyeknek magvai a cytoplazmához mérten nagyok. A chromatin szabálytalan esomók formájában részben a maghártya alatt, részben a középen helyezkedik el (14. ábra). LAWRENTJEW (1926) úgy találta, hogy a toksejtek protoplazmatikus kapcsolatban állanak az érzéksejtekkel, s a mitochondriumok a toksejtekből átmehetnek az érzéksejtekbe, innen a tapintókorongba és fordítva. Hogy ez nem lehetséges, azt a 13. és 14. ábra tökéletesen bizonyítja.

Ezek az ábrákon, főleg a 13-on (több mint százezerszeres nagyítással készült) világosan lehet látni azt, hogy a tapintókorong axolemmája az axoplazmát teljesen körülzárja, tehát semmi lehetőséget nem enged arra, hogy ebből a mitochondriumok átvándoroljanak akár az érzékszervekbe, akár a toksejtekbe, annál inkább, mert a cytolemma szintén megszakítás nélkül halad az axolemma mentén, és mint már mondtuk úgy, hogy a kettő, élesen szembe-tűnő üres területet zár közre. De a fenti képek maradék nélkül igazolják azt is, hogy az afferens synapsisok tulajdonképpen hosszú parallel kontaktusok, tele az egymáshoz szorosan záródó mitochondriumok tömegével és „clear” vesiculumokkal. Ritka a membrán-megvastagodás és nincs cluster. SYMONOWICZ (1897) gondos vizsgálatok alapján készült dolgozatában külön fejezetet szentel a szabad idegvégződéseknek. Szerinte a coriumban külön idegrost-féleségek futnak, amelyek elágazás nélkül húzódnak a hám határáig, itt belépnek a hámra, ebben elágaznak, az ágak esetlegesen visszafordulnak, és a hámsejtek között végfejecskékben szabadon végződnek. Mi intracpitheliális idegrostokat eddig nem találtunk, sem fénymikroszkóppal, sem elektronmikroszkóppal. Ugyanezt kell mondanunk a corialis szabad idegvégződésekről is, amelyekről SYMONOWICZ szintén megemlékezik.

#### IRODALOM

1. ANDERSEN, A. E. & NAFSTED, P. H. J. (1968): An electron microscopic investigation of the sensory organs in the hard palate region of the hen (*Gallus domesticus*). *Z. Zellforsch.*, 91: 391–401. – 2. BOEKE, J. (1934): Freie Nervenendigungen und Endorgane sensibler Nerven. In: *Handbuch der vergleichenden anatomie der Wirbeltiere*: 855–878. – 3. BOTEZAT, E. (1906): Die Nervenendapparate in den Mundteilen der Vögel und die einheitliche Endigungsweise der peripheren Nerven bei den Wirbeltieren. *Z. wiss. Zool.*, 84: 205–236. – 4. BURNS, R. B. & WIGHT, P. A. (1970): The Distribution of Herbst Corpuscles in the Foot of the Domestic Fowl (*Gallus domesticus*). *Res. vet. Sci.* 11: 585–587. – 5. COUPLAND, R. E. (1963): Mast cells and cromaffin cells. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 103: 135–150. – 6. DOGIEL, A. S. (1891): Die Nervenendigungen in Tastkörperchen. *Arch. Anat. Physiol (Anat. Abt.)*: 24–39. – 7. DOGIEL, A. S. (1904): Über die Nervenendigungen in den Grandrysehen und Herbstschen Körperchen in Zusammenhänge mit der Frage der Neurontheorie. *Anat. Anz.*, 25: 558–569. – 8. GÖZSI, B. & KÁTÓ, L.: Balancing mechanismus in acute inflammation. Monograph, No. 5. Institute of Microbiology and Hygiene of Montreal University. – 9. HALATA, Z. (1971): Ultrastructure of Grandry nerve-endings in the beak of some aquatic birds. *Folia Morphol.*, 19: 225–252. – 10. JACOBI, C. (1912): Über die Entstehung des Hautpigments, besonders die Rolle der Mastzellen bei der Pigmentbildung. *Inaug.-Diss. Königsberg. Folia Haemat.*, 16. – 11. MALINOWSKY, L. (1967): Die Nervenendkörperchen in der Haut von Vögeln und ihre Variabilität. *Z. Mikrosk. Forsch.*, 77: 279–303. – 12. MEIROWSKY, E. (1908): Zur Frage des Ursprungs der Mastzellengranulationen. *Folia Haemat.*, 6: 42–48. – 13. MERKEL, F. (1880): Über die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut der Wirbeltiere. *Rostock*. – 14. NAFSTED, P. H. & ANDERSEN, A. E. (1970): Ultrastructural investigation of the innervation of the Herbst corpuscle. *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.* 103: 109–114. – 15. OKUN, M. R., GROB, P., EDELSTEIN, F. & LEVER, W. F. (1967): Über histogenetische Beziehungen zwischen Mastzellen und Melanocyten. Fähigkeit der Mastzellen Melanin zu bilden. *Hautarz.* 18: 489–496. – 16. OKUN, M. R. (1965): Histogenesis of melanocytes. *Ultrastructure of mast cells and dermal nervus cells. J. Invest. Derm.*, 44: 285–299. – 17. QUILLIAM, T. A. & ARMSTRONG, J. (1961): Structural and denervation studies on the Nervous Tissue. *Proc. Anat. Soc. Great Britain and Ireland*: 33–38. – 18. QUILLIAM, T. A. (1966): The enigma of the grandry corpuscle. *Anat. Rec.*, 154: 843. – 19. RILEY, J. F. & WEST, G. B. (1955): Histamine Liberation in the rat and mouse. *Arch. Int. Pharmacodyn.*, 102: 304–313. – 20. SCHELYE, H. (1965): The mastcells. *London*. – 21. SAXOD, R. (1969): Ultrastructure des corpuscules sensoriels cutanés de Herbst et de Grandry chez le canard. *Arch. Anat. Microsc. Morph. Exp.*, 57: 379–400. – 22. SAXOD, R. (1970b): Etude au microscope électronique de l'histogenese du corpuscule sensoriel cutané de Grandry chez le canard. *J. Ultrastruct. Res.*, 32: 447–496.



23. SAXOD, R. (1972): Role du nerf et du territoire cutané dans le développement des corpuscules de herbst et de grandry. *J. Embryol. Exp. Morph.*, 27: 277 - 300. 24. SAXOD, R. (1973): Organisation ultrastructurale des corpuscules sensoriels cutanés des oiseaux. *Ann. Centre Univ. Savoie*, 1: 79 - 98. 25. SZEKERES, L. (1974): The possible roll of mast cells in pigmented nervi. *Arch. Derm. Forsch.*, 251: 55 - 60. 26. WIEBANDER, C. (1961): Die Bedeutung der Mastzellen innerhalb des Neurovegetativen Systems. *Arch. Klin. Exp. Derm.*, 213: 556 - 564.

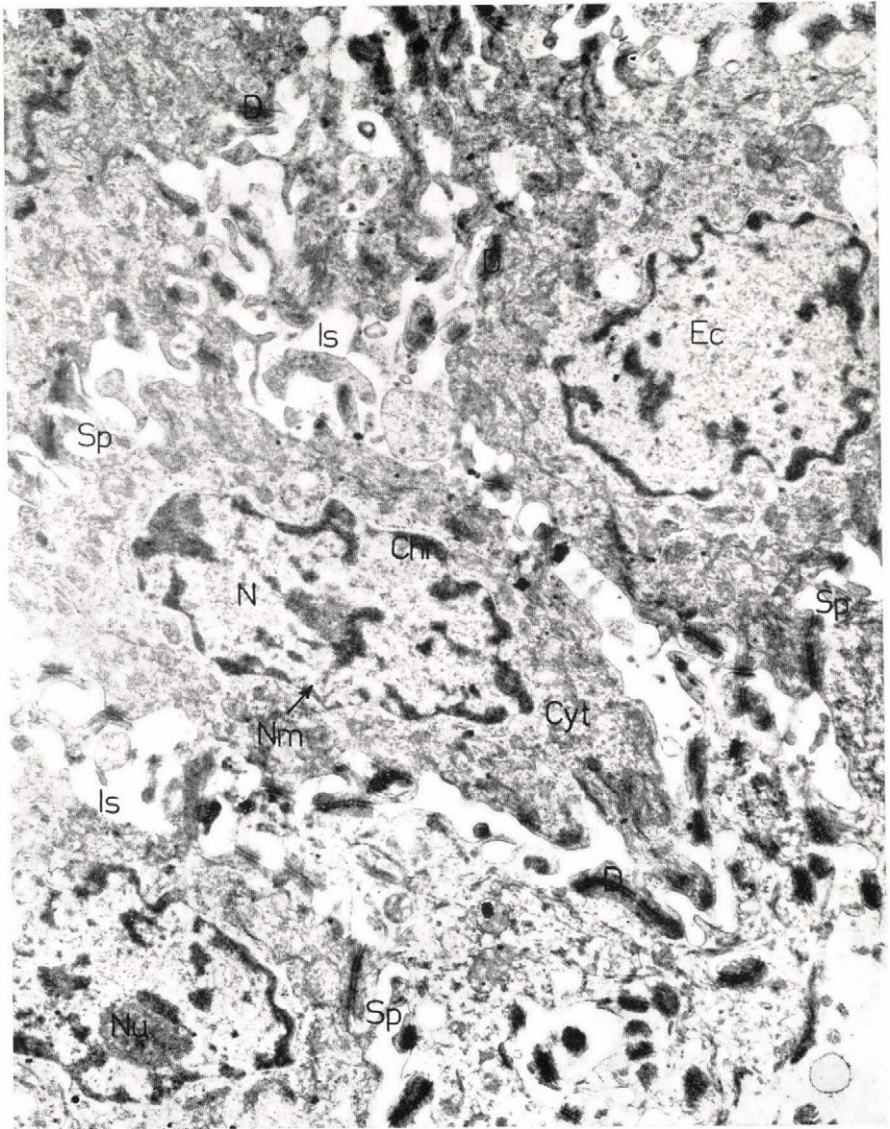
## ELECTRON MICROSCOPIC EXAMINATIONS ON THE CEROMA OF THE DUCK WITH SPECIAL REGARD TO GRANDRY'S CORPUSCLES

By

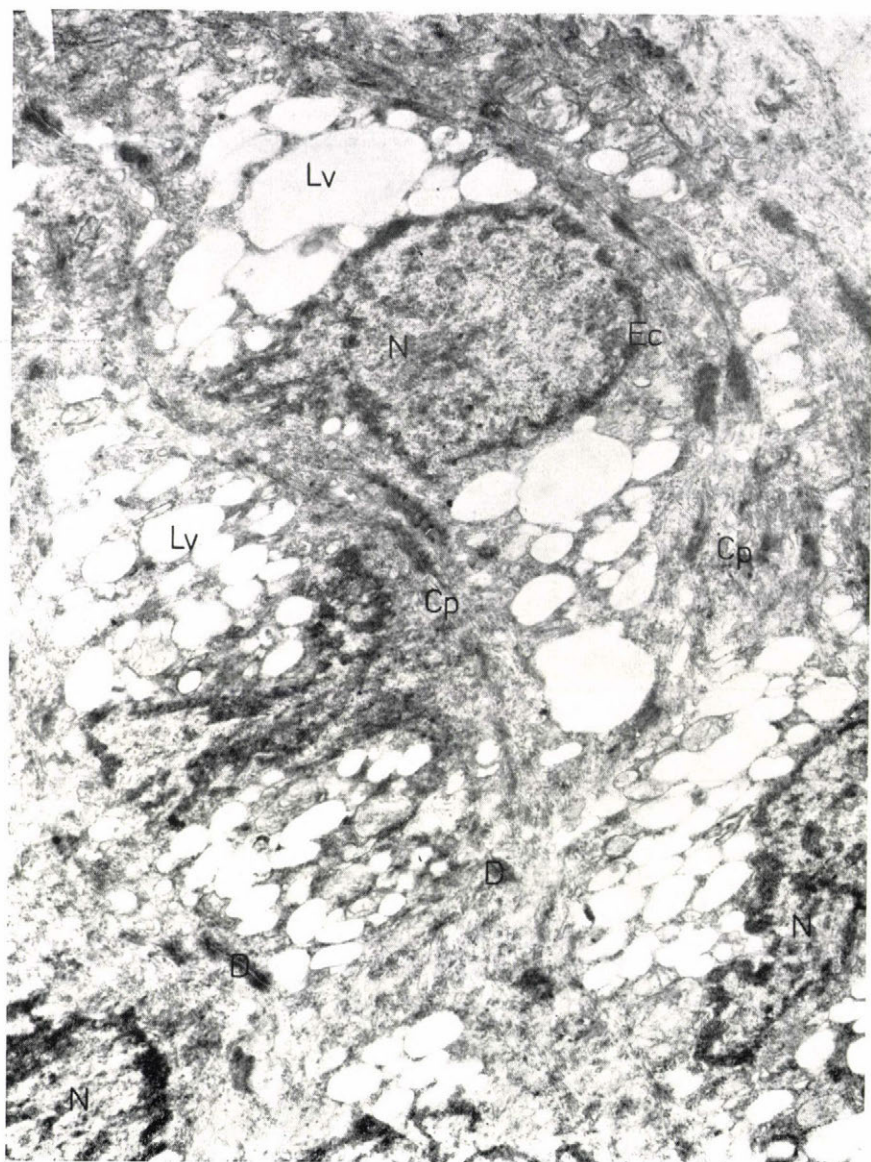
A. ÁBRAHÁM

The paper includes the following findings:

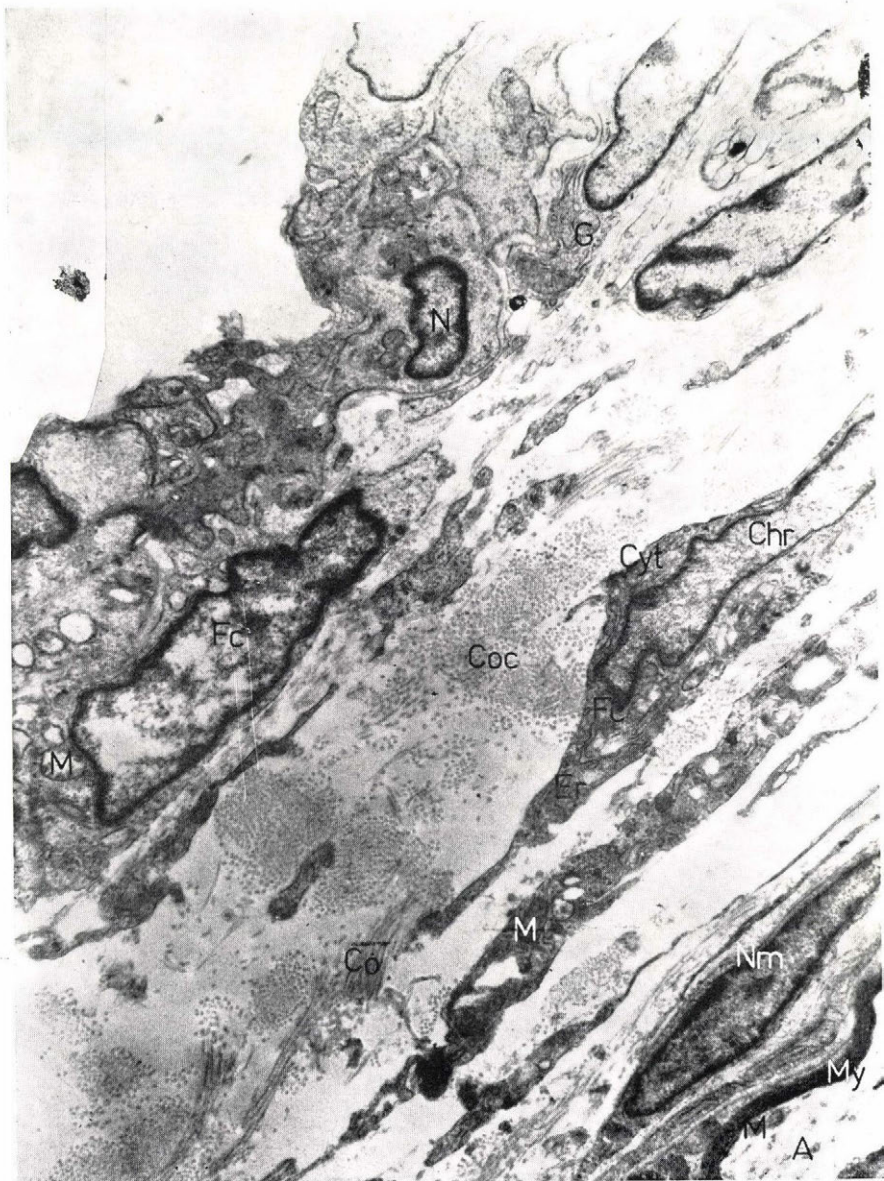
1. Just as the skin of all vertebrates, the ceroma consists of two layers. One is the epidermis, the other the corium. 2. The interior part of the epidermis is the stratum profundum, the exterior one the stratum corneum. The former consists of living and gradually dying epithelial cells, the latter is formed of flat, horny laminae, among which in places the nuclei and desmosomes are present. 3. The upper layer of the corium is the stratum laxum corii, the lower one the stratum compactum corii. Both are constructed of connective-tissue cells and fibres, of vessels and nerves. 4. In the corium the large mast cells with processes are frequent. Their characteristic components are the metachromatic granules, which at times become empty. This process is accompanied by histamine release, it is a response to the requirement of the tissues in blood supply. 5. In the corium there are many Schwann's cells. In these the phases of nerve fibre formation can be exactly followed, from mesaxon formation to the development of the neurilemma. - 6. Grandry's sensory cells are solid corpuscles with processes. Characteristic of them are the dense-core vesicles, the Golgi corpuscles of small extent, the narrow endoplasmatic reticula and the intercytoplasmatic formations which consist of short lamellae. 7. The nerve fibre and the tactile disc is full of mitochondria; clear vesicles are to be found only directly under the axolemma. 8. A formation characteristic of the tactile disc is the well circumscribed cylindric body full of clear vesicles, situated across the end of the disc. 9. As this could be seen in Grandry's corpuscles with one tactile cell, there is no wandering of mitochondria between the capsular cell, the axon and the sensory cell, as this was thought in earlier times. The capsular cells, axons and sense cells are sharply delimited from one another. 10. The receptor endings are closed ends of nerve fibres. They are characterized by a great mass of mitochondria and a small number of clear vesicles. A thickening of membranes is infrequent. The way of impulse receipt is a long parallel contact.



I. ábra. Házikaesa (*Anas boschas domestica*): Ceroma; epidermis, stratum spinosum. Ec hámsejt, Cyt Cytoplasma, N sejtmag, Nu sejtmagvaeska, Nm maghártya, Chr chromatin, Sp tűske, D desmosoma, Is sejtközötti járat



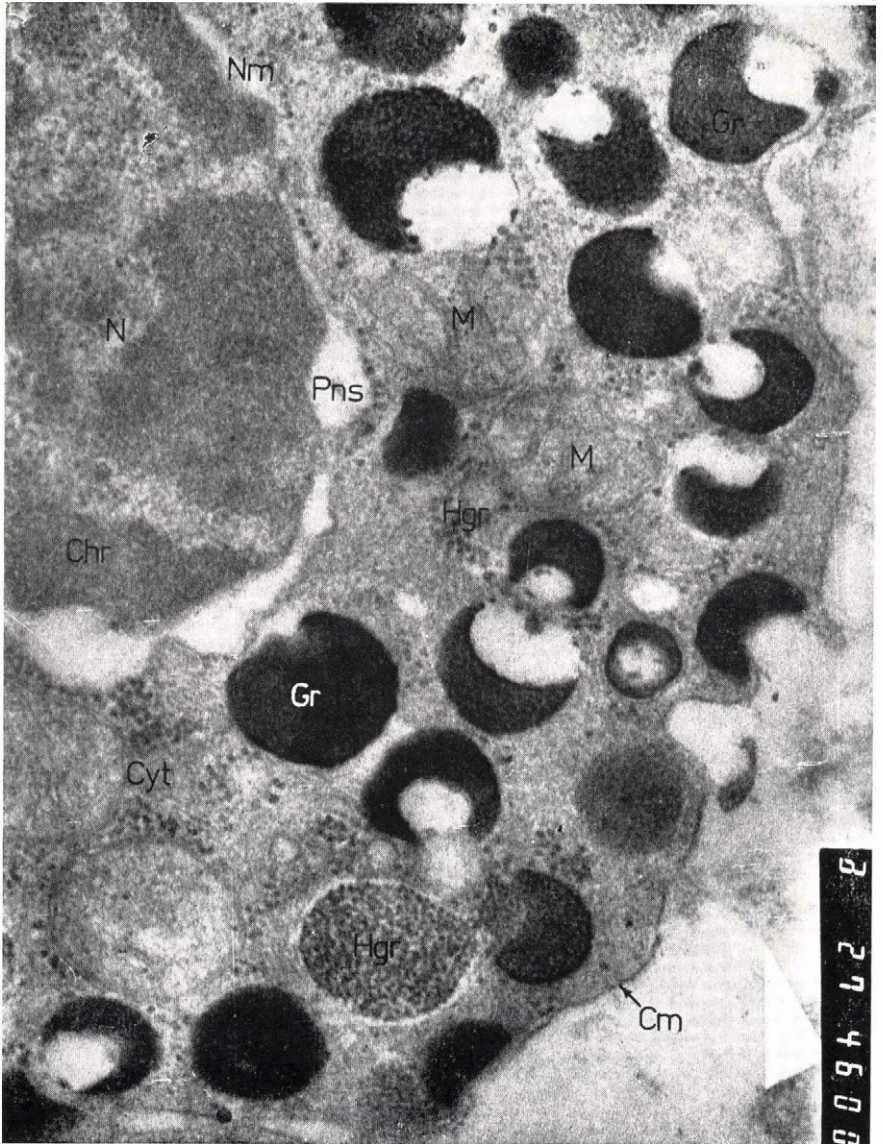
2. ábra. Házikacs: Ceroma: epidermis: stratum corneum. *Ec* hámsejt, *N* sejtmag, *Cp* szaru-  
lemez, *D* desmosoma, *Lv* zsírtartály



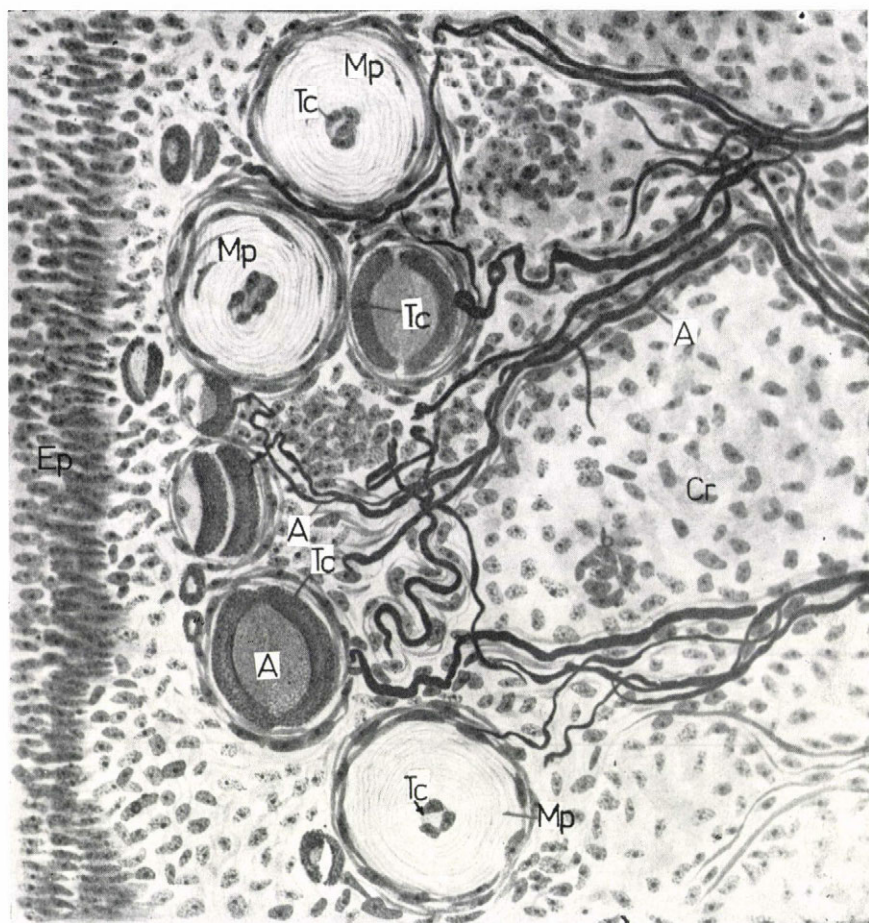
3. ábra. Házikacs: Ceroma: corium: stratum laxum corii. *Fc* kötőszöveti sejt, *Cyt* cytoplasm, *G* Golgi-complex, *N* sejtmag, *Nm* maghártya, *Chr* chromatin, *A* axon, *M* mitochondrium, *My* velőhüvely, *Co* kollagén rost hosszmetsetben, *Coc* kollagén rost keresztmetsetben



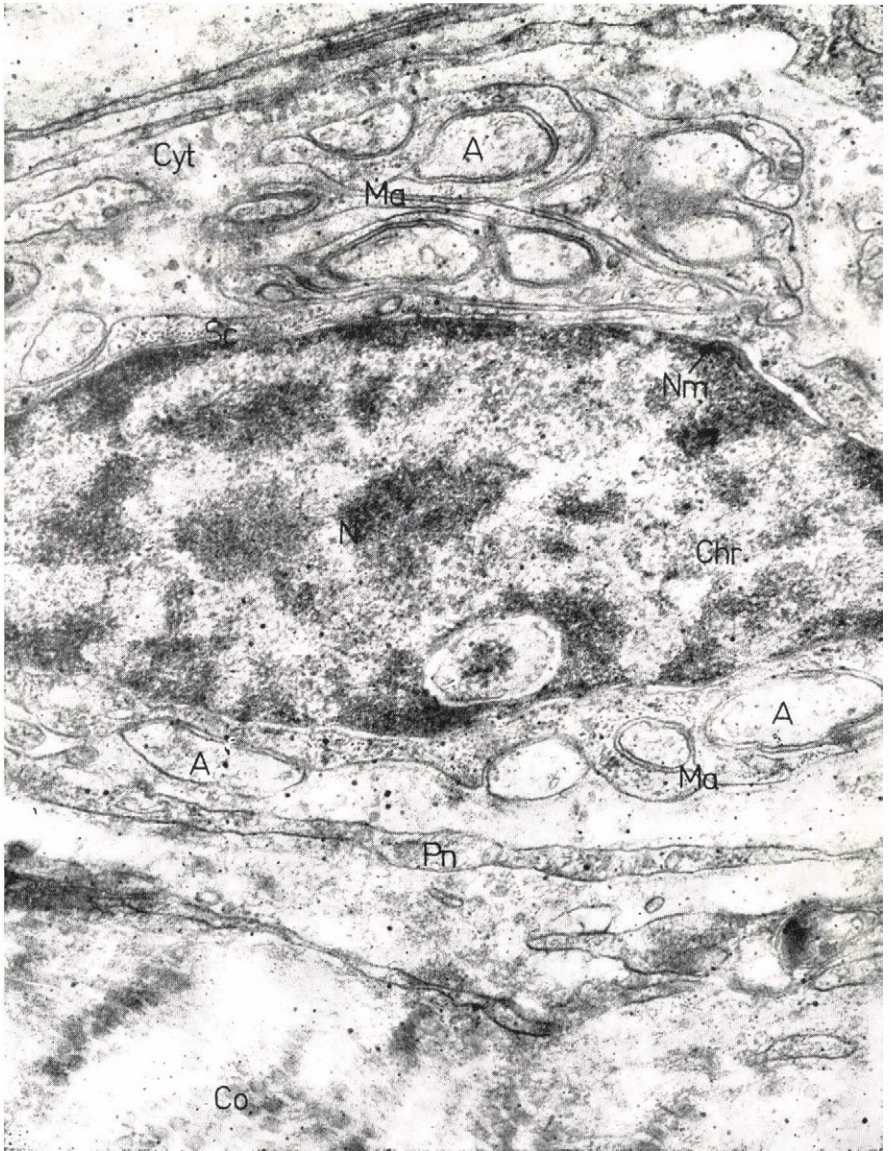
4. ábra. Házikaesa: Corium: stratum compactum corii. Fc kötőszöveti sejt, Cyt cytoplasma, G Golgi-complex, Cm sejthártya, A axon, Al axolemma, Nf neurofilamentum, N sejtmag, Nm maghártya, M mitochondrium



5. ábra. Házikacsa: Ceroma; corium: stratum compactum corii. Hízósejt. Cyt cytoplasm, Gr metachromáziás granulum, Hgr kiürülő granulum, M mitochondrium, N sejtmag, Nm maghártya, Pns perinuclearis tér, Chr chromatin, Cm sejthártya

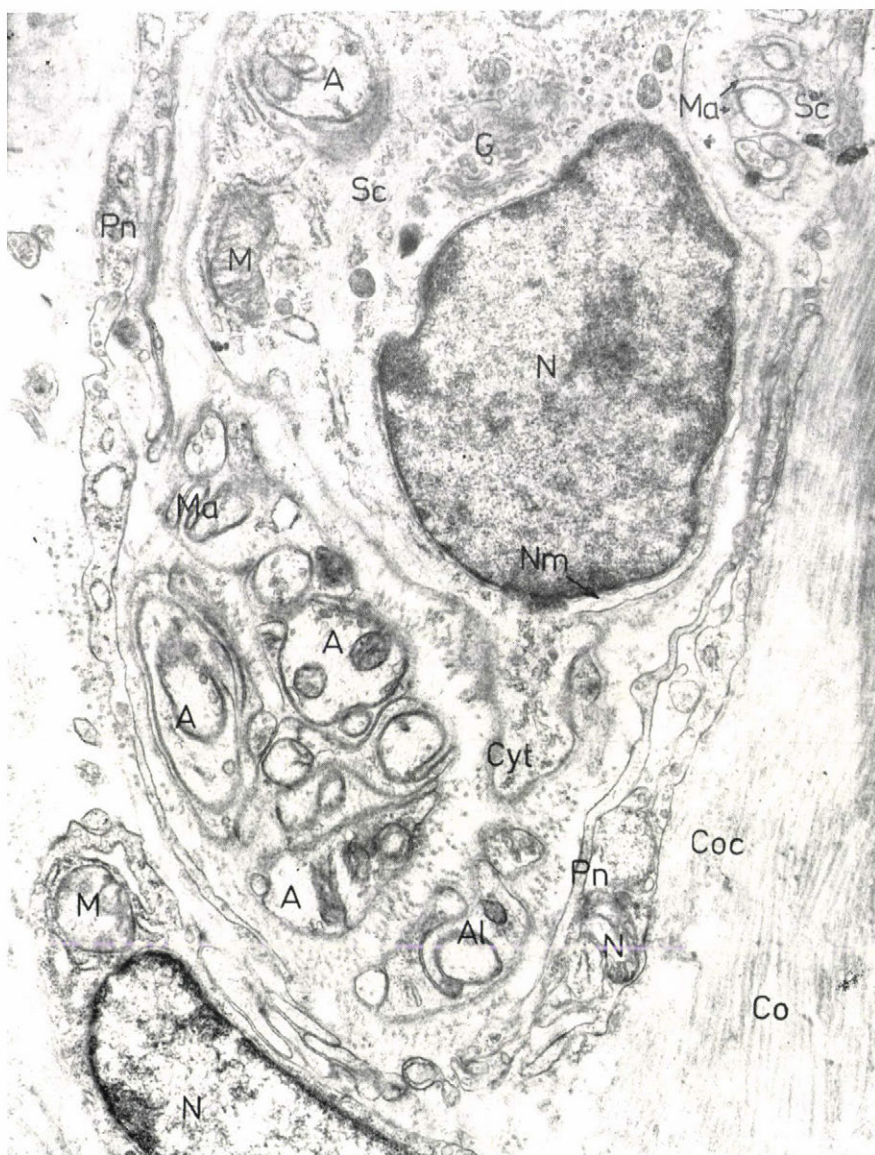


6. ábra. Tőkésréce (*Anas platyrhynchos*): Ceroma keresztmetszet. *Ep* epidermis, *Cr* corium, *Mp* Herbst-féle test: lemezrendszer, *A* Grandry-féle test: axon, *Tc* Grandry-féle test: érzéksajt (BIELSCHOWSKY—ÁBRAHÁM eljárás)



7. ábra. Házikaesa: Ceroma: corium: stratum compactum corii; ideg keresztmetszet. Sc Schwann-sejt, Cyt cytoplasma, A axon, Ma mesaxon, Pn perineurium, N sejtmag, Nm maghártya, Chr chromatin, Co kollagén rostok

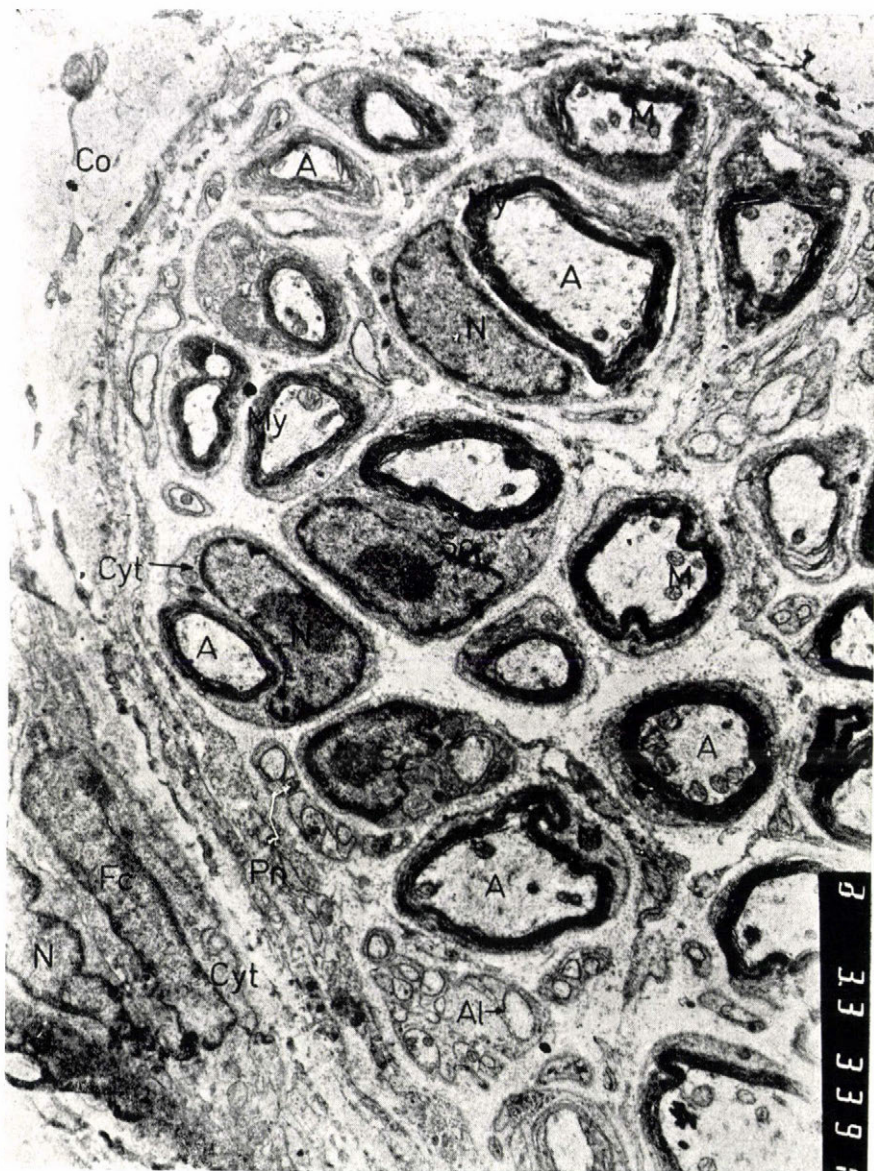




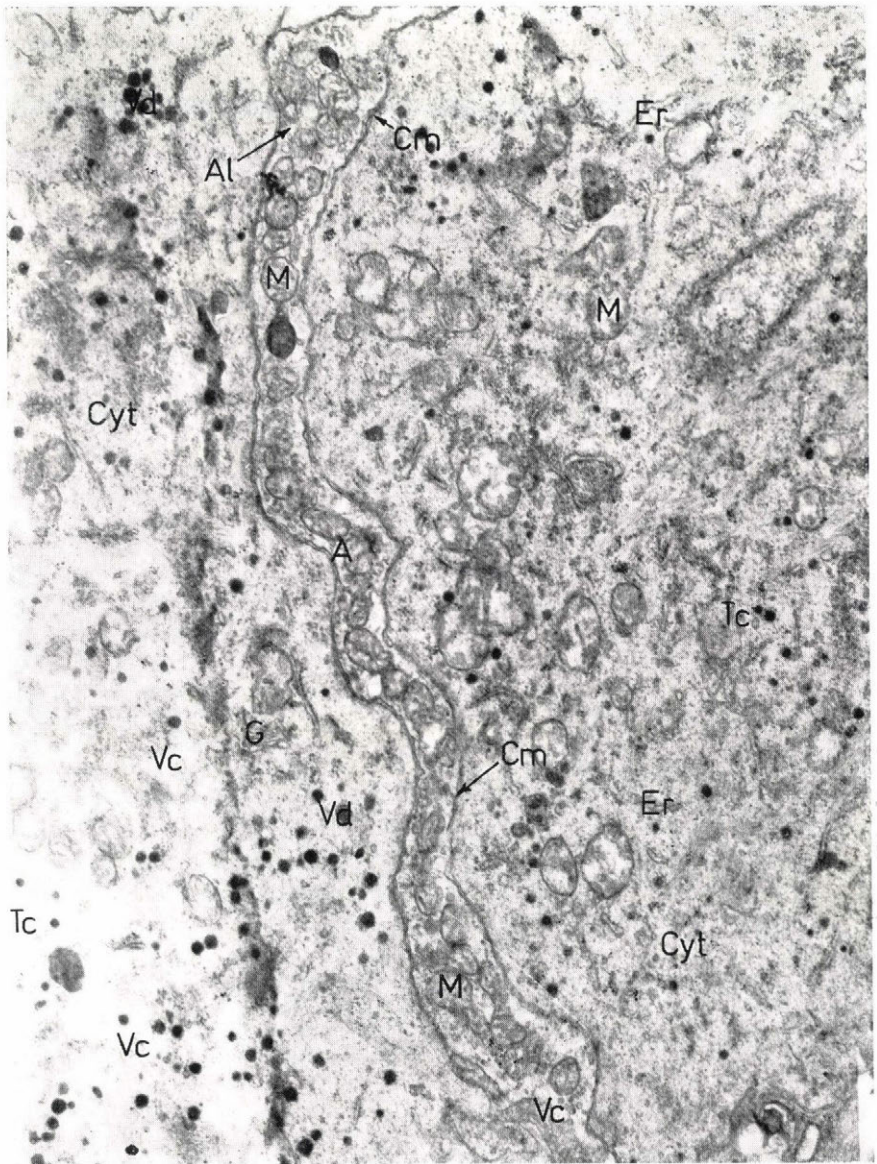
8. ábra. Házikaeca: Ceroma: corium: stratum compactum corii. Sc Schwann-sejt, Cyt cytoplasma, M mitochondrium, G-Golgi-complex, A axon, Ma mesaxon, Al axolemma, Pn perineurium, N sejtmag, Nm maghártya: Co kollagen rost hm., Coc kollagen rost km.



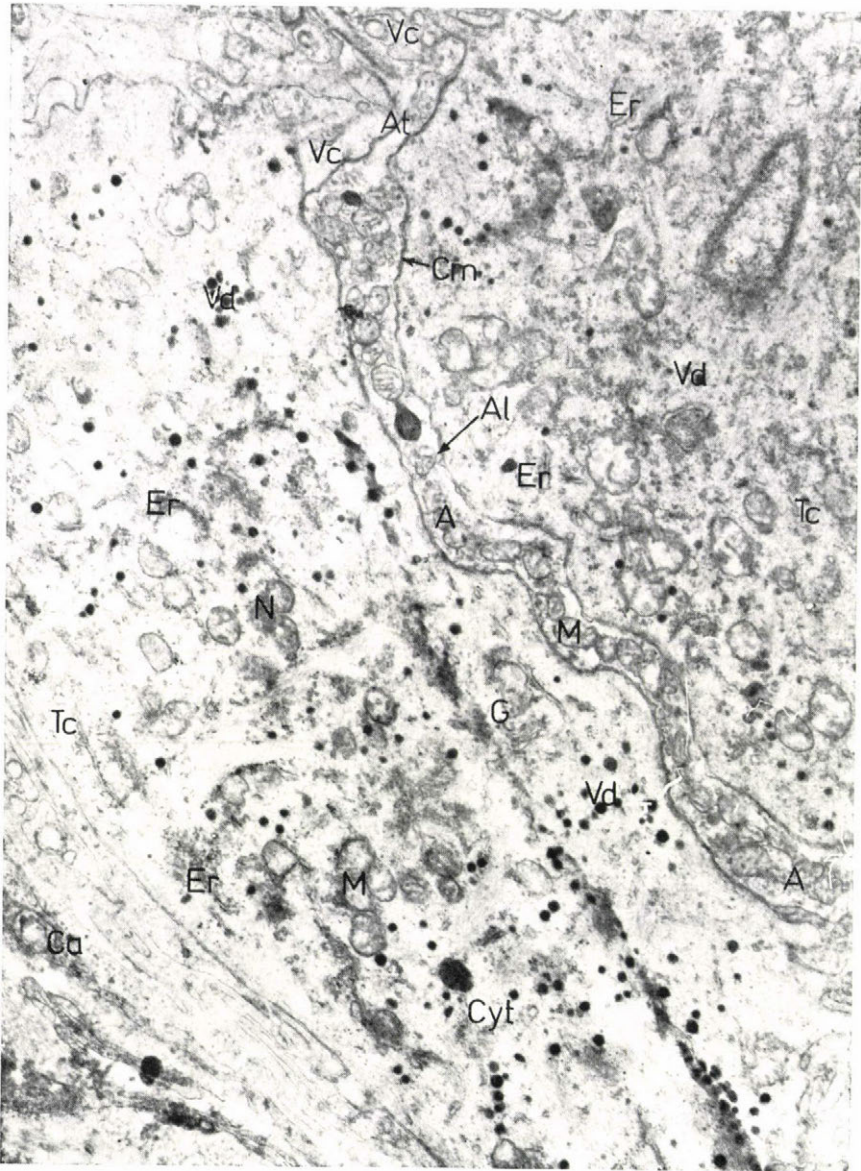
9. ábra. Házikacs: Ceroma; corium; stratum compactum corii; ideg keresztmetszet. A axon, Nf neurofilamentum, Al axolemma, Ma mesaxon, Sc Schwann-sejt, Cyt cytoplasma, G Golgi-complex, M mitochondrium, N sejtmag, V vesiculum, Fc kötőszöveti sejt, Pn perineurium



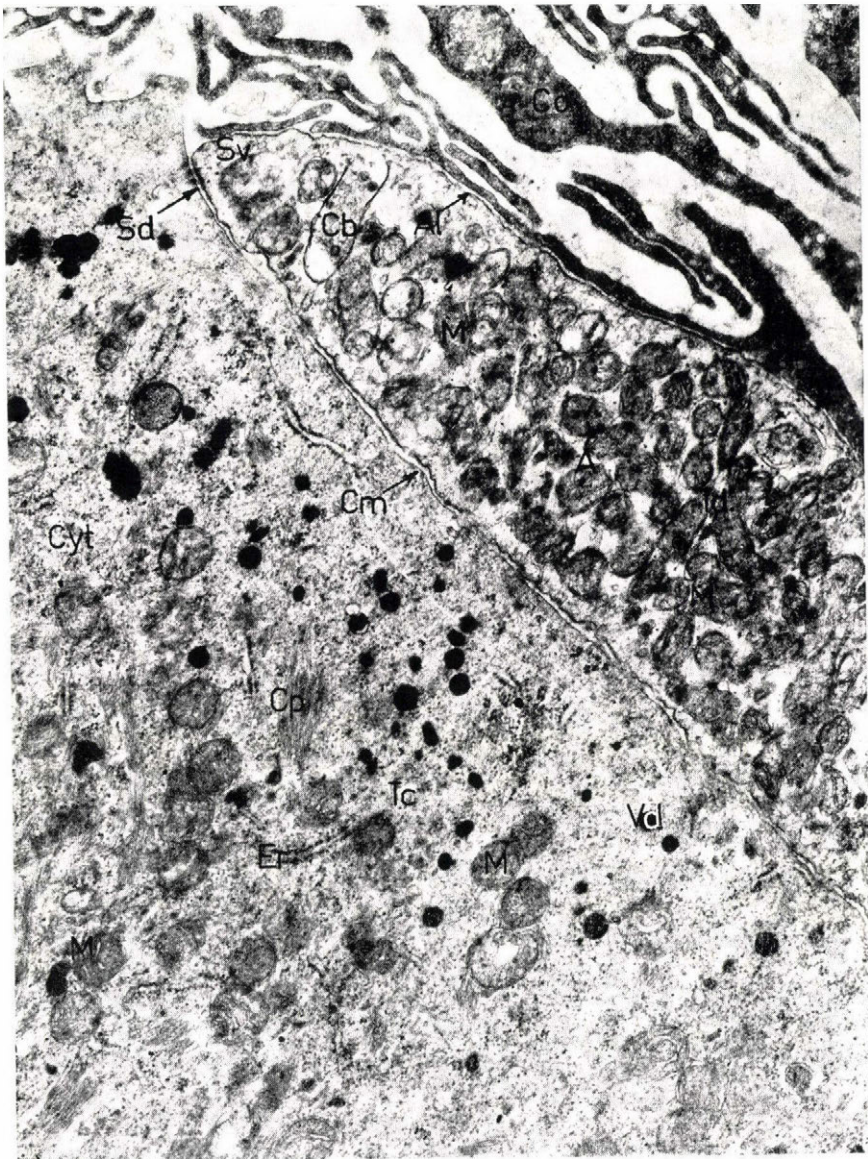
10. ábra. Házikacs: Ceroma; corium; stratum compactum corii; ideg keresztmetszet. *A* axon, *Al* axolemma, *My* velőhüvely, *Sc* Schwann-sejt, *Cyt* cytoplasma, *M* mitochondrium, *N* sejtmag, *Pn* perineurium, *Co* kollagén rost



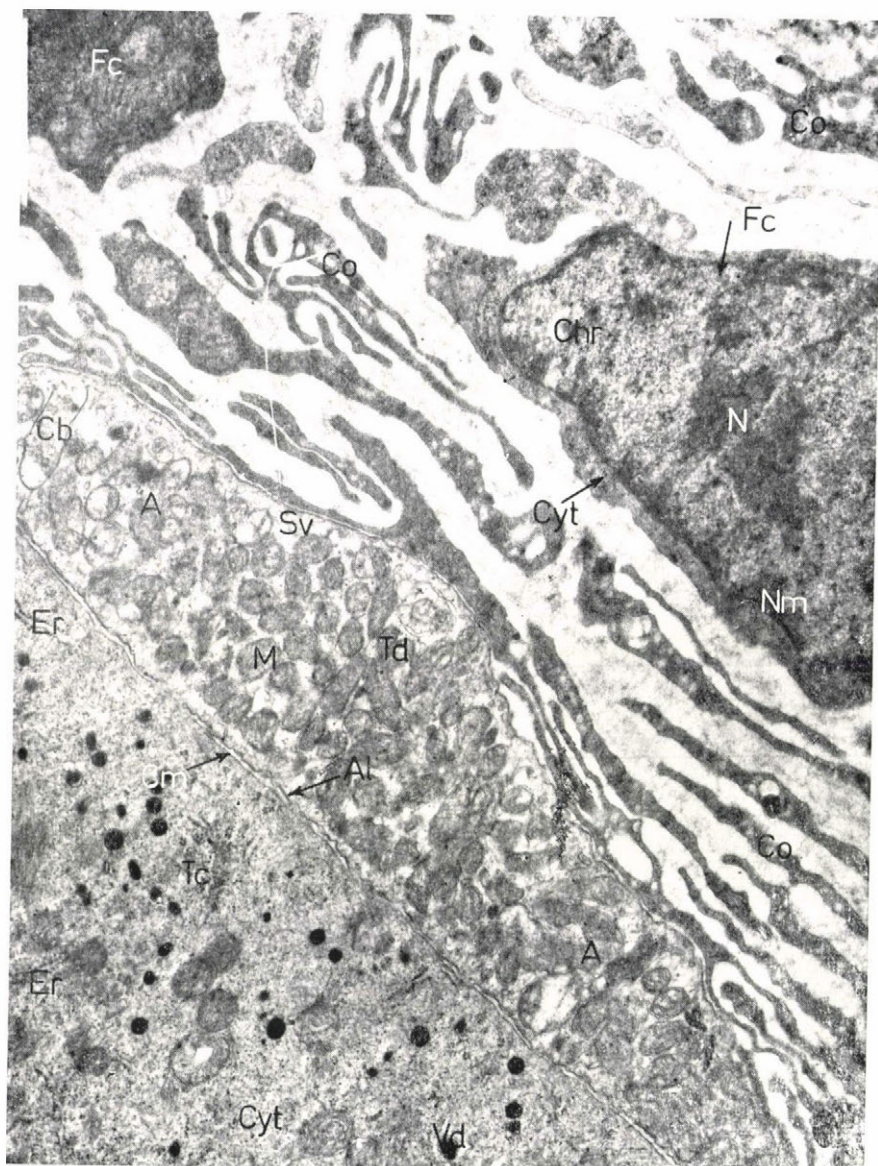
II. ábra. Házikacs: Ceroma; corium; stratum laxum corii; kétérzéksejtes Grandry-test. Tc érzéksejt, Cyt cytoplasma, Er endoplasmaticus reticulum, M mitochondrium, G Golgi-complex, Vd dense core vesiculum, Vc clear vesiculúm, Cm sejthártya, A axon, Al axolemma



12. ábra. Házikaeca: Ceroma: corium: stratum laxum corii: kétérvéksejtes Grandey-féle test. *Tc* érvéksejt, *Cyt* cytoplasma, *Er* endoplasmaticus reticulum, *M* mitochondrium, *G* Golgi-complex, *Vd* dense core vesiculum, *Ca* tok, *A* axon, *Al* axolemma, *At* végrost, *Vc* clear vesiculum, *Cm* sejthártya



13. ábra. Házikaeca: Ceroma; Corium; stratum laxum corii; Grandry-féle test csak egy érvéksejttel, tapintókoronggal. *Tc* érvéksejt, *Cyt* cytoplasma, *Er* endoplasmaticus reticulum, *M* mitochondrium, *Cp* cytoplasmaticus lemezek, *Vd* dense core vesiculum, *Cm* sejthártya, *A* axon, *Al* axolemma, *Sv* synapticus vesiculum, *Sd* synapticus megvastagodás, *Td* tapintókorong, *Cb* cylinder test, *Co* kollagén rost



14. ábra. Házikaesa: Ceroma: corium; stratum laxum corii; Grandry-féle test csak egy érzékséjttel, tapintókoronggal. *Te* érzékséjt, *Cyt* cytoplama, *Er* endoplamaticus reticulum, *Cm* sejthártya, *N* sejtmag, *Nm* maghártya, *Chr* chromatin, *A* axon, *Al* axolemma, *M* mitochondrium, *Sv* synapticus vesiculum, *Vd* dense core vesiculum, *Cb* cylinder test, *Td* tapintókorong, *Co* kollagén rost