

față capilarelor un strat care delimitează neuronii de aderența lor la peretele vascular (des. 126).

## Capitolul XIV

### ORGANELE DE SIMȚ

#### CARACTERISTICA GENERALĂ ȘI CLASIFICAREA

Organele de simț (*organa sensuum*), conform definiției lui I. P. Pavlov, constituie porțiunile periferice ale analizorilor. Analizorii sînt sisteme structural-funcționale complexe, care realizează legătura sistemului nervos central cu mediul extern și intern. În sistemul fiecărui analizor deosebim trei segmente: (a) segmentul periferic, în care se înlăptuiește recepția sau percepția; (b) segmentul intermediar este constituit din căile de conducere și formațiunile subcorticale prin intermediul cărora se transmit impulsurile; (c) segmentul central — scoarța cerebrală, unde se produce analiza și sinteza definitivă a senzației recepționate.

Organele de simț recepționează excitațiile specifice, le transformă în impulsuri nervoase și transmit informația codificată într-o serie de impulsuri nervoase, prin segmentele intermediare ale analizorilor în cele centrale.

Descoperirea legităților citofiziologiei celulelor receptive și a structurii analizorilor este baza teoriei materialiste de cunoaștere, conform căreia senzațiile umane în totalitate sînt reflectarea realității obiective.

**Clasificarea organelor de simț.** Deosebim trei tipuri principale de organe de simț. Din primul tip fac parte organul vederii și cel olfactiv. Structura lor constă din celule nervoase senzitive speciale (*neurosenzitive*); care sînt numite celule *senzitive primare*. Sursa lor de dezvoltare sînt elementele nervoase, ce se formează în decursul embriogenezei din placa neurală. Celulele date conțin prelungiri periferice specializate — dendrite, care recepționează vibrațiile undelor de lumină sau moleculele substanțelor odorifere și prin prelungirile lor centrale transmit excitația sub formă de impulsuri spre segmentele intermediare ale analizorului.

Din tipul doi fac parte organul gustativ, organul auditivei și al echilibrului. Ele se dezvoltă pe parcursul embriogenezei în componența ectodermului din îngroșări speciale, numite placode. În aceste organe de simț elementul principal de recepție îl reprezintă celulele epiteliale specializate (*senzoepiteliale*). De la ele excitația transformată se transmite celulelor nervoase, care se numesc celule *senzitive secundare*. Dendritele celulelor nervoase sesizează excitațiile, provocate în celulele senzo-epiteliale de acțiunea substanțelor gustative, de vibrația aerului sau a lichidului și le transmit în segmentele intermediare ale analizorilor corespunzători, adică analizorului gustului, auzului sau echilibrului.



Tipul trei de analizori îl constituie grupul de receptori incapsulați și neincapsulați, cu o structură slab evidențiată. Ca exemplu pot servi corpusculii nervoși lamelari; corpusculii, celulele solitare, ce reprezintă părți periferice ale analizorilor corespunzători (tensiune, percepție ș. a.).

Pentru toate celulele receptoare este caracteristică prezența structurilor specializate, ce asigură recepția excitațiilor specifice — cilii (chinocilii), care comunică cu corpusculii bazali sau microvilii (stereocilii). Plasmalema chinociliilor și a stereociliilor conține molecule de proteine speciale (foto-, hemo- și mecanoreceptori), ce codifică energia stimulului în informație specifică celulei. Biopotentialii formați pătrund în sistemul nervos central, unde are loc decodificarea stimulului.

## ORGANUL VEDERII

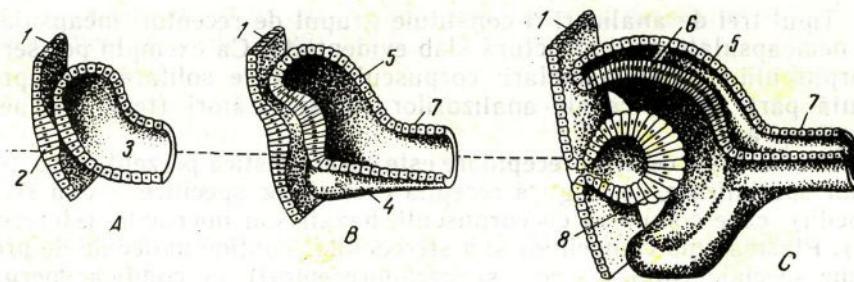
**Ochiul** (oculus) reprezintă porțiunea periferică a analizorului optic. El este constituit din *globul ocular*, care conține celule fotoreceptoare și este unit cu creierul prin *nervul optic*, și din organele anexe reprezentate de *pleoape*, *aparatur lacrimal* și *mușchii striati oculomotori*.

Globul ocular este format din trei membrane: *fibroasă*, (sclera și corneea), *vasculară* și *internă* (senzitivă) cu derivatele lor (*irisul*, *corpul ciliar*), inclusiv *cristalinul*, *lichidul camerelor anterioare* și *posterioare ale ochiului*, *corpul vitros*. În globul ocular deosebim trei aparate funcționale principale: *dioptric* sau *de refracție* (*corneea*, *lichidul camerelor anterioară și posterioară ale ochiului*, *corpul vitros*, *cristalinul*); *aparatur de acomodare* (*irisul*, *corpul ciliar cu zona ciliară*); *aparatur de recepție* (*retina*). Sclerotica îndeplinește funcția de apărare și de sprijin.

**Dezvoltarea.** Ochiul se dezvoltă din diferite surse (des. 127). Retina și nervul optic se dezvoltă din primordiul sistemului nervos — *tubul neural* sub formă de proeminențe, numite *vezicule optice*, care păstrează legătura cu creierul embrionar prin *pedunculii* oculari. De-a lungul pedunculilor în veziculele oculare pătrund vase sanguine. Partea anterioară a veziculei optice se adâncește în propria cavitate, formînd cupa optică cu peretele dublu. Porțiunea ectodermului, situată în fața orificiului cupei optice, se bombează și se desprinde, dînd naștere rudimentului cristalinului. Aceste schimbări de ectoderm au loc sub influența inductorilor de diferențiere, ce se formează în vezicula optică.

La început cristalinul are forma unei vezicule epiteliale cavitate. Apoi celulele epiteliale ale peretelui posterior se alungesc, transformîndu-se în așa-numitele *fibre cristaline*, care ocupă cavitatea veziculei. În decursul dezvoltării ulterioare, peretele intern al cupei optice se transformă în *retină*, iar cel extern — în *stratul pigmentar al retinei*. Din neuroblastele peretelui intern al cupei optice se formează *elementele fotoreceptoare și alți neuroni ai retinei*. Pedunculul cupei optice este străbătut de axonii celulelor ganglionare, care se formează în retină. Anume ei formează nervul optic, care se îndreaptă spre creier. Din mezenchimul ce înconjoară cupa optică se dezvoltă *membrana*





**Des. 127. Dezvoltarea ochiului.**

A, B, C — secțiune sagitală prin vezicula optică în diferite stadii de dezvoltare. 1 — ectodermul; 2 — placoda cristalinului — viitorul cristalin; 3 — vezicula optică; 4 — incizura vasculară; 5 — peretele extern al cupei optice — viitorul strat pigmentar al retinei; 6 — peretele intern al cupei optice — viitoarea retină; 7 — pedunculul — viitorul nerv optic; 8 — vezicula cristalină.

**vasculară și sclerotică.** În partea anterioară a ochiului sclerotică trece în corneea, care este acoperită de un *epiteliu pluristratificat pavimentos*. Vasele sanguine și mezenchimul, patrundând în cupa optică în stadiile precoce de dezvoltare, împreună cu retina embrionară dau naștere *corpului vitros și irisului*. *Mușchiul irisului, constrictor al pupilei*, se dezvoltă din marginile bombate ale foitelor externă și internă ale cupei optice. Celulele musculare, dilatatoare ale pupilei, se dezvoltă din foia externă. Astfel, ambii mușchi ai irisului au proveniență neurală.

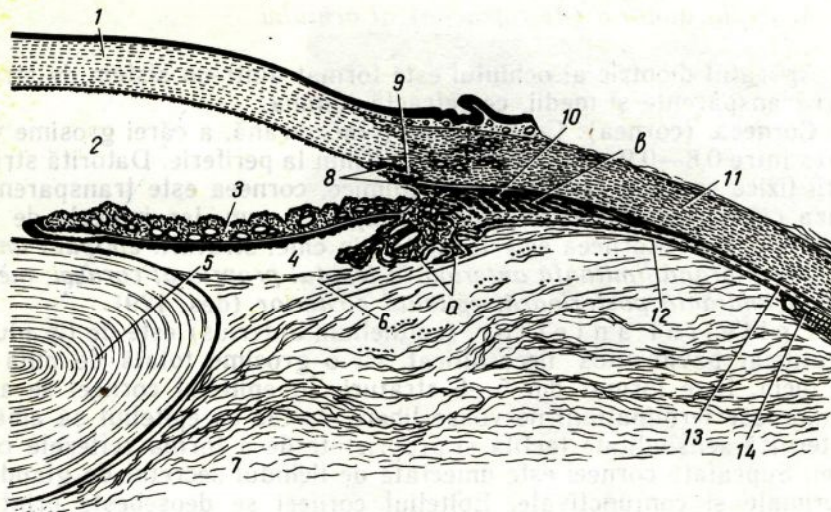
### Structura globului ocular

**Membrana fibroasă (tunica fibrosa bulbi).** Membrana dată formă părții exterioare a ochiului și este prezentată de sclerotică, care acoperă o mare parte a ochiului și trece apoi în partea lui anterioară în corneea.

**Sclerotică sau sclera (sclera)** reprezintă o membrană formată din țesut conjunctiv dens cu grosimea de 0,3—0,4 mm în partea dorsală și 0,6 mm în apropierea corneei. Ea constă din lamele dense, formate din fibre colagene amplasate paralel suprafeței ochiului (des. 128), printre care se întâlnesc fibroblaste plate și fibre elastice solitare. Fasciculele de fibre colagene, subțindu-se, se prelungesc în țesutul propriu al corneei. Corneea, transparentă, în regiunea limbului foarte brusc trece în sclerotică netransparentă (opacă). Aici stratul extern al sclerei parțial acoperă marginea corneei. Epiteliul corneei din zona marginală trece treptat în epiteliul conjunctivei ochiului. În țesutul sclerei, în locul unde ea se unește cu corneea, se află niște cavități mici, ramificate, care comunică între ele și formează *sinusul venos al sclerei*. Suprafața internă a sclerei comunică cu irisul, formând așa-numitul spațiu al unghiului iriso-cornean, în care se află *ligamentul pectinat*. Prin regiunea aceasta are loc circulația lichidului din camera anterioară a ochiului spre sinusul venos. Pe suprafața externă a sclerei se situează conjunctiva și mușchii oculomotori.

**Membrana vasculară sau coroidă (tunica vasculosa bulbi).** Ea e formată din membrana vasculară propriu-zisă, *corpul ciliar, iris*.





Des. 128 Structura părții anterioare a globului ocular (schema).

1— corneea; 2— camera anterioară (a ochiului); 3— irisul; 4— camera posterioară; 5— cristalinul; 6— ligamentul Zinn; 7— corpul vitros; 8— ligamentul pectinat; 9— sinusul venos (al sclerei); 10— corpul ciliar; a — procesele corpului ciliar; b — mușchiul ciliar; 11— sclerotica; 12— coroida-sau membrana vasculară; 13— linia dințată; 14— retina.

*Membrana vasculară propriu-zisă* (choroidea) îndeplinește funcția trofică pentru retină. În coroidă se disting, începînd de la exterior, următoarele straturi: 1) stratul *supracoroid*, 2) *stratul vascular*, 3) *stratul coriocard*, 4) *complexul bazal*.

**Stratul supracoroid** (lamina suprachoroidea) este stratul superficial al coroidei și este situat la hotar cu sclerotica. El este alcătuit din țesut conjunctiv fibros lax, care conține un număr mare de fibre elastice, fibroblaste și celule pigmentare (melanocite).

**Stratul vascular** (lamina vasculosa) este format din artere și vene cu un traiect puternic spiralat, formînd vârtejuri, între care se află un țesut conjunctiv fibros lax, bogat în celule pigmentare. Aici se mai întîlnesc unele fascicule de celule musculare netede.

**Stratul coriocard** (lamina choriocapillaris) este format dintr-o rețea de capilare largi, de tip sinusoid. Printre ele se găsesc fibroblaste aplatisate.

**Complexul bazal** (complexus basalis) reprezintă o lamelă foarte subțire (1—4 mcm), situată între membrana vasculară și stratul pigmentar al retinei. În ea deosebim trei straturi. Extern — elastic — conține fibre fine elastice, care reprezintă prelungirile fibrelor din stratul coriocard. Stratul intern, mai lat, este format din țesut fibros, iar membrana bazală formează stratul al treilea.



### *Aparatul dioptric (de refracție) al ochiului*

Aparatul dioptric al ochiului este format dintr-un sistem de structuri transparente și medii, ce refractă lumina.

**Corneea.** (cornea). Corneea este o membrană, a cărei grosime variază între 0,8—0,9 mm în centru și 1,1 mm la periferie. Datorită structurii fizice speciale și compoziției chimice, corneea este transparentă. Raza curbei corneei alcătuiește aproape 7,8 mm, iar indicele de refracție — 1,37. Corneea este formată din cinci straturi: *epiteliul anterior*; *membrana limitantă anterioară*; *țesutul propriu al corneei*; *membrana limitantă posterioară*; *epiteliul posterior* (des. 129).

1. **Epiteliul anterior** (epithelium anterius) este de tip pluristratificat pavimentos necornificat, cu o grosime totală de pînă la 50 mcm. Este format din 5—6 straturi. În epiteliul corneei se află numeroase terminațiuni nervoase libere, ce fac ca epiteliul să aibă o puternică sensibilitate tactilă și proprietate de a forma reflexele corneei. Suprafața corneei este umectată de lichidul secretat de glandele lacrimale și conjunctivale. Epiteliul corneei se deosebește printr-o mare capacitate regenerativă și o permeabilitate înaltă pentru diferite substanțe gazoase și lichide. Ultima proprietate a epiteliului se folosește în practica medicală la aplicarea diferitelor substanțe medicamentoase. Epiteliul anterior al corneei se prelungește în epiteliul pluristratificat pavimentos al conjunctivei. *Membrana bazală* a epiteliului anterior este alcătuită din straturile electronic-deschis și electronic-închis (vezi des. 129 A).

2. **Membrana limitantă anterioară** (lamina limitans anterior) este situată sub membrana bazală și are o structură fibrilară. Grosimea ei variază între 6 și 9 mcm.

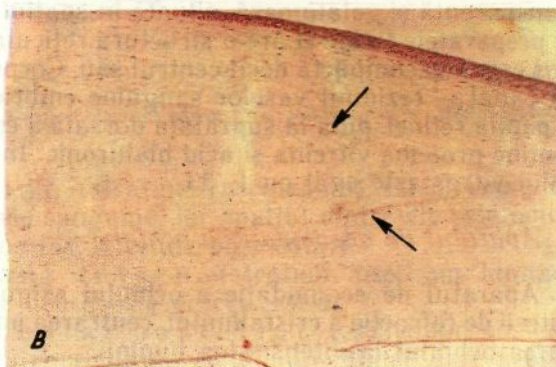
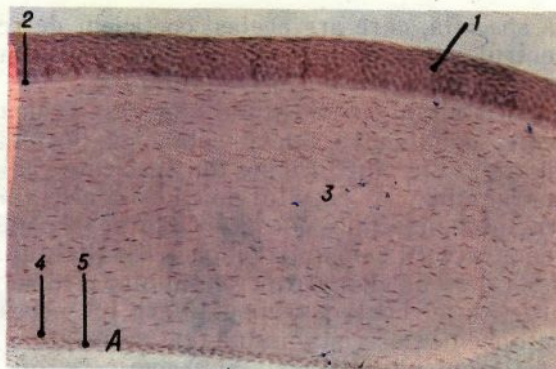
3. **Țesutul propriu al corneei** (substantia propria corneae) este format din lamele subțiri de țesut conjunctiv, care alternează succesiv și se întretaie între ele sub un unghi. Fiecare lamelă constă din fascicule de fibre colagene paralele de diferită grosime. În lamele și printre ele se găsesc celule stelate plate, care reprezintă varietăți de fibroblaste. Celulele și lamelele sînt înglobate într-o substanță fundamentală amorfă, bogată în glicozaminoglicani (în special keratin-sulfati), care asigură transparența substanței fundamentale a corneei. În țesutul propriu lipsesc vasele sanguine. În regiunea unghiului iriso — corneean corneea continuă, în membrana externă netransparentă a ochiului — scleră.

4. **Membrana limitantă posterioară** (lamina limitans posterior) are grosimea de 5—10 mcm. Ea constă din fibre colagene cu diametrul de 10 nm, cuprinse într-o substanță amorfă.

5. **Epiteliul posterior** (epithelium posterius) este unistratificat, alcătuit din celulele poligonale plate.

Nutriția corneei se realizează prin difuzia substanțelor nutritive din camera anterioară a ochiului și din vasele sanguine ale limbului — zona de tranziție între corneea și sclerotică. Sistemul limfatic al corneei este format dintr-o rețea de fisuri limfatice înguste, ce comunică cu plexul venos ciliar.





**Des. 129. Corneea ochiului.**  
 A — corneea intactă: 1 — epiteliu pluristratificat pavimentos necornificat; 2 — membrana limitantă anterioară a corneei; 3 — țesutul propriu; 4 — membrana limitantă posterioară; 5 — epiteliul corneean posterior. B — corneea cu transplantat (T) (preparatul lui V. V. Veretenikova).

În caz de inflamație capilarele sanguine împreună cu celulele (leucocite, macrofage ș. a.) pătrund din regiunea limbului în țesutul propriu cornean, provocând opacifiere și cornificare. Pentru a restabili transparența corneei, leucomul se înlătură și se transplantează corneea de la donator (vezi des. 129 B).

**Cristalinul** (lens) este un corp biconvex, transparent, a cărui formă se modifică odată cu acomodarea ochiului când privește obiectele din apropiere și de la distanță. Împreună cu corneea și corpul vitros cristalinul alcătuiește mediul principal de refracție a luminii. Raza curburii cristalinului variază de la 6 la 10 mm, indicele de refracție alcătuiește 1,42. Cristalinul este acoperit de o capsulă transparentă, grosimea căreia alcătuiește 11—18 mcm. Peretele lui anterior, situat imediat sub capsulă, este format dintr-un epiteliu unistratificat pavimentos (epithelium lentis).

Spre ecuator epitelioците devin mai înalte și formează zona de creștere a cristalinului. Zona dată aprovizionează cu celule noi în decursul vieții atât suprafața anterioară, cât și cea posterioară a cristalinului. Epitelioците noi se transformă în *fibrelor cristalinului* (fibrae lentis). Fiecare fibră reprezintă o prismă hexagonală transparentă. În citoplasma fibrelor cristalinului se află proteina transparentă — cristalina. Fibrele sînt cimentate între ele cu o substan-



ță specială, care are același coeficient de refracție. Fibrele, situate la centrul cristalinului, pierd nucleii, devin mai scurte și, suprapunându-se, formează *nucleul cristalinului*.

Cristalinul este menținut în poziția sa de *un sistem de fibre transparente*, omogene și inextensibile, ce formează zona ciliară (zonula ciliaris). Ele sînt formate din fascicule radiale, fixate cu un capăt de corpul ciliar, iar cu altul de capsula cristalinului, datorită căroră contractarea mușchilor corpului ciliar se transmite cristalinului. Cunoașterea structurii și histofiziologiei cristalinului a permis elaborarea metodelor de confecționare a cristalinului artificial și introducerea pe larg în practica medicală a transplantării lui, necesară la tratarea bolnavilor cu opacifierea cristalinului (cataracta).

**Corpul vitros** (corpus vitreum). Corpul vitros reprezintă o masă transparentă și gelatinoasă, situată în spațiul dintre cristalin și retină. În preparatele fixate el are o structură reticulară. Periferia corpului vitros este mai compactă decît centrul său. Corpul vitros este străbătut de un canal — reziduul vaselor sanguine embrionare — ce se întinde de la papila retinei, pînă la suprafața dorsală a cristalinului. Corpul vitros conține *proteina vitreina* și *acid hialuronic*. Indicele de refracție al corpului vitros este egal cu 1,33.

#### *Aparatul de acomodare a ochiului*

Aparatul de acomodare a ochiului asigură schimbarea formei și puterii de refracție a cristalinului, centrarea imaginii pe retină și acomodarea ochiului la intensitatea luminii.

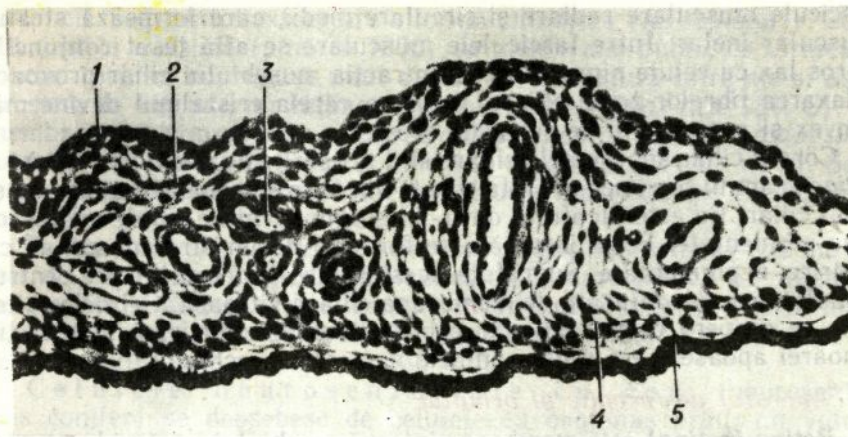
**Irisul** (iris) reprezintă o formațiune discoidală cu un orificiu, ce-și schimbă mărimea (pupilă) în centru. El este derivat al membranei vasculare a ochiului. Partea posterioară a irisului este tapetată cu epiteliul pigmentar al retinei. El este situat între corneea și cristalin, astfel delimitînd camera anterioară de cea posterioară a ochiului (des. 130). Marginea irisului, ce se unește cu corpul ciliar, se numește marginea ciliară. Stroma irisului este formată din țesut conjunctiv fibros lax, bogat în celule pigmentare. Tot aici se află celule musculare netede, ce alcătuiesc mușchii constrictori și dilatatori ai pupilei (m. sphincter pupillae, m. dilatator pupillae).

În iris deosebim 5 straturi: *epiteliul anterior*, care acoperă partea anterioară a irisului; *stratul limitant extern* (avascular); *stratul vascular*; *stratul limitant intern*; *epiteliul pigmentar posterior*.

*Epiteliul anterior* (epithelium anterius iridis) este constituit din celule poligonale pavimentoase și reprezintă continuarea epiteliului posterior al corneei.

*Stratul limitant extern* (stratum externum limitans) este format dintr-o substanță fundamentală, în care se conține un număr mare de fibroblaste și celule pigmentare. Calitatea și cantitatea diversă a celulelor pigmentare determină culoarea ochilor. La albișoși pigmentul lipsește și irisul are culoare roșie, pentru că prin el se văd vasele sanguine. La o vîrstă înaintată se observă depigmentarea irisului și el devine mai clar.





Des. 130. Irisul.

1—epiteliu unistratificat pavimentos; 2—stratul limitant extern; 3—stratul vascular; 4—stratul limitant intern; 5—epiteliul pigmentar posterior.

Stratul vascular (stratum vasculosum) este format dintr-un număr mare de vase sanguine, iar spațiul dintre ele este ocupat de țesut conjunctiv-fibros lax și celule pigmentare.

Stratul limitant intern (stratum internum limitans) după structura sa nu se deosebește de cel extern.

Epiteliul pigmentar posterior (epithelium posterius pigmentosum) reprezintă continuarea epitelului retinei, care acoperă corpul ciliar și procesele ciliare.

Irisul îndeplinește funcția sa de diafragm al ochiului cu ajutorul mușchilor constrictor (musculus sphincter pupillae) și dilatator (musculus dilatator pupillae) ai pupilei. Mușchiul dilatator al pupilei este inervat de fibrele simpatiche postganglionare ale ganglionului cervical superior, iar constrictorul — de către fibrele parasimpatice postganglionare ale ganglionului ciliar. Din această sursă este inervat și corpul ciliar.

**Corpul ciliar** (corpus ciliare). Corpul ciliar reprezintă un derivat al retinei și membranei vasculare. Îndeplinește funcția de fixare și schimbare a curbei cristalinului, astfel participând la procesul de acomodare. Pe secțiunile meridionale ale ochiului corpul ciliar are aspectul unui triunghi, baza cărui este îndreptată în camera anterioară a ochiului. Corpul ciliar se împarte în două porțiuni: internă — *coroana ciliară* (corona ciliaris) și externă — *inelul ciliar* (orbiculus ciliaris). De pe suprafața coroanei ciliare pornesc spre cristalin *procesele ciliare* (processus ciliares), de care se fixează fibrele zonei ciliare (vezi des. 128). Partea principală a corpului ciliar, cu excepția proceselor este formată din *mușchiul ciliar* (m. ciliaris), care joacă un rol important în acomodarea ochiului. Mușchiul dat este format din fascicule de celule musculare netede, amplasate în trei direcții diferite. Deosebim fascicule musculare meridionale externe, situate direct sub sclerotică,



fascicule musculare radiare și circulare medii, care formează stratul muscular inelar. Între fasciculele musculare se află țesut conjunctiv fibros lax cu celule pigmentare. Con tracția mușchiului ciliar provoacă relaxarea fibrelor zonei ciliare, în urma căreia cristalinul devine mai convex și puterea lui de refracție crește.

Corpul ciliar și procesele ciliare sînt acoperite de *porțiunea ciliară a retinei*, care în regiunea aceasta constă din foița externă, situată pe mușchiul ciliar. Ea este alcătuită dintr-un singur strat de celule cubice intens pigmentate. Foița internă este formată de un strat de celule cilindrice, nepigmentate. Suprafața acestei foițe, îndreptată spre centrul ochiului, este înconjurată de membrana ciliară vitroasă. Celulele epiteliale ce acoperă corpul ciliar și procesele ciliare participă la secreția umoarei apoase, care umple ambele camere ale ochiului.

#### *Aparatul de recepție al ochiului*

**Retina (retina)** este membrana internă a ochiului, a cărei bună parte (pars optica retinae) este fotosensibilă și conține celule fotoreceptoare. În dependență de forma prelungirilor periferice ale lor, ele se numesc celule neurosenzoriale cu bastonaș și celule neurosenzoriale cu con. Porțiunea retinei din regiunea corpului ciliar (pars ciliaris retinae) și a suprafeței posterioare a irisului (pars iridica retinae) este lipsită de fotoreceptori.

Retina este alcătuită din trei neuroni situați radial (extern-*fotoreceptor*, mediu-*asociativ* și intern-*ganglionar*) și doi neuroni incluși în lanțurile radiale: unul la nivelul contactului primului și celui de-al doilea neuron (*neuronii orizontali*) și la nivelul unirii neuronului doi cu al treilea (*neuroni amacrini*). Printre neuronii amplasați radial în lanțuri, sînt situate gliocite radiale. La un loc toate celulele formează cîteva straturi ale retinei: *fotosensibil al conurilor și bastonașelor*; *nuclear extern*; *plexiform extern*; *nuclear intern*; *plexiform intern*; *al celulelor ganglionare*; *al fibrelor nervoase*. Straturile nucleare și ganglionar corespund corpurilor neuronilor, iar straturile plexiforme — sinapselor lor (des. 131, A, B, C, D).

Raza de lumină, înainte de a cădea pe stratul fotosensibil al retinei, trebuie să străbată corneea, cristalinul, corpul vitros și grosimea proprie a retinei. Astfel retina ochiului omului aparține tipului de ochi invertit, adică în care receptorii celulelor neurosenzitive sînt întorși de la lumină și reprezintă porțiunea cea mai profundă a retinei, orientată spre epiteliul pigmentar al membranei vasculare. Stratul cel mai superficial al retinei este epiteliul pigmentar.

Celulele neurosenzoriale recepționează razele de lumină cu părțile lor periferice — bastonașele și conurile. Părțile celulelor fotoreceptoare, unde este situat nucleul, formează la un loc *stratul nuclear extern al retinei* (stratum nucleare externum). Prelungirile lor centrale participă la formarea *stratului plexiform extern* (stratum plexiforme externum). Prelungirile periferice — *dendritele celulelor neurosenzoriale cu bastonaș* — au o orientare radiară și sînt situate între prelungirile celulelor epiteliului pigmentar al retinei. Fiecare bastonaș este alcătuit din două segmente: (*extern și intern*), unite



cu un cil. Segmentul extern are o formă cilindrică (de bastonaș). Constă dintr-o mulțime (pînă la 1000) de membrane duble, ce formează discuri închise, suprapuse unul altuia, fără legătură între ele și au o grosime de 140 nm, iar lățimea aproape 2 μm (vezi des. 131, C). În membranele segmentelor externe se află pigmentul vizual — *rodopsina*, formată din proteina opsina și aldehida vitaminei A — retinalul. Segmentul extern și cel intern sînt legați cu un *cil*, care începe din segmentul intern cu un corpuscul bazal.

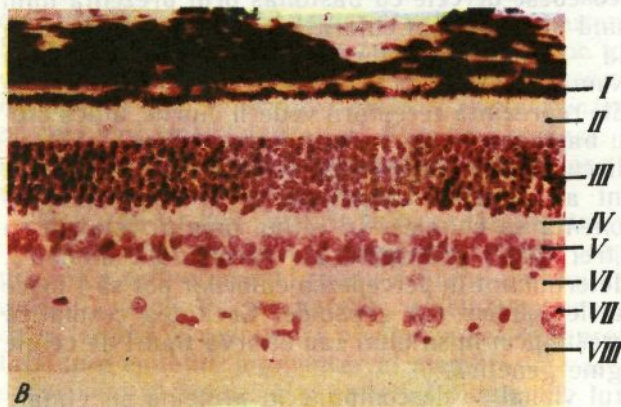
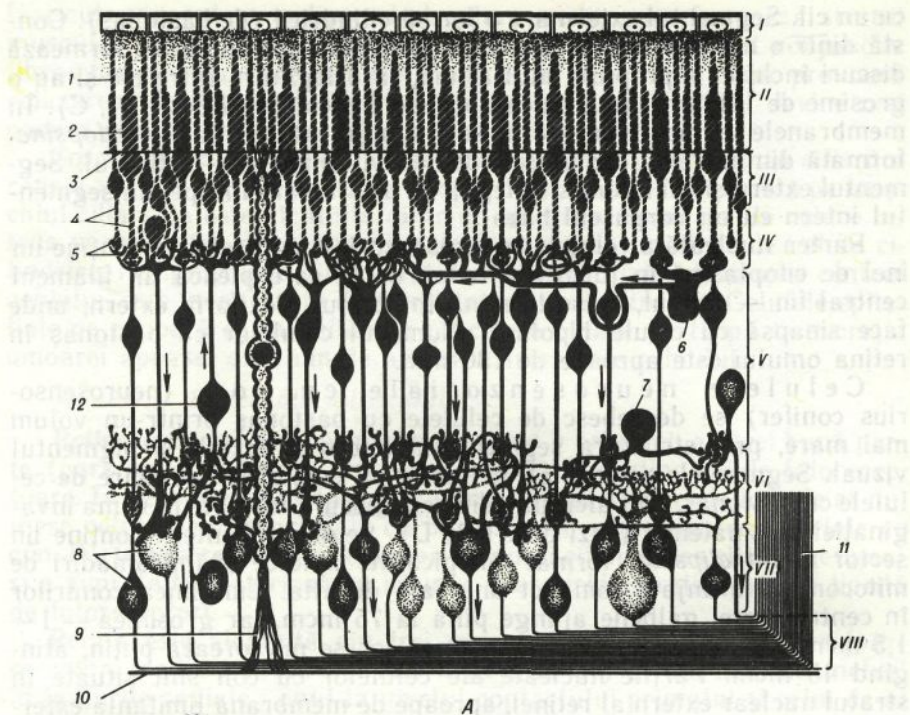
Partea nucleată a celulelor neurosenzoriale cu bastonaș conține un inel de citoplasmă în jurul nucleului, de la care pleacă un filament central fin — axonul, ce se termină în stratul plexiform extern, unde face sinapsă cu celula bipolară. Numărul celulelor cu bastonaș în retina omului este aproape de 130 mln.

Celulele neurosenzoriale cu con (neurosenzorius conifer) se deosebesc de celulele cu bastonaș printr-un volum mai mare, prin structura segmentului intern și extern și pigmentul vizual. Segmentele externe ale celulelor cu con, spre deosebire de celulele cu bastonaș, sînt alcătuite din *semidiscuri*, formate în urma invaginației plasmalemei (vezi des. 131, D). Segmentul intern conține un sector numit *elipsoid*, format din picături lipidice și îngrămădiri de mitocondrii, aranjate compact una față de alta. Lungimea conurilor în centrul petei galbene ajunge pînă la 75 μm, iar grosimea — 1—1,5 μm. La periferia retinei lungimea lor se micșorează puțin, atînd 45 μm. Părțile nucleate ale celulelor cu con sînt situate în stratul nuclear extern al retinei, aproape de membrana limitantă externă. Aceste celule se deosebesc de cele cu bastonaș prin prezența unui nucleu mai mare, rotund și mai puțin colorat. De la partea nucleată pleacă o fibră centrală — axonul, care formează sinapsă cu dendrită neuronului bipolar. Numărul celulelor cu con în retina ochiului la om este de 6—7 mln. Ele reprezintă receptorii vederii diurne, adică cromatică, iar celulele cu bastonaș — ale vederii crepusculare.

Membranele semidiscurilor din segmentele externe ale celulelor cu con conțin alt pigment al vederii — *iodopsina*, ce se deosebește de rodopsină, prin componența sa chimică. În retina omului celulele cu con sînt sensibile la trei culori principale ale spectrului: albastră, verde și roșie. Un rol determinant în perceperea culorilor pot să-l joace de asemenea și picăturile lipidice din elipsoide. Cecitatea cromatică (daltonismul) se lămurește prin lipsa unui sau cîtorva tipuri de celule cu con, ce sînt de origine genetică.

La lumină pigmentul vizual se descompune în proteină și retinal. Descompunerea pigmentului în celulă dă naștere unui șir de reacții biochimice, ce conduc la schimbarea permeabilității membranei fotoreceptorului față de ioni și la apariția potențialului receptor. Resintetizarea pigmentilor vizuali are loc în timpul adaptării la întuneric. La încordarea funcțională a ochiului descompunerea rodopsinei predomină asupra resintezei ei, fapt ce provoacă slăbirea temporară a recepției vizuale. Condițiile favorabile pentru amplificarea fazei de resinteză a rodopsinei și restabilirea vederii se formează la întunericul de scurtă durată.





**Des. 131. Retina.**

A— schema componenței neuronale a retinei; I— epiteliul pigmentar al retinei; II— stratul fotosenzorial (stratul bastonașelor și conurilor); III— stratul nuclear extern; IV— stratul plexiform extern; V— stratul nuclear intern; VI— stratul plexiform intern; VII— stratul ganglionar; VIII— stratul fibrelor nervoase.

I— bastonașe; 2— conuri; 3— stratul limitant extern; 4— prelungirile centrale ale celulelor fotoreceptoare (axoni); 5— sinapsele axonilor celulelor receptoare cu dendritele neuronilor bipolari; 6— neuronul orizontal; 7— neuronul amacrin; 8— celule ganglionare; 9— gliocitul radial; 10— stratul limitant intern; 11— fibrele nervului optic; 12— neuronul centrifugal. B— microfotografie (preparatul lui Iu. I. Afanasiev).

Segmentele externe se formează datorită creșterii plasmalemei cililor celulelor neurosenzoriale embrionare, orientate spre stratul pigmentar al retinei. Totodată discurile viitoarelor celule cu con și bastonaș se dezvoltă în același mod — prin formarea plicilor mem-



**Des. 131 (continuare).** Structura ultra-microscopică a celulelor neurosenzoriale cu bastonaș C și cu con (D) (des. de Iu. I. Afanasiev).

I—segmentul extern, II—secția de legătură, III—segmentul intern, IV—pericarionul, V—axonul. 1—discuri (în bastonașe) și semidiscuri (în conuri); 2—plasmalema; 3—cilii; 4—corpul lipid; 5—mitocondrii; 6—reticulul endoplasmatic; 7—nucleul; 8—sinapsă.

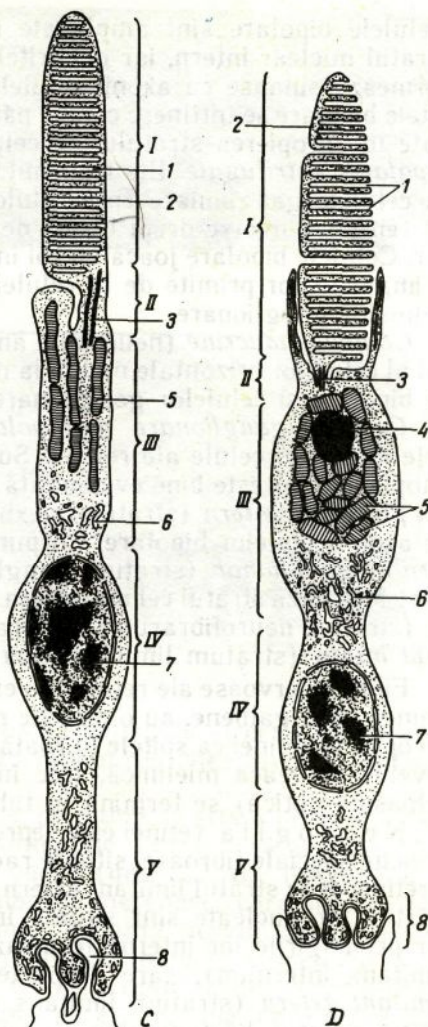
branei plasmatice. Apoi, o parte din celulele embrionare cu con sînt supuse unei diferențieri suplimentare, transformîndu-se în celule cu bastonaș, datorită închiderii și desprinderii discurilor lor de la plasmalemă. Formarea discurilor este indusă de vitamina A. În lipsa ei discurile nu se formează, iar la maturi insuficiența cronică a vitaminei A conduce la distrugerea discurilor (cecitate nocturnă).

În segmentele interne ale celulelor neurosenzoriale se află sisteme de fermenți, ce deservesc schimbul de energie și biosinteza principalilor compuși chimici ai celulei.

*In stratul nuclear intern* (stratum nucleare internum) sînt amplasate trei tipuri de neuroni asociativi — *celule nervoase orizontale, bipolare, și amacrine*.

*Celulele nervoase orizontale* (neuronum horisontalis) sînt situate în 1—2 rînduri. Ele dau naștere multor dendrite, ce contactează cu axonii celulelor fotoreceptoare. Axonii lor se deosebesc printr-o poziție orizontală, pot să atingă distanțe destul de mari și să intre în contact atît cu axonii bastonașelor cît și ale conurilor. Transmiterea excitațiilor de la celulele orizontale la sinapsele neuronilor receptor și bipolar provoacă blocarea temporară a transmiterii impulsului de la fotoreceptori (efectul frînării laterale), astfel intensificînd contrastul obiectelor privite.

*Celulele nervoase bipolare* (neuronum bipolaris) unesc celulele cu bastonaș și cu con cu celulele ganglionare ale retinei, totodată cîteva celule cu bastonaș se unesc cu una bipolară, iar celulele cu con contactează în proporție de 1 : 1. Asemenea combinaire asigură o calitate mai înaltă a vederii în culori în comparație cu vederea negru-alb.





Celulele bipolare sînt amplasate radial. Părțile lor nucleate ocupă stratul nuclear intern, iar dendritele — stratul plexiform extern, unde formează sinapse cu axonii celulelor neurosenzoriale. Printre neurocitele bipolare se întîlnesc celule, părțile nucleate ale cărora sînt amplasate în apropierea stratului de celule ganglionare. Acestea-s celulele *bipolare-centrifugale*. Ele transmit impulsurile în direcția opusă — de la celulele ganglionare spre celulele vizuale, ce exprimă morfologic aferența învece drept formă de autocontrol al sistemului neuronilor. Celulele bipolare joacă un rol important în procesul de concentrare a impulsurilor primite de la celulele neurosenzoriale, transmițîndu-le celulelor ganglionare.

*Celulele amacrine* (neuronum amacrinus) au un rol asemănător cu cel al celulelor orizontale numai la nivelul contactelor celulelor nervoase bipolare și celulelor ganglionare multipolare.

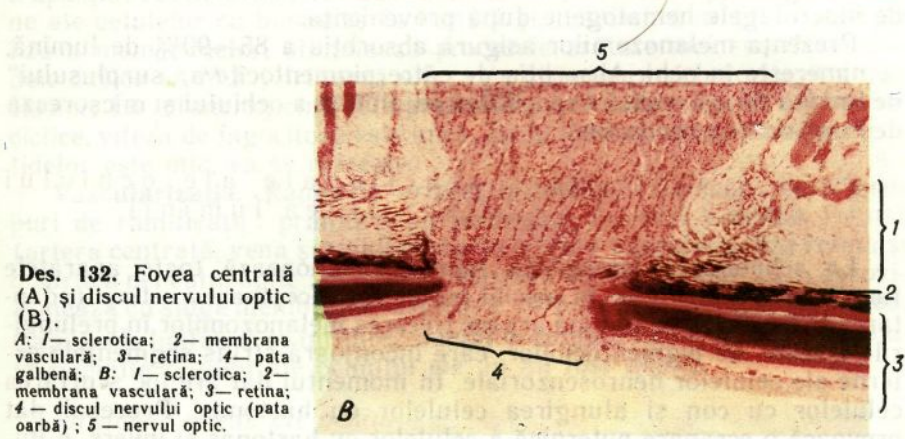
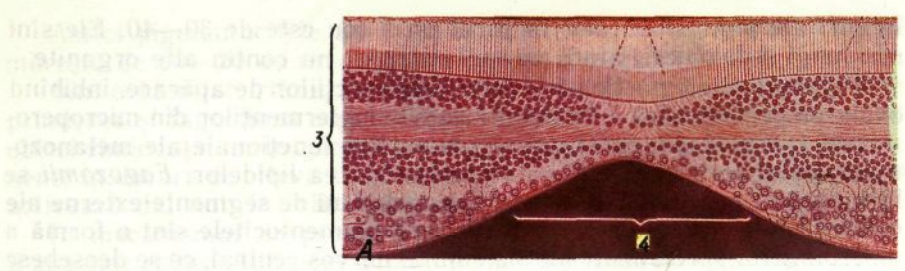
*Celulele ganglionare multipolare* (neuronum multipolare) sînt cele mai mari celule ale retinei. Substanța cromatofilă (tigroidă) din citoplasma lor este bine evidențiată. Dendritele lor sînt situate în *stratul plexiform intern* (stratum plexiforme internum), unde contactează cu axonii celulelor bipolare. Corpurile celulelor ganglionare formează *stratul ganglionar* (stratum ganglionare). Axonii celulelor ganglionare formează stratul cel mai intern al retinei — *stratul fibrelor nervoase* (stratum neurofibrarum), separat de corpul vitros prin *stratul limitant intern* (stratum limitans interna).

Fibrele nervoase ale retinei, cu excepția celor care sînt situate în regiunea petei galbene, au o direcție radiară și se unesc în discul nervului optic al retinei ca **spîtele** în roată, formînd „*pata oarbă*“. De aici ele, învelite cu teaca mielinică, trec în *nervul optic* și după încrucișare (chiasmă optică) se termină în talamusul subcortical.

**N e u r o g l i a** retinei este reprezentată de elemente neurogliale — gliocite speciale fibroase, situate radial în toată grosimea foșei interne a retinei de la stratul limitant extern pînă la cel intern (vezi des. 131, A). Părțile lor nucleate sînt situate în centrul stratului nuclear intern, iar prelungirile lor interne formează *stratul limitant intern* (stratum limitans internum), care desparte retina de corpul vitros. *Stratul limitant extern* (stratum limitans externum) se formează la hotarul dintre stratul bastonașelor și conurilor și stratul nuclear extern, datorită amplasării foarte compacte a terminațiilor periferice ale gliocitelor. În straturile plexiforme, celulele gliale formează cu ajutorul prelungirilor o rețea orizontală lamelară, în care sînt situați neuronii retinei.

Pe suprafața internă a retinei, la capătul posterior al axului optic, se află o pată rotundă sau ovală — *pata galbenă* cu diametrul de aproximativ 2 mm. Centrul ușor adîncit al acestei pete se numește *fovea centrală* (des. 132, A). Fovea centrală este locul celei mai bune recepționări a excitațiilor vizuale. În regiunea aceasta straturile nuclear intern și ganglionar se subțiază mult, iar stratul nuclear extern, puțin îngroșat, este reprezentat numai de corpurile neuronilor cu con, care capătă forma de bastonaș la om. În locul foveolei centrale toate straturile retinei, afară de stratul nuclear extern, se separă, formînd un





**Des. 132.** Fovea centrală (A) și discul nervului optic (B).  
 A: 1— sclerotica; 2— membrana vasculară; 3— retina; 4— pata galbenă; B: 1— sclerotica; 2— membrana vasculară; 3— retina; 4— discul nervului optic (pata oarbă); 5— nervul optic.

pasaj liber pentru ca razele de lumină să pătrundă direct spre stratul conurilor. Axonii celulelor neurosenzoriale în regiunea foveolei centrale se desfac radiar în părți.

Din partea internă a petei galbene, pe retină se află o proeminență, determinată de locul de ieșire a nervului optic. În regiunea aceasta, numită *discul nervului optic*, sau *pata oarbă* (des. 132, B), lipsesc toate straturile retinei, afară de stratul fibrelor nervoase, care se concentrează aici din toate regiunile retinei, formînd nervul optic. În locul lor de flexie fibrele formează un cordon în jurul adînciturii centrale. Prin locul acesta din interiorul nervului optic pornesc spre suprafața internă a retinei vase sanguine, care participă la nutriția ei.

Stratul pigmentar (*stratum pigmentosum*) reprezintă stratul cel mai superficial al retinei, alcătuit din celule prismatice poligonale. Mai des ele au formă hexagonală. Baza acestor celule se sprijină pe membrana bazală și în așa mod sînt situate imediat lîngă membrana vasculară a ochiului. Numărul celulelor pigmentare la om atinge cifra de 4—6 mln. În centrul petei galbene ele sînt mai înalte, iar la periferia retinei devin mai plate, însă de vreo cîteva ori mai late. Microvilozitățile pe partea apicală a pigmentocitelor cuprind părțile distale ale segmentelor externe, ce aparțin celulelor fotoreceptoare. Un pigmentocit contactează cu 30—45 segmente externe ale celulelor neurosenzoriale cu bastonaș. În jurul unui segment extern al bastonașului se disting 3—7 prelungiri ale pigmentocitelor, care conțin melanozomi, fagozomi și organite de caracter general. Numărul de pre-



lungiri ale pigmentocitelor în jurul unui con este de 30—40. Ele sînt mai lungi și de obicei, afară de *melanozomi*, nu conțin alte organite.

Pigmentocitele participă la formarea reacțiilor de apărare, inhibînd oxidarea peroxidativă a lipidelor cu ajutorul fermenților din microperoxizomi (peroxidaza, catalaza) și grupurilor funcționale ale melanozomilor, ce absorb metalele, catalizînd oxidarea lipidelor. *Fagozomii* se formează în procesul fagocitozei unor porțiuni de segmente externe ale celulelor neurosenzoriale. Se socoate că pigmentocitele sînt o formă a macrofagelor specializate ale sistemului nervos central, ce se deosebesc de macrofagele hematogene după proveniență.

Prezența melanozomilor asigură absorbția a 85—90% de lumină, ce nimereste în ochi. Absorbția de către pigmentocite a „surplusului” de lumină difuză ridică capacitatea rezolutivă a ochiului și micșorează descompunerea rodopsinei.

### Modificările morfofuncționale ale ochiului în dependență de intensitatea luminii

La schimbarea intensității luminii reacționează toate aparatele funcționale ale ochiului, în special partea fotoreceptoare a retinei (adaptarea la lumină). La lumină are loc trecerea melanozomilor în prelungirile apicale ale pigmentocitelor, care înconjoară strîns segmentele externe ale celulelor neurosenzoriale. În momentul dat are loc scurtarea celulelor cu con și alungirea celulelor cu bastonaș. Procesul dat provoacă o ecranare puternică a celulelor cu bastonaș și invers, o iluminare bună a celor cu con — receptorilor luminii de zi.

Adaptarea la întuneric are loc datorită trecerii melanozomilor în partea opusă — din microvilozități în citoplasma pigmentocitelor. În același timp celulele cu con se alungesc și se ecranează, iar cele cu bastonaș se scurtează, fapt ce determină formarea vederii nocturne. Deplasarea melanozomilor are loc datorită microfilamentelor. La procesul dat participă hormonul melanotrop. Afară de aceasta pigmentocitele participă la metabolismul substanțelor, ce deservește procesul fotoreceptor. Vitamina A (retinolul), component necesar al pigmentului văzului, este transportată de o proteină specială, ce se sintetizează în ficat (proteină de legătură cu retinolul — P.L.R.). Complexul P.L.R. — retinol se unește cu receptori specifici din pigmentocite, intră în componența plasmalemei lor și pătrund în citoplasmă. Pigmentocitele asigură preîntîmpinarea scurgerii vitaminei A în sânge la lumină puternică, deservește celulele neurosenzoriale cu retinolul necesar pentru regenerarea și biosinteza rodopsinei.

**Regenerarea retinei.** Procesele de regenerare fiziologică a celulelor cu bastonaș și cu con au loc de-a lungul vieții întregi. În 24 de ore în fiecare celulă cu bastonaș noaptea sau în fiecare celulă cu con ziua se formează aproape 80 de discuri. Procesul de reinnoire a fiecărei celule cu bastonaș are loc în 9—12 zile. În 24 de ore într-un pigmentocit se fagocitează aproape 2—4 mii de discuri și se utilizează 60—120 fagozomi, fiecare conținînd 30—40 de discuri.



Astfel pigmentocitele au o înaltă activitate de fagocitoză, care se mărește de 10—20 de ori la intensificarea funcției ochiului.

Sînt evidențiate ritmurile nictemerale de utilizare a discurilor : desprinderea și fagocitoza segmentelor la celulele cu bastonaș au loc de obicei dimineața, iar la cele cu con — noaptea. Prezența luminii permanente în decurs de cîteva zile conduce la frînarea proceselor date, ce se activează din nou la înlăturarea excitațiilor cu lumina.

În mecanismul desprinderii discurilor utilizate un rol important îi aparține retinolului, ce se adună în cantități mari în segmentele externe ale celulelor cu bastonaș la lumină și, dispunînd de proprietăți de liză a membranelor, stimulează procesele arătate mai sus. Nucleotidele ciclice (A.M.F.) frînează viteza de distrugere și fagocitoză a discurilor. La întuneric, cînd este prezentă o cantitate mare de nucleotide ciclice, viteza de fagocitoză este mică, iar la lumină, cînd nivelul nucleotidelor este mic, ea se mărește.

**Vascularizația.** Ramurile arterei oftalmice formează două grupe de ramificații : primul grup formează sistemul vascular retinal (artera centrală, vena și ramificările lor), care vascularizează retina și o parte a nervului optic ; al doilea formează sistemul ciliar, care aprovizionează cu sînge membrana vasculară, corpul ciliar, irisul și sclerotica. Capilarele limfatice se întîlnesc numai în conjunctiva sclerotice. În toate celelalte regiuni ale ochiului ele nu au fost găsite.

#### *Organele anexe ale ochiului*

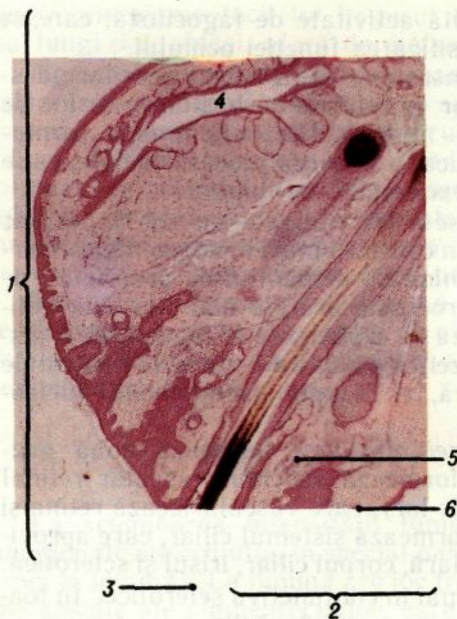
Din organele anexe ale ochiului fac parte *mușchii ochiului*, *pleoapele* și *aparatură lacrimală*.

**Mușchii ochiului** posedă aceleași particularități structurale ca și musculatura somatică (a se vedea topografia în manualul de anatomie).

**Pleoapele.** În ele distingem suprafața cutanată anterioară și posterioară — conjunctiva, care continuă în conjunctiva ochiului, acoperită de un epiteliu pluristratificat (des. 133). În interiorul pleoapei, aproape de suprafața dorsală, se află *membrana tarsală*, formată din țesut conjunctiv fibros dens. Aproape de suprafața anterioară se află mușchiul orbicular al pleoapelor. Printre fasciculele musculare se află un strat intermediar de țesut conjunctiv fibros lax, în care se termină o parte din fibrele tendonului mușchiului ridicător al pleoapei superioare. Restul fibrelor se fixează pe marginea proximală a membranei tarsale. Suprafața externă a pleoapei este acoperită cu o piele fină, care conține glande sebacee și perișori fini. Marginea pleoapelor este înzestrată cu gene, amplasate în 2—3 rînduri. În foliculul rădăcinii genei se deschid canale ale *glandelor sebacee*. Tot aici se deschid și canalele excretoare ale glandelor ciliare. Membrana tarsală conține *glande sebacee ramificate* (Meibomius), ale căror canale excretoare se deschid pe marginea pleoapelor. A treia pleopă rudimentară, situată în unghiul medial al ochiului, este acoperită de un epiteliu pluristratificat pavimentos, ce conține celule caliciforme.

Vasele pleoapelor formează două rețele : una în piele și alta





Des. 133. Pleoapa (secțiune sagitală).

1—partea anterioară (cutanată); 2—partea posterioară (conjunctivă); 3—geană; 4—glanda tarsală; 5—glanda ciliară; 6—glanda sebacee.

în conjunctivă. Vasele limfatice formează rețeaua a treia suplimentară, plexul tarsal.

**Aparatul lacrimal al ochiului.** El este constituit din *glandele lacrimale, sacul lacrimal și canalul nazo-lacrimal*. Glandele lacrimale sînt formate din cîteva grupuri de glande tubulo-acinoase complexe cu caracter seros. Secreția glandelor lacrimale conține aproape 1,5% clorură de sodiu, o cantitate neînsemnată de albumină (0,5%) și mucus. Lichidul lacrimal (lacrimile) conține lizozim, care are acțiune bactericidă. Peretii *sacului lacrimal și canalului nazo-lacrimal* sînt acoperiți de un epitelu oi- sau pseudostratificat, sub care se află țesut conjunctiv fibros lax. În sacul lacrimal se deschid glande mici, tubulare, ramificate.

**Modificările de vîrstă.** Cu vîrsta funcțiile tuturor aparatelor ochiului slăbesc. În legătură cu schimbarea metabolismului general în organism, în cristalin și cornee de multe ori are loc opacificarea substanței intercelulare, care practic este ireversibilă. Cristalinul își pierde elasticitatea și acomodarea devine limitată. Procesele sclerotice, ce au loc în sistemul sanguin al ochiului, dereglează troficitatea, mai ales a retinei, fapt ce conduce la schimbarea structurii și funcției aparatului receptor.

#### ORGANUL OLFACTIV

Organul olfactiv (*organum olfactus*) în partea sa periferică constă dintr-un sector limitat al tunicii mucoase a nasului — regiunea olfactivă, care acoperă la om cornetul nazal superior și parțial cel mijlo-



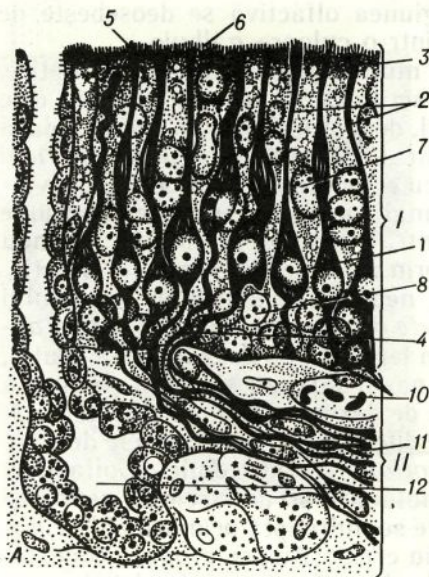
ciu și septul nazal. În aparență regiunea olfactivă se deosebește de regiunea respiratorie a mucoasei printr-o culoare gălbuie.

**Dezvoltarea.** Se aseamănă foarte mult cu dezvoltarea cupei optice. În decursul ontogenezei organul olfactiv, ca și organul vederii, este strâns legat cu sistemul nervos central, dezvoltându-se din aceeași placă neurală embrionară. Rudimentul dublu al organului olfactiv la embrioni ocupă marginea anterioară, la hotar cu ectodermul. În procesul dezvoltării ulterioare partea periferică a analizorului olfactiv se desprinde de primordiul sistemului nervos central și apoi se unește din nou cu părțile centrale ale analizorului prin intermediul nervului olfactiv. În momentul desprinderii de placa neurală, rudimentele organului olfactiv sînt reprezentate de două *fosete olfactive, situate pe partea anterioară a plăcii neurale*. Mai tîrziu, în legătură cu dezvoltarea capului, rudimentele se deplasează în cornetul nazal superior și mediu (regiunea olfactivă). La embrioni din luna a 4-a de dezvoltare, din elementele, ce formează pereții fosetelor olfactive, se diferențiază epiteliocele de susținere și celulele *olfactive neurosenzoriale*. Axonii celulelor olfactive, unindu-se între ei, formează în ansamblu 20—40 de fascicule nervoase (căile olfactive — fila olfactoria), care se îndreaptă prin orificiile viitorului os etmoid spre bulbul olfactiv din creier. Aici se produce conexiunea sinaptică dintre terminațiunile fibrelor olfactive și dendritele *neuronilor mitrali* ai bulbului olfactiv. Unele porțiuni de înveliș epiteliform olfactiv embrionar, pătrunzînd în țesutul conjunctiv subiacent, se transformă în *glande olfactive*.

**Structura.** Mucoasa olfactivă este alcătuită dintr-un strat epiteliform, cu înălțimea de 60—90 mcm, în care deosebim epiteliocele olfactive neurosenzoriale, de susținere și epiteliocele bazale (des. 134 A, B). Ele sînt delimitate de țesutul conjunctiv subiacent printr-o membrană bazală evidențiată. Suprafața stratului olfactiv este acoperită din partea cavității nazale de un strat de mucus.

*Celulele receptoare olfactive sau celulele neurosenzoriale* (cellulae neurosensoriae olfactoria) sînt situate între epiteliocele de susținere și au *prelungiri periferice scurte — dendrite și lungi-centrale-axoni*. Părțile nucleate ale celulelor ocupă de obicei o poziție medie în căptușeala olfactivă. La cîini, care posedă un aparat olfactiv bine dezvoltat, numărul celulelor olfactive este aproape de 220—225 mln., iar la om numărul lor este cu mult mai mic, dar totuși atinge cifra de 6 mln. (30 mii receptori pe 1 mm<sup>2</sup>). Prelungirile periferice ale celulelor date se termină cu niște îngroșări caracteristice, numite *bolduri olfactive* (clava olfactoria). Boldurile olfactive au pe suprafața lor rotundă aproape 10—12 cili olfactivi ascuțiți și mobili (vezi des. 134 B). De asemenea sînt evidențiate celule (pînă la 10%), care conțin pe suprafața lor numai microvili. Citoplasma prelungirilor periferice conține mitocondrii și microtubuli (cu diametrul — 20 nm), întinși de-a lungul axului prelungirii. În apropierea nucleului se distinge clar rețiculul endoplasmatic granular. Ciliul boldurilor conțin 2 perechi de fibrile centrale și 9 perechi periferice, care pornesc de la corpusculii bazali cu direcție longitudinală. Ciliul olfactiv sînt mobili și servesc ca





Des. 134. Structura epiteliului olfactiv (schemă).

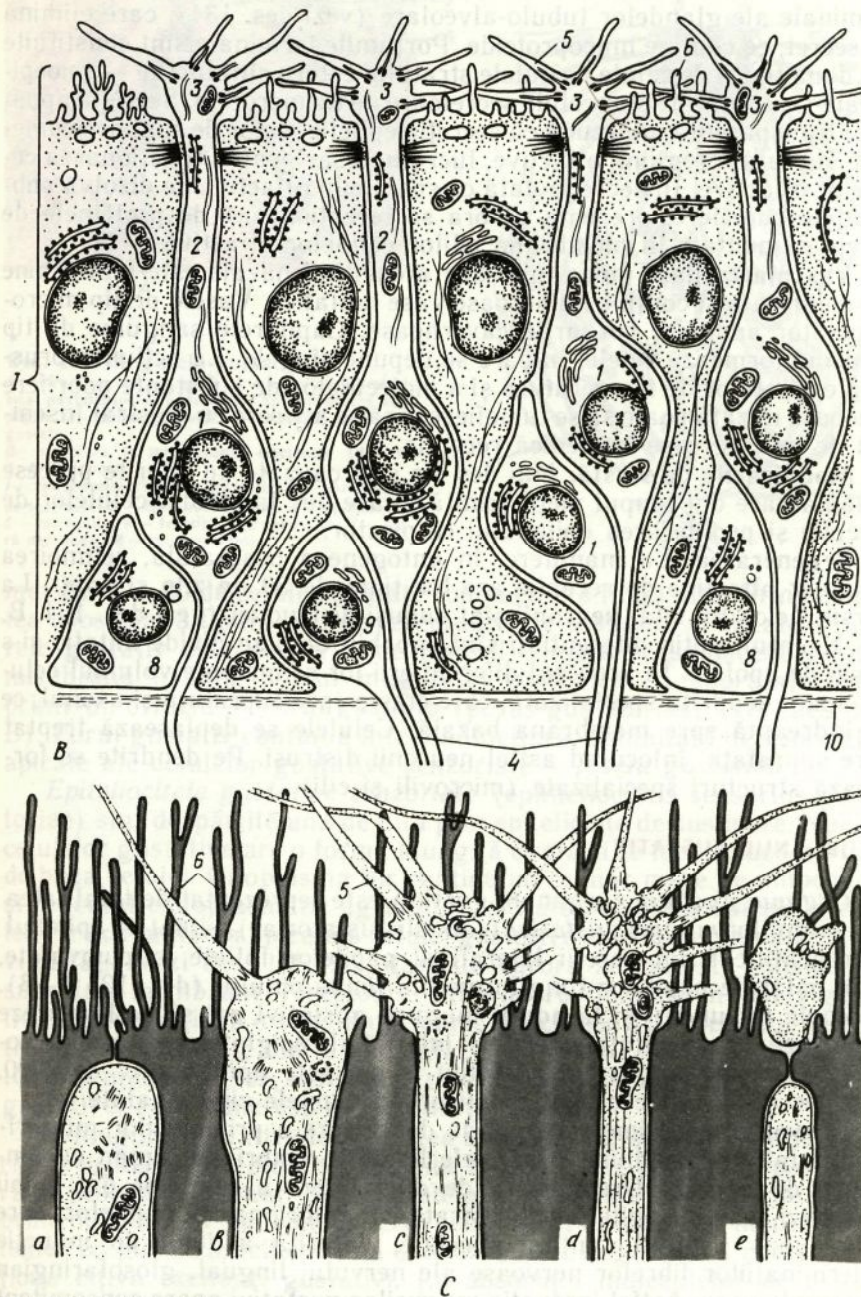
A — structura microscopică (după Ia. A. Vinnikov și L. C. Titova).

antene de recepție pentru moleculele substanțelor odorifere. Prelungirile periferice ale celulelor olfactive se pot contracta sub acțiunea substanțelor odorifere. Nucleii celulelor olfactive sînt de culoare deschisă și conțin 1—2 nucleoli mari. Partea bazală a celulei continuă cu un axon subțire, puțin ondulat, care trece printre celulele de susținere. În stratul de țesut conjunctiv prelungirile centrale formează fasciculele nervului olfactiv amielinic, unindu-se în 20—40 de trunchiuri filiforme (fila olfactoria) (vezi des. 134 A), se îndreaptă prin orificiile osului etmoidal în bulbul olfactiv.

*Epiteliocitele de susținere* (epitheliocytus sustentans) formează un strat de epiteliu plurinuclear, în care sînt situate celulele olfactive, despărțite una de alta de celulele de susținere. Pe partea apicală a epiteliocitelor de susținere se întîlnesc numeroase microvilozități cu o lungime de 4 mcm. Citoplasma lor conține un reticul endoplasmatic, situat de obicei de-a lungul axului. Celulele de susținere posedă un înalt nivel de metabolism și manifestă semne de secreție de tip apocrin. Majoritatea mitocondriilor se concentrează în partea apicală a celulei, unde se află și un număr mare de granule și vacuole. Aparatul reticular intracelular se localizează deasupra nucleului. Citoplasma celulelor de susținere conține un pigment de culoare brună-gălbuie, datorită căruia regiunea olfactivă are o culoare galbenă.

*Epiteliocitele bazale* (epitheliocytus basales) sînt situate pe membrana bazală și sînt înzestrate cu excrescențe citoplasmice, care înconjoară fasciculele de prelungiri centrale ale celulelor olfactive. Citoplasma epiteliocitelor bazale are o formă aproape regulată și nu conține tonofibrile. Există o părere ca epiteliocitele bazale servesc drept sursă de regenerare a celulelor receptoare. În țesutul conjunctiv fibros lax subiacent din regiunea olfactivă sînt situate porțiunile





**Des. 134 (continuare)**

*B*— structura ultramicroscopică (după A. A. Bronștein cu schimbări). *C*— regenerarea celulelor olfactive (după L. Ardens); *a, b, c*— celula neurosenzorială, ce se diferențiază; *d, e*— celula ce se distruge; 1— epiteliul olfactiv; 11— lama propriu-zisă a tunicii mucoase; 1— celulele olfactive; 2— prelungiri periferice (dendrite); 3— bolduri olfactive; 4— prelungiri centrale (axoni); 5— cilii olfactivi; 6— microvili; 7— epiteliocite de susținere; 8— epiteliocite bazale; 9— neurocite puțin diferențiate; 10— membrana bazală; 11— fasciculele nervoase — axoni ai celulelor olfactive; 12— glanda olfactivă.



terminale ale glandelor tubulo-alveolare (vezi des. 134), care elimină un secret, ce conține mucoproteide. Porțiunile terminale sînt constituite din două tipuri de celule : celulele stratului extern sînt turtite — mioepiteliiale ; cele interne sînt celule secretoare de tip merocrin. Secreția apoasă și transparentă împreună cu secreția epitelocitelor de susținere umezesc suprafața regiunii olfactive, lucru necesar pentru funcționarea celulelor olfactive. În secreția dată ce spală cilii olfactivi, se dizolvă substanțele odorifere, prezența cărora se recepționează de proteinele de recepție, montate în membrana cililor celulelor olfactive.

**Vascularizația.** Tunica mucoasă a cavității nazale este foarte bine vascularizată și conține numeroase vase limfatice. Vasele de tip microcirculator amintesc corpurile cavernoase. Capilarele sanguine de tip sinusoid formează rețele, în care se depune sângele. La acțiunea bruscă a excitațiilor de temperatură și a moleculelor de substanțe odorifere mucoasa nazală poate să se tumefieze și să se acopere cu un strat însemnat de mucus, care împiedică recepția.

**Modificările de vîrstă.** Mai des ele sînt cauzate de diferite procese inflamatoare din timpul vieții (rinită), care duc la atrofia celulelor de recepție și proliferarea epitelului respirator.

**Regenerarea.** La mamifere, în ontogeneza postnatală, reînnoirea celulelor olfactive de recepție are loc timp de 30 de zile și nopți. La sfîrșitul ciclului vital neuronii sînt supuși distrucției (vezi des. 134, B, C). Neuronii puțin diferențiați sînt capabili de a se divide mitotic și lipsiți de apofize. În procesul diferențierii lor se mărește volumul celei, apare dendrita specializată, care crește spre suprafață și axonul, ce se îndreaptă spre membrana bazală. Celulele se deplasează treptat spre suprafața, înlocuind astfel neuronii distruși. Pe dendrite se formează structuri specializate (microvili și cili).

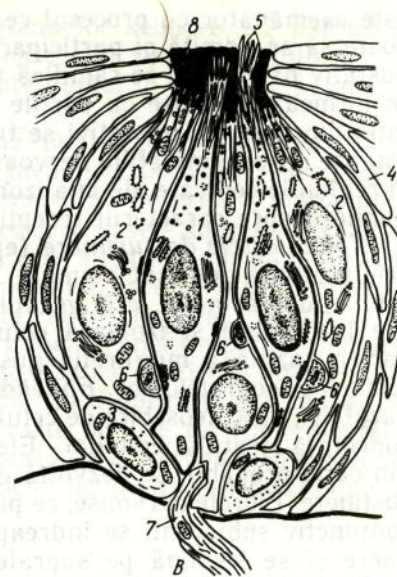
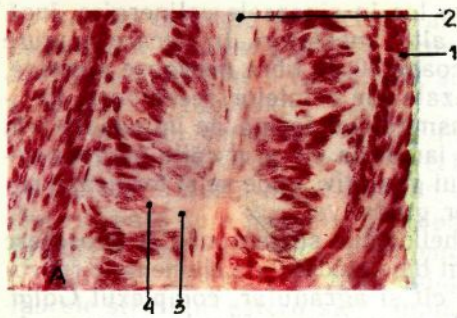
#### ORGANUL GUSTATIV

*Organul gustativ* (*organum gustus*) este reprezentat de totalitatea așa-numiților *muguri gustativi* (*caliculi gustatoriae*), situați în epiteliul pluristratificat din pereții laterali ai papilelor foliate, circumvalate, și în pălăriile papilelor fungiforme din limba omului (des. 135 A, B). La copii, iar uneori și la adulți mugurii gustativi pot să se localizeze și pe buze, pe suprafața externă și internă ale epiglotei, pe coardele vocale. Numărul mugurilor gustativi la om este aproximativ de 2000, aproape 50% dintre ei sînt localizați în papilele circumvalate.

**Dezvoltarea.** Primele semne de dezvoltare a primordiilor mugurilor gustativi le întîlnim în papilele limbii la embrionul uman cu lungimea de 60 mm. Drept sursă de diferențiere a celulelor din bulbii gustativi servește epiteliul pluristratificat embrionar al papilelor, care este supus unei diferențieri speciale, datorită acțiunii de inducție a terminațiilor fibrelor nervoase ale nervului lingual, glosfaringian și nervului vag. Astfel inervația mugurilor gustativi apare concomitent cu apariția primordiilor lor.

**Structura.** Fiecare mugure gustativ are o formă elipsoidală și ocupă toată grosimea epiteliului pluristratificat al papilei. Mugurele este for-





**Des. 135. Mugurele gustativ.**

A — structura microscopică. 1 — epiteliul pluristratificat pavimentos al papilei; 2 — spațiul dintre două papile; 3 — porul gustativ; 4 — celulele mugurelui gustativ.

B — structura la microscopul electronic (des. de R. A. Pevzner).

1 — epiteliocitul receptor gustativ; 2 — epiteliocitul de susținere, 3 — epiteliocit bazal; 4 — epiteliocit; 5 — microvili; 6 — terminațiuni nervoase; 7 — fibră nervoasă; 8 — mucoproteide.

mat din 40—60 de celule aranjate compact una lângă alta. Printre acestea deosebim 3 tipuri: celule receptoare, de susținere și bazale. Mugurele gustativ este despărțit de țesutul conjunctiv subiacent printr-o membrană bazală. Vîrfurile mugurelui comunică cu suprafața limbii printr-un orificiu — *porul gustativ* (porus gustatorius) (vezi des. 135, B). Porul gustativ continuă într-o adîncitură, delimitată de suprafețele apicale ale celulelor gustative senzoriale — *foseta gustativă*.

*Epiteliocitele gustative senzoriale* (epitheliocytus sensorius gustatoriae) sînt despărțite una de alta prin epiteliocite de susținere. Nucleul celulelor gustative are o formă alungită ovală și se localizează aproape de baza celulei. Citoplasma lor conține un număr mare de mitocondrii și reticulul endoplasmatic agranular, situate în partea apicală a celulei. Pe extremitatea apicală a celulei gustative se află numeroase microvilozități (vezi des. 135, B), datorită cărora se mărește considerabil suprafața membranei receptoare. Între microvilozități, în foseta gustativă, se evidențiază o substanță foarte opacă pentru fasciculul de electroni, cu o activitate înaltă a fosfatazelor și cu o cantitate mare de proteine și mucoproteide, care joacă rolul de absorbant pentru substanțele gustative, care nimeresc pe suprafața limbii.

În mugurii gustativi de pe partea anterioară a limbii a fost descoperită o proteină receptoare, sensibilă la dulce, iar pe partea posterioară — sensibilă la amar. Substanțele gustative sînt absorbite de stratul primembranos al citolemei microvilozităților, în care sînt montate proteine receptoare specifice. Una și aceeași celulă gustativă poate recepționa cîtiva excitanți gustativi. La absorbția moleculelor de acțiune au loc schimbări corespunzătoare în moleculele de proteine receptoare, care contribuie la schimbarea locală a permeabilității membranei epiteliocitului senzorial gustativ și la generarea potențialului. Acest proces



este asemănător cu procesul ce are loc în sinapsele colinergice, însă poate să se admită și participarea altor mediatori. În fiecare mugure gustativ pătrund și se ramifică aproape 50 de fibre nervoase aferente, ce formează sinapse cu părțile bazale ale celulelor receptoare. Excitația din mugurii gustativi se transmite sub formă de impulsuri prin sinapse spre terminațiile nervoase, iar de la ele prin căile nervoase — în regiunile centrale ale analizorului gustativ, unde se și formează noțiunile despre caracterul recepțiilor gustative.

*Epiteliocitele de susținere* (epitheliocytus sustentans) se deosebesc prin prezența unui nucleu mare, sînt bine evidențiate elementele reticulului endoplasmatic, atât granular cît și agranular, complexul Golgi. Ele înconjoară și izolează celulele gustative și fibrele nervoase în partea bazală a mugurelui gustativ și participă la procesele de secreție a glicoproteidelor. *Epiteliocitele bazale* sînt situate pe membrana bazală și, spre deosebire de celulele senzoriale și de susținere, nu ating suprafața stratului epitelial. Ele reprezintă celulele puțin specializate, din care, probabil, se dezvoltă epiteliocitele senzoriale gustative și de susținere. Fibrele nervoase, ce pătrund în mugurii gustativi din țesutul conjunctiv subiacent, se îndreaptă de-a lungul epiteliocitelor de susținere și se termină pe suprafețele laterale ale celulelor gustative.

**Modificările de vîrstă.** Odată cu vîrsta se micșorează cantitatea mugurilor gustativi și se observă o creștere a pragurilor gustative pentru toate substanțele gustative, îndeosebi cele dulci.

**Regenerarea.** Epiteliocitele senzoriale și de susținere ale mugurilor gustativi se reînnoiesc continuu. Durata vieții lor este de aproximativ 10 zile și nopți. La distrugerea epiteliocitelor senzoriale gustative, sinapsele se întrerup și se formează din nou pe celule noi.

#### ORGANUL AUDITIV ȘI ORGANUL ECHILIBRULUI (ORGANUL VESTIBULO-COCHLEAR)

Din componența *organului vestibulo-cochlear* (organum vestibulo-cochleare) fac parte *urechea externă, medie și internă*. Ele toate asigură perceperea sunetelor, impulsurilor de gravitație și vibrație, a accelerațiilor liniare și unghiulare.

##### *Urechea externă*

*Urechea externă* este constituită din pavilionul urechii, conductul auditiv extern și membrana timpanică.

*Pavilionul urechii* este format dintr-o membrană subțire de cartilaj elastic, acoperită cu piele, ce conține un număr redus de perișori și glande sebacee. Glandele sudoripare se întîlnesc aici într-un număr mic.

*Conductul auditiv* extern este format dintr-un cartilaj elastic, care reprezintă prelungirea cartilajului din pavilion. Suprafața conductului este acoperită cu un strat subțire de piele, ce conține numeroși perișori și glande sebacee. Mai profund de ele sînt situate *glandele ceruminoase* tubulare (glandula ceruminosa), care secretă cerumenul. Canalele lor excretoare se deschid de sine stătător pe suprafața conductului audi-



tiv sau în canalele de excreție ale glandelor sebacee. Pe parcursul conductului auditiv glandele ceruminoase sînt situate neuniform : pe  $\frac{2}{3}$  a părții interne a lui ele sînt situate numai în pielea de pe partea superioară a tubului.

*Membrana timpanică* are o formă ovală, puțin concavă. Unul dintre oscioarele auditive ale urechii medii — *ciocănașul* — este crescut cu ajutorul minerului sau de suprafața internă a timpanului. Din ciocănaș spre membrana timpanică trec vasele sanguine și nervii. În partea medie membrana timpanică este alcătuită din două straturi formate din fascicule de fibre colagene, între care se află fibroblaste. Fibrele stratului extern sînt amplasate radiar, iar cele din stratul intern — circular. În partea superioară a membranei timpanice numărul fibrelor colagene se micșorează. Fibrele elastice subțiri se întîlnesc atît în centrul timpanului, cît și la periferia lui. Suprafața externă a timpanului este acoperită de un strat foarte subțire de epiderm (50—60 mcm), iar suprafața internă, îndreptată spre urechea medie, este tapetată de *tunica mucoasă* de 20—40 mcm, acoperită la rîndul ei de un epiteliu unistratificat pavimentos.

#### *Urechea medie*

Urechea medie este alcătuită din *cavitatea timpanului, oscioarele auditive și trompa auditivă.*

*Cavitatea timpanică* este o cavitate turtită, acoperită de un epiteliu unistratificat pavimentos, care pe alocuri trece în epiteliu cubic sau cilindric. Pe peretele medial al cavității timpanice sînt două orificii sau „ferestre“. Prima este *ferestra ovală*. În ea este fixată baza scăriței, care este susținută cu ajutorul unui ligament subțire pe perimetrul ferestrei. Ferestra ovală desparte cavitatea timpanică de *râmpa vestibulară* a melcului. A doua fereastră — *rotundă* — se află puțin în urma celei ovale. Ea este închisă cu ajutorul unei membrane fibroase. Ferestra rotundă desparte cavitatea timpanică de *râmpa timpanică* a melcului.

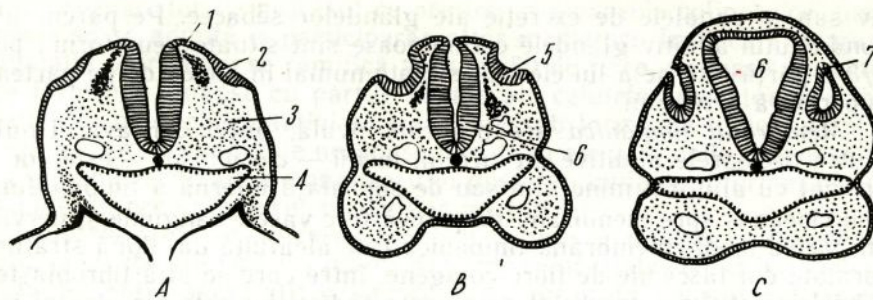
*Oscioarele auditive* — ciocănașul, nicovala și scărița — ca un sistem de pîrghii transmit vibrațiile membranei timpanice din urechea externă spre ferestra ovală, de la care începe *râmpa vestibulară* a urechii interne.

*Trompa auditivă* unește cavitatea timpanică cu partea nazală a faringelui și are un lumen bine demarcat cu un diametru 1—2 mm. În vecinătatea cavității timpanului ea este înconjurată de un perete osos, iar aproape de faringe peretele conține insulițe de cartilaj hialin. Lumenul trompei este căptușit de un epiteliu anizomorf prismatic ciliat, care conține celule glandulare caliciforme. La suprafața epiteliului se deschid canalele glandelor mucoase. Prin intermediul trompei auditive se reglează presiunea aerului în timpan.

#### *Urechea internă*

Urechea internă este alcătuită din *labirintul osos* în care e situat cel membranos și în care se localizează celulele receptoare — epiteliocitele senzoriale pilomotorie ale organului auditiv și echilibrului. Ele sînt





Des. 136. Schema dezvoltării veziculei auditive la embrionul uman (după Arei cu modificări).

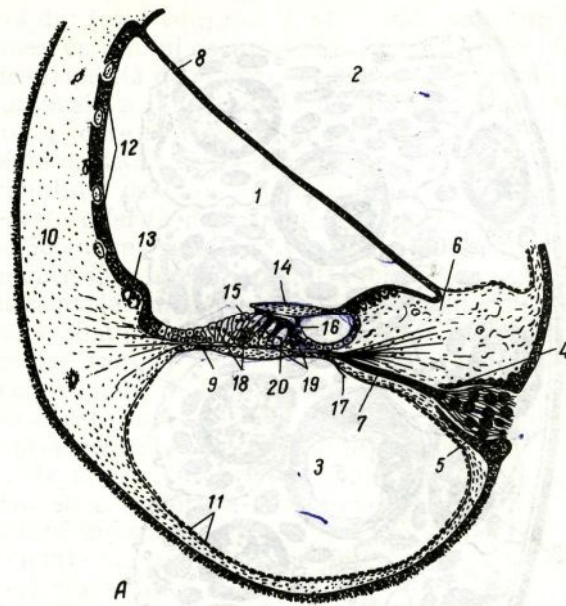
A—stadiul de 9 somite; B—stadiul de 16 somite; C—stadiul de 30 somite. 1—ectodermul; 2—placăda auditivă; 3—mezodermul; 4—faringele; 5—foseta auditivă; 6—vezicula cerebrală; 7—vezicula auditivă.

localizate în anumite porțiuni ale labirintului membranos: celulele senzitive auditive se localizează în organul *spiral*, iar celulele receptoare ale organului de echilibru — în *utrícula* și *saculă* și în *crestele ampulare* ale canalelor semicirculare.

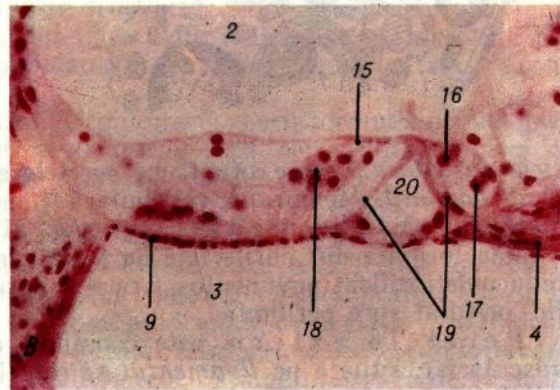
**Dezvoltarea urechii interne.** La embrionul uman labirintul membranos se dezvoltă din ectoderm, care se invaginează în țesutul conjunctiv embrionar subiacent. Ectodermul apoi se conectează, formînd *vezicula auditivă* (des. 136). Ea este situată în apropierea primei fanțe branhiale, de ambele părți ale rudimentului bulbului rahidian. Vezicula auditivă este alcătuită dintr-un epiteliu anizomorf, care produce endolimfa din lumenul veziculei. Concomitent vezicula auditivă vine în contact cu *ganglionul auditiv nervos* embrionar, care apoi se împarte în două porțiuni — a) *ganglionul vestibular* și b) *ganglionul cochlear*. În procesul dezvoltării ulterioare vezicula auditivă își schimbă forma, strangulîndu-se în două părți: prima — porțiunea vestibulară — se transformă în săculețul elipsoidal, *utrícula* (*utrículus*), cu canalele semicirculare și ampulele lor; a doua porțiune formează săculețul sferic — *sacula* (*sacculus*) și primordiul canalului cochlear. Melcul crește treptat, spirele lui se măresc și el se desparte apoi de saculă. În locul unde vezicula auditivă vine în contact cu ganglionul auditiv, peretele veziculei se îngroașă. Epiteliocitele pilomotorie senzoriale și de susținere ale organului auditiv și echilibrului se observă de acum la embrionul cu lungimea de 15—18,5 mm. Canalul cochlear împreună cu organul spiral se dezvoltă în formă de tûb, care se înfundă în spirele melcului osos. Din epiteliul peretelui bazal al canalului membranos se diferențiază *organul spiral*, care conține celule senzoriale auditive. Tot în această perioadă are loc formarea sinapselor dintre celulele senzoriale ale labirintului și prelungirile periferice ale celulelor ganglionilor cochlear și vestibular.

Totodată are loc și dezvoltarea spațiilor perilimfatice. În melcul embrionului cu o lungime de 43 mm există spațiul perilimfatic al rampei timpanice, iar la embrionul cu o lungime de 50 mm există rampa perilimfatică vestibulară. Ceva mai tîrziu au loc procesele de osificare și formare a labirintului osos al melcului și canalelor semicirculare.





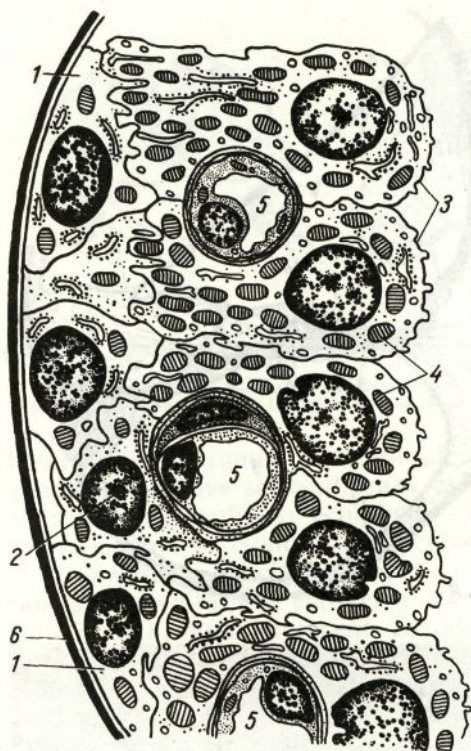
**Des. 137. Structura canalului membranoso al melcului și a organului spiral.**  
 A—schemă. B—organul spiral.  
 1—canalul membranoso al melcului; 2—rampa vestibulară; 3—rampa timpanică; 4—placa osoasă spirală; 5—ganglionul spiral; 6—creasta spirală; 7—dendritele celulelor nervoase; 8—membrana vestibulară; 9—membrana bazilară; 10—ligamentul spiral; 11—epiteliul ce acoperă rampa timpanică; 12—stria vasculară; 13—vase sanguine; 14—membrana tectoria; 15—epiteliocite senzoriale pilomotorie externe; 16—epiteliocite senzoriale pilomotorie interne; 17—epiteliocite de susținere interne; 18—epiteliocite de susținere externe; 19—celule-stilpi; 20—tunelul.



**Canalul cochlear al labirintului membranoso.** Recepționarea sunetelor se realizează în *organul spiral*, situat de-a lungul canalului cochlear al labirintului membranoso. Canalul cochlear reprezintă un fund de sac spiralat, cu o lungime de 3,5 mm, umplut cu *endolimfă*, și înconjurat de *perilimfă*. Canalul cochlear și cavitățile rampelor timpanică și vestibulară, care-l înconjoară, pline cu perilimfă, la rîndul lor sînt incluse în melcul osos, care formează la om 2,5 ture în jurul unui ax osos central (columela).

Canalul cochlear în secțiune transversală are formă triunghiulară (des. 137, A), ai cărui pereți sînt formați din *membrana vestibulară*,





Des. 138. Schema structurii ultramicroscopice a striei vasculare (des. de Iu. I. Afanasiev).

1— celulele bazale clare; 2— celulele intermediare; 3— celulele prismatice întunecate; 4— mitocondrii; 5— capilare sanguine; 6— membrana bazală.

*stria vasculară*, care e situată pe peretele extern al melcului osos, și *lama bazilară*. Membrana vestibulară (membrana vestibularis) formează peretele medial superior al canalului. Ea reprezintă o lamă formată din fibrile fine de țesut conjunctiv, acoperită de epiteliu unistratificat pavimentos, orientat spre endolimfă, și de endoteliu, orientat spre perilimfă.

Peretele extern este constituit de *stria vasculară* (stria vascularis), situată pe *ligamentul spiral* (ligamentum spirale). Epiteliul anizomorf este format din celule bazale pavimentoase clare și celule înalte prismatice, apofizate și întunecate, bogate în mitocondrii (des. 138). Mitocondriile acestor celule se deosebesc prin activitatea deosebit de intensă a fermenților de oxidare. Printre celule trec hemocapilare. Se presupune că stria vasculară îndeplinește funcția de secreție, producând endolimfa, și joacă un rol însemnat în troficitatea organului spiral.

*Lama bazilară* (lamina basilaris), pe care este situat organul spiral, are o structură mai compusă. Cu partea internă ea este fixată pe lama spirală osoasă în locul unde periostul lamei — limbul (vezi des. 137) se împarte în două părți: superioară — *buza vestibulară*, și inferioară — *buza timpanică*. Ultima trece în lama bazilară, care în partea opusă se fixează de *ligamentul spiral*.



Lama *bazilară*, formată din țesut conjunctiv, se întinde sub formă de spirală pe toată lungimea canalului cochlear. Pe partea îndreptată spre organul spiral, ea este acoperită de *membrana bazală* a epitelului acestui organ. Partea structurală a lamei bazilare o formează fibrele subțiri de collagen („strune“), care se întind sub forma unui fascicul radial neîntrerupt de la lama osoasă spirală până la ligamentul spiral, pătrunzând în cavitatea canalului osos al melcului. Caracteristic este că lungimea acestor fibre este diferită de-a lungul canalului cochlear. Fibrele mai lungi (aproape 505 mcm) se află în vârful melcului, iar cele mai scurte (aproape 105 mcm) spre baza melcului. Fibrele de collagen se află în substanța fundamentală omogenă. Ele sînt compuse din fibrele cu diametrul de aproape 30 nm, care se unesc între ele prin fascicule și mai subțiri. Din partea rampei timpanice lama bazilară este tapetată de un strat de celule plate de origine mezenchimală.

Suprafața *limbului* spiral este tapetată de un epiteliu pavimentos ale cărui celule posedă proprietăți secretoare. *Șanțul spiral* (sulcus spiralis) este tapetat de cîteva rînduri de celule pavimentoase mari, poligonale, care apoi se transformă în epiteliocite de sprijin, aderînd la celulele pilomotore interne.

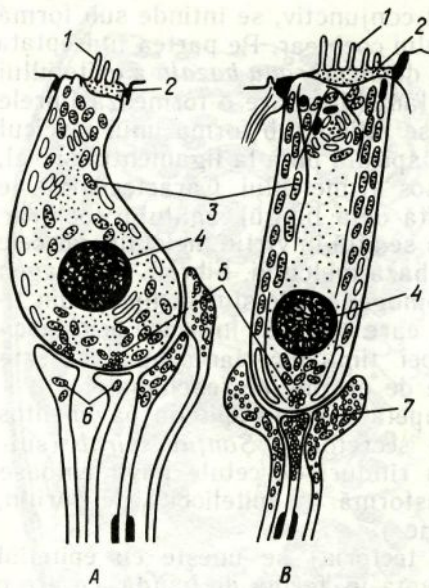
*Membrana tectoria* (membrana tectoria) se unește cu epiteliul buzei vestibulare. Ea reprezintă o lamă în formă de bandă, ce are o consistență gelatinoasă și se întinde în formă de spirală de-a lungul organului spiral, localizîndu-se deasupra celulelor lui senzoriale. Această lama este constituită din fibre subțiri de collagen, orientate radial. Între fibre se află o substanță transparentă agluinantă, care conține glicozaminoglicani.

**Structura organului spiral.** Organul spiral este format din două grupe de celule — *senzoriale* și *de sprijin* (susținere). Fiecare grup de celule se împarte în *interne* și *externe* (vezi des. 137, B). Ca hotar între ele servește *tunelul*.

*Epiteliocitele pilomotore senzoriale interne* (epitheliocytii sensoriae pilosae internae) au forma unei fiole cu baza lată și sînt amplasate într-un singur rînd. Vîrfurile puțin bombate au pe suprafața lor de la 30 pînă la 60 de microvili scurți cu proprietate de deviație — *stereocilii* (des. 139). Ei sînt situați în 3—4 rînduri. Împreună stereocilii formează un fascicul, în care cel mai înalt stereocil atinge înălțimea de 40 mcm. Nucleii acestor celule se află în regiunea bazală. Numărul celulelor senzoriale interne la om este aproape de 3500. Porțiunea apicală a acestor celule este acoperită de o cuticulă, străbătută de stereocilii celulelor. În citoplasmă se găsesc mitocondrii, elementele reticulului endoplasmatic granular și agranular, microfilamente de actină și miozină.

*Epiteliocitele pilomotore senzoriale externe* (epitheliocytii sensoriae pilosae externae) au baza rotunjită. Pe suprafața lor apicală au o lamă cuticulară cu stereocili. Celulele senzoriale externe sînt amplasate aici în 3 rînduri paralele. La om, în spiralele superioare ale melcului, numărul rîndurilor poate fi de 4—5. Celulele senzoriale sînt așezate cu bazele lor în niște adîncituri, formate de corpurile epiteliocitelor de susținere situate sub celulele senzoriale. Numărul total de celule pilomotore externe la om ajunge la 12 000—20 000. Ele, ca și celulele





Des. 139. Structura ultramicroscopică a celulelor pilomotore auditive internă (A) și externă (B).

1—perișorii; 2—cuticula; 3—mitocondriile; 4—nucleii; 5—vezicule sinaptice în celulele receptoare; 6—terminațiuni nervoase clare; 7—terminațiuni nervoase întunecate.

senzoriale interne, au pe suprafața apicală o cuticulă cu stereocilii, ce formează o periură cu câteva rînduri în formă de V (des. 140). Stereocilii celulelor pilomotore externe ating cu vîrfurile lor suprafața internă a membranei tectorie. Ei conțin un număr mare de fibrile constituite din proteina contractilă actomiozina, datorită căreia stereocilii revin după înclinare la poziția inițială verticală. *Kinociul* lipsește în celulele pilomotore ale organului spiral la mamiferele mature.

Citoplasma celulelor senzoriale este bogată în fermenți de oxidare, monofosfoesterază, conține acid ribonucleic. Epiteliocitele senzoriale externe conțin o rezervă bogată de glicogen, iar stereocilii lor au mulți fermenți, inclusiv acetilcolinesteraza. Activitatea fermenților și a altor substanțe chimice, la acțiunea sunetelor pe un timp scurt — se mărește, iar la acțiunea îndelungată — scade. Epiteliocitele senzoriale externe sînt mai sensibile la acțiunea sunetelor puternice decît epiteliocitele senzoriale interne. Sunetele de frecvență înaltă excită numai celulele pilomotore, situate în spiralele inferioare ale melcului, iar sunetele de frecvență joasă — celulele pilomotore din vîrfurile melcului și o parte de celule din spiralele inferioare.

În timpul acțiunii sunetului asupra membranei timpanice, oscilațiile ei se transmit la ciocănaș, nicovală și scăriță, mai departe prin fereastra ovală la perilimfă, membrana bazilară și cea tectorie. Această circulație corespunde strict frecvenței și intensității sunetelor. Concomitent are loc deviația stereocililor și excitarea celulelor receptoare la acțiunea acetilcolinei, ce se află în endolimfă, cu proteina colinreceptoare din membranele stereocililor, unde de asemenea este localizată acetilcolinesteraza, care descompune acetilcolina. Toate acestea conduc la apariția potențialului de recepție (efectul microfونului). Informația aferentă prin nervul auditiv se transmite în părțile centrale ale analizorului auditiv.

*Epiteliocitele de susținere* ale organului spiral, spre deosebire de cele senzoriale, sînt situate cu bazele lor direct pe membrana bazală. În citoplasma lor se evidențiază tonofibrile. Epiteliocitele falangiene interne (epitheliocyti phalangeae internae) sînt situate sub epiteliocitele pilomotore senzoriale interne, conțin prelungiri subțiri digitiforme (fa-





Des. 140. Suprafața externă a celulelor organului spiral. Microfotografie electronică stereo-scan  $\times 2500$  (preparatul K. Koicev).

1— celulele epiteliale pilomotorie senzoriale externe; 2— celulele epiteliale pilomotorie senzoriale interne; 3— hotarele epitelio-citelor de susținere.

lange), cu care sînt delimitate între ele vîrfurile celulelor senzoriale. În organul spiral se află și așa-numitele *epiteliocite-stilpi, interne și externe* (epitheliocyti pilaris internae et externae). În locul unde ele vin în contact, sub un unghi ascuțit se unesc, formînd un canal — *tunelul intern* (cuniculus internus) umplut cu endolimfă. Tunelul continuă pe spirală de-a lungul întregului organ spiral. Partea bazală a celulelor-stilpi se sprijină pe membrana bazilară. Prin tunel trec fibrele nervoase amielinice, care vin de la neuronii ganglionului spiral la celulele senzoriale.

Pe membrana bazilară sînt situate și *celulele-falangiane externe* (epitheliocyti phalangeae externae). Ele sînt amplasate în 3—4 rînduri lîngă celulele-stilpi externe. Aceste celule au o formă prismatică. În partea bazală a lor se află un nucleu, înconjurat de fascicule de tono-



fibrile. În treimea superioară, în locul de contact cu celulele pilomotori externe, în celulele falangiene externe este o depresiune în formă de cupă, în care se localizează baza celulelor senzoriale externe. Numai o singură prelungire a epitelocitelor externe de susținere ajunge cu vârful său subțire — falanga — pînă la suprafața organului spiral. În acest organ mai sînt încă două tipuri de celule. *Epiteliocitele limitante externe* (cellulae epitheliocyti limitans externae) sînt situate pe membrana bazală lingă epitelocitele-falangiene externe, formînd un rînd neîntrerupt de celule epiteliale joase. Suprafața lor externă conține un număr mare de microvilozități. Ele conțin o cantitate considerabilă de glicogen, ce indică funcția lor de troficitate. Pe aceste celule sînt situate *epiteliocitele de susținere externe* (epitheliocyti sustentans externus), care au o formă cubică și care, modificîndu-se treptat, trec în epiteliu, ce tapetează stria vasculară.

**Inervația și vascularizația** organului spiral. Vezi mai jos.

**Partea vestibulară a labirintului membranos.** Acesta este locul unde sînt situați receptorii organului static. Ea e constituită din două săculețe — *utriculă* (utricleus) și *saculă* (sacculus), care comunică printr-un canal îngust și care sînt legate cu trei canale semicirculare, situate în canalele osoase și orientate în trei direcții perpendiculare reciproce. La locul de contact cu utricula canalele semicirculare formează dilatări numite ampule. În peretele labirintului membranos din regiunea ampulelor, saculei și utriculei există sectoare ce conțin celule senzoriale. În utriculă și saculă aceste sectoare se numesc *pete* sau *macule*, corespunzător: *macula utriculei* (macula utriculi) și *pata, macula saculei* (macula sacculi), iar din ampule-*creste* ampulare (crista ampullaris).

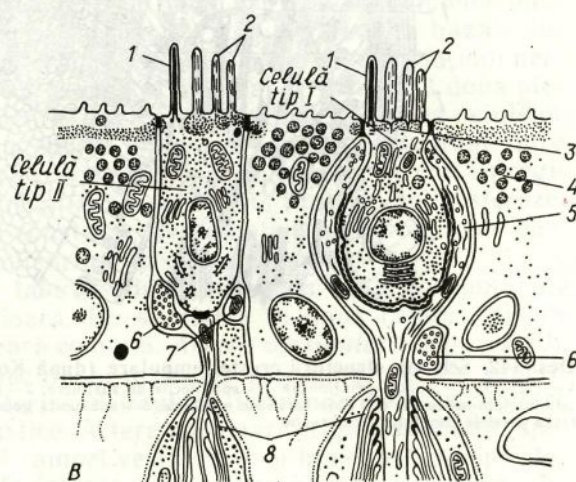
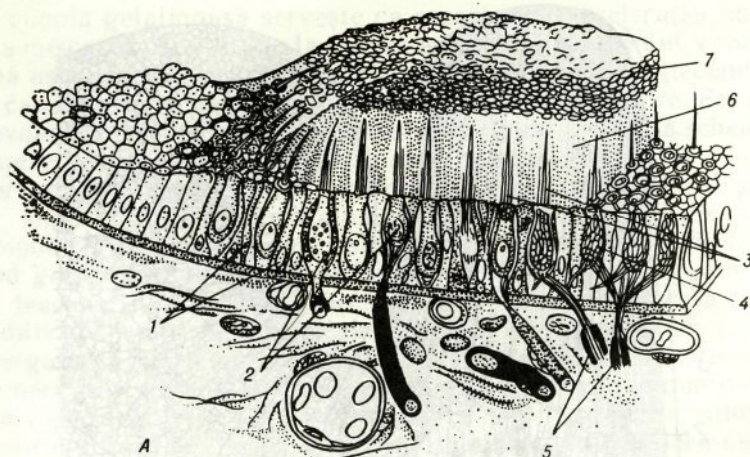
Peretele părții vestibulare a labirintului membranos este format dintr-un epiteliu unistratificat pavimentos. Excepție face regiunea creștelor canalelor semicirculare și maculele, unde acest epiteliu devine cubic și prismatic.

**Macula** este tapetată de un epiteliu situat pe membrana bazală și constă din celule senzoriale și de susținere (des. 141, A, B.). Suprafața acestui epiteliu este acoperită de o membrană specială, *gelatinoasă*, care poartă denumirea de *membrană otolitică* (membrana statoconiorum). Ea conține cristale de carbonat de calciu — otoliți sau statoconii (statoconia).

Locul de recepție a accelerațiilor liniare, adică a atracției pămîntului, receptorul gravitației, ce ține de schimbarea tonusului mușchilor și care determină poziția corpului, este macula utriculei. Macula saculei, fiind de asemenea receptor de gravitație, mai recepționează și vibrațiile.

**Celulele senzoriale pilomotori** (cellulae sensoriae pilosae) au vârful acoperit cu perișori. Ele sînt orientate în cavitatea labirintului. Baza celulei contactează cu terminațiuni nervoase aferente și eferente. După structură celulele pilomotori sînt de două tipuri (vezi des. 141, B). Celulele de tipul I (piriforme) se caracterizează prin baza lor rotundă și largă, la care aderă terminațiunea nervoasă, formînd în jurul bazei celulei un manșon în formă de cupă, care pe alocuri formează





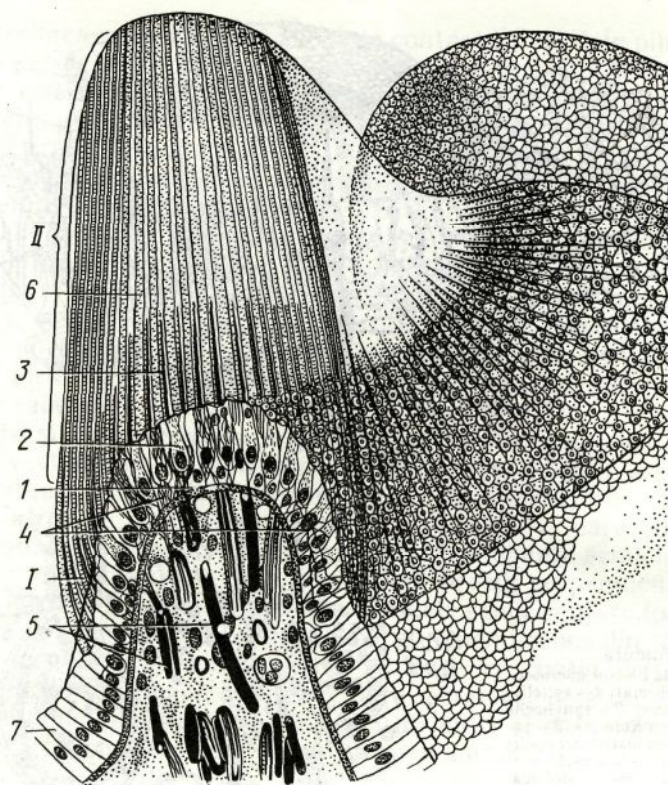
**Des. 141. Macula.**

A — structura la nivelul microscopului optic (schemă). 1 — epiteliocite de susținere; 2 — epiteliocite senzoriale (după Kolmer); 3 — perişorii; 4 — terminații nervoase; 5 — fibră nervoasă mielinică; 6 — membrana gelatinoasă otolitică; 7 — otoliți; B — structura la nivelul microscopului electronic (schemă).

1 — kinocili; 2 — stereocilii; 3 — cuticula; 4 — epiteliocit de susținere; 5 — terminațiune nervoasă în formă de cupă; 6 — terminațiune nervoasă eferentă; 7 — terminațiune nervoasă aferentă; 8 — fibră nervoasă mielinică (dendrită).

sinapse cu celula receptoare. Celulele de tipul II (stâlpi) au o formă prismatică. La baza celulei aderă direct terminațiuni nervoase punctiforme aferente și eferente, formând sinapse caracteristice. Pe suprafața externă a acestor celule se află o cuticulă, de la care își iau începutul 60—80 de perisori imobili — *stereocilii*, cu o lungime de aproape 40 mcm, și unul mobil — *kinocilul*, cu o structură asemănătoare cu cea a cilului contractil. Mucula saculei la om conține aproape 18 000 celule receptoare, iar utriculei — aproape 33 000. Kinocilul totdeauna este situat opus în raport cu fasciculul de stereocili. La deplasarea kinocilului spre stereocili are loc excitarea celulei, iar dacă deplasarea este orientată spre partea opusă, are loc inhibiția celulei. În epiteliul maculei, celulele polarizate diferit se adună în 4 grupuri, datorită faptului că în timpul alunecării membranei otolitice, este stimulat numai un grup anumit de celule, ce reglează un grup anumit de mușchi ai





**Des. 142.** Schema structurii crestei ampulare (după Kolmer cu modificări):  
 1 — creastă; II — cupolă gelatinoasă; 1 — epiteliocite de susținere; 2 — epiteliocite senzoriale; 3 — perișori; 4 — terminațiuni nervoase; 5 — fibre nervoase mielinice; 6 — substanță gelatinoasă a cupolei; 7 — epiteliul ce tapetează peretele canalului membranos.

corpului. Alte grupuri de celule în momentul acesta se inhibă. Impulsul primit prin sinapsele aferente este transmis prin nervul vestibular în porțiunile corespunzătoare ale analizorului vestibular.

*Celulele de susținere* (epitheliocyti sustentans) situate între cele senzoriale se deosebesc printr-un nucleu oval de o culoare întunecată. Ele conțin o cantitate bogată de mitocondrii. La vârful celulelor se observă un mare număr de microvilozități citoplasmice fine.

**Creștele ampulare (cristele).** Ele au formă de cute transversale și se află în fiecare dilatare ampulară a canalului semicircular. Creșta ampulară este tapetată de epiteliocite senzoriale pilomotorie și de epiteliocite de susținere. Partea apicală a acestor celule este înconjurată de o *cupolă transparentă gelatinoasă* (cupula gelatinosa), în formă de clopote, lipsită de cavitate. Lungimea ei atinge 1 mm. Structura celulelor pilomotorie și inervația lor este asemănătoare cu cea a celulelor senzoriale ale maculelor acustice (des. 142). Din punct de vedere func-



țional, cupola gelatinoasă servește ca receptor al accelerației unghiulare. La mișcarea capului sau la rotirea accelerată a corpului, cupola își schimbă ușor poziția. Deviația cupolei sub acțiunea circulației endolimfei din canalele semicirculare stimulează celulele pilomotorie. Excitarea lor provoacă un răspuns reflex al acelei părți de musculatură scheletală, ce corijează poziția corpului și mișcarea mușchilor oculari.

**Inervația.** Pe epitelocitele pilomotorie ale organelor spiral și vestibular sînt amplasate terminațiunile nervoase aferente ale neuronilor bipolar, ale căror corpuri sînt situate în lama osoasă spirală, formînd *ganglionul spiral*. Majoritatea neuroșilor acestuia sînt înveliți de teaca mielinică. Axonii acestor celule din componența nervului auditiv transmit impulsurile în sistemul nervos central. La inervația organului spiral participă atît fibrele nervoase aferente, cît și fibrele nervoase eferente, care sînt reprezentate prin așa-numitul fascicul olivocochlear. Atît fibrele eferente, cît și cele aferente, ajungînd la membrana bazilară, pierd membrana mielinică, înconjoară celulele pilomotorie interne și parțial trec prin turtel în regiunea celulelor pilomotorie externe. Împletindu-se, aceste fibre ajung pînă la baza celulelor senzoriale interne și externe, unde se sfîrșesc cu terminațiuni nervoase. Astfel, pe tot traiectul canalului cochlear se formează două plexuri complexe, interdependente. Unul este situat în regiunea celulelor pilomotorie interne — *plexul spiral intern*. Al doilea este situat între celulele externe de susținere și se numește *plexul spiral extern*. În regiunea acestor plexuri se evidențiază o activitate înaltă a colinesterazei specifice, care, precum s-a constatat, descompune acetilcolina, ce participă la transmiterea impulsurilor în organul spiral.

**Vascularizația.** Artera labirintului membranos își ia începutul de la artera cerebrală superioară. Ea se divide în două ramuri: artera vestibulară și artera cochleară comună. *Artera vestibulară* irigă părțile inferioare și laterale ale saculei și utriculei, precum și părțile superioare și laterale ale canalelor semicirculare, formînd rețele de capilare în regiunea maculelor acustice. Artera cochleară irigă ganglionul spiral și, străbătînd periostul rampei vestibulare și lamei osoase spirale, ajunge pînă la suprafețele interne ale membranei bazale a organului spiral. Sistemul venos al labirintului este alcătuit din trei plexuri independente, situate în melc, în vestibul și în canalele semicirculare. Vase limfatice în labirint n-au fost identificate. Organul spiral nu conține vase sanguine.

**Modificările de vîrstă.** Odată cu vîrsta la om pot apare dereglări ale organului auditiv. Odată cu aceasta se schimbă, izolat sau concomitent, transmiterea sau recepția sunetelor. Aceasta are loc pentru că în regiunea ferestrei ovale a labirintului osos apar focare de osificare, ce se răspîndesc pe lama subcutanată a scăriței. Scărița își pierde elasticitatea, mobilitatea în fereastra ovală, ceea ce conduce la scăderea bruscă a pragului acustic. Cu vîrsta este atacat mai des aparatul neurosenzorial de recepție a sunetelor, adică celulele senzoriale, care, parcurgînd ciclul lor vital, se deteriorează și nu se mai restabilesc.