

ORGANELE DE SIMȚ

Pentru a se integra și a se adapta la condițiile mereu schimbătoare ale mediului ambiant, organismul uman primește din mediul extern multiple informații sub formă de **stimuli** (mecanici, termici, chimici sau luminoși) prin intermediul unor formațiuni anatomice complexe numite **analizatori**.

Un analizator este format din trei componente:

- **componenta periferică**, reprezentată de **organul de simț**;
- **componenta de conducere**, formată de calea nervoasă aferentă;
- **componenta centrală**, reprezentată de o arie din sistemul nervos central (scoarța cerebrală).

Există mai mulți analizatori. Fiecare analizator are receptori, căi aferente și arii de proiecție corticale, specifice.

Organele de simț sunt capabile să capteze, să selecteze și să diferențieze variatele forme de energie din mediul extern, pe care le transformă apoi în impulsuri nervoase ce conțin multiple informații codificate. Aceste informații ajung pe căi specifice la nivelul encefalului unde sunt analizate, integrate și transformate în senzații specifice.

Unele organe de simț (cum sunt cele pentru tact, presiune, durere, temperatură) au o distribuție largă, în timp ce altele (pentru auz, văz, gust și miros) se găsesc în zone bine delimitate ale organismului uman.

OCHIUL

Ochii au o importanță deosebită în integrarea organismului în mediul ambiant, deoarece aproximativ 90% din informațiile din mediul extern sunt recepționate de ochi.

Ochii sunt organe de simț specializate în detecția și analiza semnalelor luminoase, având în structura lor o prelungire modificată a sistemului nervos central (retina) care, sub acțiunea fotonilor, este capabilă să genereze influxuri nervoase.

Situat în orbită, ochiul este constituit din:

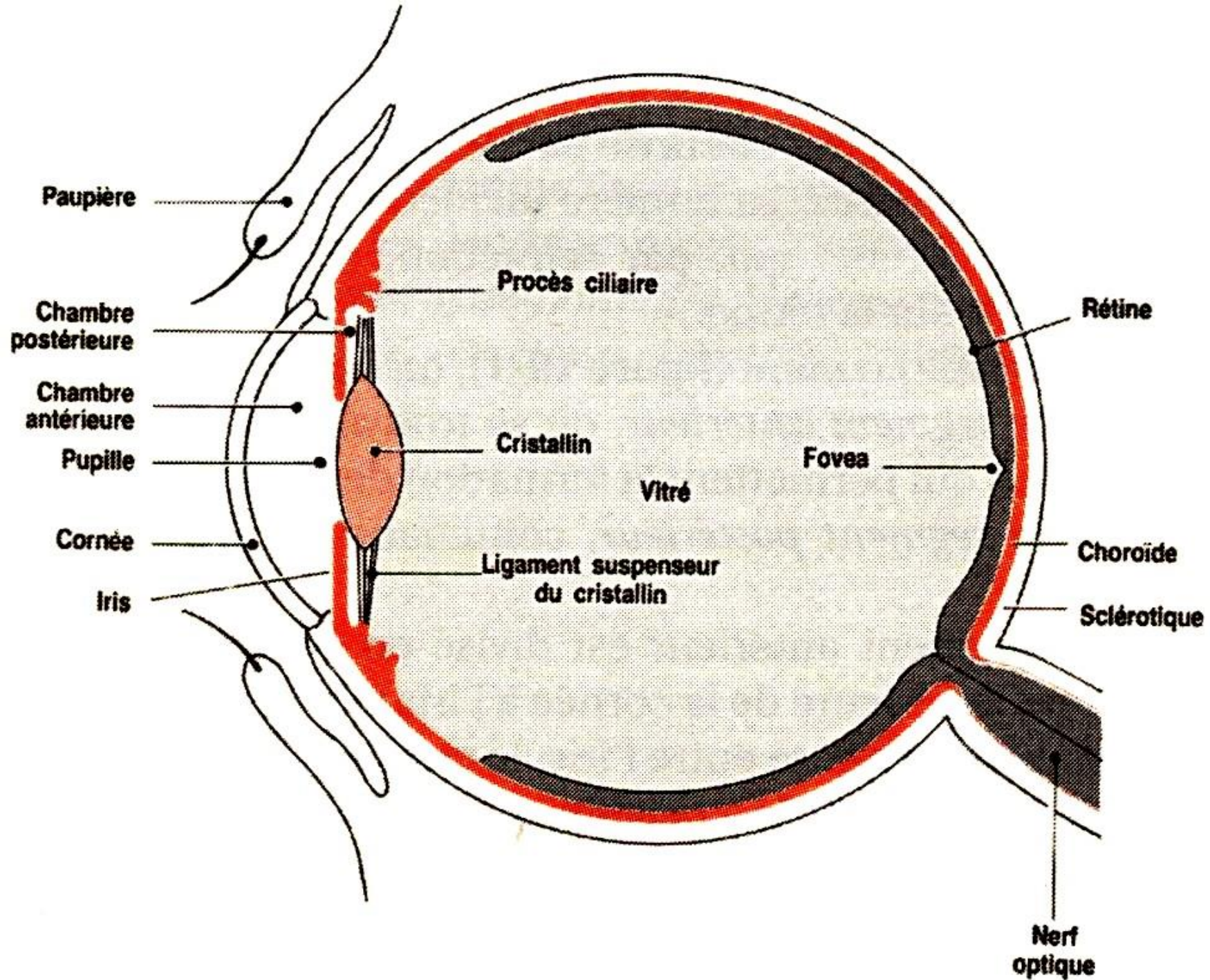
- **globul ocular** și **structurile anexe**.

Globul ocular

Globii oculari sunt organe pereche care au o formă aproximativ sferică. Peretele lor este constituit din trei tunici concentrice:

- **tunica externă**, formată din **sclerotică** (o structură conjunctivă fibroasă, groasă, inextensibilă, opacă) care formează cea mai mare parte a peretelui ocular și **corneea** (o structură conjunctivă transparentă) situată în partea anterioară a globului ocular.
- **tunica medie**, numită **tractul uveal** (formată din țesut conjunctiv bogat vascularizat) alcătuită din: **coroidă**, **corpul ciliar** și **iris**;
- **tunica internă** sau **retina** (tunica nervoasă) formată la rândul său din **retina vizuală** și **retina oarbă**.

În interiorul globului ocular se găsesc mai multe **medii transparente** care facilitează pătrunderea luminii și focalizarea acesteia pe retina vizuală. Acestea sunt: **corneea**, **umoarea apoasă**, **cristalinul** și **corpul vitros**.



Anatomic, globul ocular prezintă:

- **un segment anterior** în care se găsesc structurile refractare (corneea și cristalinul) care facilitează formarea imaginii la nivelul retinei vizuale. Acest segment este divizat într-o cameră anterioară (cuprinsă între corneea și iris) și o cameră posterioară (cuprinsă între iris și cristalin). Ambele camere conțin **umoare apoasă**, un lichid care se reînnoiește permanent și care hrănește structurile avasculare ale polului anterior al ochiului. Tot umoarea apoasă este responsabilă de menținerea unei presiuni constante la nivelul globului ocular. Creșterea presiunii intraoculare determină glaucomul.
- **un segment posterior**, cuprins între cristalin și retină între care se găsește corpul vitros.

Sclerotica reprezintă învelișul extern al ochiului, fiind similară cu capsula unui organ. Ea asigură o protecție mecanică foarte eficientă globului ocular, fiind rezistentă și bine ancorată în orbită. În partea anterioară a globului ocular ea se continuă cu corneea.

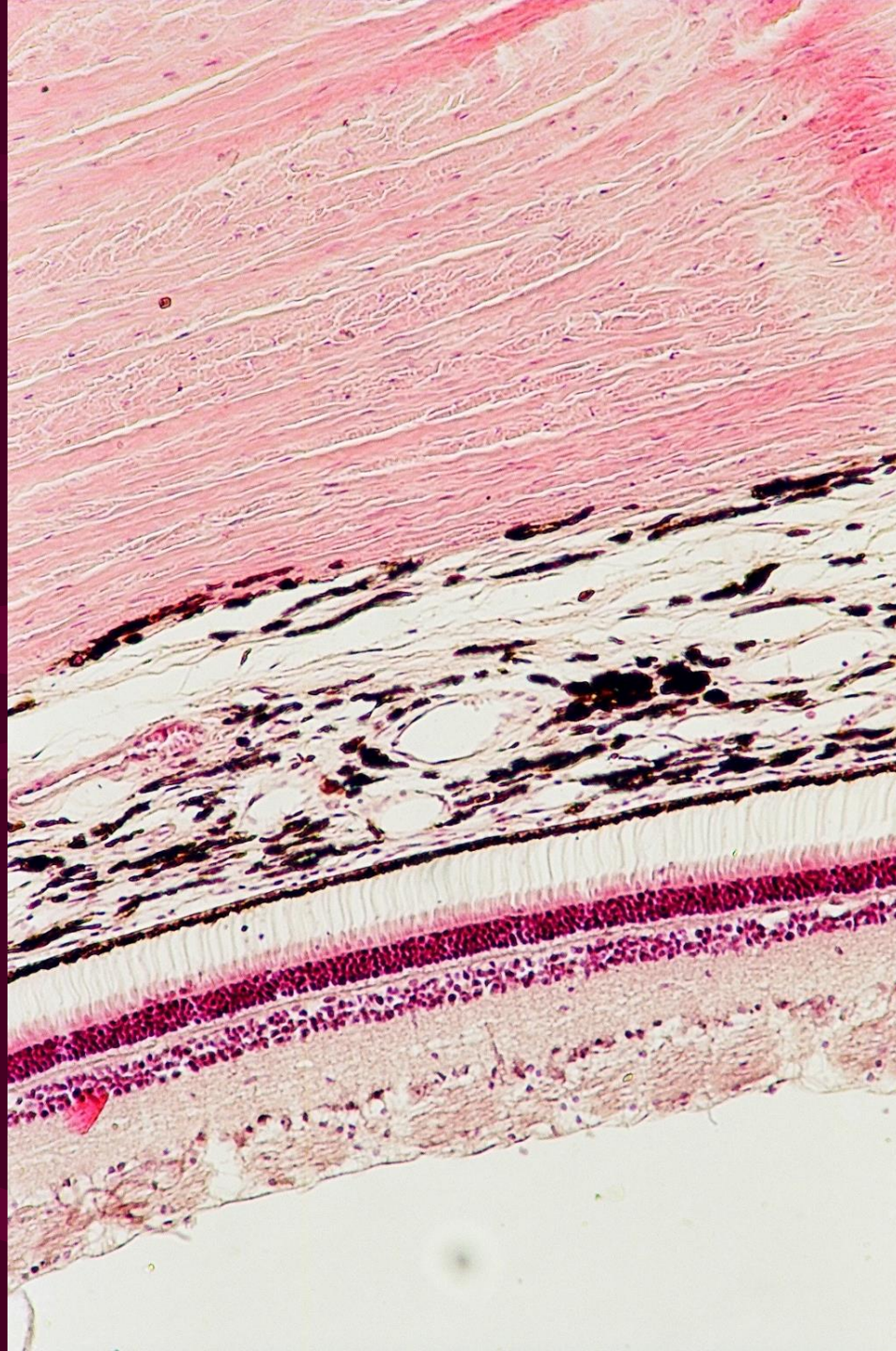
Grosimea scleroticii variază de la **0,5 la 1 mm**, în funcție de regiunea anatomică (0,5 mm în apropierea joncțiunii corneo-sclerale și 1 mm la polul posterior al ochiului) și de vârsta individului.

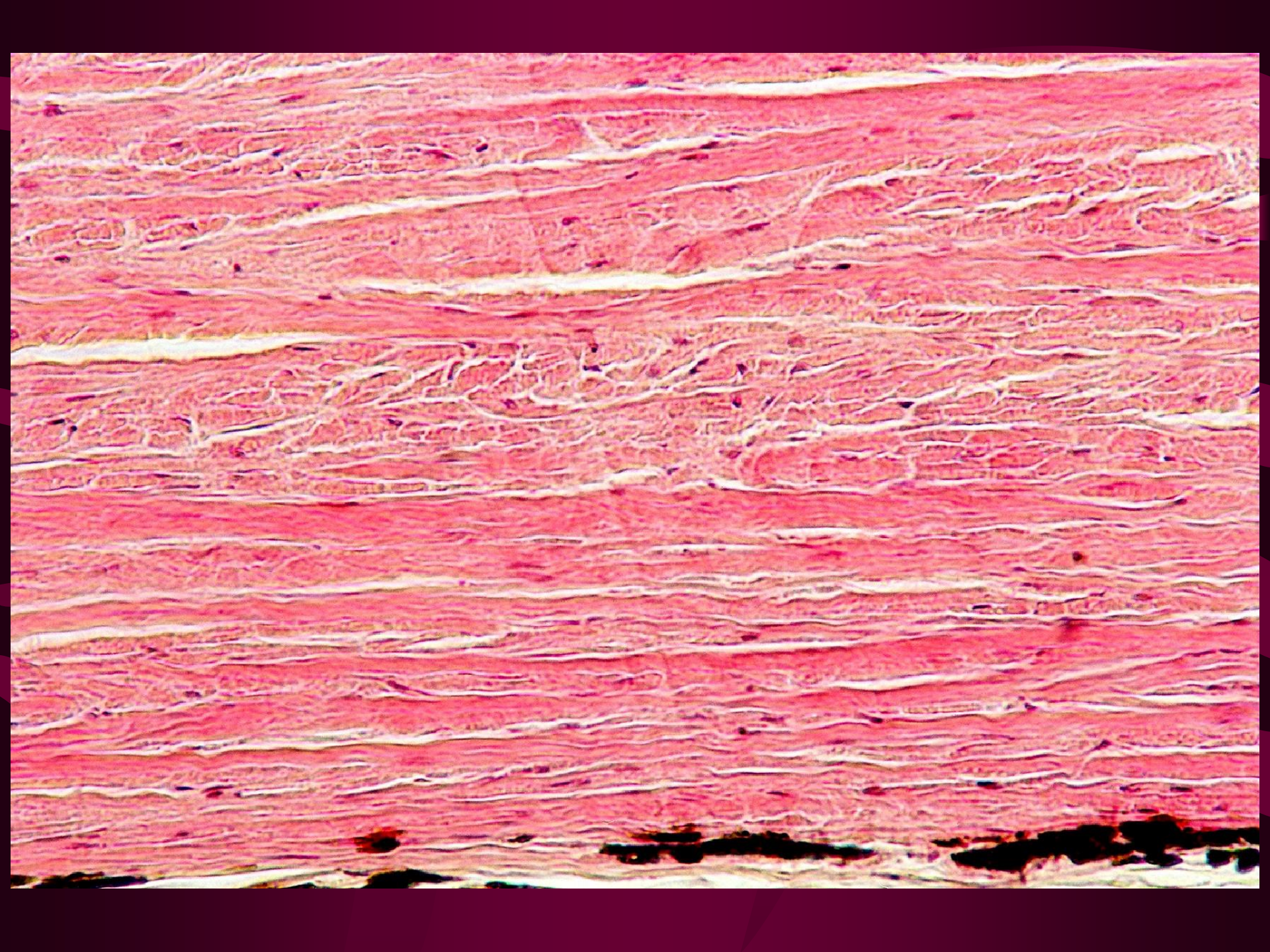
Histologic, sclerotica este constituită din fascicule de fibre colagene dispuse în straturi paralele în interiorul unei lame, dar cu orientare diferită față de fibrele colagene din lamele supra- sau subiacente. Grosimea lamelor variază de la 10 la 100 de microni. Printre fibrele de collagen se găsesc puține fibre elastice dispuse într-o rețea neordonată, rare fibroците sau fibroblaste, rare vase sanguine.

Pe suprafața externă a scleroticii se inseră tendoanele mușchilor extrinseci ai globului ocular care asigură mobilitatea ochiului și multiple fibre conjunctive care se inseră pe capsula Tenon, prin care ochiul este fixat în orbită.

În partea anterioară, sclerotica se continuă cu corneea printr-o zonă scurtă de tranziție, numită **limb sclero-corneean**.

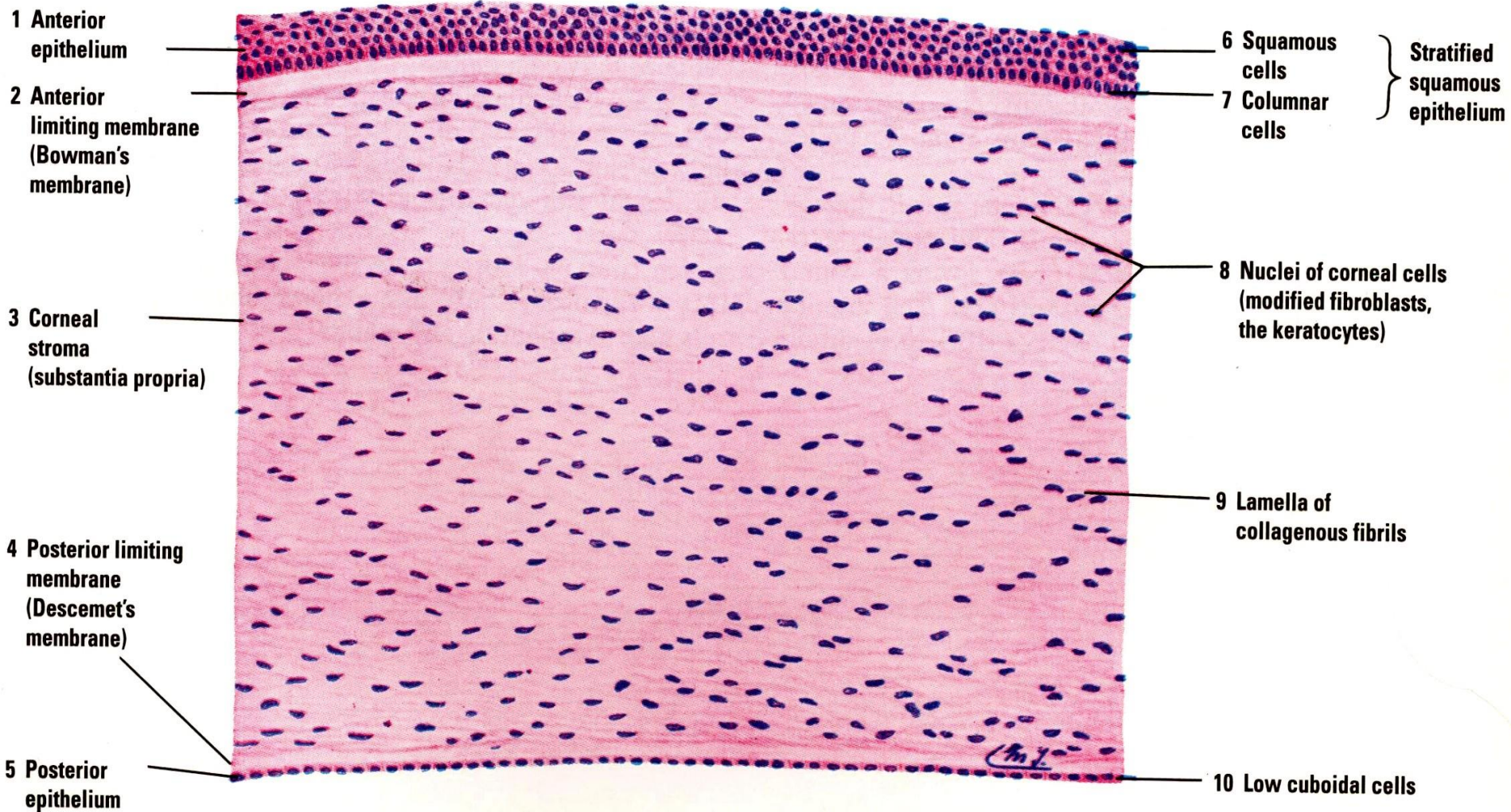
La polul posterior, sclerotica prezintă o zonă cu numeroase orificii numită **aria cribriformă** prin care trec fibrele nervului optic.





Corneea are forma unei calote emisferice, cu raza de curbură inferioară celei a globului ocular fapt care face ca polul anterior al globului ocular să proemine anterior. Bombarea corneei anterior permite o deschidere mai bună a câmpului vizual. Suprafața ei este, în mod normal, netedă, regulată; orice deformare sau neregularitate a suprafeței corneei determină apariția unui viciu de refracție numit **astigmatism**.

Histologic, corneea este formată dintr-un țesut conjunctiv numit “țesutul propriu corneean” sau stroma corneei, acoperit pe fața anterioară de epiteliul anterior, iar pe fața posterioară de epiteliul posterior al corneei.



Țesutul propriu corneean este format din 40-50 de lamele de fibre de **colagen tip I** dispuse paralel una peste alta. În structura unei lamele fibrele de colagen au aceeași grosime și se dispun ordonat, paralele între ele, dar au o orientare diferită față de fibrele din lamele supra- sau subiacente. Distanța dintre lamele este constantă. Lamelele se jonctionează între ele prin fine fibre de colagen “de împrumut” care trec de la o lamelă la alta. Acest dispozitiv fibrilar cu organizare foarte riguroasă asigură transparența corneei și este asimilat unei grile de difracție.

Între lamele se găsesc rare celule conjunctive (fibrocite) aplatizate, cu prelungiri foarte lungi care se ancorează pe fibrele de colagen ale lamelelor. Substanța fundamentală este redusă cantitativ fiind formată din glicozaminoglicani, cel mai de seamă reprezentant fiind keratan-sulfatul.

Epiteliul anterior este un epiteliu de tip malpighian fără keratinizare format din 5-7 rânduri de celule suprapuse, care se jonctionează între ele prin interdigitații și desmozomi. Stratul bazal este format dintr-un rând de celule cubice, cu nucleul rotund dispus central, cu citoplasma abundentă, ancorat în structura membranei bazale prin hemidesmozomi. În acest strat se identifică rare celule în mitoză, deoarece este stratul germinativ al epiteliului anterior. În cazul unor leziuni ale polulului anterior al globului ocular, activitatea mitotică a stratului bazal se intensifică. Celelalte straturi celulare sunt formate din celule care devin din ce în ce mai turtite (pavimentoase), nucleii devin ovalari și mai hipercromi. Stratul superficial este format din celule pavimentoase acoperite de o peliculă lichidiană rezultată din secreția glandelor lacrimale și glandelor palpebrale Meibomius.

Stratul bazal este separat de țesutul conjunctiv subiacent printr-o membrană bazală groasă, **membrana Bowman**. Membrana bazală aderă foarte puternic la prima lamă de fibre colagene a țesutului propriu corneean.

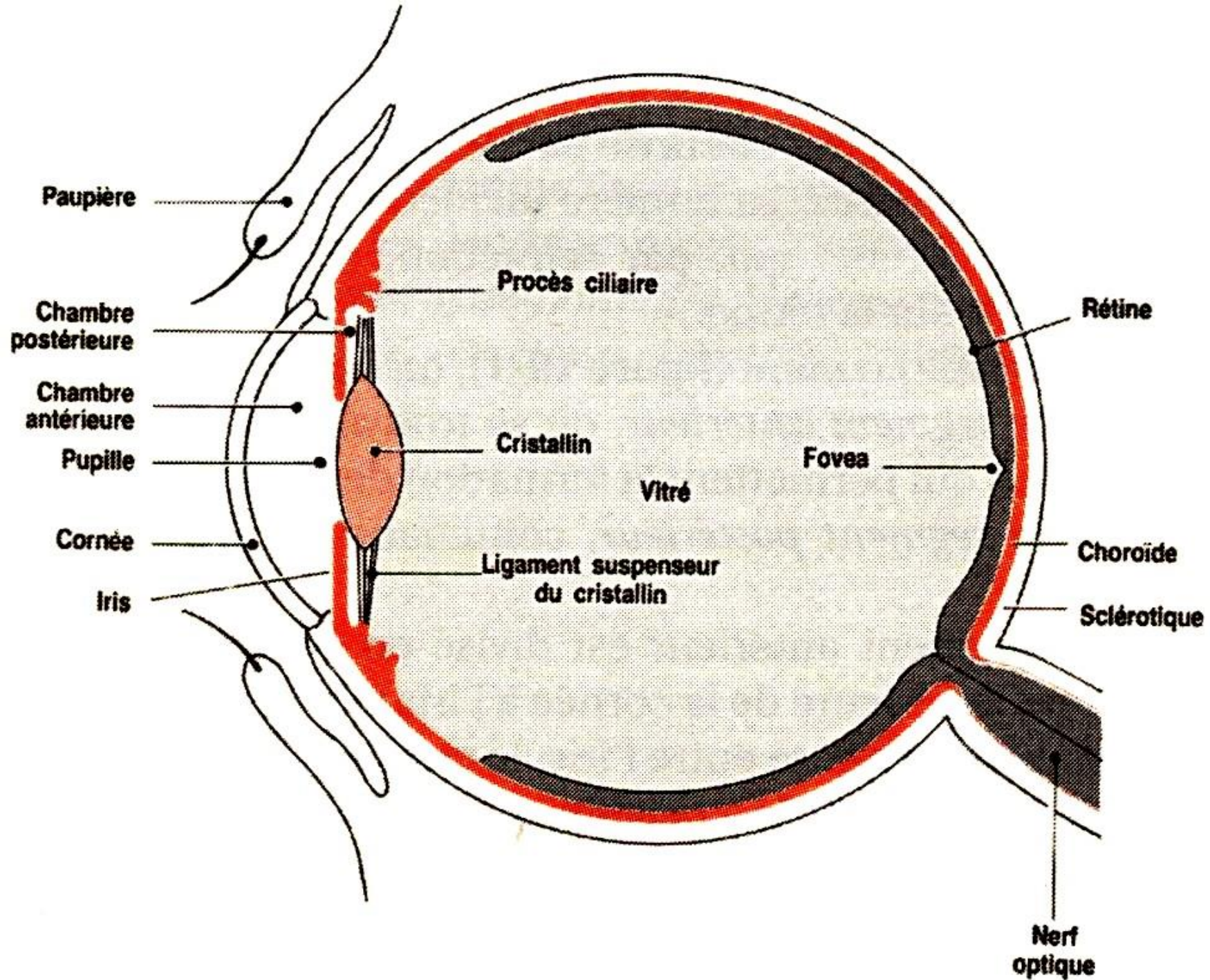
Epiteliul anterior al corneei se continuă în dreptul limbului sclero-corneean cu epiteliul conjunctival.

Epiteliul posterior al corneei este format dintr-un singur rând de celule aplatizate, cu nucleul turtit, cu citoplasma vacuolară, bogată în mitocondrii, așezat pe o membrană bazală groasă, **membrana Descemet**. Acest epiteliu este scăldat de umoarea apoasă din camera anterioară a globului ocular. El filtrează apa și metaboliții care trec din umoarea apoasă spre țesutul propriu corneean.

Corneea nu este vascularizată. Ea se hrănește prin dializatul plasmatic asigurat de vasele sanguine din structura limbului sclero-corneean, din umoarea apoasă și din secreția lacrimală.

Joncțiunea sclero-corneeană numită și **limbul sclero-corneean** reprezintă zona de trecere de la corneea transparentă la țesutul opac al sclerei. Epiteliul corneei se continuă cu epiteliul conjunctivei iar țesutul propriu corneean se continuă cu țesutul conjunctiv dens al sclerei.

Tractul uveal sau tunica mijlocie este format din trei structuri distincte: **coroida**, **corpul ciliar** și **irisul**. Este o tunică puternic vascularizată și pigmentată, cu rol deosebit în formarea imaginii și în metabolismul ochiului.

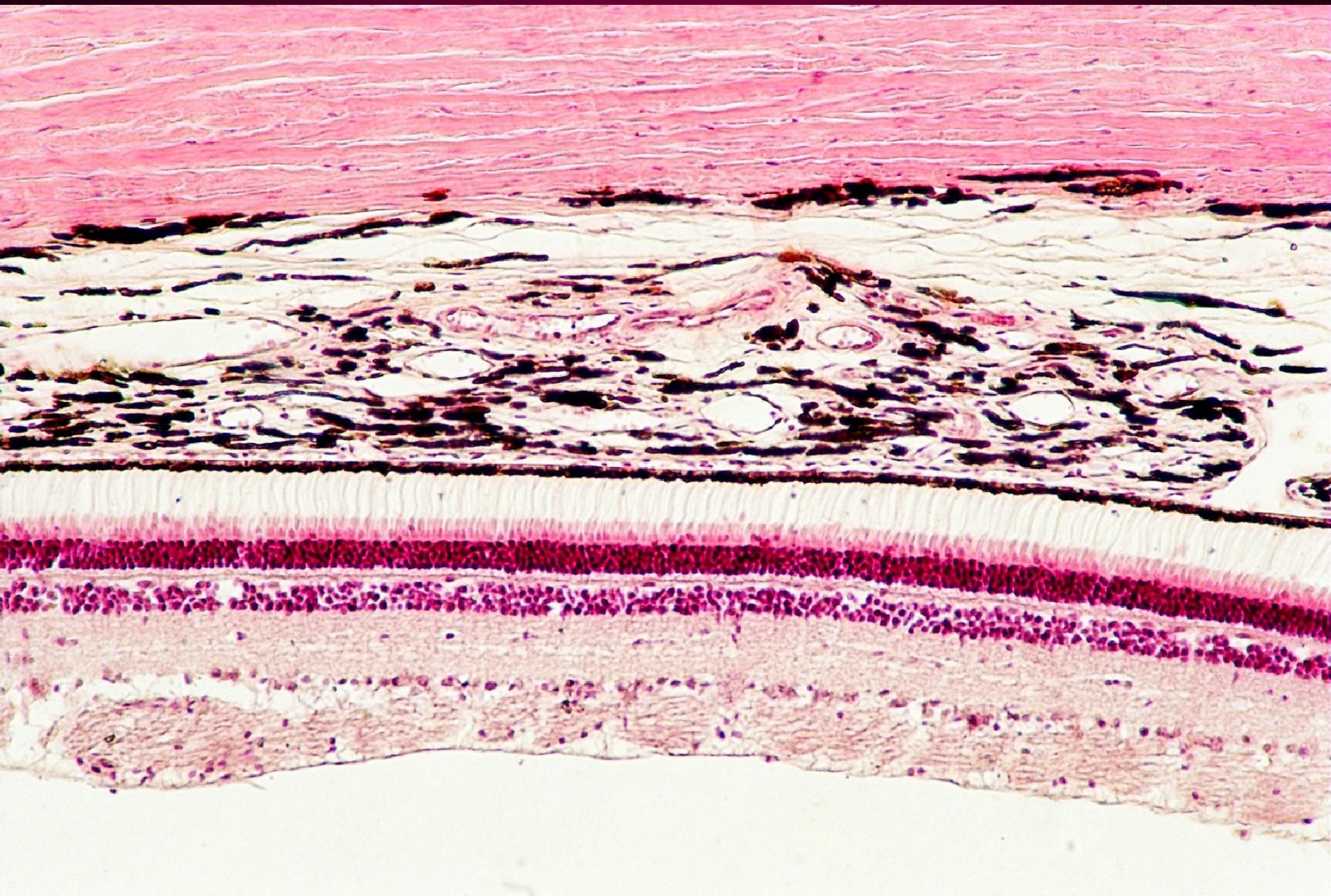


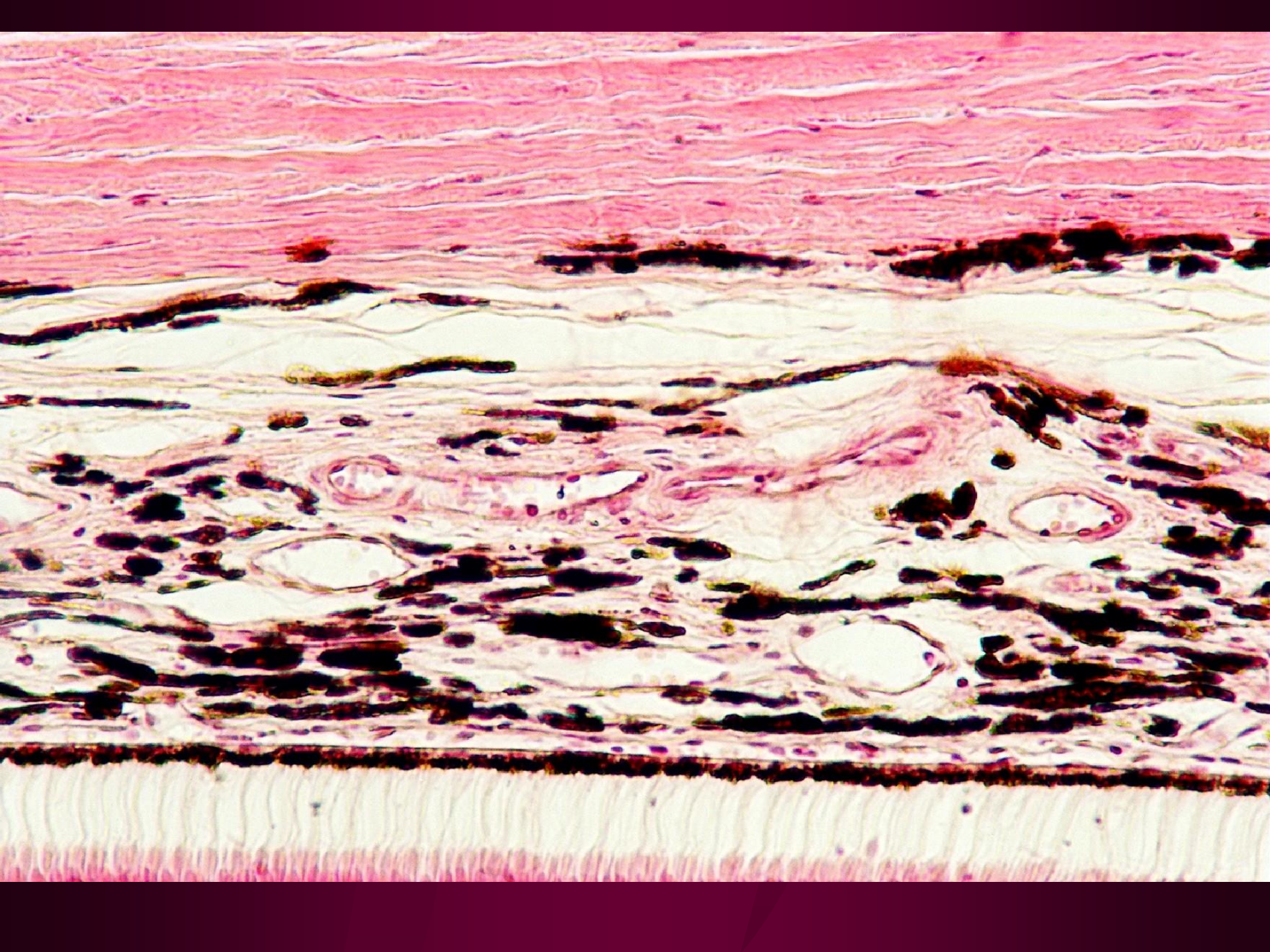
Coroidea reprezintă porțiunea posterioară a tunicii medii. Este o membrană conjunctivă, formată din țesut conjunctiv lax, care se întinde de la nervul optic până la **ora serrata**.

În structura coroidei s-au descris mai multe straturi, incomplet separate. Cel mai extern este stratul periferic numit **supracoroideea**, strat care face legătura cu sclerotica. Stratul mijlociu, care reprezintă partea cea mai voluminoasă a coroidei, numit “**stratul vaselor mari**” este format din țesut conjunctiv lax care conține vase sanguine (arterele și venele ciliare cu principalele lor ramuri), rare fibroblaste, macrofage, limfocite și plasmocite, fibre elastice și **celule pigmentare** dispuse preponderent perivascular. Stratul intern, numit **stratul corio-papilar**, este format din țesut conjunctiv lax care conține o bogată rețea de capilare sanguine largi, anastomozate, rezultate din arterele ciliare, incluse într-un mediu bogat în glicozaminoglicani.

Coroidea este separată de retină printr-o membrană groasă de 1-4 microni, **membrana Bruch**.

Coroidea, prin conținutul mare de melanocite, participă la formarea “camerei obscure” a ochiului, iar prin vasele sanguine constituie “pătura nutritivă” a ochiului.





Corpul ciliar este o structură inelară care se întinde de la coroidă până la iris. În secțiune, are o formă triunghiulară, proeminând în cavitate globului ocular. Ca și coroida, corpul ciliar se jonctionează prin fața externă cu sclerotica.

Corpul ciliar prezintă două regiuni:

- una, situată imediat în spatele irisului, cu suprafața foarte neregulată, formată din circa 70-80 de pliuri radiare, zona proceselor ciliare;
- a doua, netedă, numită partea plană, dispusă între procesele ciliare și ora serrata, locul în care se continuă posterior cu coroida.

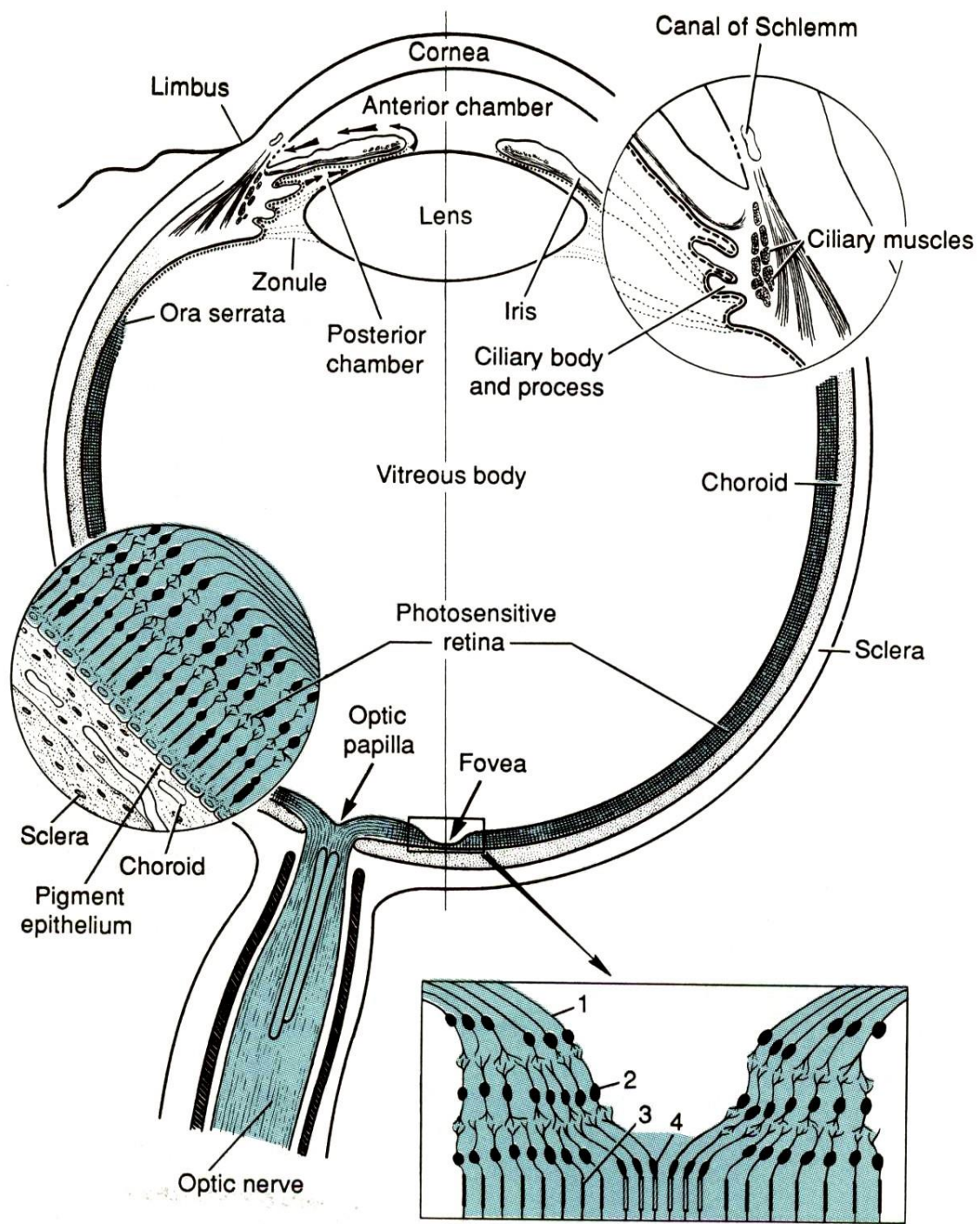
Procesele ciliare sunt expansiuni conjunctivo-vasculare lungi de până la 2 mm, care proemină în camera posterioară a globului ocular și sintetizează umoarea apoasă. Partea centrală a unui proces ciliar este formată din țesut conjunctiv lax bine vascularizat, în care vasele sanguine se dispun în imediata apropiere a membranei bazale a epitelului de acoperire. Vasele sunt reprezentate în special din capilare fenestrate.

Epiteliul proceselor ciliare este format din două straturi de celule:

- stratul extern, foarte pigmentat, bogat în granule de melanină, este o continuare a epitelului pigmentar al retinei; el se continuă anterior cu epiteliul irisului. Este format dintr-un singur rând de celule cubice jonctionate între ele prin desmozomi.
- stratul intern este format dintr-un singur rând de celule cilindrice cu citoplasma clară, fără granule de pigment melanic, bogată în organite citoplasmatiche, în special ARG și cu numeroase vacuole de secreție.

Umoarea apoasă, lichid transparent elaborat de procesele ciliare, ocupă camera anterioară a globului ocular. Are compoziție chimică asemănătoare LCR și serului sanguin. Se menține într-o presiune constantă; când presiunea crește apare boala numită glaucom (cauza majoră a orbirii). Umoarea apoasă are și rol de nutriție a cristalinului.

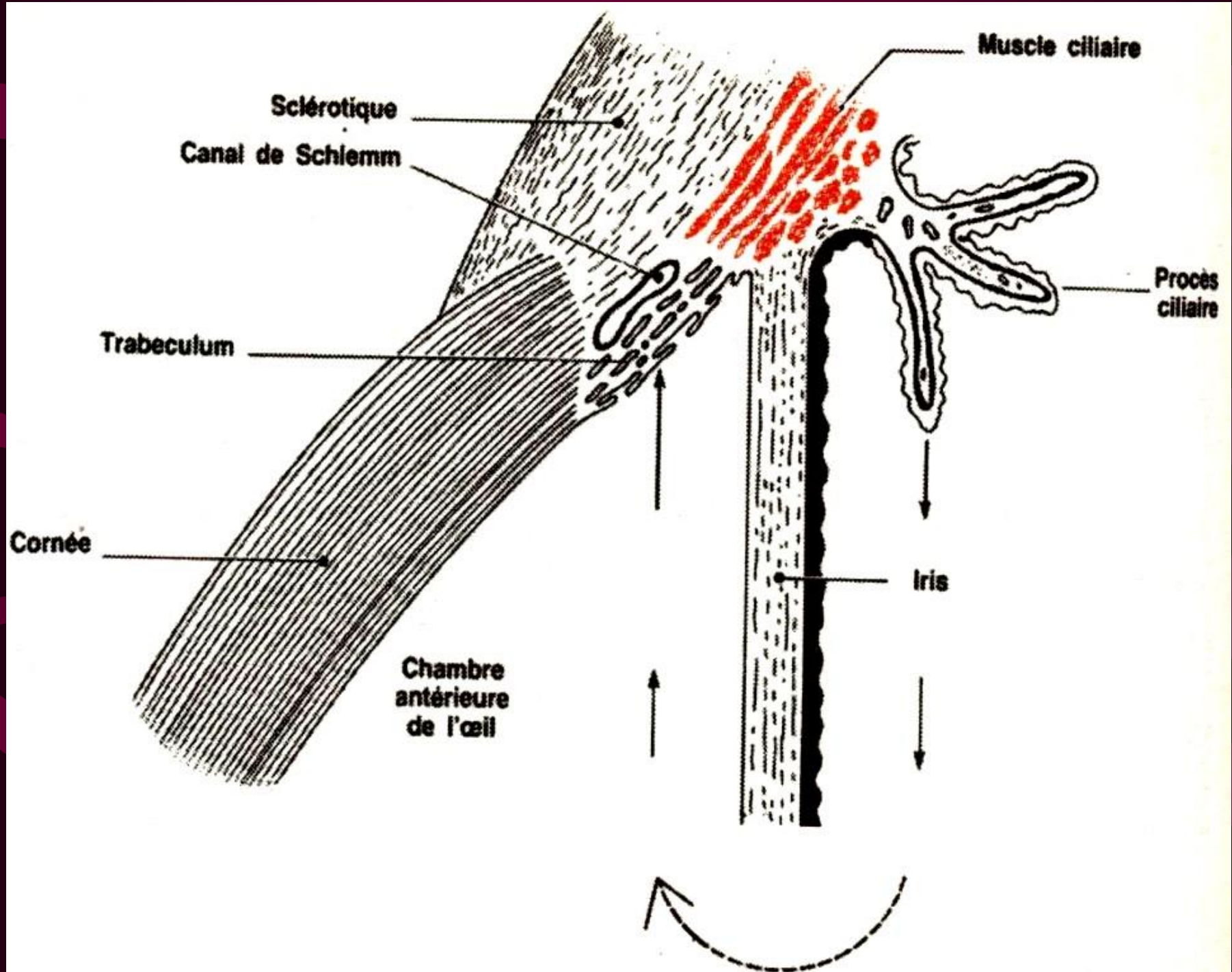
Mușchiul ciliar este format din fibre musculare netede dispuse în grosimea corpului ciliar. Dispunerea fibrelor musculare netede este foarte complexă, dar predomină fibrele cu dispunere longitudinală antero-posterioară formând **mușchiul lui Brücke** și altele cu dispunere circulară, **mușchiul Müller**. Mușchiul Brücke se inseră cu capătul anterior pe o proeminență sclerală prin intermediul unui ligament format din fibre colagene, iar cu capătul posterior pe coroidă. El este un “mușchi tensor al coroidei”. Mușchiul Müller are fibre musculare cu orientare radiară și circulară, participând la realizarea proceselor de acomodare vizuală. Mușchiul ciliar este inervat vegetativ simpatic și parasimpatic.



Irisul este un diafragm muscular de forma unui disc, cu diametrul de circa 12 mm, care separă camera anterioară a ochiului de cea posterioară. În partea centrală prezintă un orificiu rotund, **pupila**, iar la periferie se inseră pe corpii ciliari. Este constituit din țesut conjunctiv lax bine vascularizat care formează **stroma iriană**, acoperit pe fața posterioară de un **epiteliu bistratificat**, continuare a epiteliului ciliar. Acest epiteliu, lipsit de pigment la nivelul corpului ciliar, devine intens pigmentat la iris. Suprafața anterioară a irisului nu este acoperită de epiteliu dar prezintă un strat discontinuu de fibroblaști și melanocite. Stroma irisului, alcătuită din țesut conjunctiv lax, conține fibroblaste, melanocite, miofibroblaste și foarte multe vase de sânge. Culoarea irisului depinde de numărul melanocitelor din stromă; dacă sunt puține, irisul va apărea albastru, iar dacă sunt numeroase, irisul va fi maro sau negru. Culoarea ochilor este determinată genetic (recesiv).

În **stroma iriană** se găsesc fibre musculare netede cu dispunere circulară și radiară, cu efect antagonic. Fibrele circulare sunt mai abundente în vecinătatea pupilei și prin contracția lor determină micșorarea diametrului pupilar (**mioză**); fibrele cu dispunere radiară sunt mai abundente la periferia irisului și prin contracția lor determină dilatarea pupilei (**midriază**). Mușchiul constrictor al pupilei este inervat parasimpatic, iar mușchiul dilatator al pupilei are inervație simpatică. Modificările diametrului pupilar sunt coordonate de reflexe vegetative care depind de cantitatea de lumină care ajunge la retină.

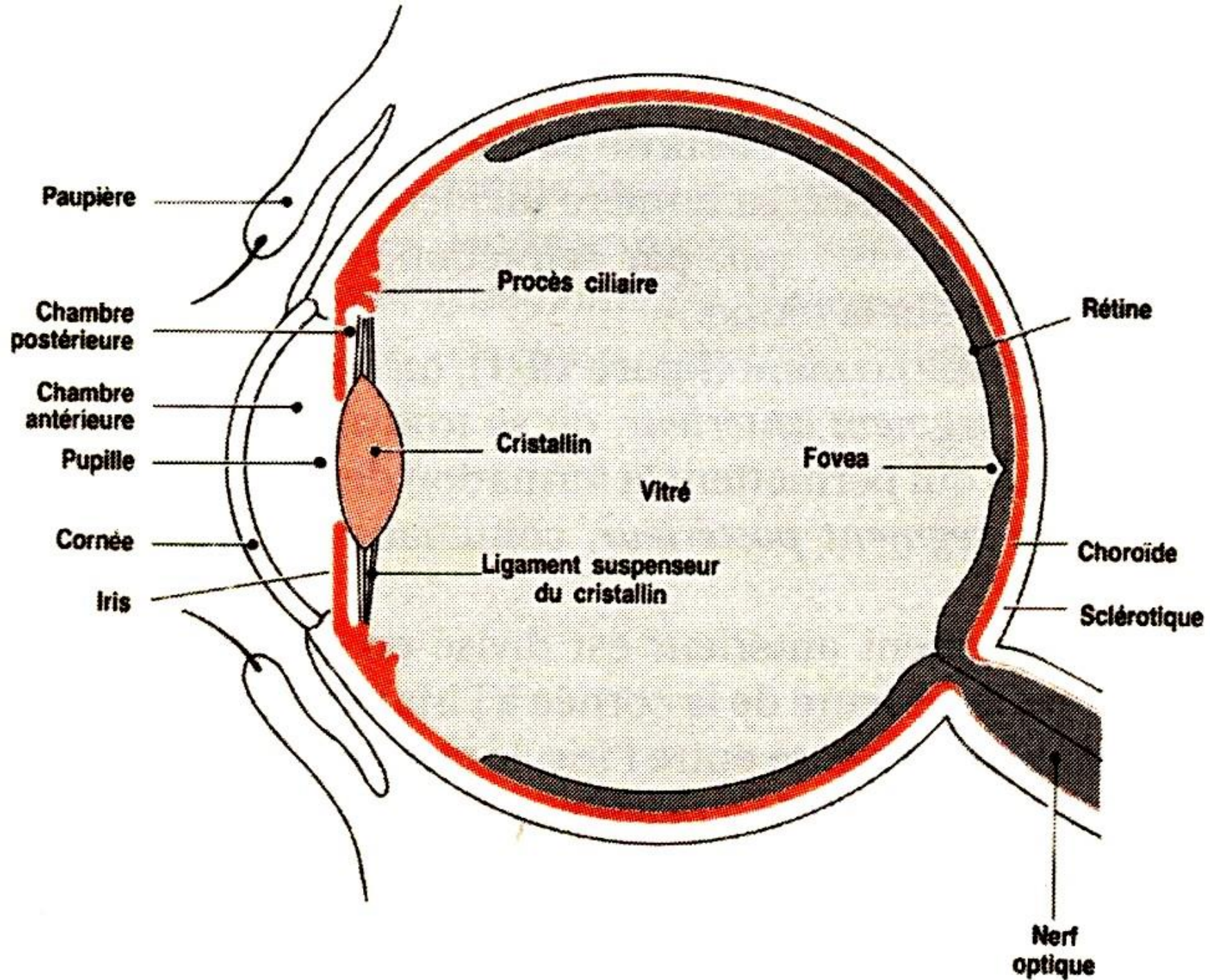
Unghiul irido-corneean situat în dreptul limbului sclero-corneean, este delimitat de extremitatea distală a corneei, partea anterioară a corpului ciliar și fața anterioară a irisului. Aici se găsește o structură complexă, cu o rețea fină, anastomotică de cavități, prin care este resorbită umoarea apoasă. Acest spațiu cunoscut sub numele de **spațiul Fontana**, este format din traveee fibroase între care se delimitează mici cavități tapetate de o prelungire a epiteliului corneean posterior. La acest nivel există o cantitate mare de glicozaminoglicani. Cavitățile din spațiul Fontana comunică în profunzime cu **canalul Schlemm** prin care umoarea apoasă filtrată este drenată în sistemul venos al ochiului. Umoarea apoasă este produsă continuu la nivelul proceselor ciliare și resorbită la nivelul limbului sclero-corneean. Se menține astfel un echilibru între secreția și resorbția umorii apoase. Dacă resorbția este redusă sau oprită prin procese patologice se produce o stare de hipertensiune în globul ocular (**glaucom**), ceea ce antrenează distrugerea retinei prin leziuni ischemice, cu orbire ireversibilă



Retina sau tunica internă a globului ocular este un țesut nervos modificat, de origine ectodermală, care, prin fața externă vine în contact cu tractul uveal, iar prin fața internă vine în contact cu corpul vitros.

Retina prezintă două zone: **retina vizuală** situată posterior de ora serrata și **retina oarbă** situată anterior de acest reper.

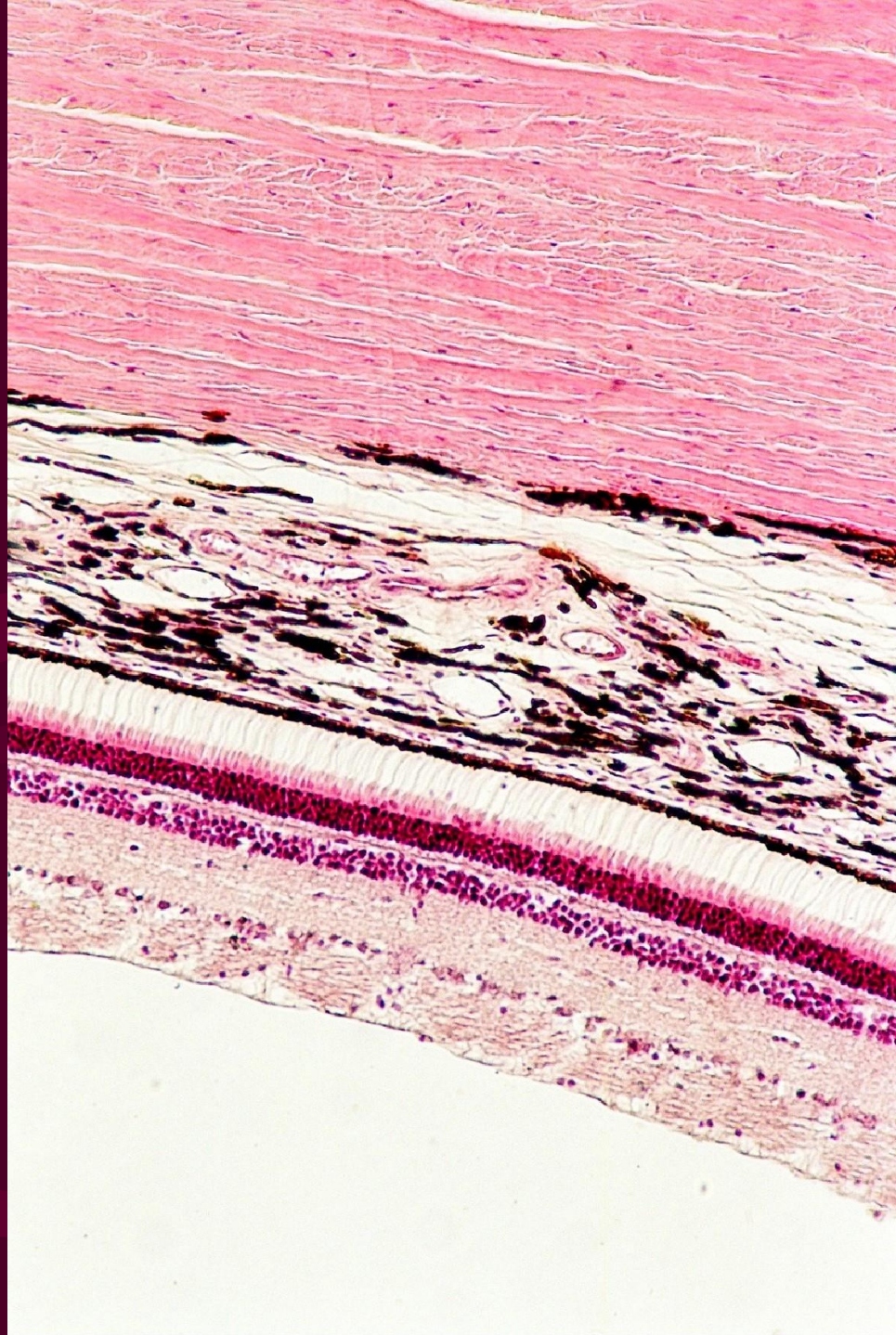
Retina vizuală, având o grosime de aproximativ 0,5 mm, este formată dintr-o foiță externă – stratul celulelor pigmentare și o foiță internă formată din celule senzoriale receptoare, neuroni și celule nevroglice.

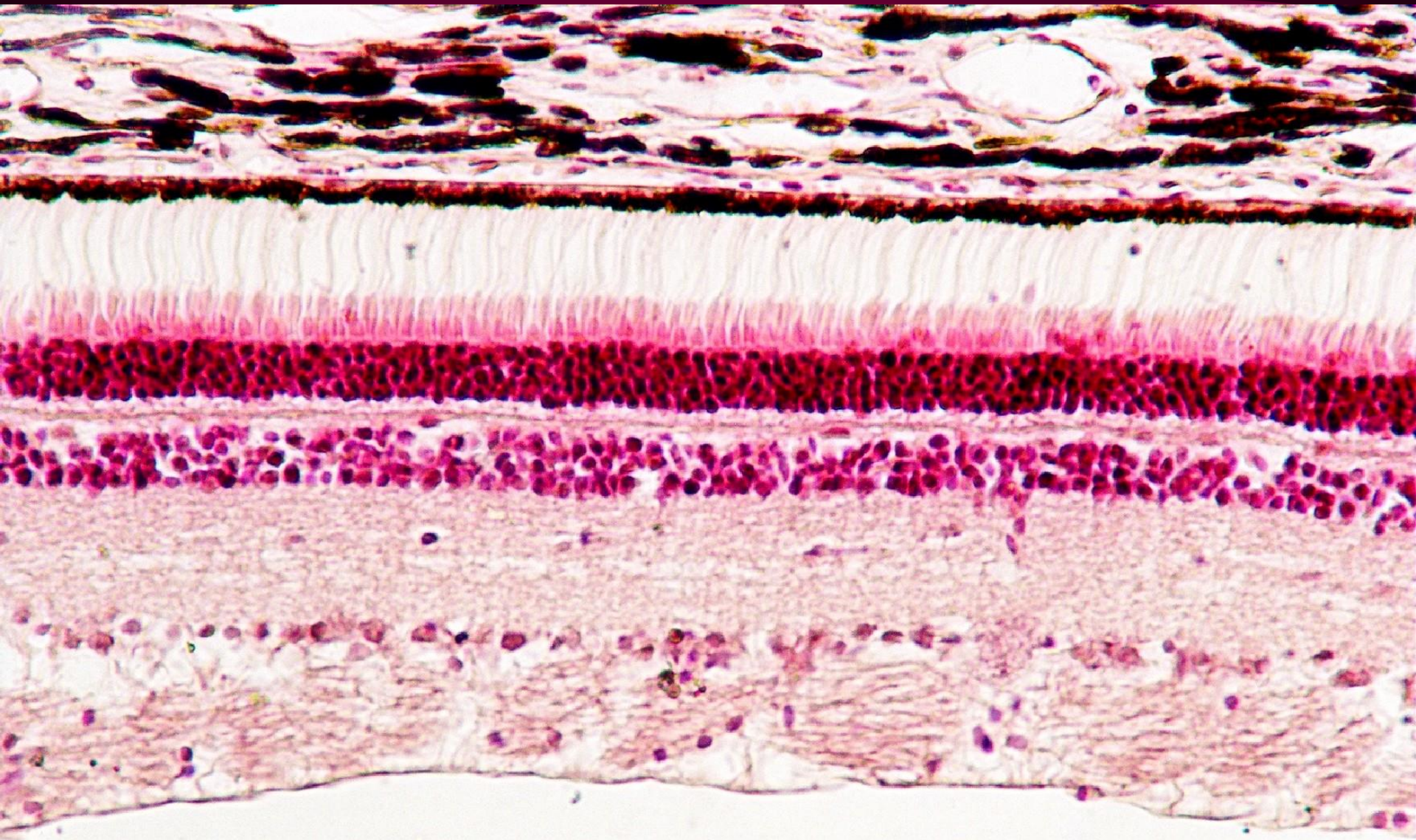


Stratul celulelor pigmentare este separat de coroidă prin membrana Bruch, iar de celulele senzoriale printr-un spațiu virtual care poate deveni real în deslipirile de retină. Acest strat este format dintr-un singur rând de celule de formă prismatică la polul posterior al retinei, de formă cubică spre ora serrata și de formă turtită anterior de ora serrata. Ele se ancorează în structura membranei bazale (care face corp comun cu membrana Bruch) prin numeroase prelungiri digitiforme. Polul apical prezintă numeroase prelungiri de înălțimi variate care pătrund printre conurile și bastonașele celulelor senzoriale. Celulele pigmenatre contribuie la formarea “camerei întunecate a ochiului” și la sinteza purpurului retinian.

Foița internă a retinei este formată din:

- celulele senzoriale (celulele cu conuri și bastonașe),
- celulele bipolare,
- celulele multipolare,
- celulele ganglionare,
- celulele nevroglice Müller,
- celulele amacrine și
- celulele orizontale.





Internal
limiting membrane

External
limiting membrane

Ganglion cell

Internal plexiform

Internal nuclear

External plexiform

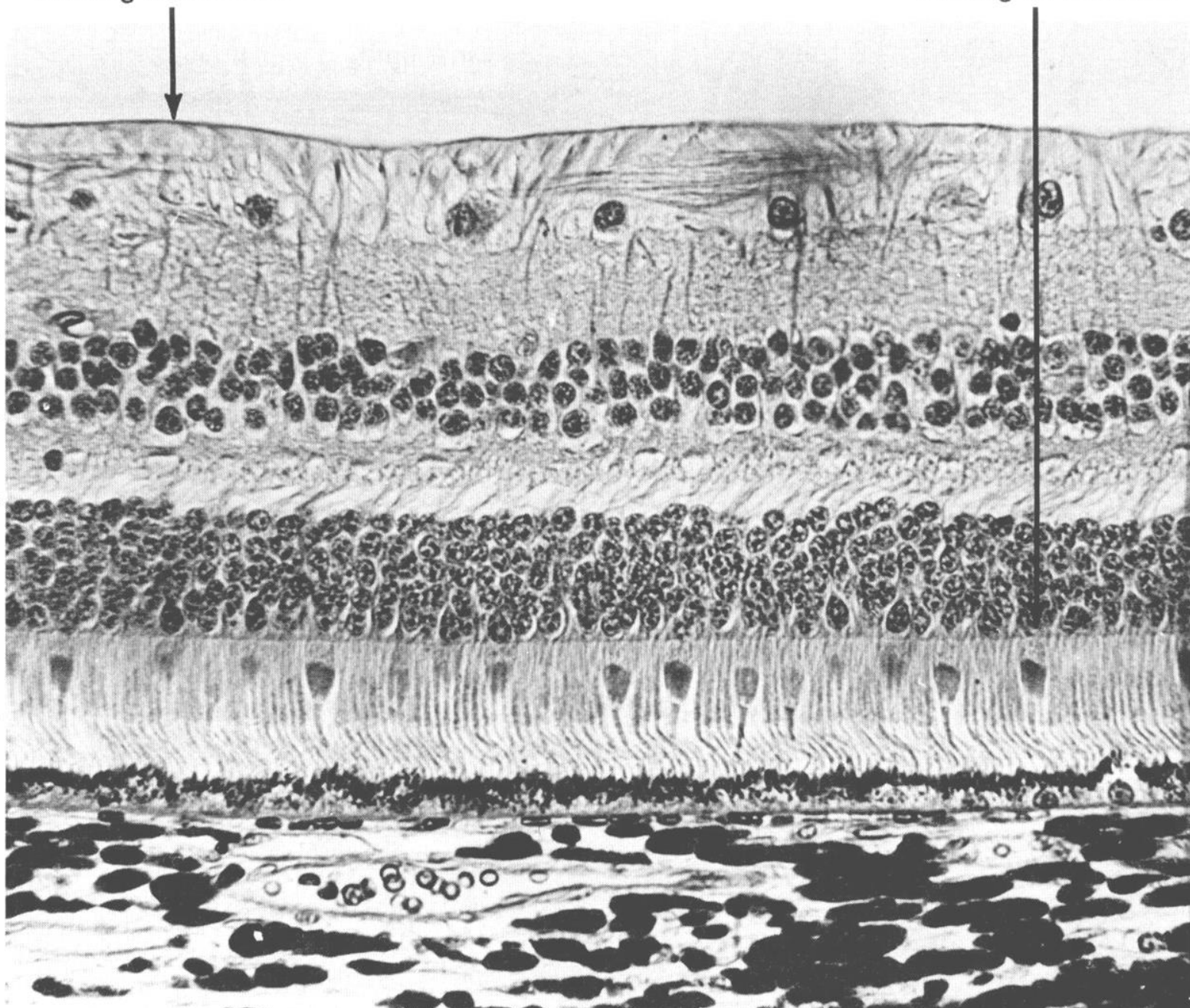
External nuclear

Inner segments

Outer segments

Retinal pigment
epithelium

Choroid



Celulele senzoriale fotoreceptoare sunt neuroni modificați, cu structură microscopică similară.

Celulele cu bastonaș sunt în jur de circa 120 milioane. Prezintă un corp neuronal ușor alungit din care pornește spre epiteliul pigmentar o prelungire externă (**dendrită modificată**) groasă de circa 1 μm , cu aspect de bastonaș. La nivelul corpului celular există un nucleu hipercrom, de dimensiuni mici și o cantitate redusă de organite celulare.

Prelungirea externă prezintă două segmente:

- **un segment extern**, lung, de formă cilindrică este caracterizat prin prezența unui număr foarte mare de plicaturări ale plasmalemei celulare, ce determină intrânduri adânci (discuri membranoase) ce-i dau o striatie transversală. Aici se găsesc circa 600-900 de vezicule aplatizate, înconjurate de membrana plasmatică. Membrana discurilor conține **rodopsină**.

- **un segment intern** de aspect cilindric, cu diametrul de circa 2 μm care prezintă o striatie longitudinală în porțiunea externă dată de prezența mitocondriilor lungi și aspect granular în porțiunea internă determinat de reticulul endoplasmic, microtubulii cu orientare longitudinală și aparatul Golgi.

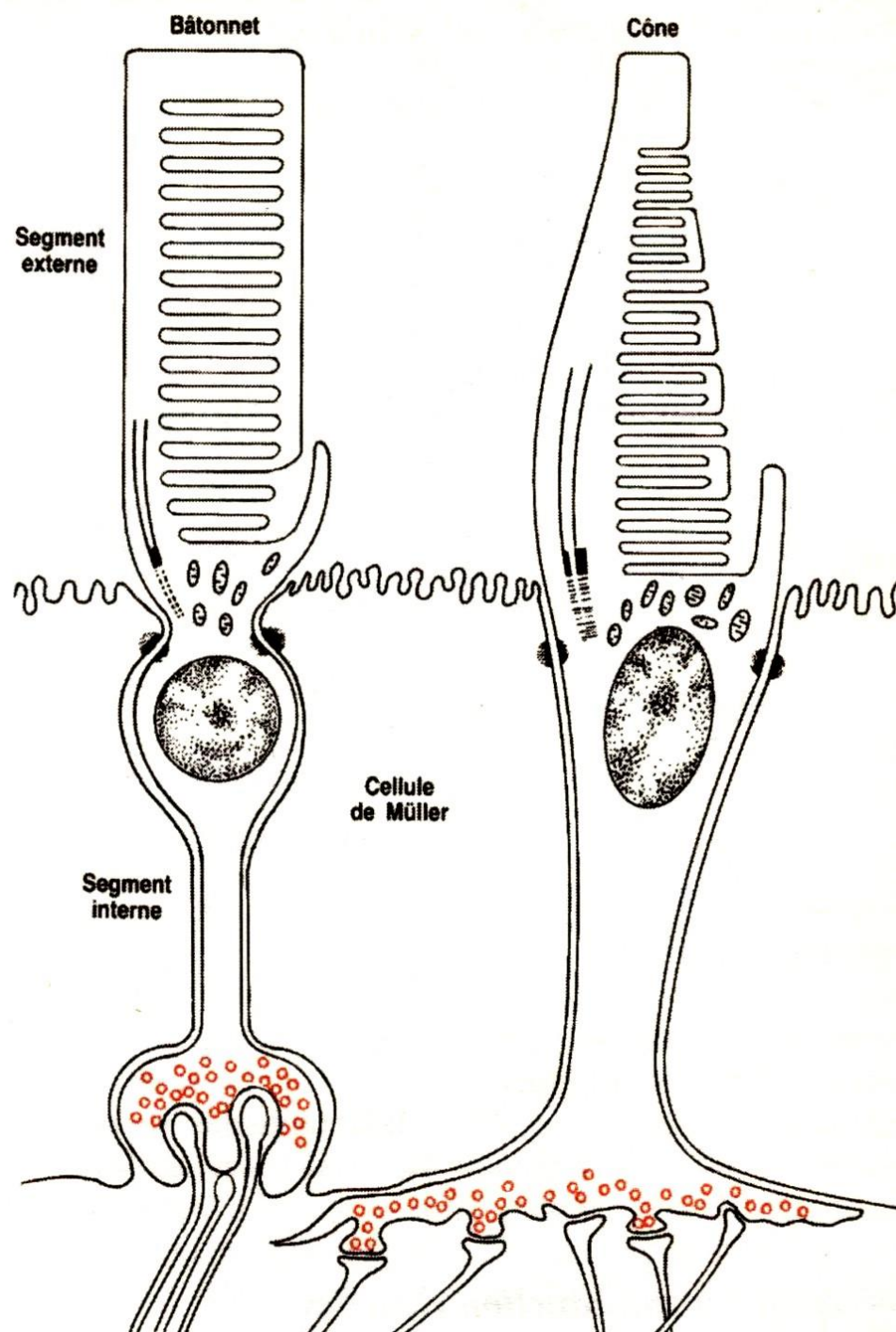
Corpul celular emite în sens opus prelungiri dendritice o altă prelungire, numită prelungirea internă, **axonul**, mai lung sau mai scurt, care se termină printr-o proeminență piriformă sau sferică (buton terminal) ce conține vezicule sinaptice. Fiecare celulă cu bastonaș realizează sinapse cu mai multe celule bipolare. **Celulele cu bastonaș sunt absente la nivelul foveei centralis**. Numărul lor crește progresiv de la marginea acestei zone spre ora serrata.

Celulele cu conuri sunt în număr de circa 7 milioane. Ele au un corp celular mic, unde se găsește un nucleu rotund, mai mare și mai hipocrom decât cel din celulele cu bastonaș, datorită faptului că în aceste celule cromatina este mai laxă.

Din corpul celular se desprinde spre stratul pigmentar o **prelungire dendritică** în formă de con formată din două segmente: un segment extern și unul intern. Segmentul extern, striat transversal, conține circa 200-500 de vezicule apaltizate, așezate una peste alta ca într-un fișic. Segmentul intern, striat longitudinal, este gros și scurt și conține numeroase mitocondrii alungite, așezate paralel cu axul celulei. Celulele cu con conțin un fotopigment numit **iodopsină**.

În sens opus, din corpul celular se desprinde o **prelungire axonică** care se termină printr-o formațiune piramidală de unde pornesc 9-12 prelungiri scurte (butoni terminali) ce conțin vezicule cu mediator chimic. Aici se realizează sinapse cu celulele bipolare și orizontale.

Celulele cu conuri sunt în număr mare în foveea centralis. Numărul lor scade progresiv spre ora serrata.



Celulele bipolare reprezintă primul neuron al căilor optice. Ele fac legătura între celulele fotoreceptoare (celulele cu conuri și bastonașe) și celulele multipolare. Sunt celule cu aspect fuziform, orientate perpendicular pe suprafața retinei, cu un nucleu hipercrom și citoplasmă redusă. Celulele bipolare emit spre celulele fotoreceptoare o dendrită mai mult sau mai puțin arborizată, iar spre polul opus emit un axon de lungimi variabile.

Celulele multipolare reprezintă al II-lea neuron al căilor optice. Sunt celule mari, cu diametrul mai mare de 20 μm , de formă rotundă, ovalară sau piriformă, situate în stratul intern al retinei. Nucleul este unic, rotund sau eliptic, situat central, hipocrom și nucleolat. Citoplasma este abundentă, neomogenă, bogată în organite citoplasmatică, în special în corpusculi Nissl.

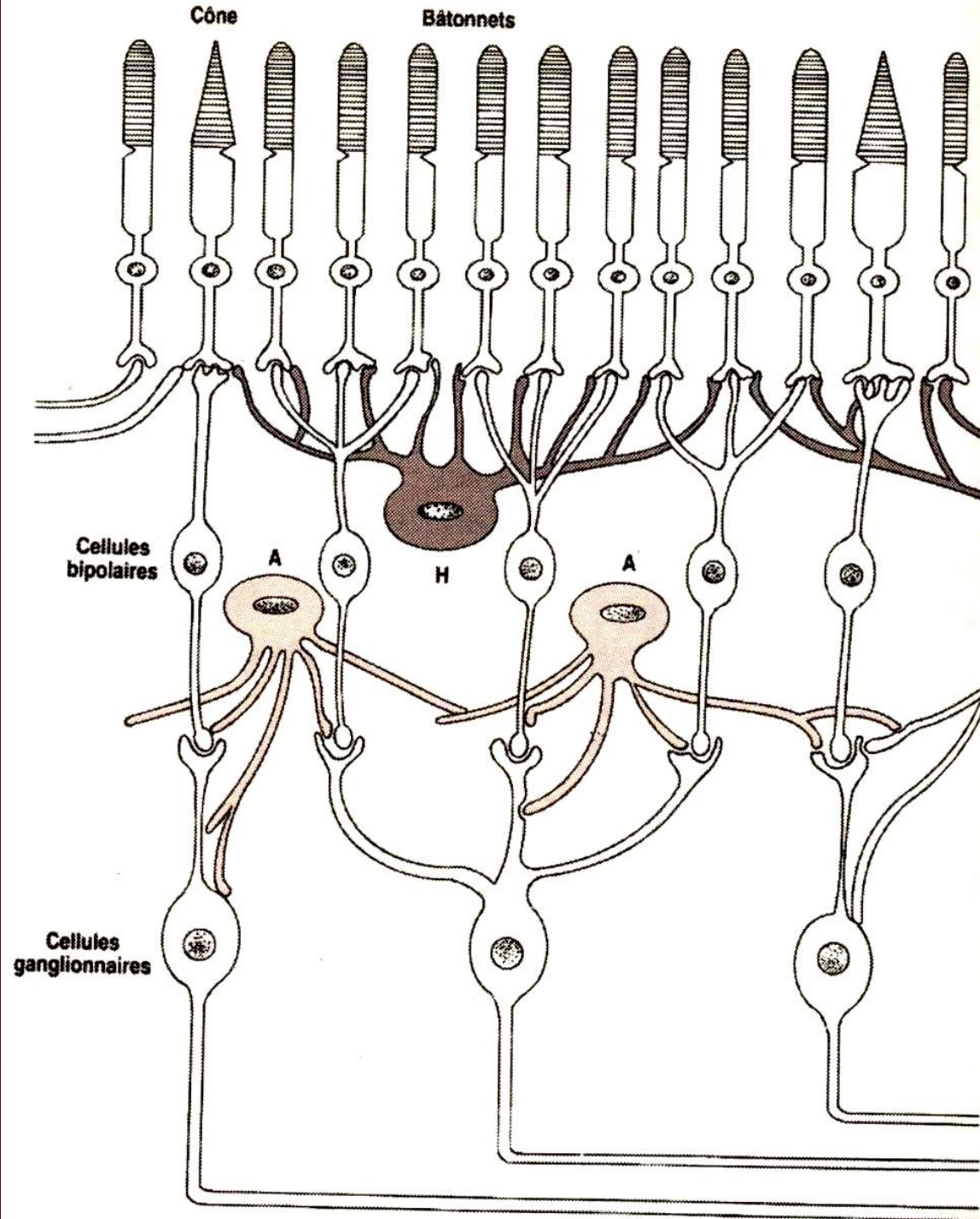
Celulele multipolare emit extern (spre celulele bipolare) prelungiri dendritice foarte variate ca formă și dimensiuni. Unele celule trimit o singură prelungire dendritică care se termină prin ramificații “în buchet”. Altele trimit multiple prelungiri dendritice spre celulele bipolare, iar altele trimit prelungiri dendritice în toate planurile.

Intern, celulele multipolare emit un axon care se îndreaptă spre **papilă**, unde intră în structura nervului optic.

Celulele nevroglice Müller reprezintă elementele de susținere ale celulelor din retină. Sunt celule alungite de formă neregulată, a căror plasmalemă se mulează pe corpii și prelungirile celulelor senzoriale și nervoase. Citoplasma este abundentă, cu prelungiri numeroase și neregulate, iar plasmalema prezintă prelungiri microvilozitare. Nucleul este ovoid și se găsește la nivelul corpurilor celulare ai celulelor bipolare. Celulele nevroglice Müller se jonctionează între ele prin desmozomi, iar la nivelul joncțiunii dintre conuri și bastonase și corpii celulelor fotoreceptoare realizează o membrană, ***membrana limitantă externă***. La limita dintre retină și corpul vitros, plasmalemele celulelor Müller realizează o structură membranară continuă, numită ***membrana limitantă internă***.

Celulele orizontale sunt neuroni de asociație de formă și dimensiuni variate care au un traiect paralel cu stratul pigmentar al retinei. Corpul neuronal prezintă un nucleu central, situat în partea externă a stratului celulelor bipolare. Din corpul neuronal pornesc prelungiri în direcții opuse: dendritele se îndreaptă spre axonii celulelor cu conuri și bastonașe, iar axonul este conectat cu dendritele celulelor bipolare. Aceste celule au rolul de a difuza stimulul pe alte circuite neuronale decât cele directe.

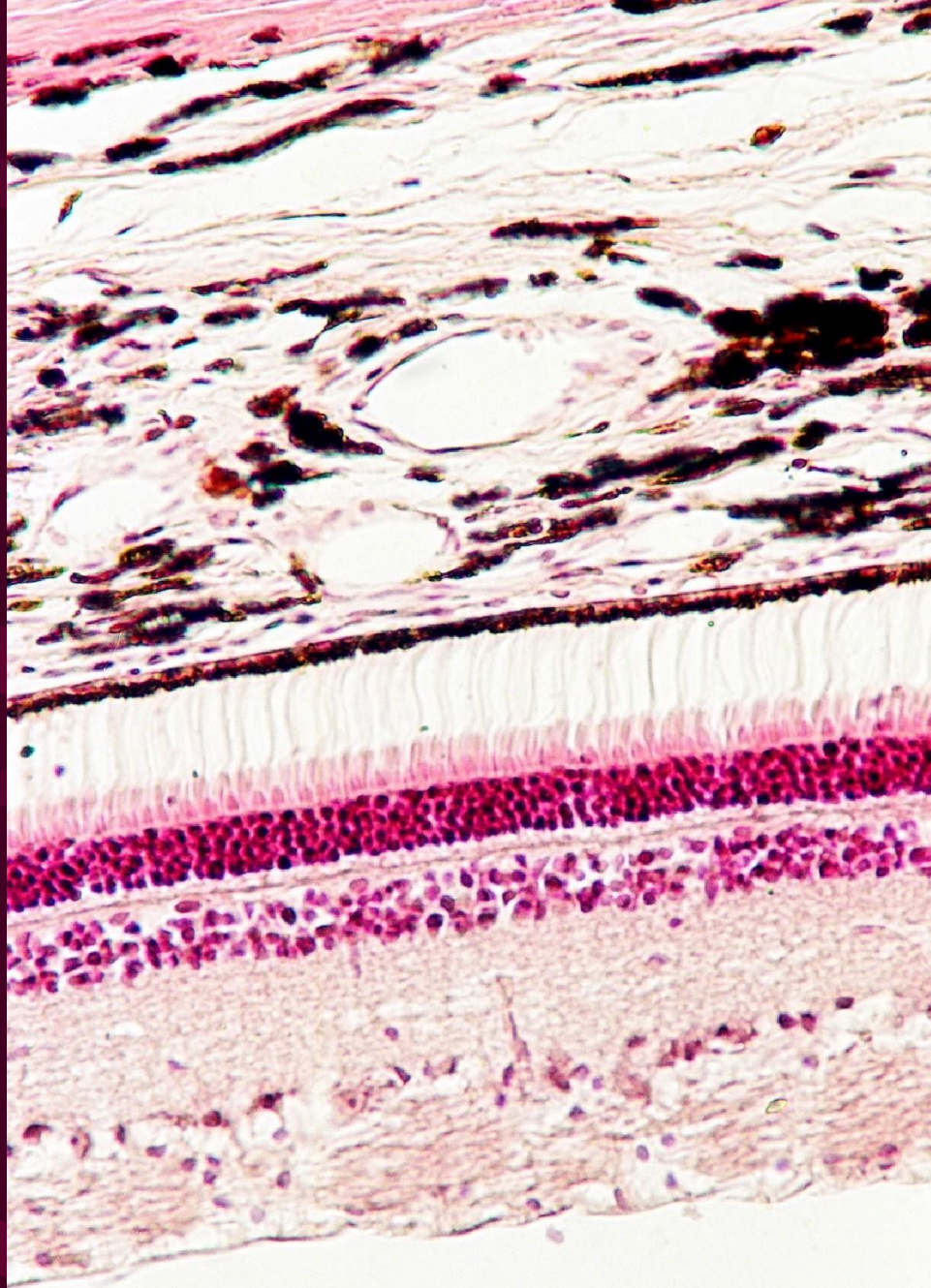
Celulele amacrine constituie al II-lea tip de celule de asociație. Sunt celule particulare, **lipsite de axon**. Corpul celular se găsește dispus la nivelul celulelor bipolare, iar dendritele se îndreaptă spre celulele ganglionare sau în zona de sinapse dintre celulele bipolare și celulele multipolare.



Straturile retinei

Elementele structurale ale retinei se dispun într-o ordine strictă, histologia clasică descriind prezența a zece straturi:

- **stratul celulelor pigmentare**, format de epiteliul pigmentar;
- **stratul conurilor și bastonașelor**, constituit din segmentul extern al celulelor fotoreceptoare;
- **limitanta externă**, realizată de extremitățile externe ale celulelor Muller, la limita dintre corpii celulelor fotoreceptoare și prelungirile lor externe (conurile și bastonașele);
- **stratul granular extern** (nuclear extern), format de corpurile celulelor fotoreceptoare;
- **stratul plexiform extern** reprezentat de zona de sinapse dintre axonii celulelor cu conuri și bastonașe și dendritele neuronilor bipolari sau dendritele celulelor orizontale;
- **stratul granular intern** format din corpurile a trei tipuri de celule: bipolare, orizontale și amacrine;
- **stratul plexiform intern**, reprezentat de zona de sinapse dintre axonii celulelor bipolare și amacrine cu dendritele celulelor multipolare;
- **stratul ganglionar**, constituit din corpii neuronilor multipolari;
- **stratul fibrelor nervoase** - alcătuit din axonii neuronilor multipolari din stratul precedent, axoni care converg pe papila nervului optic;
- **limitanta internă**, realizată de extremitățile interne ale celulelor Muller.



Retina vizuală prezintă pe întinderea sa zone topografice cu structură histologică particulară: **macula lutea** (fovea), **papila** și **ora serrata**.

Fovea centralis reprezintă o depresiune în suprafața internă a retinei cu aspectul unui crater înconjurată de un burelet periferic unde retina este puțin mai groasă. Dispusă în axul vizual al ochiului, macula lutea are diametrul de circa 500 microni și conține peste **300 000 de celule vizuale cu conuri**; nu conține celule cu bastonașe. Este zona de acuitate vizuală maximă a retinei, la acest nivel fiecare celulă cu con făcând sinapsă numai cu o celulă bipolară, iar aceasta cu o singură celulă multipolară. În plus, grosimea redusă a retinei favorizează pătrunderea luminii.

Papila reprezintă locul de concentrare a axonilor celulelor multipolare înainte de a părăsi globul ocular. Papila apare ca un disc de formă rotundă, albicioasă, cu diametrul de 1,5 mm. Este situată sub fovea centralis. Aici se găsesc și artera și vena centrală a retinei. Concentrate la nivelul papilei, fibrele optice părăsesc globul ocular prin canalul coroido-scleral și formează nervul optic.

Ora serrata este zona de tranziție între retina vizuală și retina oarbă. Este formată dintr-o serie de arcade pigmentate cu concavitatea anterior. Celulele vizuale sunt rare și atrofici, celulele bipolare dispar progresiv, iar celulele multipolare și fibrele optice sunt absente.

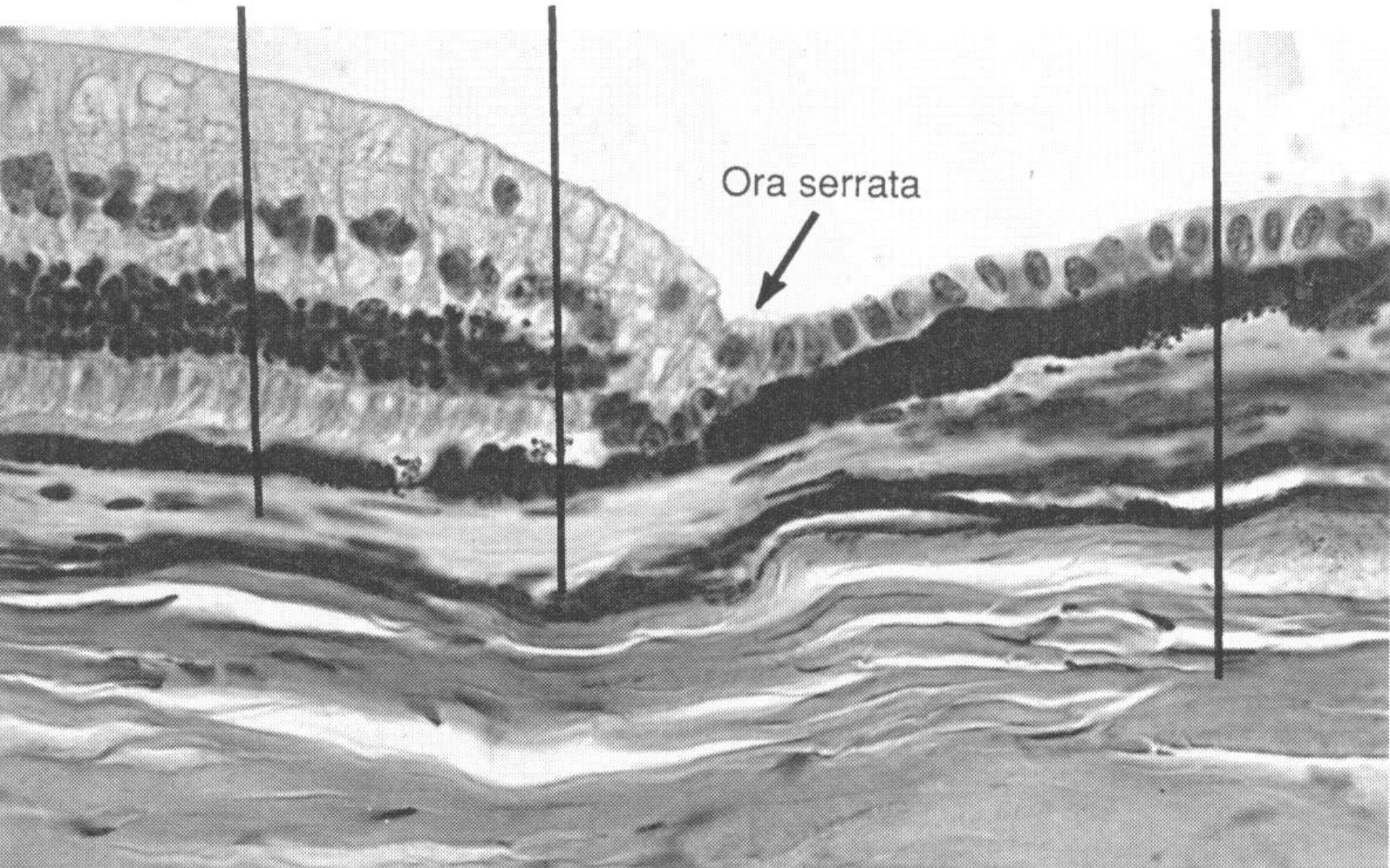
Retina oarbă, situată anterior de ora serrata are două porțiuni, insensibile la lumină: retina ciliară și retina iriană. Histologic, este formată doar din elemente nevroglice și un epiteliu pigmentar.

Epithelium

Choroid

Sclera

Ora serrata

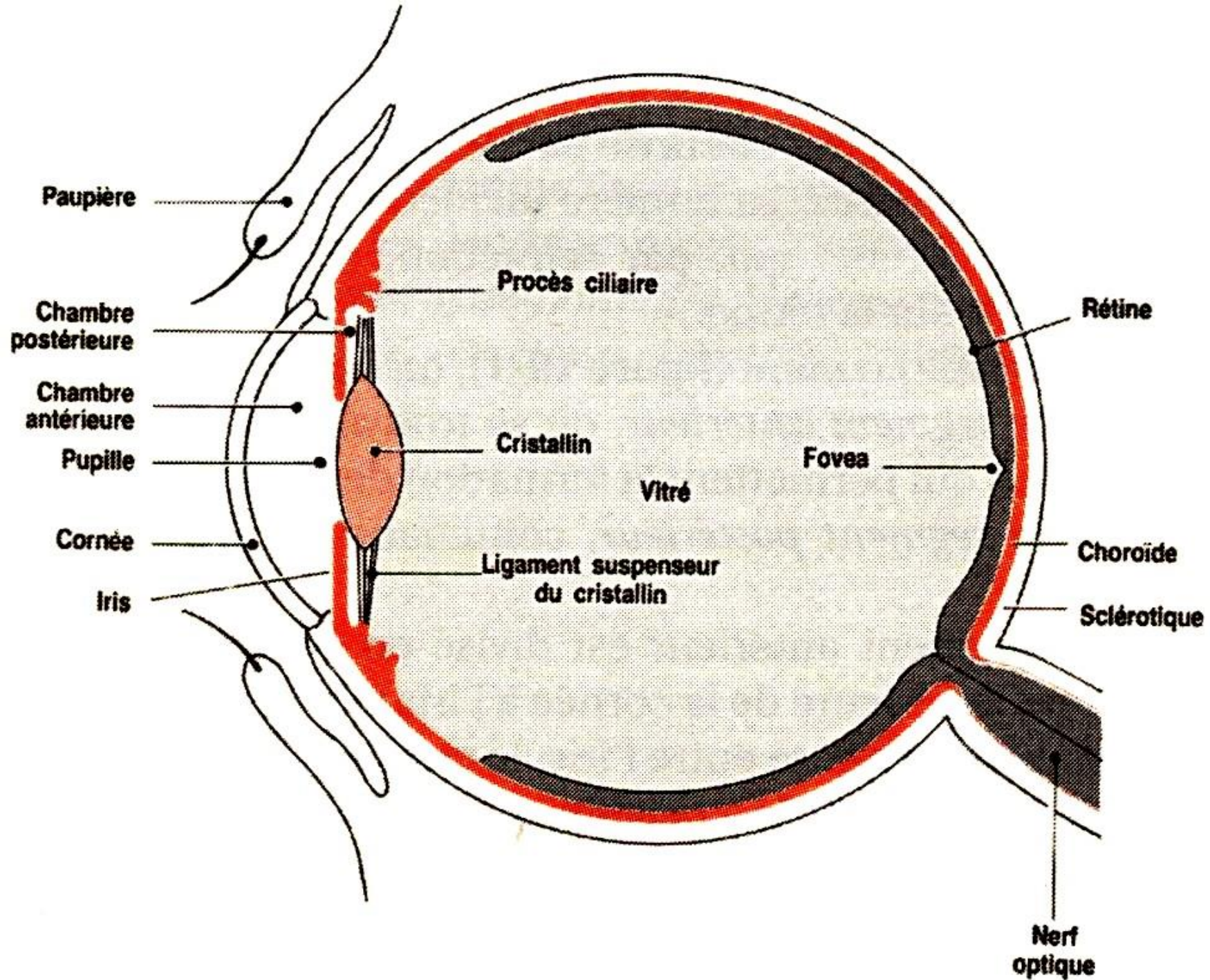


Nervul optic are lungimea de aproximativ 4-5 cm și diametrul de 4 mm. El se întinde de la nivelul globului ocular până la chiasma optică. Conține circa 800 000 de fibre nervoase de grosimi diferite, mielinizate, înconjurate de oligodendroglia și astrocite. El este învelit de meninge: duramater face joncțiunea cu sclerotica, în timp ce pia mater și arahnoida ajung până în canalul coroido-scleral.

Mediile transparente ale ochiului sunt reprezentate de: **corneea, umoarea apoasă, cristalin** și **corpul vitros**. (Corneea și umoarea apoasă au fost descrise mai sus).

Cristalinul este o lentilă biconvexă, transparentă, incoloră și elastică cu diametrul de 10 mm și grosimea de 3,7-4 mm (grosimea poate să crească la 4,5 mm în procesul de acomodare), dispusă în plan frontal în spatele irisului, anterior de corpul vitros. Fața sa anterioară este mai bombată decât cea posterioară. Pe măsură ce individul înaintază în vârstă plasticitatea cristalinului scade progresiv.

La periferie, cristalinul este acoperit de o **capsulă** bogată în collagen tip IV și proteoglicani, numită **cristaloidă**. Sub capsulă, pe fața anterioară a cristalinului se găsește un epiteliu cuboidal numit **epiteliul subcapsular**; pe fața posterioară a cristalinului se continuă cu fibrele cristaliniene (de fapt, celule epiteliale modificate, unele de formă prismatică). Numărul lor este de aproximativ 2000 în cristalinul uman. Unele fibre cristaliniene sunt nucleate, altele, mai profunde sunt anucleate. Ele sunt aranjate în șiruri ordonate, în straturi multiple. Citoplasma conține organele puține, numeroase filamente intermediare și o mare cantitate de proteine numite cristaline. Cristalinul este avascular; nutriția se face prin difuziune din umoarea apoasă produsă de procesele ciliare.



Ligamentul suspensor sau **zonula ciliară Zinn** este format dintr-un ansamblu circular de fibre colagene care mențin cristalinul în poziție fiziologică. El se inseră pe corpul ciliar și pe cristaloidă. Prin contracția și relaxarea mușchilor ciliari, zonula Zinn intervine și în procesul de acomodare la distanță.

Corpul vitros este o structură gelatinoasă, transparentă și omogenă, situată între cristalin, zonula Zinn și retină. Corpul vitros este bogat în apă (99%), acid hialuronic și fibre de collagen cu grosimea de 6-15 nm. La periferia lui s-a constatat prezența câtorva celule numite hialocite, implicate probabil în sinteza de collagen și acid hialuronic.

ANEXELE GLOBULUI OCULAR sunt reprezentate de mușchii extrinseci, pleoapele, conjunctiva și aparatul lacrimal.

Mușchii extrinseci ai globului ocular sunt mușchi striati (în număr de 6: 4 dreپți și 2 oblici) care se inseră cu un capăt pe globul ocular iar cu celălalt pe capsula Tenon. Mișcările lor sunt foarte fine și precise deoarece prezintă plăci neuromotorii mici.

Pleoapele sunt repliuri cutanate cu rol de protecție pentru globul ocular. Fața anterioară este acoperită de piele, care are epidermul și dermul foarte subțiri. Aici sunt prezente și câteva glande sebacee și fire de păr foarte fine. Fața posterioară, tapetată de epiteliul conjunctival, este concavă și se mulează pe polul anterior al globului ocular. Epiteliul conjunctival este un epiteliu prismatic stratificat, dar prezintă din loc în loc celule caliciforme secretoare de mucus. La nivelul fundurilor de sac conjunctivo-palpebrale, epiteliul de pe fața posterioară a pleoapei se continuă cu epiteliul conjunctival. Între cele două structuri epiteliale, în grosimea pleoapei se găsesc elemente musculare și conjunctive. Astfel, în axul pleoapei se găsesc fibre musculare striate cu orientare circulară care formează **mușchiul orbicular al pleoapei**. În structura pleoapei superioare se găsește un alt mușchi striat: **mușchiul ridicător al pleoapei**. În spatele acestuia, sub un strat fin de țesut conjunctiv lax, se găsește o structură conjunctivă densă, groasă, rigidă, numită **tars palpebral**. Tarsul, având consistența apropiată unui cartilaj hialin, este format din fibre de collagen groase, dispuse plexiform. Tarsul superior este mai dezvoltat față de cel inferior.

În grosimea tarsului se găsesc glande sebacee de mari dimensiuni, aranjate paralel una lângă alta, **glandele Meibomius**. Pleoapa superioară conține între 20 și 30 de astfel de glande, iar pleoapa inferioară circa 20-25. Glandele se deschid separat la marginea liberă a pleoapelor.

Marginea liberă a pleoapelor reprezintă zona unde pielea se resfrânge devenind conjunctivă. Conține fire de păr - **genele** dispuse în trei sau patru rânduri. Asociate foliculilor piloși se găsesc și **glandele Moll** (glande sudoripare modificate) și **glandele Zeis** (glande sebacee modificate). Secreția lor este transportată spre infundibulul foliculilor piloși ai genelor.

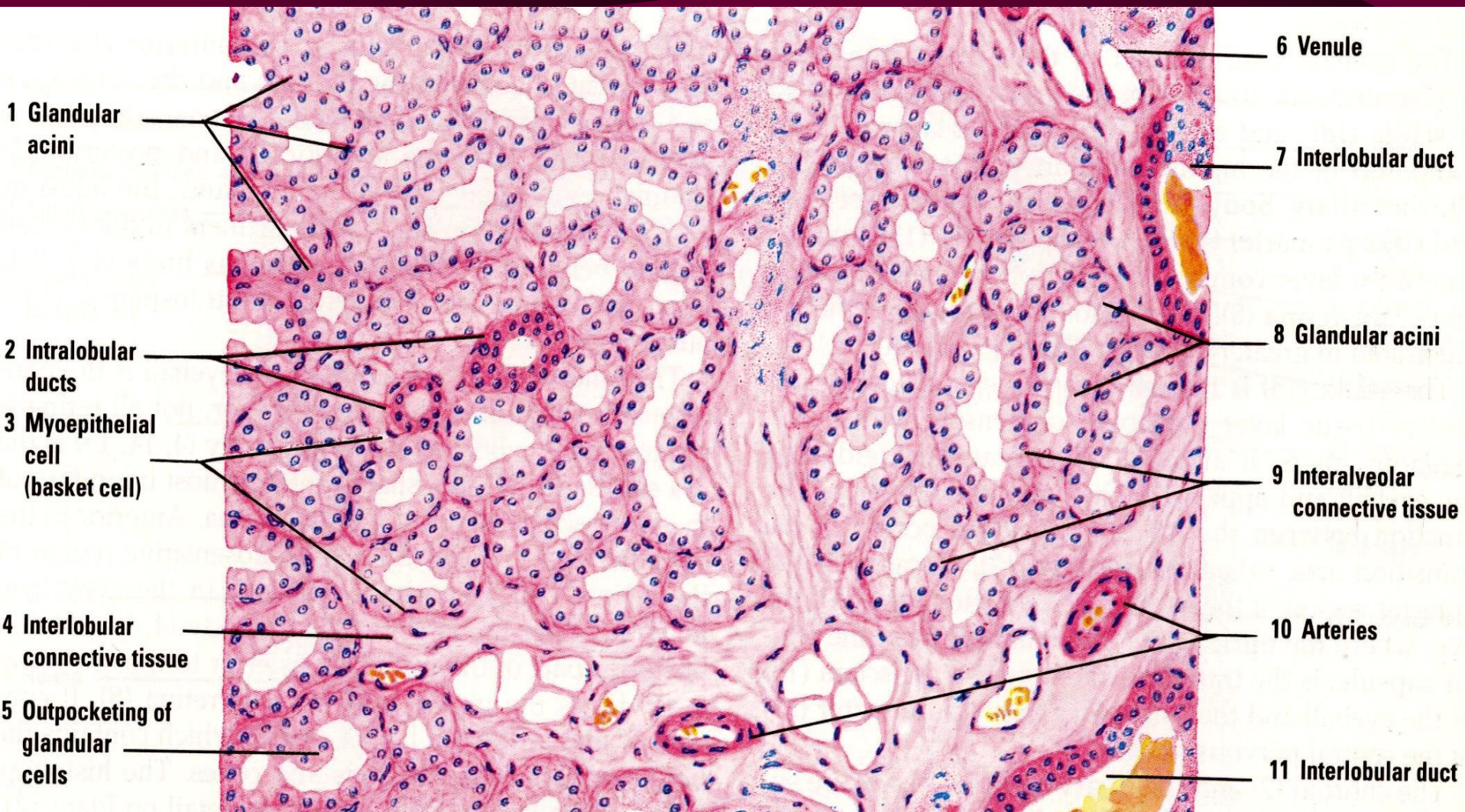
În unghiul intern al ochiului, marginea liberă a pleoapelor prezintă câte o eminență mică, cu un orificiu central; este **orificiul canalului lacrimal**.

Conjunctiva este mucoasa ce căptușește fața internă a pleoapelor (conjunctiva palpebrală) continuată de o porțiune care acoperă partea anterioară a sclerei (conjunctiva bulbară). Ea se termină la marginea corneei. Epiteliul conjunctival este stratificat; stratul bazal este columnar iar cel superficial este cuboidal sau pavimentos. În grosimea epiteliului se pot găsi și câteva celule caliciforme, secreția lor contribuind la realizarea filmului lacrimal.

Potențialul spațiu dintre pleoape și globul ocular se numește sac conjunctival.

Aparatul lacrimal. Este constituit din glandele lacrimale și căile lacrimale.

Glandele lacrimale sunt glande tubulo-alveolare localizate în unghiul supero-extern al orbitei. Ele măsoară circa 15/5 mm și sunt formate din doi lobi inegali. La rândul lor, lobii sunt împărțiți de septuri conjunctive în lobuli. Adenomerii sunt formați din celule piramidale de talie mare care conțin granule de secreție. Între epiteliu și membrana bazală se găsesc celule mioepiteliale a căror contracție contribuie la expulzarea produsului de secreție. Secreția glandelor lacrimale este continuă. Ea ajunge în fundul de sac lacrimal superior de unde este difuzată pe întreaga suprafață a globului ocular prin mișcările pleoapei. Secreția lacrimală conține apă, săruri minerale, enzime cu efect antibacterian și antiviral (lizozim). Secreția glandelor lacrimale, a celulelor caliciforme din epiteliul conjunctival și a glandelor de la nivelul pleoapelor formează **filmul lacrimal**. Filmul lacrimal menține umed polul anterior al ochiului, îndepărtează microorganismele și particulele de pulberi ajunse din aer pe polul anterior al globului ocular.



Căile lacrimale. Lichidul lacrimal este drenat prin punctele lacrimale în canaliculii lacrimali, prezenți în grosimea unghiului intern al pleoapelor. Ei confluează într-un canal comun ce se deschide în sacul lacrimal. Sacul lacrimal reprezintă porțiunea dilatată, superioară a ductului nazo-lacrimal ce se deschide în cavitatea nazală. Sacul lacrimal și canalul nazo-lacrimal prezintă un epiteliu pseudostratificat cilindric ciliat și cu celule caliciforme. Corionul de sub epiteliu conține un infiltrat limfoplasmocitar difuz și o bogată vascularizație.

URECHEA

Urechea este un organ senzorial cu funcție dublă: prin formațiunile cohleare asigură transformarea vibrațiilor sonore în potențiale acustice, iar prin formațiunile vestibulare permite controlul echilibrului.

Urechea are trei componente anatomice:

- **urechea externă**, care captează vibrațiile sonore și le transmite timpanului;
- **urechea mijlocie** situată în grosimea osului temporal; prin intermediul unui lanț de trei oscioare asigură transmiterea și amplificarea vibrațiilor sonore;
- **urechea internă** care conține receptorii senzoriali auditivi și ai echilibrului.

URECHEA EXTERNĂ

Este formată din trei structuri anatomice: pavilionul urechii, conductul auditiv extern și membrana timpanică.

Pavilionul urechii este constituit dintr-un schelet cartilaginos acoperit pe ambele fețe de piele. Cartilajul pavilionului urechii este un cartilaj elastic învelit de pericondru. În structura pericondrului intră numeroase fibre elastice dispuse paralel cu suprafața cartilajului. Pericondruul se continuă direct cu dermul pielii, deoarece aici nu există hipoderm. Pielea care acoperă pavilionul este subțire, conține fire de păr, glande sebacee și rare glande sudoripare. La nivelul lobului urechii, pericondruul este înlocuit cu țesut conjunctiv bogat în adipocite.

Conductul auditiv extern (meatul acustic) este un canal lung de 2,5 cm. și căptușit de piele fină al cărei derm profund aderă la pericondru și periost. Peretele său este format în 1/3 externă de un țesut cartilaginos, iar în rest de țesut osos. Pielea prezintă numeroase fire de păr, glande sebacee și glande sudoripare apocrine particulare, glande ceruminoase ce secretă un material lipoproteic, cerumenul.

Membrana timpanică este o membrană fibroasă, ovoidală, translucidă, groasă și elastică, ce închide canalul auditiv; ea este formată din două straturi de fibre conjunctive:

- unul extern, cu orientare radiară și
- altul intern, cu orientare circulară.

În porțiunea superioară, atmosfera conjunctivă este lipsită de fibre colagene și poartă numele de **membrana lui Schrapnell**.

Fața externă este acoperită de un tegument subțire lipsit de glande și peri, iar cea internă este tapetată de un epiteliu pavimentos (scuamos) care căptușește toată cavitatea timpanică. Partea periferică a timpanului este mai groasă și se inseră pe osul temporal. Pe fața internă a membranei timpanice se inseră mânerul ciocanului, între cele două straturi de fibre conjunctive.

URECHEA MIJLOCIE

Este formată dintr-o cavitate săpată în stânca osului temporal, numită **casa timpanului** și din **trompa lui Eustache**.

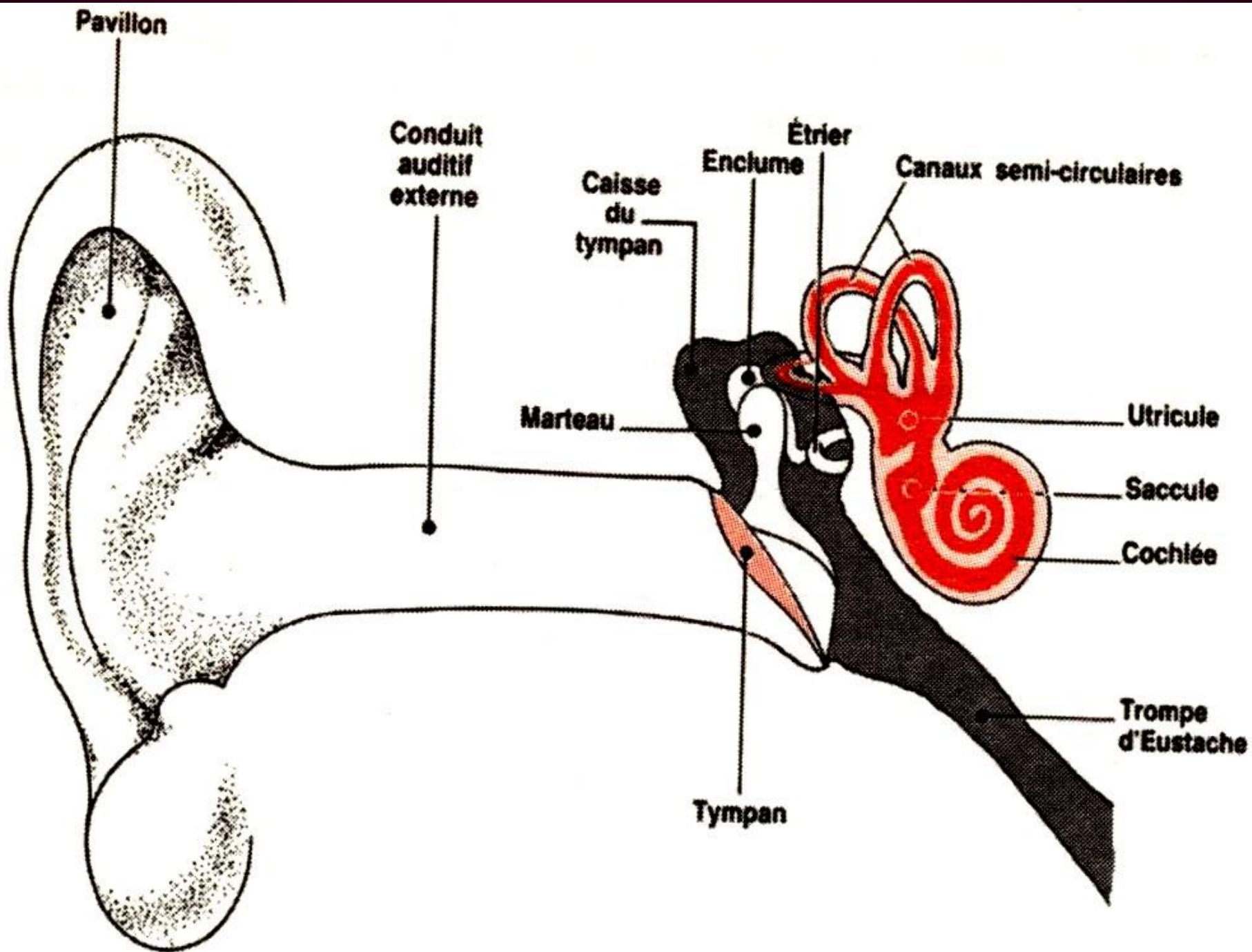
Casa timpanului are o formă neregulată, prezentând mai mulți pereți. Ea comunică posterior cu “celulele mastoidiene” (cavități aerice săpate în mastoidă), iar anterior cu trompa lui Eustache, canal care face legătura între casa timpanului și faringe. Peretele extern este format de membrana timpanului, iar peretele intern, osos, prezintă două orificii, **fereastra ovală** și **fereastra rotundă**, prin care urechea medie vine în contact cu urechea internă.

Pereții casei timpanului sunt tapetați de un epiteliu simplu pavimentos care tapetează și formațiunile osoase din urechea medie, cu excepția suprafețelor articulare, dar și celulele mastoidiene. Acest epiteliu se continuă printr-o zonă de tranziție cu epiteliul trompei lui Eustache, care este un epiteliu de tip respirator (pseudostratificat cilindric ciliat și cu celule caliciforme). Sub epiteliu se găsește un corion subțire care se continuă în profunzime cu periostul osului înconjurător.

Casa timpanului este o cavitate aerică care conține trei formațiunile osoase: **ciocanul**, **nicovalea** și **scărița**. Cele trei oscioare sunt acoperite de un epiteliu simplu simplu sub care se găsește o lamă de țesut fibros care se confundă cu periostul. Capetele oscioarelor sunt acoperite de cartilaj hialin și sunt articulate între ele prin diartroze. Aceste oscioare formează un lanț care leagă timpanul de fereastra ovală. Lanțul de oscioare este menținut în tensiune prin activitatea a doi mușchi striati (mușchiul ciocanului și al scăriței) cu acțiune involuntară, inervați de ramuri ale nervilor trigemen și facial.

Fereastra rotundă este formată dintr-o membrană conjunctivo-elastică acoperită de epiteliul casei timpanului, în timp ce fereastra ovală, cu o structură similară, este acoperită de talpa scăriței.

Trompa lui Eustache este un canal prin care casa timpanului comunică cu rinofaringele. Peretele său, format din țesut osos și cartilaginos, este tapetat de o mucoasă mai groasă, formată dintr-un epiteliu simplu cilindric în apropierea casei timpanului și pseudostratificat cilindric ciliat și cu celule caliciforme spre orificiul faringian. Corionul este bine reprezentat, mai ales în 1/3 internă, unde conține limfocite, plasmocite și macrofage cu rol în apărarea imună. În jurul orificiului intern al trompei lui Eustache se găsește un corion bogat în foliculi limfoizi care formează **amigdala tubară**. Aceste elemente structurale au rol bactericid și bacteriostatic asupra germenilor patogeni care pătrund din căile respiratorii în trompă. Uneori agresiunea germenilor patogeni este ridicată ducând la apariția otitelor. **Otitele medii** reprezintă o complicație frecventă a infecțiilor tractului respirator; câteodată, acestea se complică cu **mastoidite** (infecții ale celulelor mastoidiene).



Urechea medie permite, prin lanțul de oscioare, transmiterea undelor sonore, respectiv a vibrațiilor mecanice, de la timpan la urechea internă. Ciocanul este mișcat pasiv de vibrațiile timpanului și transmite aceste mișcări nicovalei și aceasta scăriței. Prin talpa scăriței vibrațiile timpanului ajung la endolimfa din urechea internă. Mușchii ciocanului și scăriței acționează ca niște amortizoare intensificând undele sonore de mică intensitate sau reducând pe cele foarte intense. Leziunile timpanului sau afectarea oscioarelor din urechea medie (otite) pot duce la diminuarea auzului în funcție de gravitatea acestora, dar nu abolesc complet niciodată sensibilitatea auditivă.

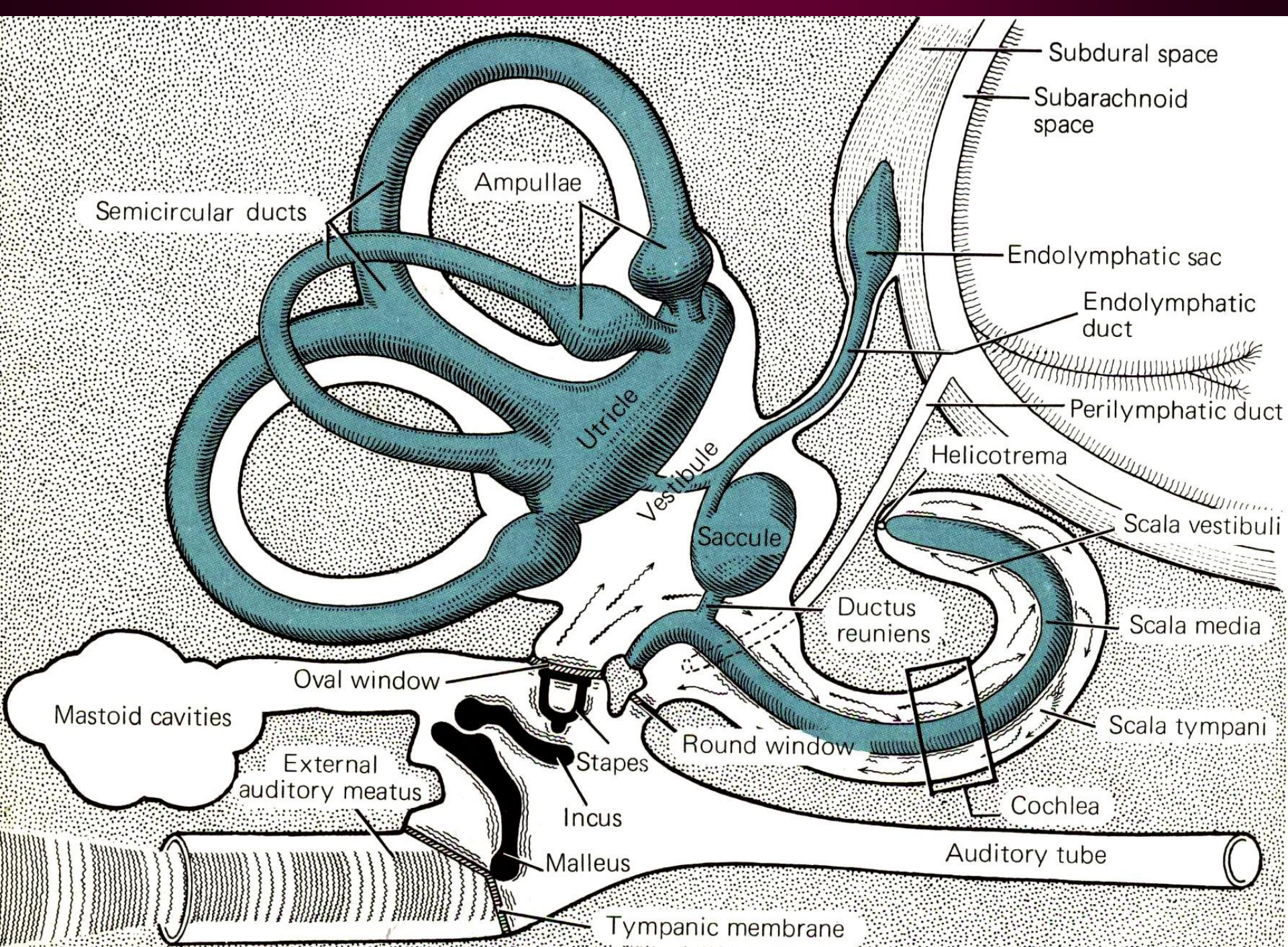
URECHEA INTERNĂ

Este constituită dintr-un sistem de cavități săpate în stânca osului temporal, care formează **labirintul osos** și o serie de structuri membranoase ce ocupă interiorul labirintului osos, numit **labirint membranos**.

Labirintul osos este format din:

- vestibul;
- canalele semicirculare;
- melcul osos (cochleea).

Toate formațiunile labirintului osos sunt formate din țesut osos compact al cărui periost este tapetat de un epiteliu simplu pavimentos.



Labirintul membranos nu aderă la cel osos decât în anumite puncte, deoarece între cele două structuri există un spațiu ocupat de **perilimfă**, traversată de rare fibre colagene. La nivelul cohleei perilimfa este abundentă și se găsește atât în rampa timpanică cât și în cea vestibulară. Perilimfa, prin compoziția sa biochimică, se apropie de cea a lichidului cefalo-rahidian.

Labirintul membranos este format din:

- două mici formațiuni saculare prezente în vestibulul osos: **utrícula și sacula**,
- trei canale semicirculare (anterior, posterior și lateral),
- canalul cohlear.

Labirintul membranos conține un lichid numit **endolimfă**. El este constituit dintr-un epiteliu continuu care are cel mai adesea formă cubică și foarte rar turtită, așezat pe o membrană bazală care-l desparte de un corion mai mult sau mai puțin dezvoltat ce conține elemente vasculare și conjunctive obișnuite, dar și melanocite. Fața endolimfatică a epiteliului labirintului membranos conține celule înalt specializate: celulele senzoriale și celule care secretă și resorb endolimfa.

Cohleea sau melcul, conține organul de simț al auzului. El este format dintr-un perete osos (melcul osos) în care se găsește melcul membranos. Melcul osos este un canal răsucit de două ori și jumătate în jurul unui ax osos numit **columelă** sau **modiol**. Peretele columelei, relativ gros, conține niște cavități osoase în care se găsește **ganglionul spiral Corti**. Din columelă pornește spre peretele extern al melcului o lamă osoasă numită **lama spirală** care se rotește în jurul columelei de două ori și jumătate și împarte incomplet lumenul melcului în două rampe:

- superior – **rampa vestibulară**;
- inferior – **rampa timpanică**.

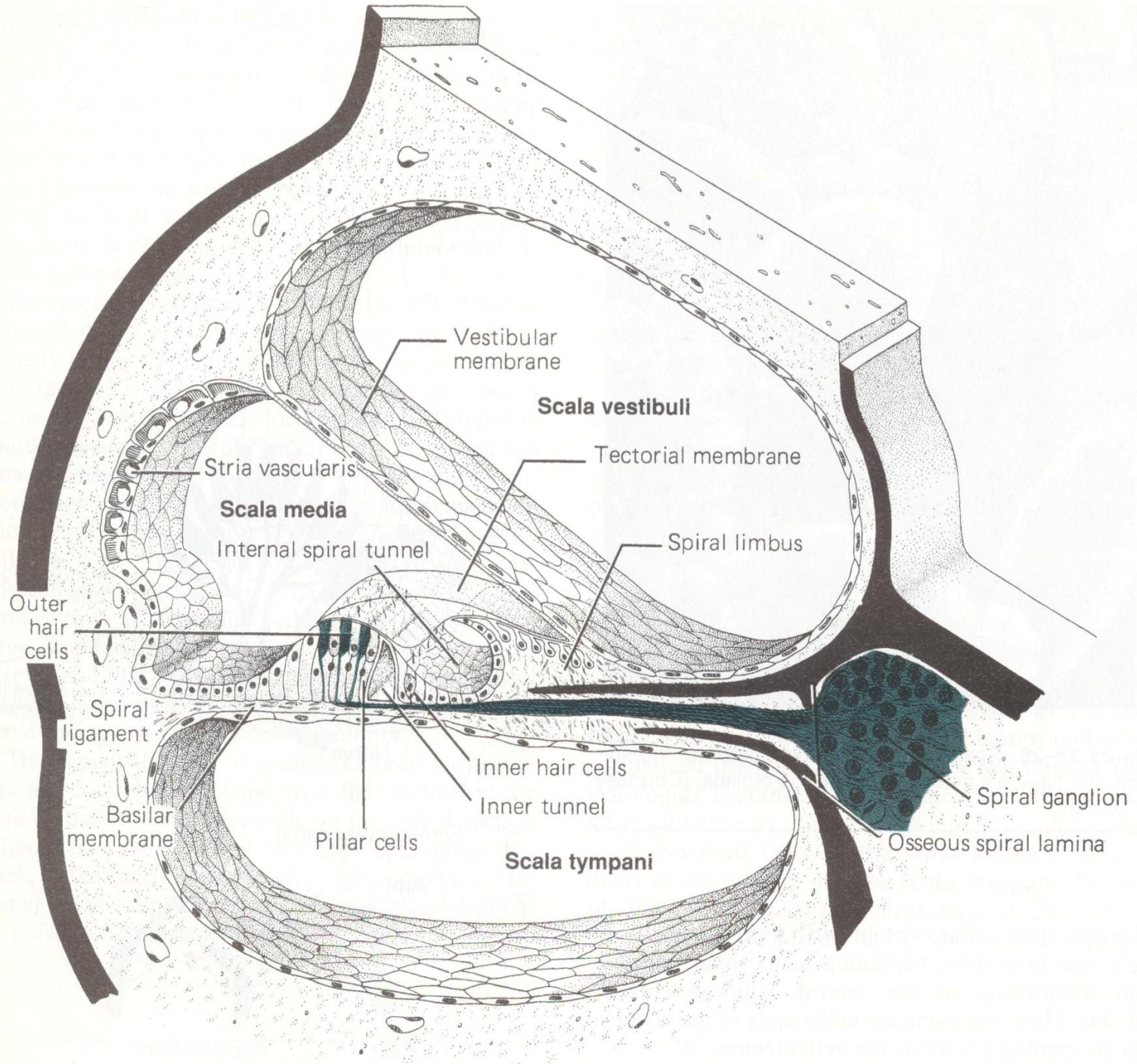
Cele două rampe conțin perilimfă și comunică una cu alta la vârful melcului printr-un orificiu numit **helicotrema**. La baza melcului rampa vestibulară este în contact cu fereastra ovală obstruată de talpa scăriței, iar rampa timpanica comunică cu fereastra rotundă închisă de o membrană conjunctivo-elastică.

De la vârful **lamei spirale** pornește spre peretele extern al melcului o membrană conjunctivă numită **membrana bazilară** care participă la delimitarea celor două rampe ale melcului și în plus sprijină **organul spiral Corti** unde se găsesc celulele senzitive. Membrana bazilară se inseră pe peretele extern al melcului prin intermediul unei structuri conjunctive numită **ligamentul spiral**.

Membrana bazilară este constituită în principal din fibre conjunctive cu diametrul de 10 nm cu orientare radiară în raport cu axul columelei. Spre interior, fibrele din structura membranei bazale se inseră pe periostul lamei spirale, iar la exterior se continuă cu fibrele din structura ligamentului spiral. În 1/3 internă, printre fibrele conjunctive se găsește o cantitate mai mare de proteoglicani. În 2/3 externe, fibrele conjunctive ale membranei bazale devin mai dense, mai bine organizate, separate și în același timp solidarizate prin intermediul unei substanțe amorfe.

Canalul cohlear (melcul membranos) este o structură triunghiulară, cu vârful la vârful lamei spirale osoase și cu baza spre peretele extern al melcului osos. El se rotește de două ori și jumătate în jurul columei, reducându-și progresiv lumenul. Inferior este delimitat de membrana bazilară, extern de peretele melcului osos tapetat de ligamentul spiral, iar superior de **membrana Reissner**.

Membrana Reissner este o structură conjunctivă cu grosimea de 2-3 μm care se găsește în rampa vestibulară și se întinde oblic de la vârful lamei spirale osoase la peretele extern al melcului unde se inseră pe marginea superioară a ligamentului spiral. Ea este formată din fibre conjunctive dispuse ordonat tapetate pe ambele fețe de un epiteliu simplu pavimentos. Melcul membranos conține endolimfă.

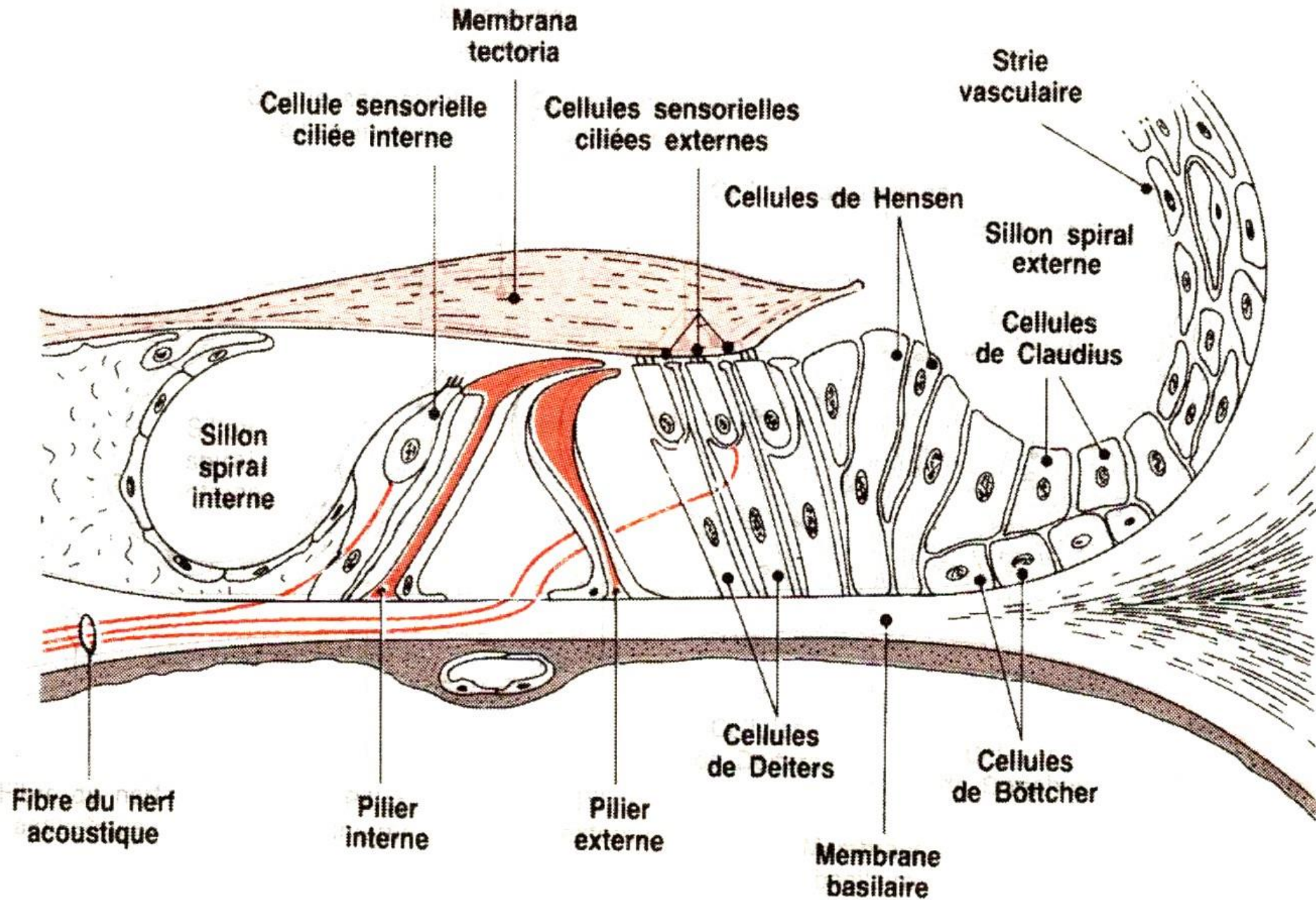


Organul de simț acustic (organul lui Corti), structura microscopică esențială a melcului, este așezat pe membrana bazilară, pe toată lungimea canalului cohlear, motiv pentru care este numit și “organul spiral al lui Corti”. Este un masiv celular înalt diferențiat, provenind din epiteliul de acoperire.

În structură sa există două componente: componenta epitelială și componenta nervoasă.

Componenta epitelială este formată din trei categorii de celule: de susținere, senzoriale și bazale

Componenta nervoasă este reprezentată de terminațiile dendritice ale neuronilor bipolari senzitivi din ganglionul Corti.



Componenta epitelială. Celulele de susținere

La unirea 1/3 interne cu 2/3 externe ale membranei bazilare se găsește un masiv celular de formă triunghiulară numit tunelul lui Corti. Acesta este delimitat de-o parte și de alta de celule de susținere înalte, depărtate între ele la bază și jonctionate la vârf, care alcătuiesc **pilierii tunelului**. Celulele care delimitează tunelul lui Corti au o morfologie particulară, prezentând:

- o bază de implantare situată pe membrana bazilară unde se găsește și nucleul celulei;
- un corp celular care formează peretele tunelului lui Corti;
- un cap, mai mult sau mai puțin dilatat care se “articulează” cu capul celulei din peretele opus.

Citoplasma acestor celule prezintă numeroase filamente așezate paralel, cu diametrul de 6-27 nm, care par să confere celulelor o rigiditate crescută.

Medial de pilierul intern se găsesc un rând de celule de susținere specializate (**celulele Deiters**) și un **rând de celule senzoriale**; lateral de pilierul extern se găsesc trei rânduri de celule de susținere și **trei rânduri de celule senzoriale**.

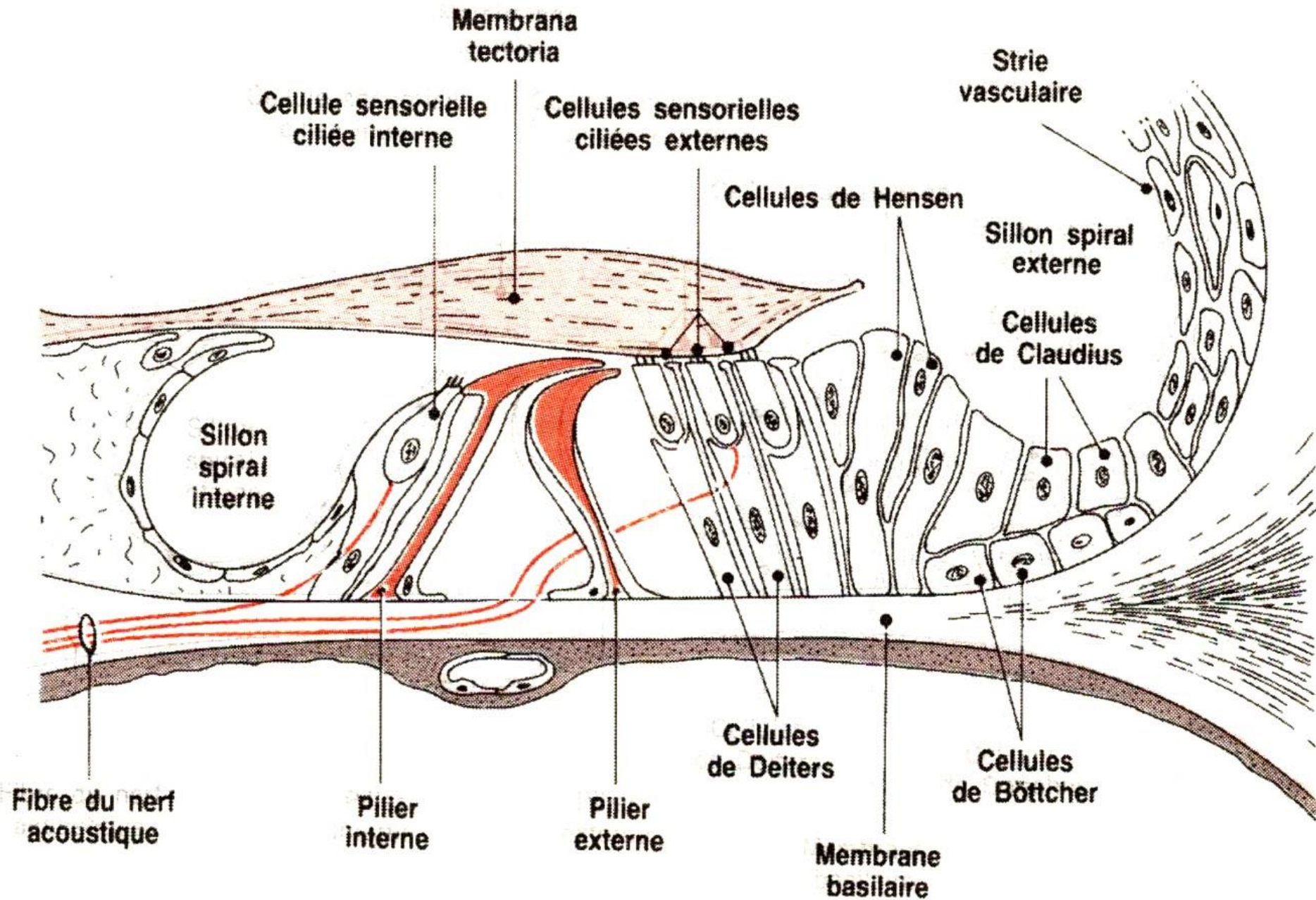
Celulele de susținere Deiters sunt celule mult mai înalte decât celulele care delimitează tunelul lui Corti. Au o formă particulară: **de fotoliu cu spetează**. Celulele prezintă o citoplasmă abundentă, bogată în organite și fascicule de filamente cu o structură similară cu cele din celulele care delimitează tunelul lui Corti. Nucleul este rotund sau ovalar dispus central. În 1/3 superioară, celule Deiters prezintă o fosetă în care se sprijină polul bazal al celulelor senzoriale. La polul apical, celulele Deiters prezintă o zonă lățită numită falangă, cu structură cuticulară, care se articulează prin intermediul unui material amorf cu celelalte celule de susținere formând ***membrana reticulată***. Membrana reticulată nu este altceva decât o structură cu pori rezultată din fuziunea polului apical al celulelor Deiters, prin care pătrund și proemină la suprafața epiteliului ***perii celulelor senzoriale***.

Celulele Deiters au rol de susținere pentru celulele senzoriale. Ele se dispun într-un singur rând, medial de tunelul lui Corti și pe trei rânduri, lateral de tunelul lui Corti.

Celulele de susținere Hensen se găsesc dispuse medial de celulele Deiters din stâlpul intern și respectiv lateral de celulele Deiters din stâlpul extern. Sunt celule înalte, cilindrice, voluminoase, cu un nucleu rotund, normocrom, situat central. Citoplasma este acidofilă, mai săracă în organite și fără filamente. Polul apical proemină la suprafața epiteliului în endolimfă și prezintă câțiva microvili de mici dimensiuni.

Celulele Claudius sunt celule de formă cubică care se găsesc pe membrana bazilară în afara celulelor Hensen, așezate una lângă alta ajungând până la nivelul ligamentului spiral. Sunt celule cu citoplasma mai clară și nucleul rotund situat central.

Celulele bazale (Böttcher) sunt celule mici, aplatizate, bogate în organite, în special în mitocondrii, cu citoplasma mai întunecată, situate pe membrana bazilară printre celulele de susținere; ele au rol de înlocuire a celulelor de susținere epuizate funcțional.



Celulele senzoriale. Sunt celule epiteliale înalt diferențiate care vin în contact cu terminațiile dendritice ale neuronilor din ganglionul spiral Corti. Numite și **celule păroase**, ele sunt aranjate în rânduri paralele: celulele auditive interne formează un singur rând, iar cele externe, trei rânduri. Polul apical este în contact cu membrana reticulată, iar polul bazal se sprijină într-o fosetă a celulelor Deiters.

Celulele auditive externe sunt mai numeroase (12 000–15 000), de aspect cilindric, cu înălțimea de circa 30 μm , cu citoplasma bogată în organite în special mitocondrii, lizozomi, microtubuli și microfilamente, vacuole cu lipide, granule de glicogen. Nucleul este rotund, normocrom, dispus bazal. La polul apical fiecare celulă senzorială prezintă circa **80 de stereocili** care proemină prin porii membranei reticulate la suprafața epiteliului.

Celulele auditive interne sunt în număr de circa 3 500, au înălțime mai mică (20-25 μm), citoplasma mai săracă în organite și microfilamente. La polul apical prezintă aceeași stereocili ca și celulele senzoriale externe.

Vârfurile stereocililor sunt inclavate în **membrana tectoria** (impropriu spus membrană), o structură gelatinoasă alcătuită din glicoproteine întărite de filamente proteice înrudite cu keratina.

Pe măsură ce organismul îmbătrânește numărul celulelor senzoriale se reduce, astfel că până la vârsta de 65 ani se pierde circa 40 % din celulele auditive.

Componenta nervoasă este reprezentată de terminațiile dendritice ale neuronilor bipolari senzitivi din ganglionul Corti. Se apreciază că există circa 50 000 de terminații nervoase dendritice dintre care 45 000 sunt în contact cu celulele senzoriale interne și numai 5 000 sunt destinate celulelor senzoriale externe. Fibrele nervoase trec prin membrana bazilară, pierd teaca de mielină și se răsfiră în jurul celulelor auditive, realizând cu acestea sinapse neuroepiteliale. Pentru celulele auditive externe, terminațiile dendritice fac sinapsă numai cu polul bazal al acestora, în timp ce pentru celulele auditive interne terminațiile nervoase fac sinapsă cu polul bazal dar și cu fețele laterale ale celulelor senzoriale.

Histofiziologie. Vibrațiile sonore acționează asupra timpanului care transmite pasiv aceste mișcări prin intermediul lantului de oscioare din urechea medie la fereastra ovală. Vibrațiile sonore cu intensitate mică sunt amplificate, iar de intensitate mare sunt atenuate prin contracția mușchilor ciocanului și scăriței. De la fereastra ovală vibrațiile sonore se transmit prin perilimfa rampei vestibulare, străbat helicotrema ajung în rampa timpanică și se amortizează la nivelul ferestrei rotunde datorită elasticității acesteia. Mișcările perilimfei se transmit prin membrana Reissner endolimfei, iar de aici sunt preluate de membrana tectoria și prin intermediul ei se impresionează perii acustici ai celulele senzoriale. Apar astfel potențiale de acțiune care se transmit la sistemul nervos central pe calea ramului cohlear al nervului acustic.

Organul de simț al staticii.

Organul de simț al staticii este format din două plăci sau “**plaje senzoriale**” numite **maculele acustice** localizate una în utriculă și alta în saculă și din trei **creste acustice** localizate în ampulele canalelor semicirculare.

Crestele și maculele acustice sunt formațiuni epiteliale care, în contact cu terminațiile nervoase, s-au diferențiat, constituind un epiteliu senzorial. Fiecare structură senzorială este formată dintr-o componentă epitelială și o componentă nervoasă.

Maculele acustice sau maculele vestibulare, sunt formate dintr-un epiteliu mult mai înalt decât restul epiteliului endolinfatic. Fiecare maculă este acoperită de o “membrană” exocelulară groasă cu aspect gelatinos, numită *membrana otolitică*.

Componenta epitelială conține trei tipuri de celule: de susținere, bazale și senzoriale.

Celulele de susținere sunt celule columnare, cu nuclei ovalari dispuși bazal, cu citoplasmă abundentă în care se găsesc granule mici, dense la fluxul de electroni, dar cu semnificație fiziologică încă neprecizată. Polul bazal este în contact cu membrana bazală, iar la polul apical prezintă câțiva microvili scurți care proemină la suprafața unei zone cuticulare rezultată din joncționarea polului apical al celulelor epiteliale vecine. La periferia maculei, celulele își reduc progresiv înălțimea, cele mai periferice continuându-se cu epiteliul de acoperire al utriculei sau saculei.

Celulele bazale, numite și celule de înlocuire, au formă cuboidală și nucleu sferic, mic, situat central; sunt intercalate printre extremitățile inferioare ale celulelor de susținere.

Celulele senzoriale, numite și **celule cu peri (păroase)**, sunt situate printre celulele de susținere. Sunt celule înalte, care se sprijină cu polul bazal pe celulele de susținere și nu vin în contact cu membrana bazală. Fiecare celulă senzorială prezintă la suprafață un mănunchi de **40-80 stereocili (peri) centrat de un kinocil**. Acest aranjament realizează **părul acustic**, de unde și denumirea de celule păroase sau celule cu peri.

În microscopia electronică s-au distins două tipuri de celule senzoriale diferite ca formă și inervație:

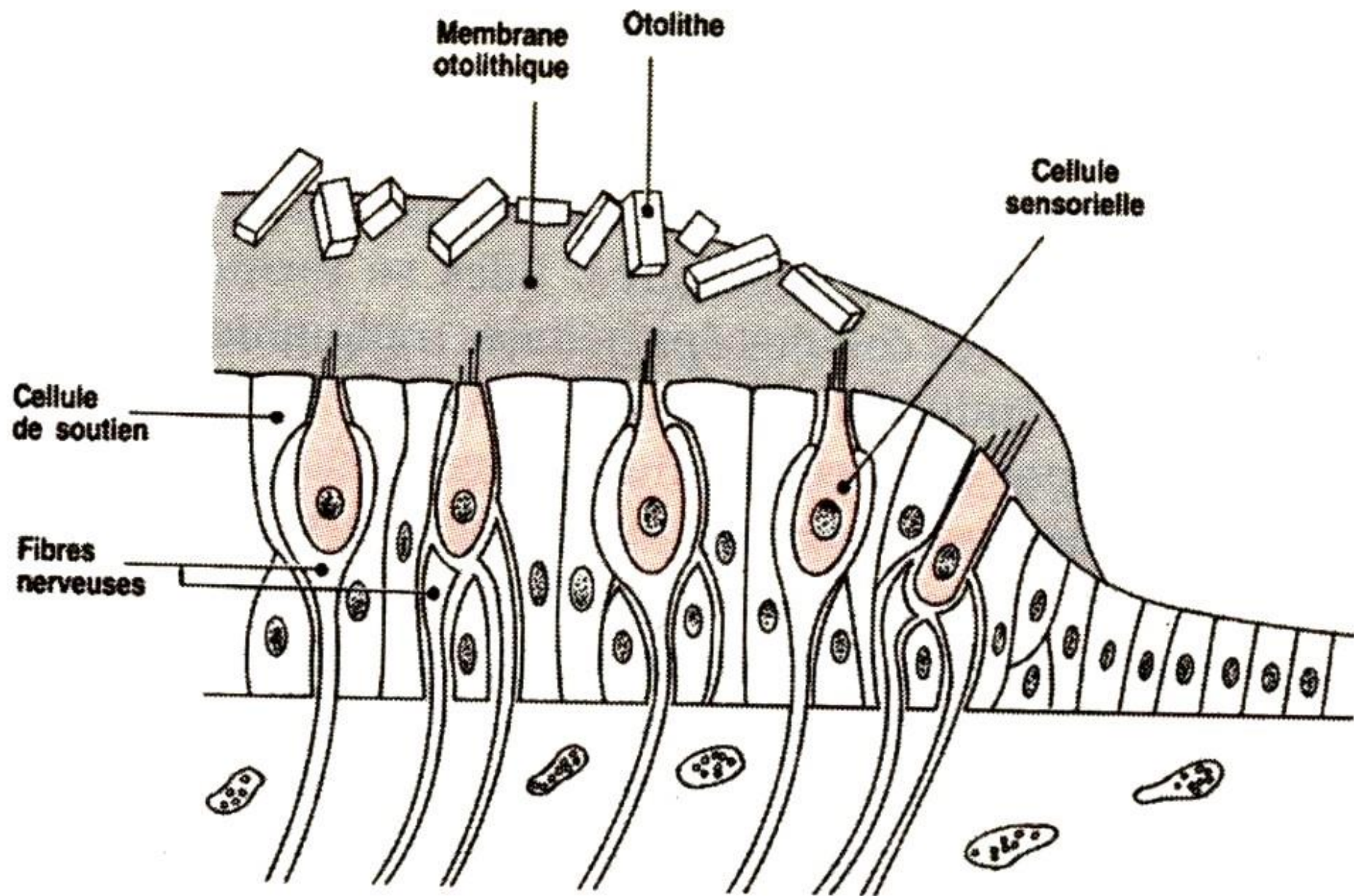
- **celulele de tip I** sunt celule cu aspect piriform, cu baza rotundă și gâtul îngust, cu nucleul rotund situat central. Polul bazal se sprijină pe celulele de susținere, fiind situat la distanță de membrana bazală. Citoplasma este bogată în mitocondrii și reticul endoplasmic neted. Inervația fiecărei celule senzoriale este asigurată de o prelungire dendritică aparținând unui neuron din ganglionul Scarpa care, în contact cu celula, ia formă de caliciu învelind toată celula senzorială până în apropierea polului apical.

- **celulele de tip II** sunt celule înalte, columnare, cu polul bazal dispus în apropierea membranei bazale, cu nucleul ovalar situat bazal. Sunt mai numeroase la periferia maculei. Fiecare celulă este în contact cu mai multe fibre nervoase aparținând unor neuroni din ganglionul Scarpa.

Perii acustici ai celulelor senzoriale ajung într-un strat gelatinos, cu grosimea de circa 20 μm , format din glicoproteine și proteoglicani, secretat probabil de celulele de susținere. În mod obișnuit acest strat a fost numit **membrana otolitică**. În membrana otolitică se găsesc incluse numeroase formațiuni cristaloide cu diametrul de 3-5 μm numite **otoconii** sau **otolite**, ce conțin carbonat de calciu și proteine.

Componenta nervoasă este reprezentată de prelungirile dendritice ale neuronilor senzoriali bipolari din ganglionul lui Scarpa, terminații nervoase care se ramifică în jurul polului bazal al celulelor senzoriale.

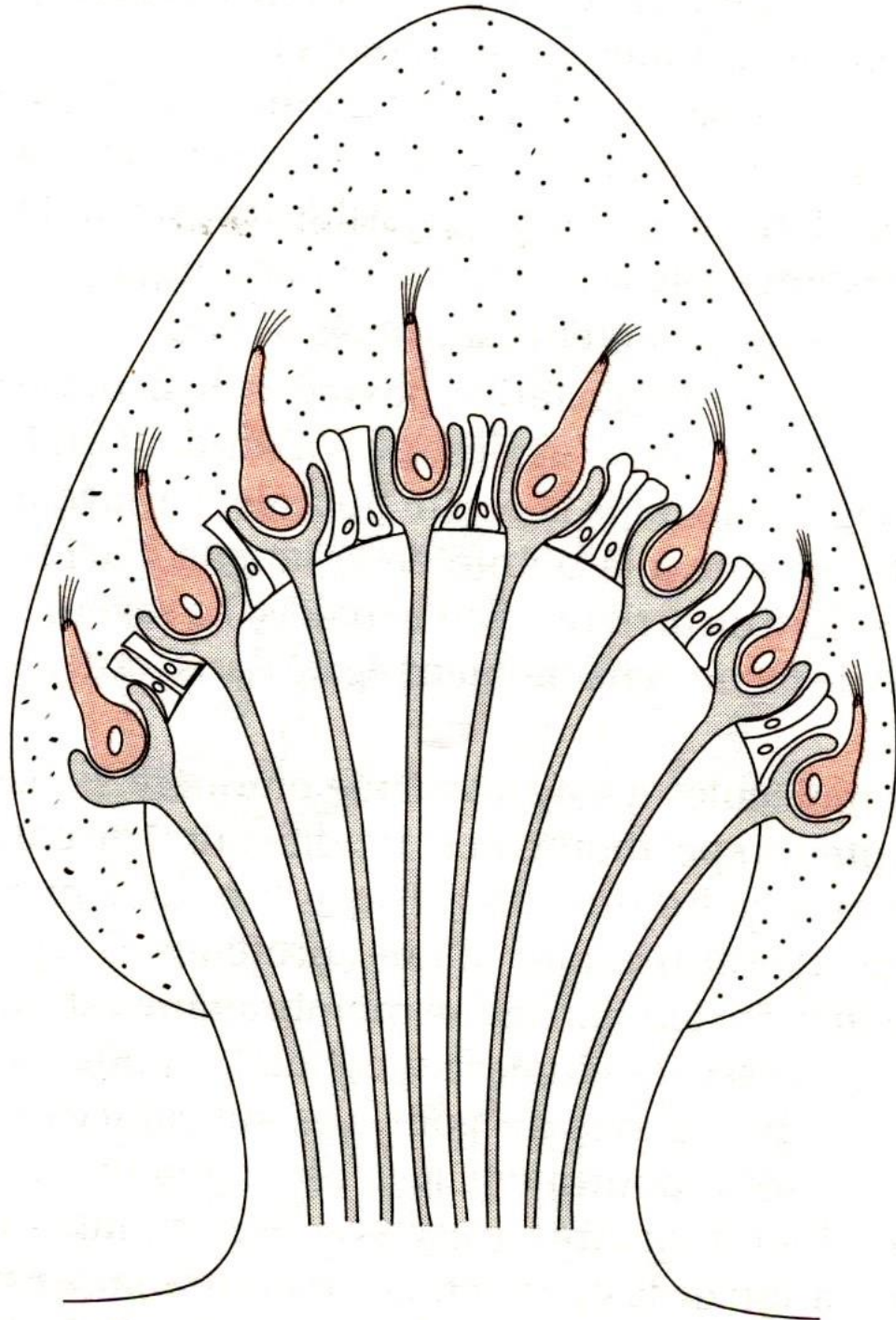
Sub membrana bazală se găsește un țesut conjunctiv cu celule fusiforme, fibre colagene și un dispozitiv vascular bine reprezentat.



Crestele acustice sunt formațiuni microscopice prezente în canalele semicirculare. Fiecare canal semicircular prezintă la baza sa de implantare în utriculă o dilatație numită **ampulă**.

În structura epiteliului există aceleași componente celulare și nervoase ca în structura maculelor acustice: celule de susținere, celule bazale și celule senzoriale.

Există doar câteva diferențe între aspectul microscopic al maculelor și creștelor acustice. Astfel, la nivelul creștelor acustice, celulele senzoriale prezintă la polul apical prelungiri foarte înalte de circa 80 μm , formate dintr-un **cil vibratil și mai mulți stereocili**. Aceste prelungiri apicale pătrund într-o “membrană” gelatinosă, transparentă, înaltă, de forma unui coif, lipsită de otoliți, numită **cupulă**. Aceste structuri proemină în lumenul canalelor semicirculare și obstruează parțial lumenul ampulei.



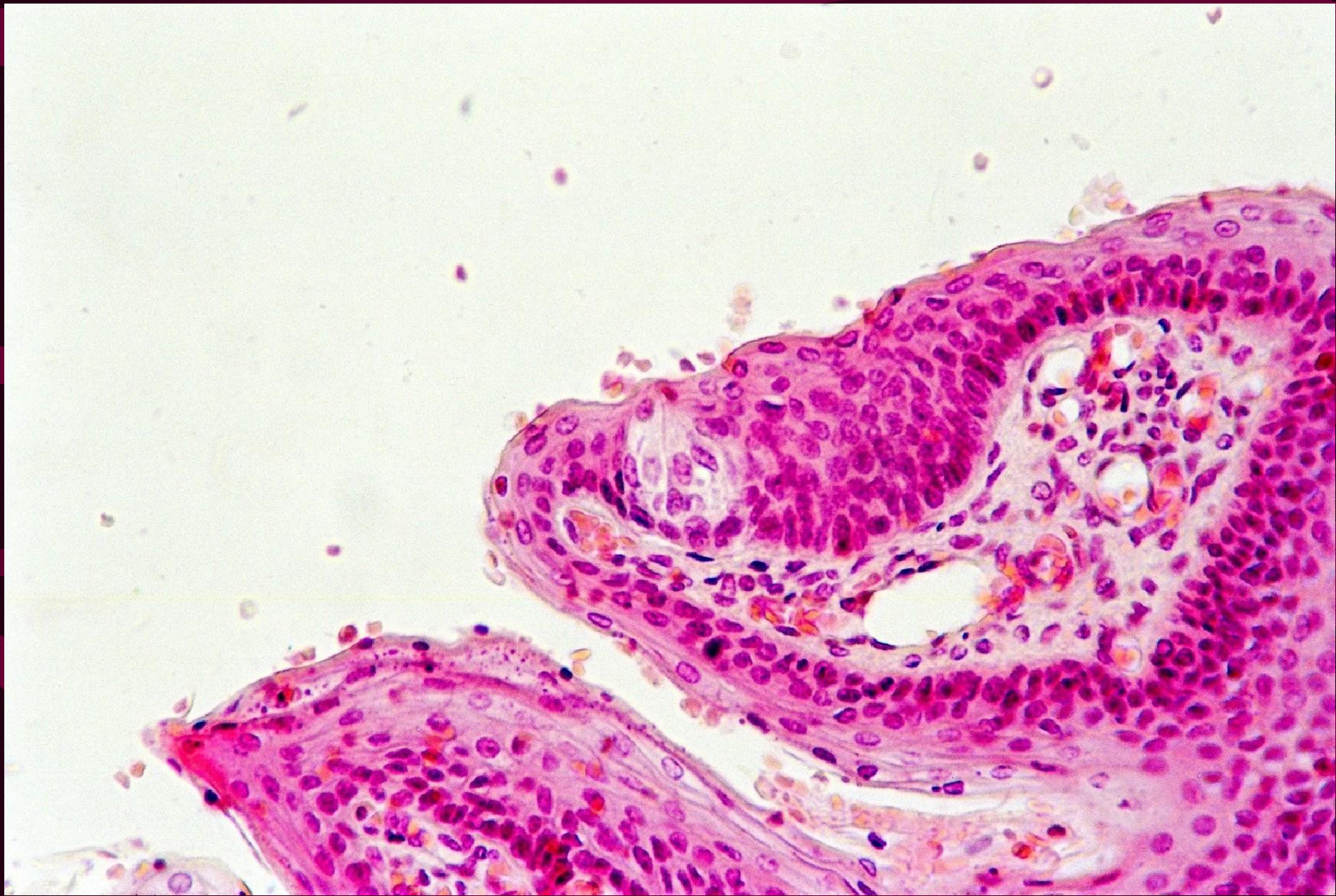
Histofiziologie. Modificările de poziție ale capului sau corpului, de accelerație sau de decelerație determină mișcări ale endolimfei din utriculă, saculă sau din canalele semicirculare. Acestea antrenează mișcări ale membranei otolitice sau înclinări ale cupulelor din structura creștelor acustice, și o dată cu ele sunt mișcați și perii acustici. Prin mișcarea perilor acustici iau naștere în celulele senzoriale potențiale de acțiune care se transmit dendritelor neuronilor din ganglionul Scarpa care fac sinapsă cu celulele senzoriale. Din ganglionul lui Scarpa informațiile sunt transmise prin ramul vestibular al nervului acustic (care reprezintă segmentul de conducere), spre sistemul nervos central, localizat în scoarța cerebrală.

ORGANUL DE SIMȚ AL GUSTULUI

MUGURELE sau CORPUSCULUL GUSTATIV

Corpusculii gustativi sunt mici formațiuni ovalare localizate în epiteliul cavității bucale, în special în epiteliul papilelor fungiforme și circumvalate, dar există muguri gustativi diseminați și la nivelul palatului, faringelui, laringelui și epiglotei. Se consideră că în structura limbii umane se găsesc peste 3000 de corpusculi gustativi.

Mugurii gustativi sunt formațiuni epiteliale în formă de “butoiaș”, constituiți din aproximativ 50-75 de celule, care ocupă toată grosimea epiteliului de acoperire, de la membrana bazală până în lumenul cavității orale. Ei au înălțimea de 50-80 μm și grosimea de 30-50 μm . În colorațiile histologice uzuale mugurii gustativi se observă foarte bine, deoarece celulele componente sunt celule alungite, fuziforme, cu polul bazal pe membrana bazală și cu polul apical la suprafața epiteliului care tapetează mucoasa linguală. În plus, celulele componente ale mugurilor gustativi au citoplasma mai clară față de celulele epiteliului de acoperire, iar nucleii sunt mai mari, hipocromi și ovalari, cu axul mare perpendicular pe membrana bazală. Acest aranjament structural contrastează puternic cu aranjamentul celulelor din epiteliul malpighian fără keratinizare al mucoasei orale.



Mugurii gustativi prezintă la polul apical o deschidere, numită *por gustativ* care se deschide liber în cavitatea bucală.

În structura corpusculului gustativ sunt prezente două componente:

- componenta epitelială;
- componenta nervoasă.

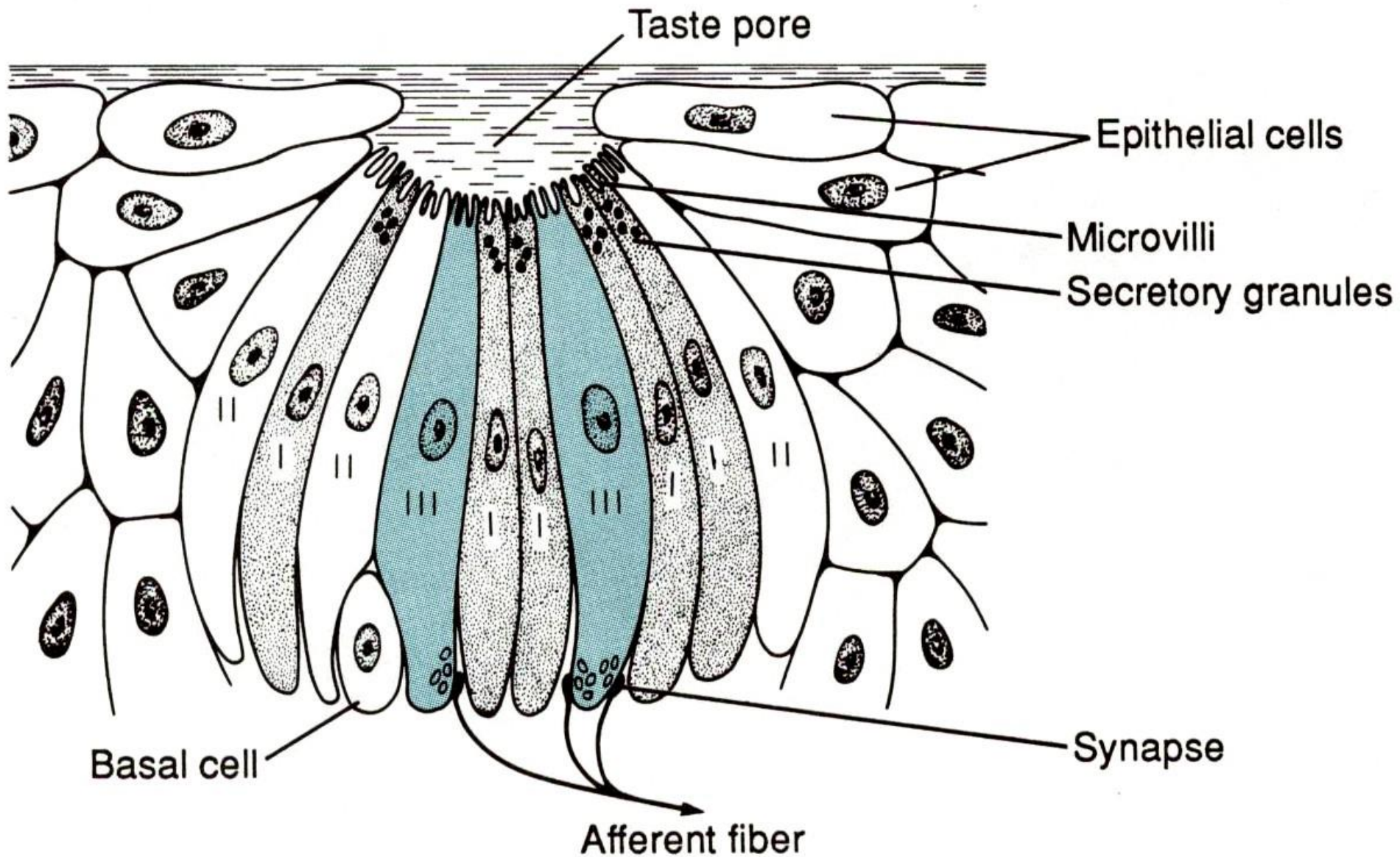
Componenta epitelială conține trei tipuri de celule ce diferă ca aspect morfologic și colorabilitate:

- *celule tip I* - celule întunecate, situate la periferia corpusculului gustativ sunt dotate cu microvili proiectați în porul gustativ. Citoplasma lor este bogată în filamente fine, ribozomi, reticul endoplasmic rugos și conține mici granule secretorii. Sunt celule cu rol de susținere și de fagocitoză. La polul apical prezintă complexe joncționale de tip cuticular, prin care se conectează cu celulele de susținere din jur, dar și cu celulele epiteliului malpighian de acoperire. Ele delimitează un canal, numit *canal gustativ*, lung de circa 7-10 μm și larg de 3-5 μm , delimitat de “un por intern” și “un por extern”.

Printre acestea, la polul bazal al corpusculului se găsesc niște celulele mici, cu citoplasma mai întunecată, cu nucleul rotund, celule care sunt considerate *celule stem*, capabile de a se diferenția în celelalte tipuri celulare.

- *celulele tip II* - celule clare, înalte, mai puțin numeroase, conțin în citoplasmă un reticul endoplasmic neted abundent și puține filamente. Ele prezintă inconstant sinapse, dar rolul lor nu este bine cunoscut.

- *celulele tip III* - **celule senzoriale**, sunt situate în centrul corpusculului gustativ. În microscopia electronică, citoplasma lor conține microtubuli longitudinali și puțin reticul endoplasmic neted; în citoplasma bazală se găsesc mici vezicule asemănătoare veziculelor sinaptice. Aceste celule prezintă la polul apical câte o prelungire, numită *păr gustativ*, situat în canalul gustativ, iar la polul bazal prezintă numeroase sinapse. Sunt celule cu funcție de chemorecepție.



Componenta nervoasă este reprezentată de prelungirile dendritice ale neuronilor senzitivi bipolari, din ganglionii Andersch și Ehrenritter. Acestea pătrund în mugurele gustativ și se ramifică abundant constituind **plexul intragemal** în interiorul corpusculului, **plexul perigemal** în jurul lui și **plexuri intergemale** între muguri. Prelungirile dendritice fac sinapsă cu polul bazal al celulelor senzoriale.

Senzația de gust din porțiunea anterioară a limbii este transmisă de ramura timpanică a **nervului facial** (nervul cranial VII). În porțiunea posterioară a limbii corpusculii gustativi sunt inervați de ramura linguală a **nervului glosofaringian** (nervul cranial IX), iar mugurii gustativi de la nivelul faringelui și laringelui sunt inervați de **nervul vag** (nervul cranian X).

Histofiziologie

Receptorii gustativi sunt chemoreceptori stimulați de diverse molecule solubile în apă. Fiecare celulă posedă la polul apical, la nivelul microvilozităților, mai multe tipuri de receptori, dar unul dintre aceștia este dominant, în funcție de zona topografică a cavității bucale. Ei pot să recepționeze patru gusturi: **dulce**, **sărat**, **amar** și **acru**. Gustul dulce este perceput de receptorii situați la nivelul vârfului limbii, cel acid pe marginile limbii, cel amar la baza limbii și la nivelul palatului, iar cel sărat este perceput omogen pe toată suprafața limbii.

Substanțele sapide acționează asupra receptorilor numai dacă sunt dizolvate în salivă. De aceea epiteliul bucal este permanent umectat prin secreția glandelor salivare, în special a glandelor Ebner.

ORGANUL DE SIMȚ AL MIROȘULUI - MUCOASA OLFACTIVĂ

Mucoasa olfactivă constituie un organ senzorial capabil să identifice anumite molecule introduse în organism o dată cu aerul inspirat. Ea are o suprafață de **2,5-5 cm²** și este localizată pe plafonul cavității nazale (fața inferioară a lamei ciuruite a etmoidului), pe o parte a cornetului superior, iar median pe regiunea superioară a septului nazal. Are o culoare galben-brun ce contrastează cu aspectul roz al mucoasei respiratorii învecinate.

Impactul dintre substanțele conținute în aerul inspirat în suspensie și mucoasa olfactivă este favorizat de prezența coanelor și meaturilor nazale care creează un curent de aer turbionar în cavitățile nazale și de inspirațiile scurte și puternice.

Mucoasa olfactivă este constituită din epiteliul olfactiv și corion (lamina propria).

Pasajul de la epiteliul de tip respirator al cavităților nazale la epiteliul olfactiv se face brusc, între celulele celor două tipuri de epitelii lipsind joncțiunile de tip desmozonal.

Epiteliul olfactiv este un epiteliu pseudostratificat cilindric lipsit de celule caliciforme și cili, cu grosimea de aproximativ 60-100 μm . El este așezat pe o membrană bazală subțire și continuă sub care se găsește un corion bogat vascularizat. Este un **neuroepiteliu**, fiind singurul loc din organism în care celulele nervoase (neuroni) sunt localizate în grosimea unui epiteliu de acoperire.

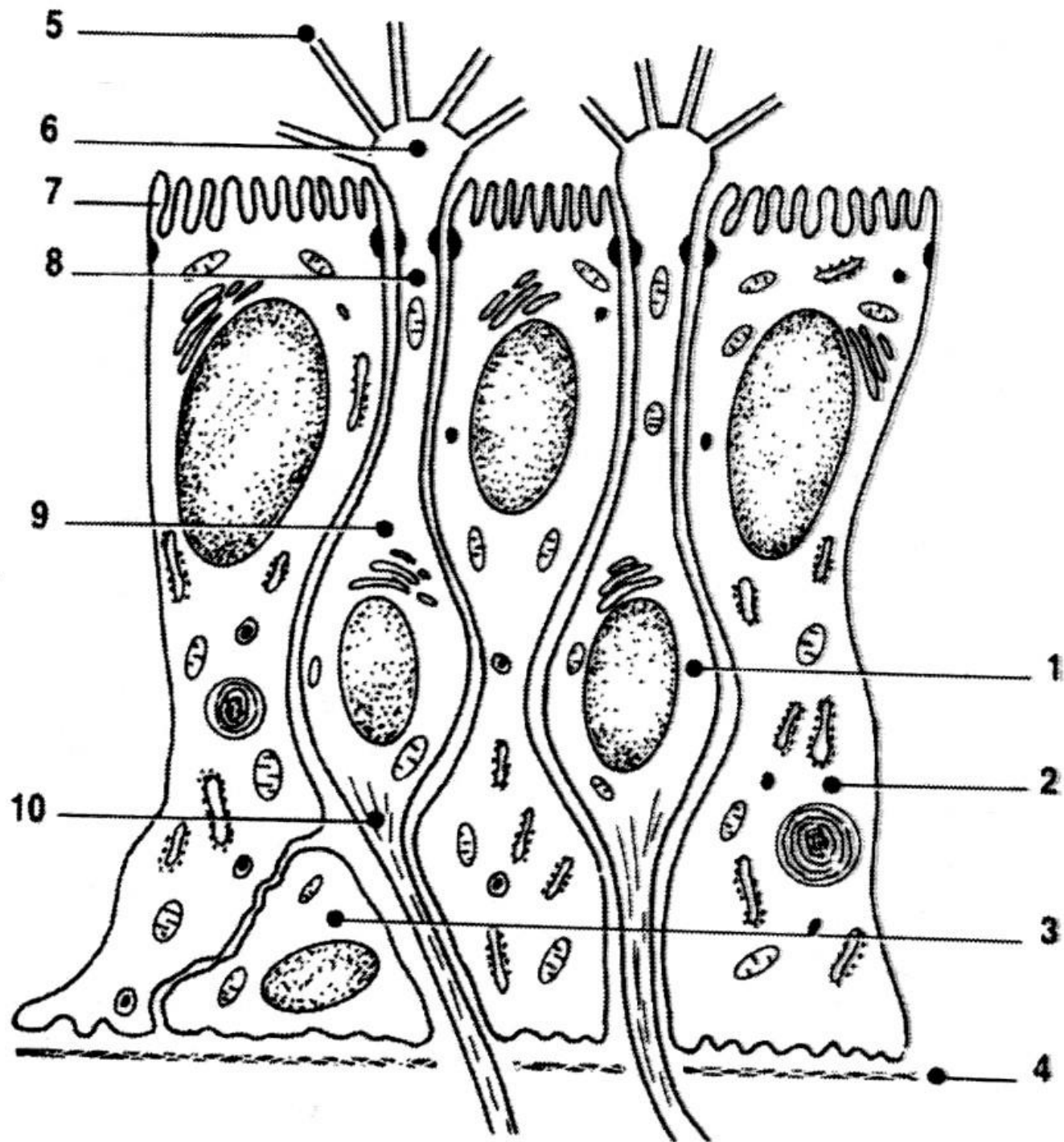
Conține trei tipuri de celule: bazale, de susținere și olfactive.

Celulele bazale numite și celule de înlocuire sunt situate la baza epiteliului olfactiv; considerate celule stem, se pot divide și diferenția în celule olfactive sau celule de susținere. Au dimensiuni mici, formă piramidală și un nucleu sferic. Citoplasma conține organite comune și câteva fascicule de microfilamente. Celulele bazale emit multiple prelungiri care se jonctionează cu alte celule bazale dar și celulele de susținere. Unele dintre aceste prelungiri vin în contact cu prelungirea axonică a celulelor senzoriale.

Celulele de susținere înalte, columnare, ajung cu polul apical la suprafața epiteliului. Polul apical este dotat cu microvili scurți. Citoplasma conține granule de pigment galben-brun, reticul endoplasmic neted (REN), complex Golgi (supranuclear), mitocondrii. Nucleul are formă ovalară și este situat la același nivel cu nucleii celulelor de susținere vecine. Celulele de susținere prezintă niște adâncituri laterale care găzduiesc corpul celulelor nervoase.

Celulele olfactive sunt **neuroni senzitivi bipolari** situați printre celulele de susținere. Corpul neuronal (pericarionul) de aspect fusiform, conține un nucleu rotund situat în 1/3 medie și o citoplasmă înzestrată cu toate structurile unei celule nervoase, inclusiv neurofibrile și neurotubuli. **Prelungirea dendritică** pornește de la polul extern al pericarionului se termină la suprafața epiteliului printr-o formațiune rotundă numită **veziculă olfactivă**; de pe corpul veziculei se desprind 8-14 filamente lungi de 70 μm, numite **cili olfactivi (peri olfactivi)** cu rol de a recepționa stimulii olfactivi, ce se orientează paralel cu suprafața epiteliului. **Axonul**, opus dendritei, depășește membrana bazală, traversează corionul și apoi lama ciuruită a etmoidului. Axonii lipsiți de mielină și grupați în filete nervoase vor constitui nervul olfactiv.

Ușurința epiteliului olfactiv de a-și regenera neuronii senzitivi primari este unică în sistemul nervos.



Lamina propria este despărțită de epiteliul olfactiv printr-o membrană bazală condensată; în atmosfera de țesut conjunctiv săracă în fibre și bogată în celule a laminei propria se pot observa aglomerări limfocitare și chiar foliculi limfoizi. Glande tubulo-alveolare numite **glande Bowman**, formate din celule piramidale cu granule secretorii la polul apical, sunt și ele prezente în lamina propria. Secreția acestor glande creează o lamă fină de fluid ce înconjoară cilii olfactivi, facilitând accesul substanțelor odorizante din aer spre receptorii senzoriali. Dispozitivul vascular sanguin și limfatic al laminei propria este bine reprezentat.

Genomul uman conține aproximativ 1000 de gene care codifică 1000 de receptori odoranți diferiți. Omul poate distinge până la 10000 de mirosuri.