

Smyslové orgány

Orgány schopné přijímat podněty

Receptory - struktury zodpovědné za příjem podnětu a jeho převedení na nervový impuls.

Podněty mohou být z vnějšího prostředí (vnímány exteroceptory) i z vnitřního prostředí (interoceptory)

Smyslové orgány

klasifikace podle povahy podnětu

1. fotoreceptory – světlo
2. chemoreceptory – chuť, čich, koncentrace látek v tělních tekutinách
3. mechanoreceptory
 - audioreceptory – zvukové vlny
 - proprioceptory – poloha v prostoru, napětí
 - další mechanoreceptory – tlak (baroreceptory), dotek, vibrace
4. termoreceptory – teplo, chlad
5. nociceptory – bolest

Receptory smyslových orgánů

morfologická klasifikace

- 1/ primární receptory – neurony
 - a) celé modifikované neurony (čich, zrak)
 - b) periferní zakončení axonů aferentních neuronů
 - opouzdřená
 - volná
- 2/ sekundární receptory – epitelové buňky
 - musí být synapticky spojeny s periferními větvemi axonů nebo s dendrity (n. VIII) aferentních neuronů

1/ primární receptory

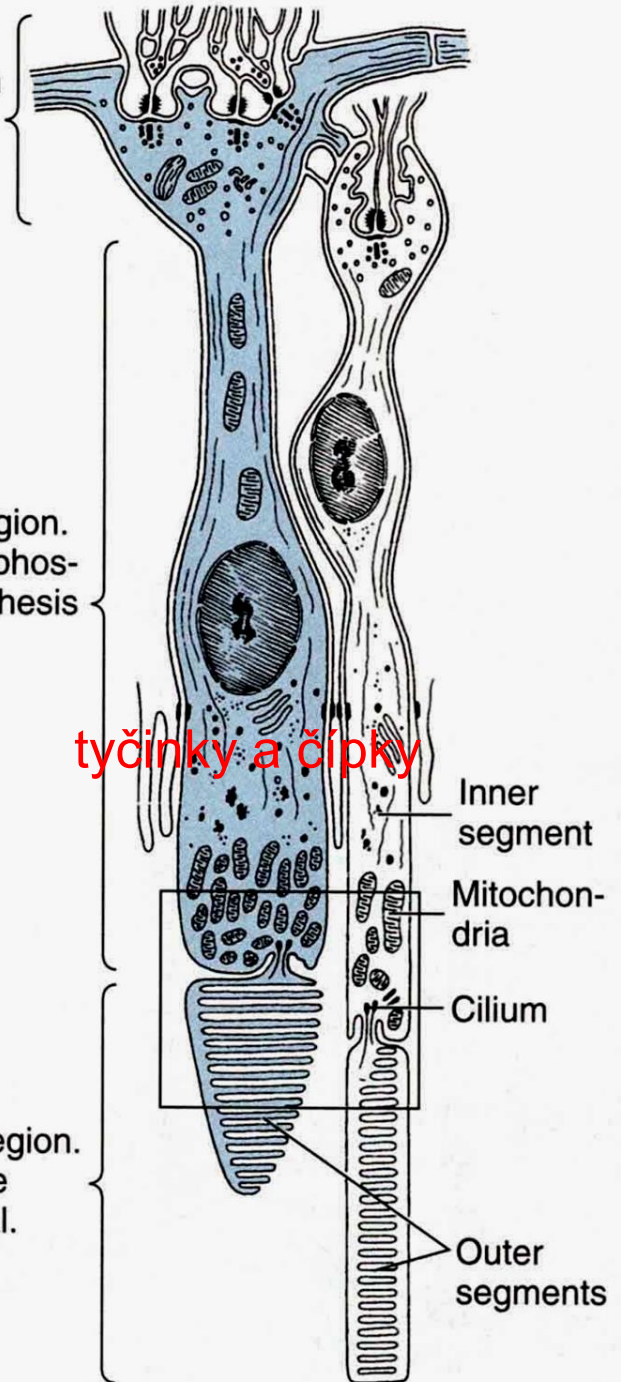


čichové receptory

External plexiform layer. Synapses with bipolar cells.

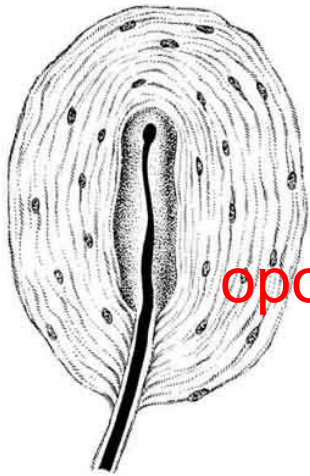
Metabolic region. Protein and phospholipid synthesis plus ATP production.

Photosensitive region. Generation of the receptor potential.



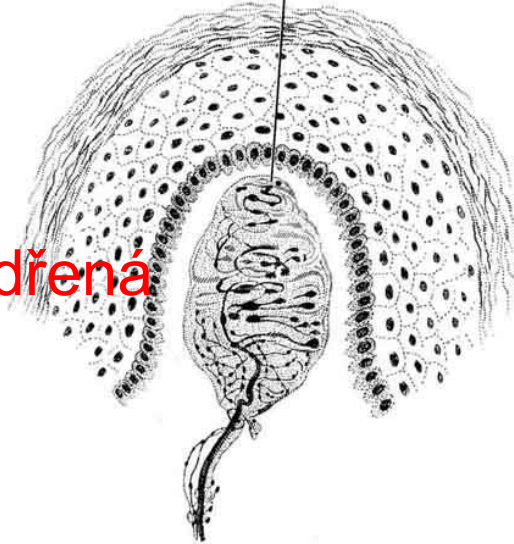
1b/ periferní zakončení aferentních neuronů

Pacinian



opouzdřená

Meissner



Free endings



volná

Ruffini

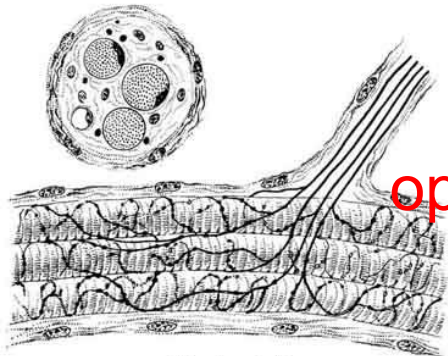


opouzdřená

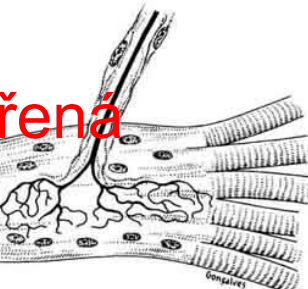
Krause



Muscle spindle



opouzdřená

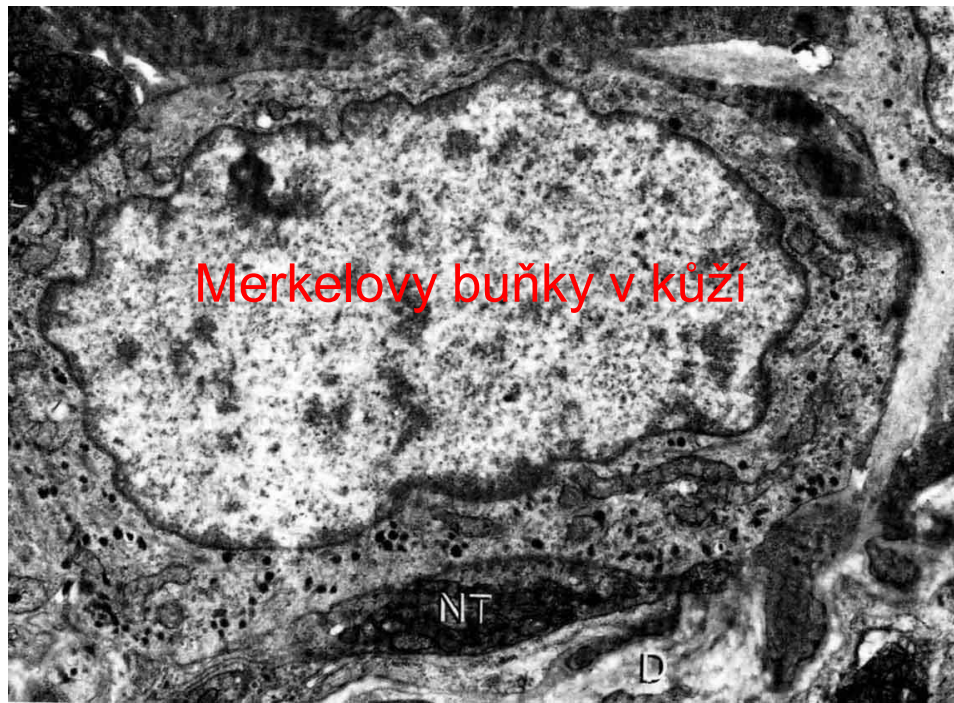
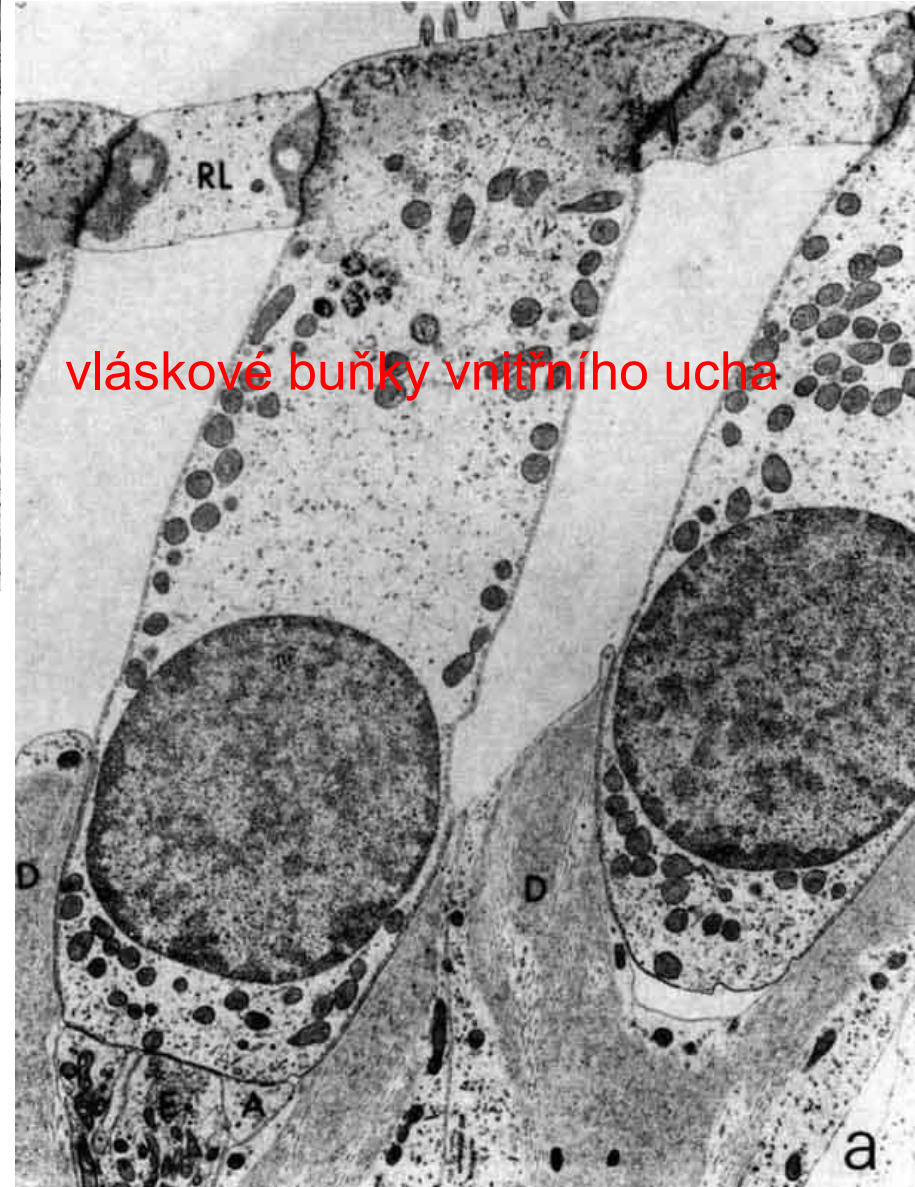
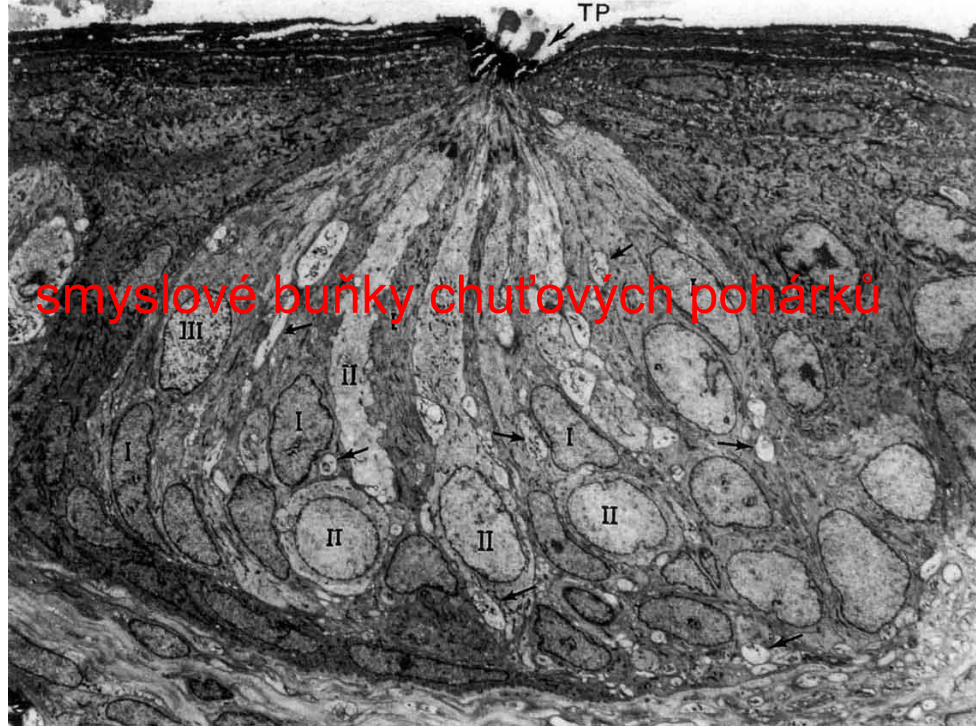


Golgi tendon organ



neurocyty aferentních neuronů
v senzitivním gangliu

2/ sekundární receptory



Zrakové ústrojí

Organum visuale



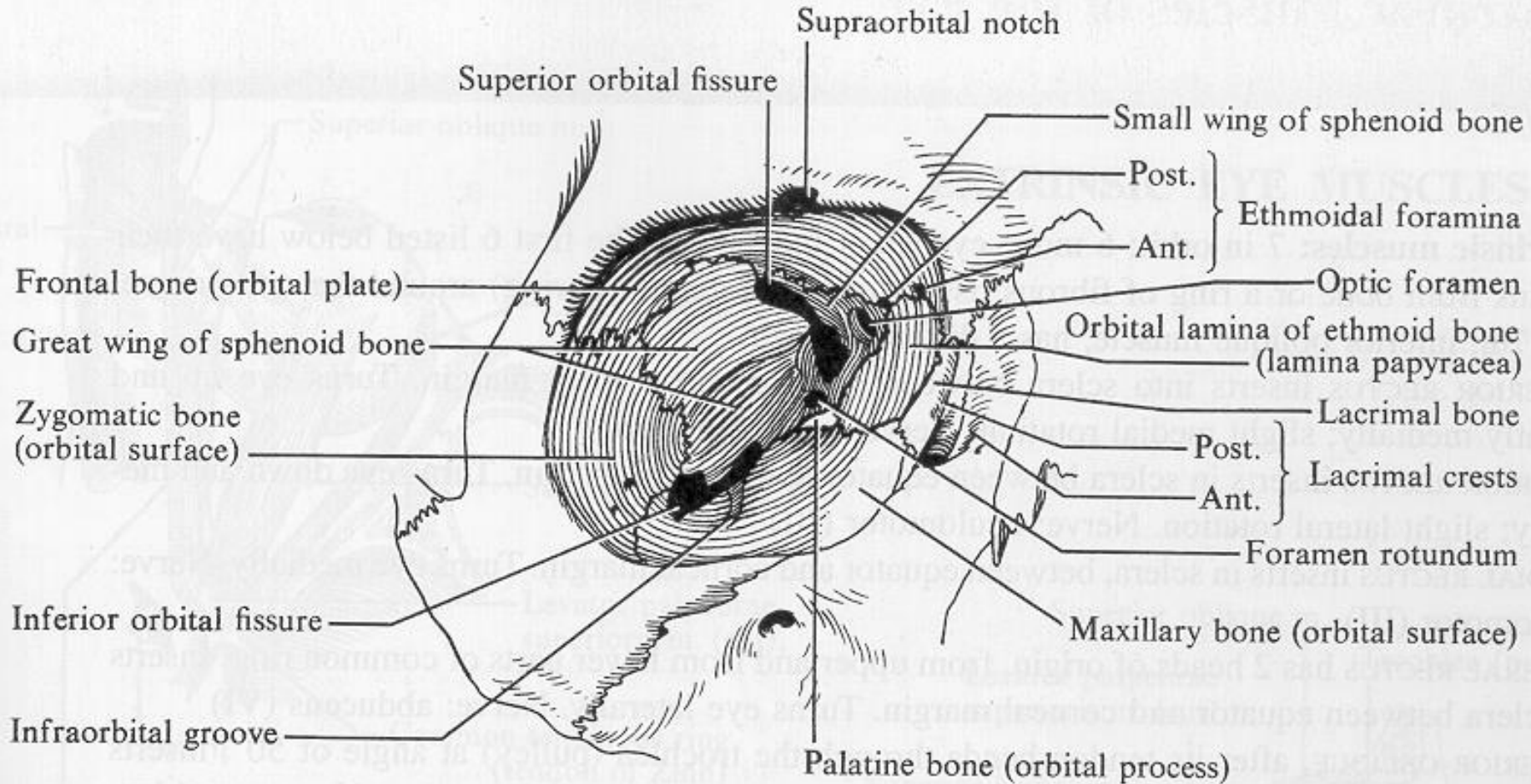
Zrakové ústrojí

- topografie – regio orbitalis (očnice)
- oční koule = bulbus oculi
- přídatná oční ústrojí = structurae oculi accessoriae
- vývoj zrakového ústrojí

Očnice = *Orbita*

- tvar 4-bokého jehlanu svrženého vzad
- kostěné ohraničení
- aditus orbitae → apex orbitae
- 10 otvorů + obsah
- septum orbitale – uzavírá aditus orbitae
- m. orbitalis *Mülleri* – *hladký sval* uzavírající fissura orbitalis inferior
- obsah: oční koule, svaly, tukové těleso a přídatné orgány

Očnice – kostěné stěny

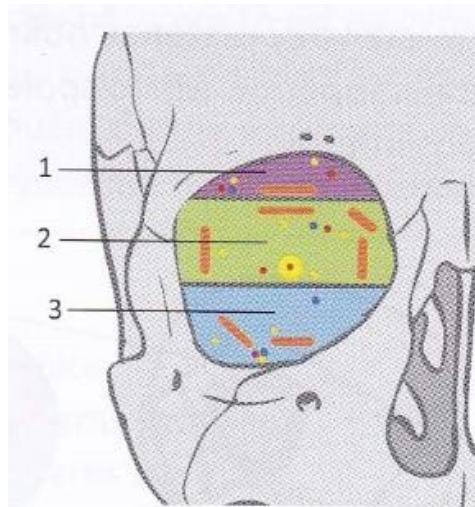


Očnice – kostěné stěny

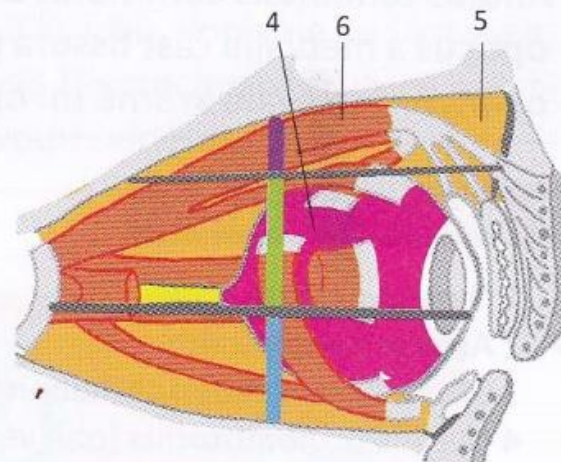
- kraniálně: pars orbitalis o. frontalis (fovea trochlearis + spina trochlearis, incisura/foramen frontalis/supraorbitalis, fossa glandulae lacrimalis), ala minor o. sphenoidalis (fissura orbitalis sup.)
- mediálně: processus frontalis maxillae (fossa sacci lacrimalis), os lacrimale, lamina orbitalis o. ethmoidalis (foramen ethmoidalis ant. et post.), ala minor o. sphenoidalis
- laterálně: facies orbitalis o. zygomatici (foramen zygomaticoorbitale), facies orbitalis alae majoris o. sphenoidalis

Očnice – kostěné stěny

- kaudálně: facies orbitalis o. zygomatici, facies orbitalis corporis maxillae (sulcus et canalis infraorbitalis, fissura orbitalis inf.), processus orbitalis o. palatini
- očnice je rozdělena myšlenými rovinami na 3 etáže



Pravá očnice, pohled zepředu



Sagitální řez pravou očnicí,
pohled z laterální strany

Očnice – okolní struktury

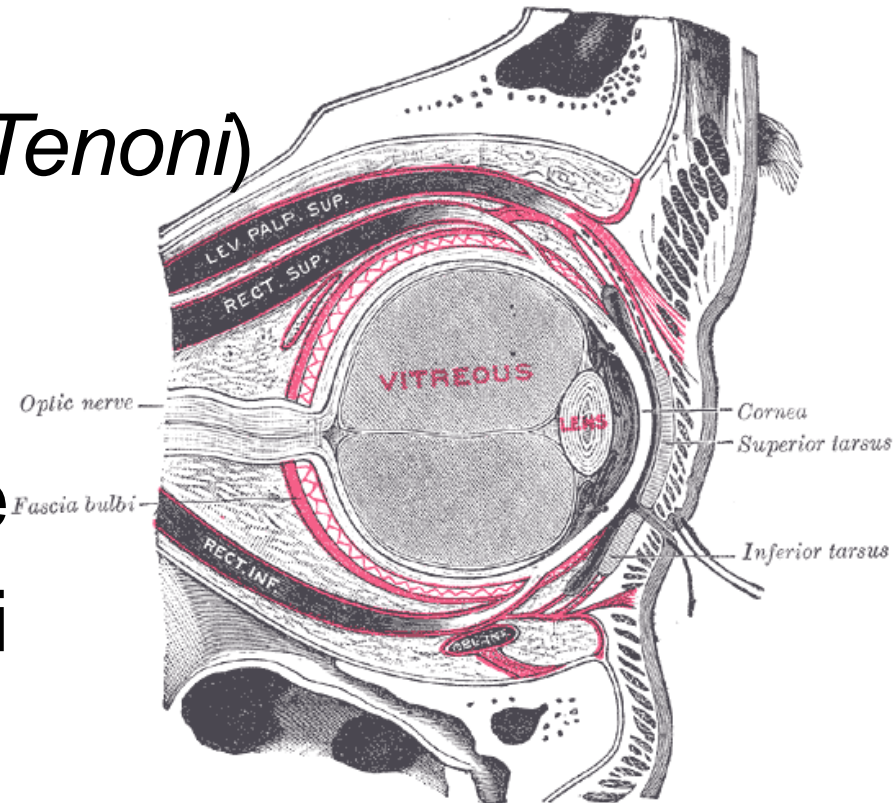
okolní struktury:

- mediálně: cellulae ethmoidales (*za tenkou lamina orbitalis ossis ethmoidalis – lamina papyracea*)
- kaudálně: sinus maxillaris
- kraniálně: fossa cerebri anterior
- dorzálně: sinus cavernosus + fossa pterygopalatina

Vazivové ústrojí

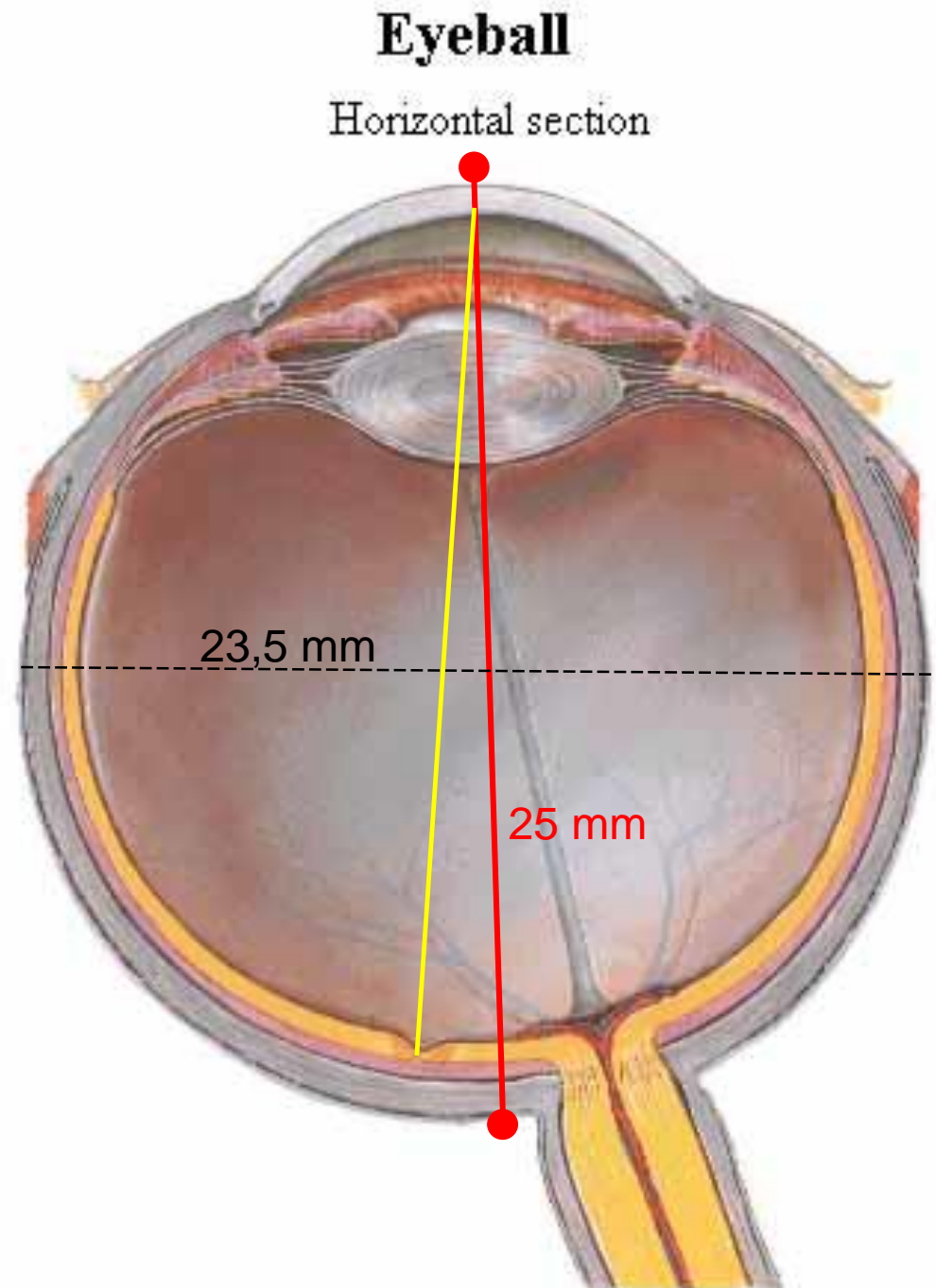
Apparatus ligamentosus

- periorbita (periost orbity)
 - membrana orbitalis (+ m. orbitalis)
- septum orbitale (víčka)
- vagina bulbi (= capsula *Tenoni*)
 - lig. suspensorium bulbi
- spatium episclerale
- corpus adiposum orbitae
- fasciae musculares bulbi



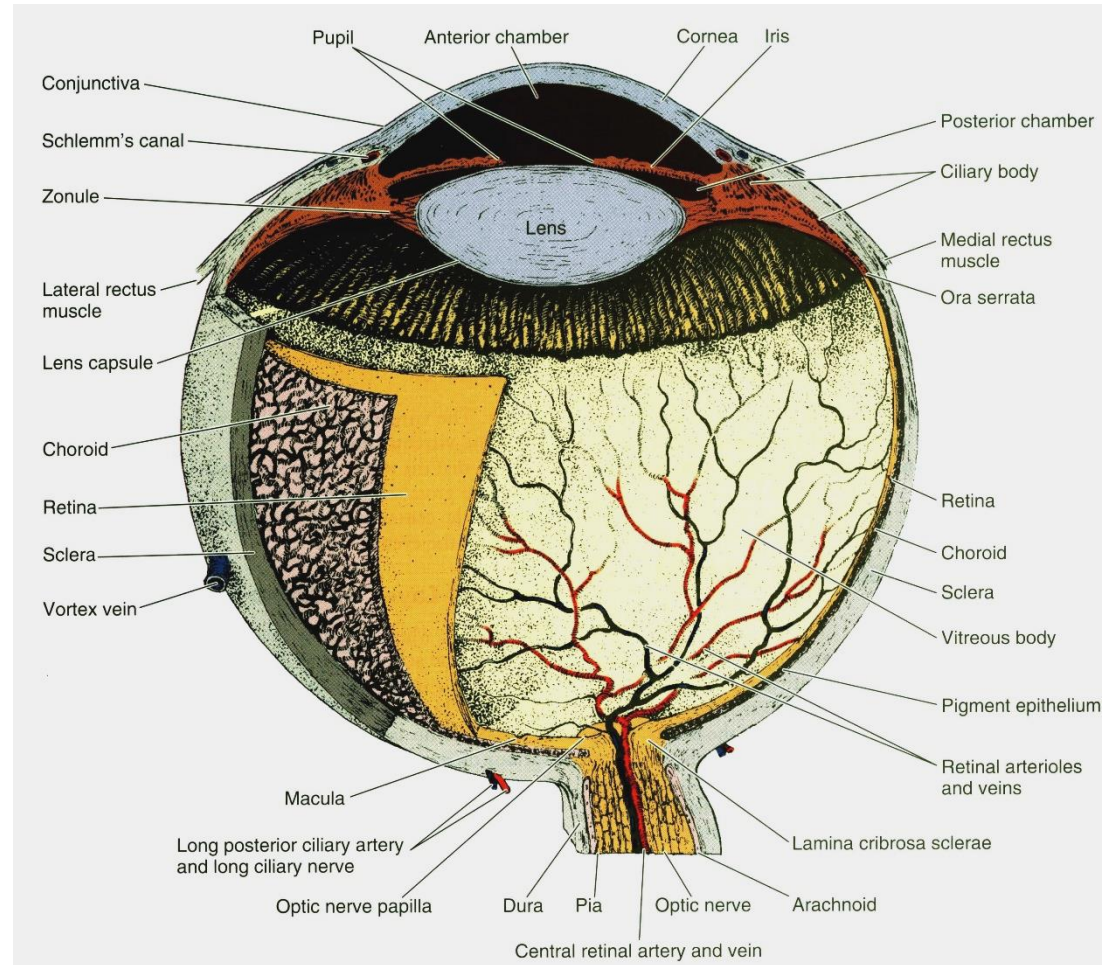
Oční koule

- polus anterior + posterior
- equator (*rovník*) x meridiani (*poledníky*)
- axis bulbi externus + internus
- axis opticus (= „linea visus“)



Oční koule

- tunica fibrosa (externa)
- tunica vasculosa (media)
- tunica nervosa (interna)
- sklivec (*corpus vitreum*) + čočka (*lens*)
- přední a zadní segment



tunica nervosa
(pars optica)

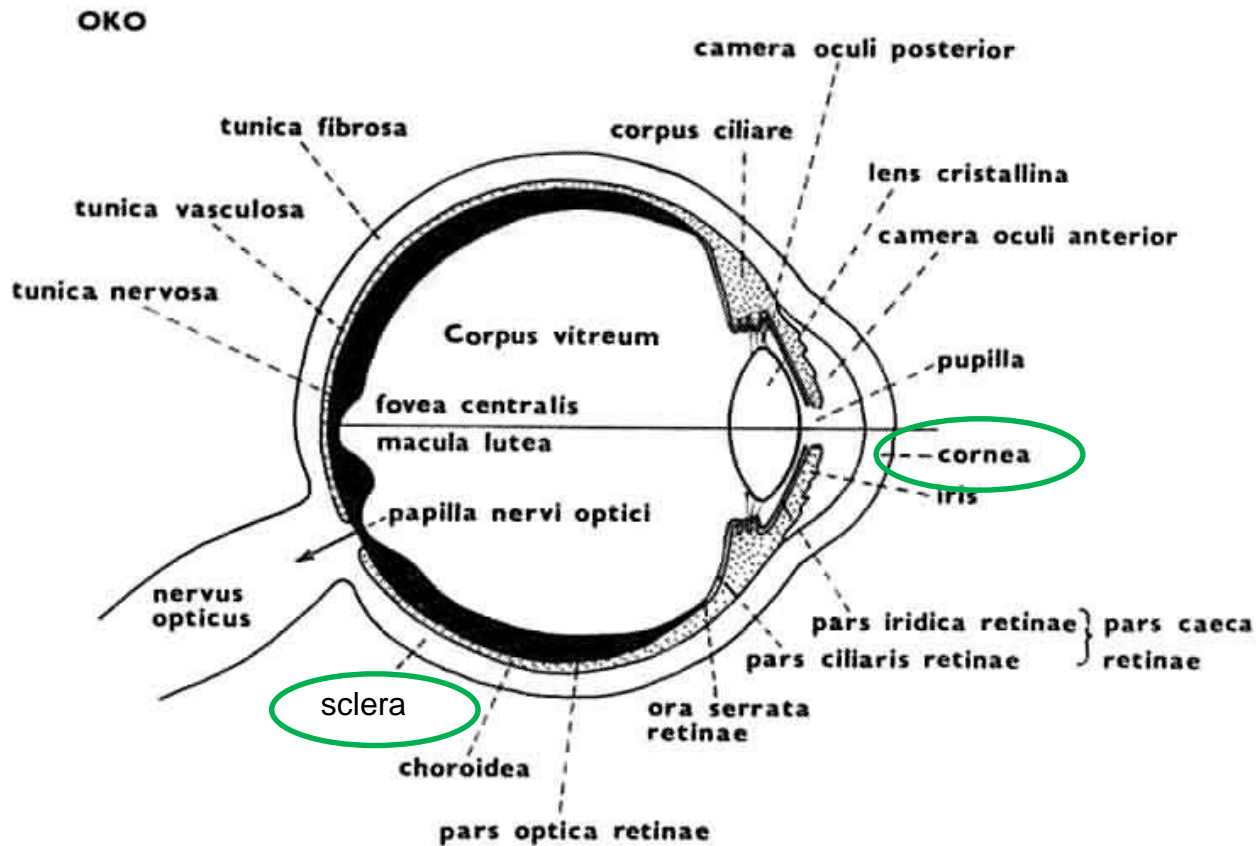
tunica
vasculosa
(choroidea)

tunica fibrosa
(sclera)



Tunica fibrosa (externa)

- bělima (*sclera*)
- rohovka (*cornea*)



Tunica fibrosa (externa)

Bělima = Sclera

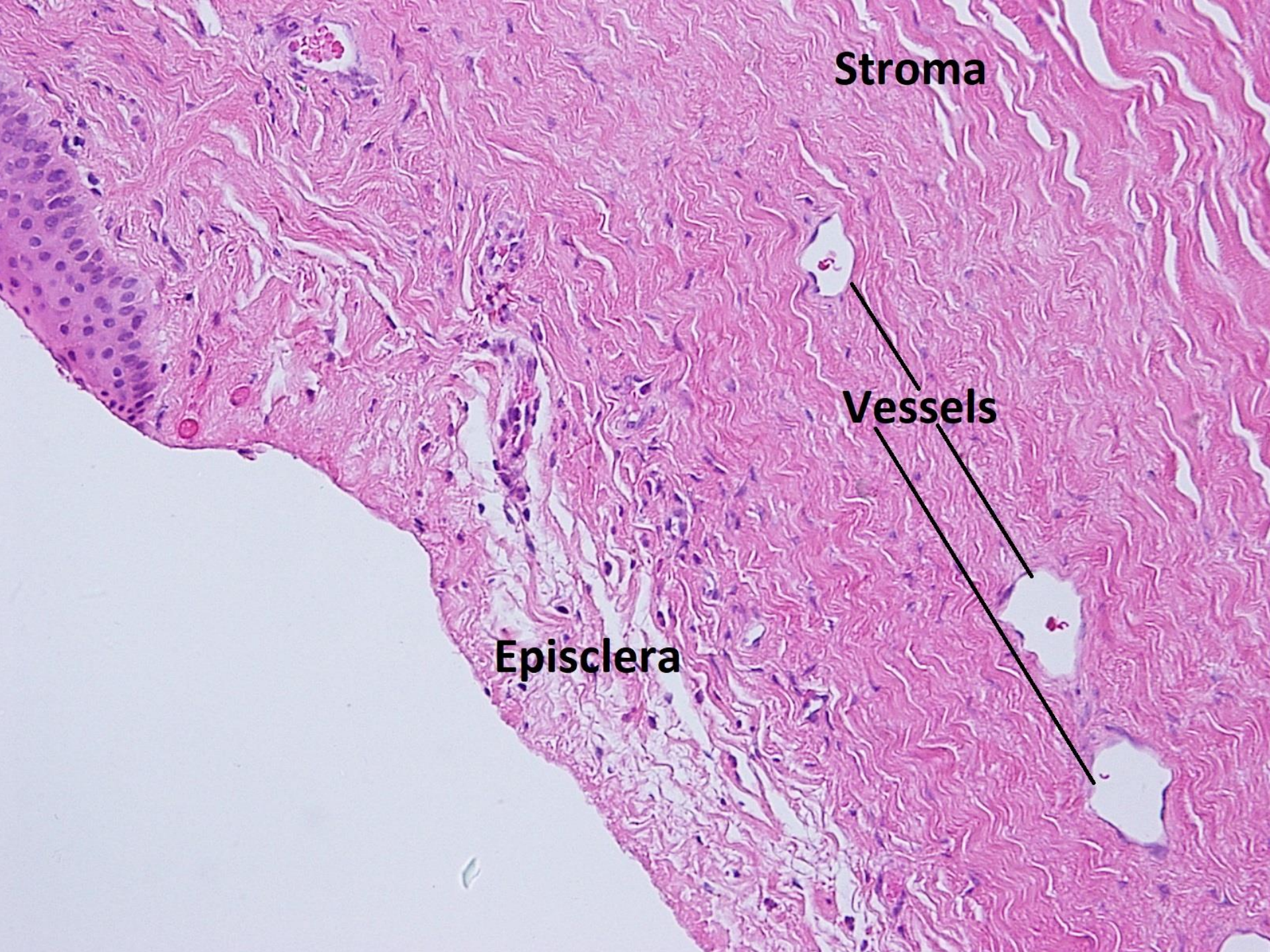
- 5/6 povrchu
- neprůhledná vrstva hustého kolagenního vaziva a méně četných elastických vláken a fibroblastů
- tloušťka: 0,4 mm (kolem rovníku) → 1 mm (dorzálně)
- do vnější vrstvy se upínají šlachy 6 okohybných svalů
- tvoří ochranný obal hlubších oddílů a pevnou oporu pro úpon šlach okohybných svalů

Tunica fibrosa (externa)

Bělima = Sclera

vrstvy bělimy:

- **lamina episcleralis**
 - tenká vrstva řídkého vaziva spojuje oční kouli s vagina bulbi, obsahuje cévy
- **substantia propria sclerae**
 - husté neuspořádané kolagenní vazivo
- **lamina fusca sclerae (= lamina suprachoroidea)**
 - fibroblasty a melanocyty

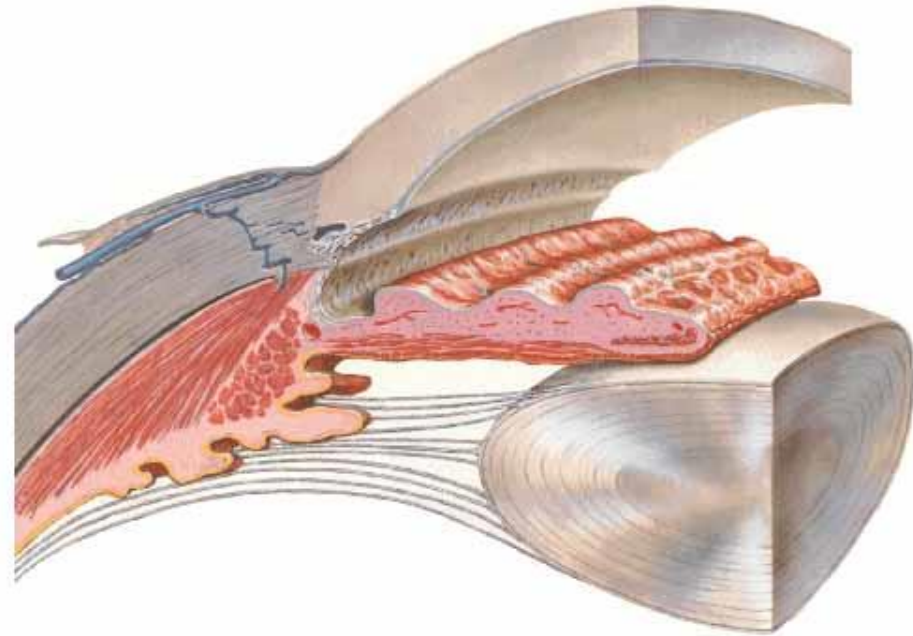


Stroma

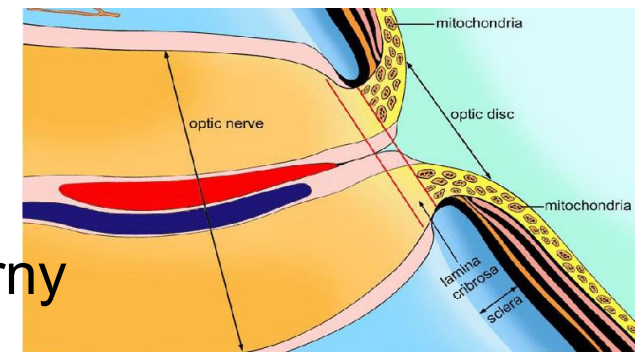
Vessels

Episclera

Tunica fibrosa (externa) Bělima = Sclera



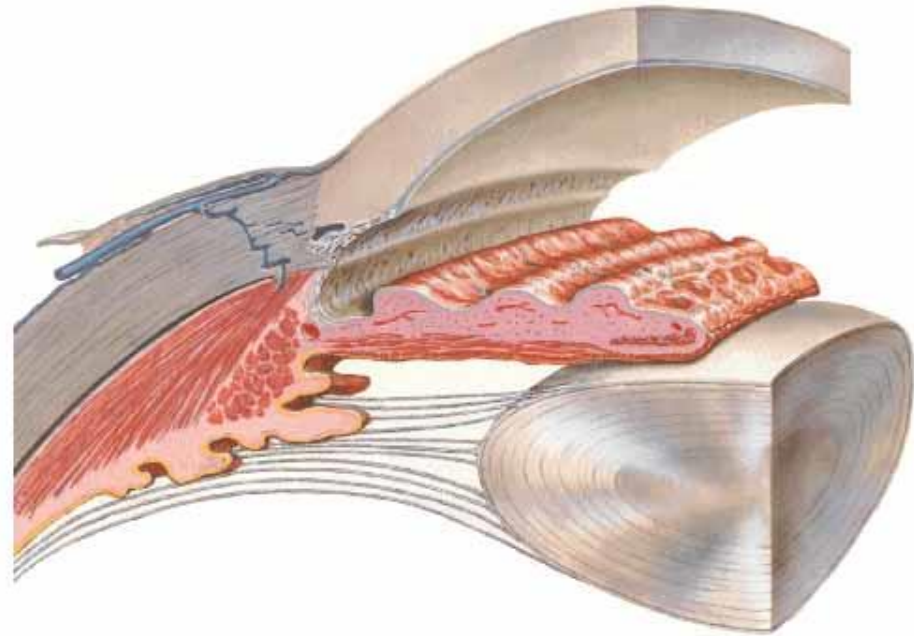
- **sulcus sclerae**
 - mělký žlábek v místě sklerokorneálního spojení (nad limbus corneae)
 - není dostatečně očišťován při mrkání („mrtvý prostor“) → možnost šíření infekce na rohovku
- **lamina cribrosa sclerae** – dorzálně
 - výstup vláken n. opticus
- **anulus scleralis**
 - vazivový kruh kolem výstupu n. opticus, viditelný na oční pozadí kolem slepé skvrny



Tunica fibrosa (externa)

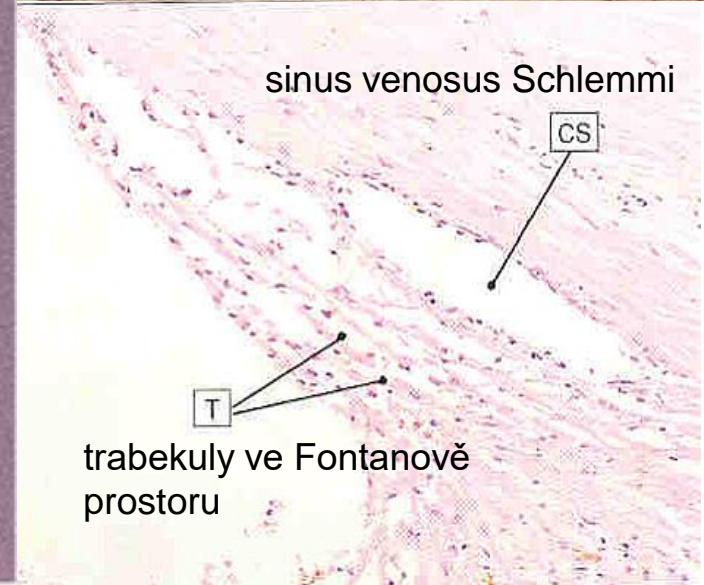
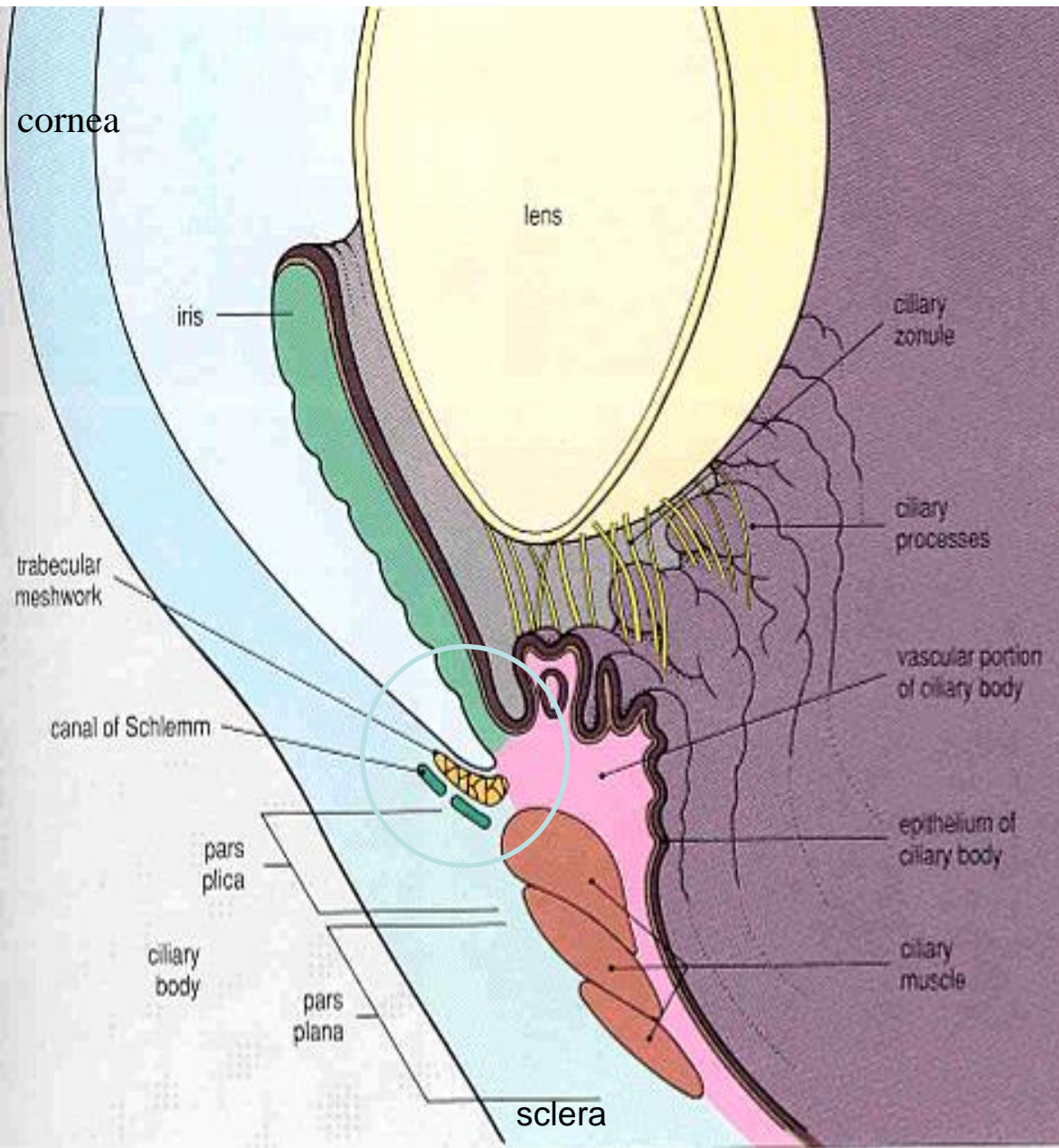
Bělima = Sclera

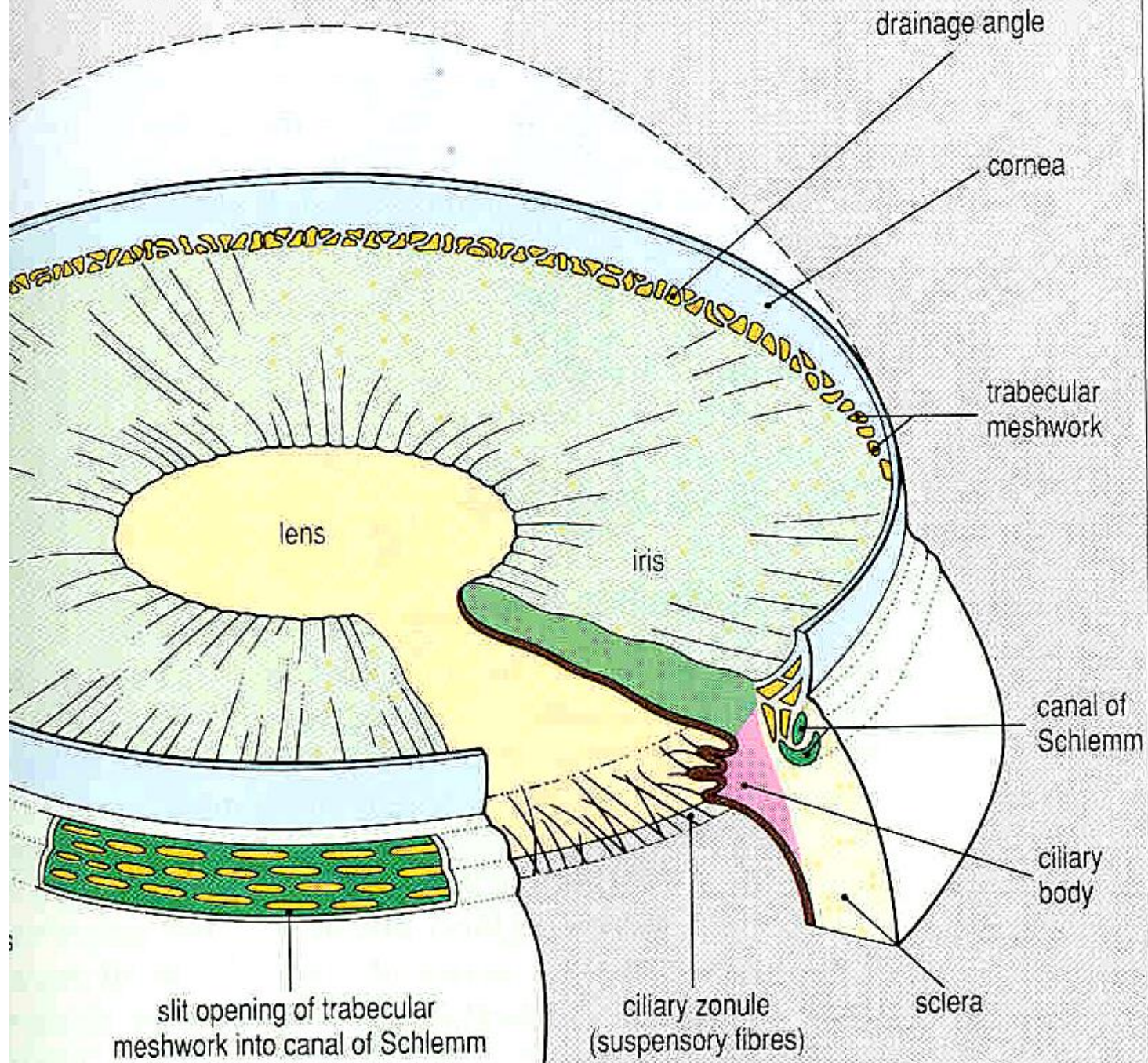
iridokorneální úhel =
angulus iridocornealis



- **reticulum trabeculare / ligamentum pectinatum anguli iridocornealis (Fontanovy prostory)**
 - vazivo s prostory mezi přední komorou a sinus venosus sclerae
- **calcar sclerae**
 - výběžek bělimy mezi sinus venosus sclerae a řasnaté těleso
- **sinus venosus sclerae (canalis Schlemmi)**
 - kruhový kanál vystlaný endotelem pro odtok komorové tekutiny

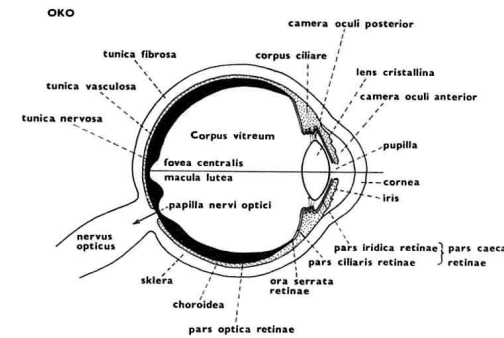
iridokorneální úhel





Tunica fibrosa (externa)

Rohovka = Cornea



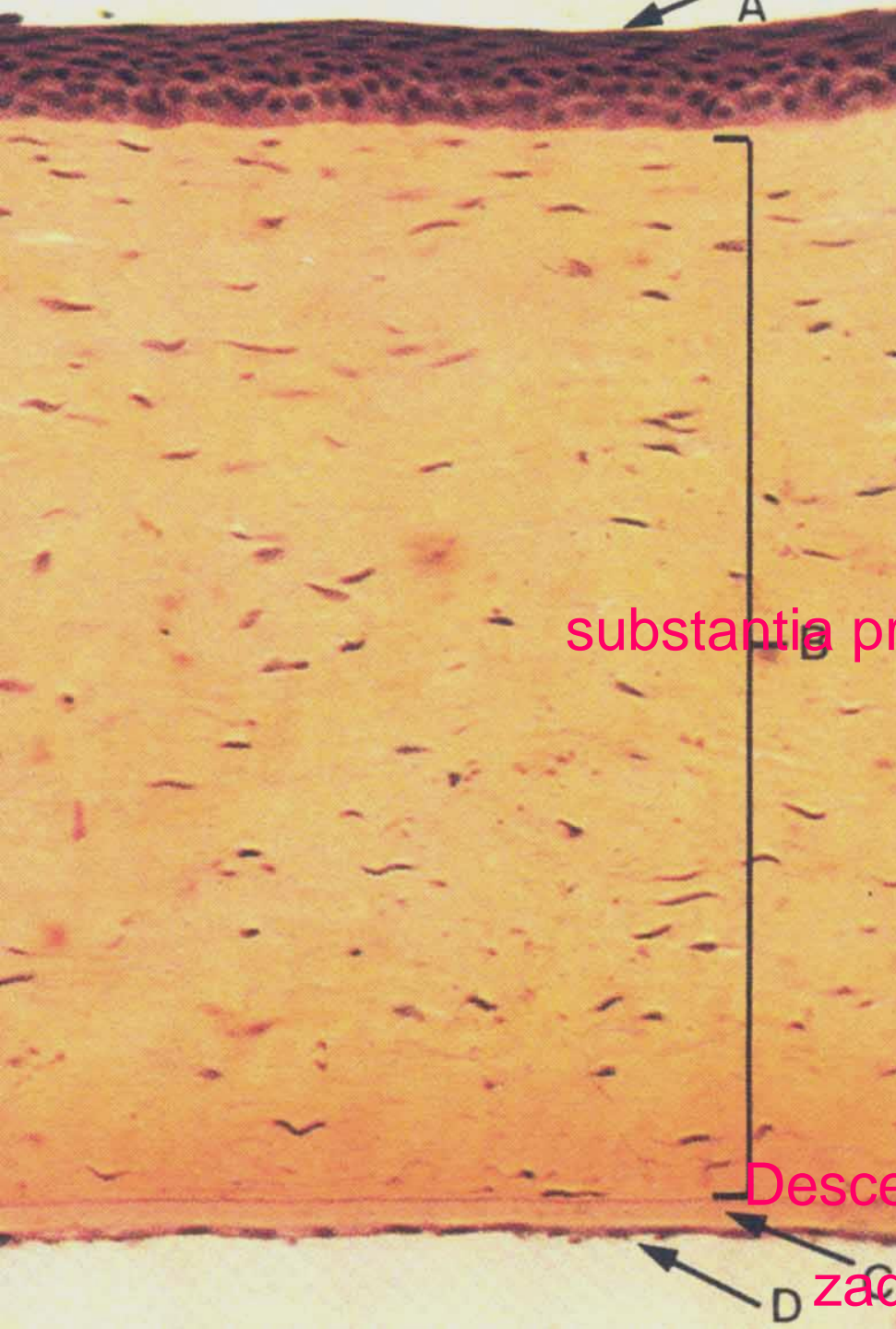
- dokonale průhledná, ventrálně konvexní
- fyziologický astigmatismus – svisle 11 mm a vodorovně 12 mm (do 0,5 dioptrií)
- optická mohutnost přibližně +43 dioptrií
- bezcévná (ani krevní, ani mízní cévy), živí ji difúze z vlásečnic bělimy a spojivky, z komorového moku a ze slz
- obsahuje 78 % vody, kolagen a keratansulfát
- **limbus corneae** – klínovitě přihrocený okraj, spojení s bělimou
- **vertex corneae** – nejtenčí a nejventrálnější místo rohovky (tloušťka: 555 μm)

Tunica fibrosa (externa)

Rohovka – vrstvy

5 vrstev

- epithelium anterius corneae
 - vícevrstevný dlaždicový nerohovějící epitel
- lamina limitans anterior
 - *Bowmanova* membrána
- substantia propria corneae
- lamina limitans posterior
 - *Descemetova* membrána
- epithelium posterius corneae
 - jednovrstevný plochý
 - klinicky „endotel“



Tunica fibrosa (externa) – cornea

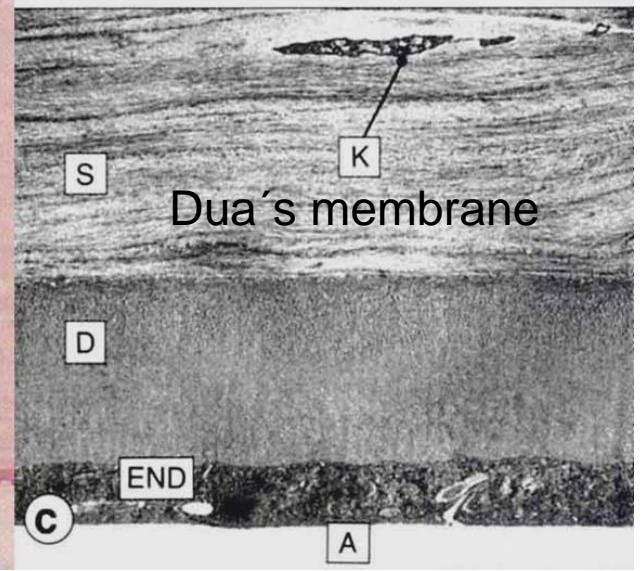
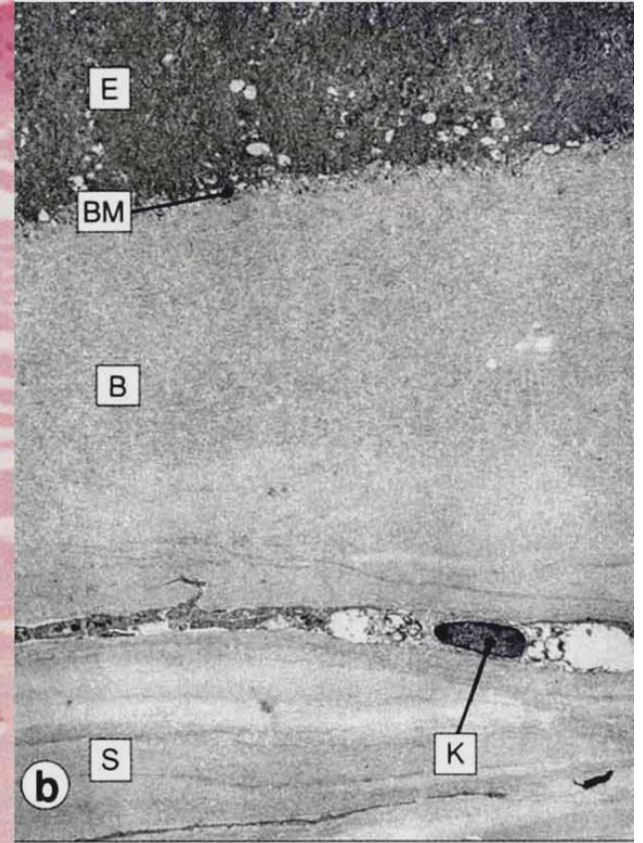
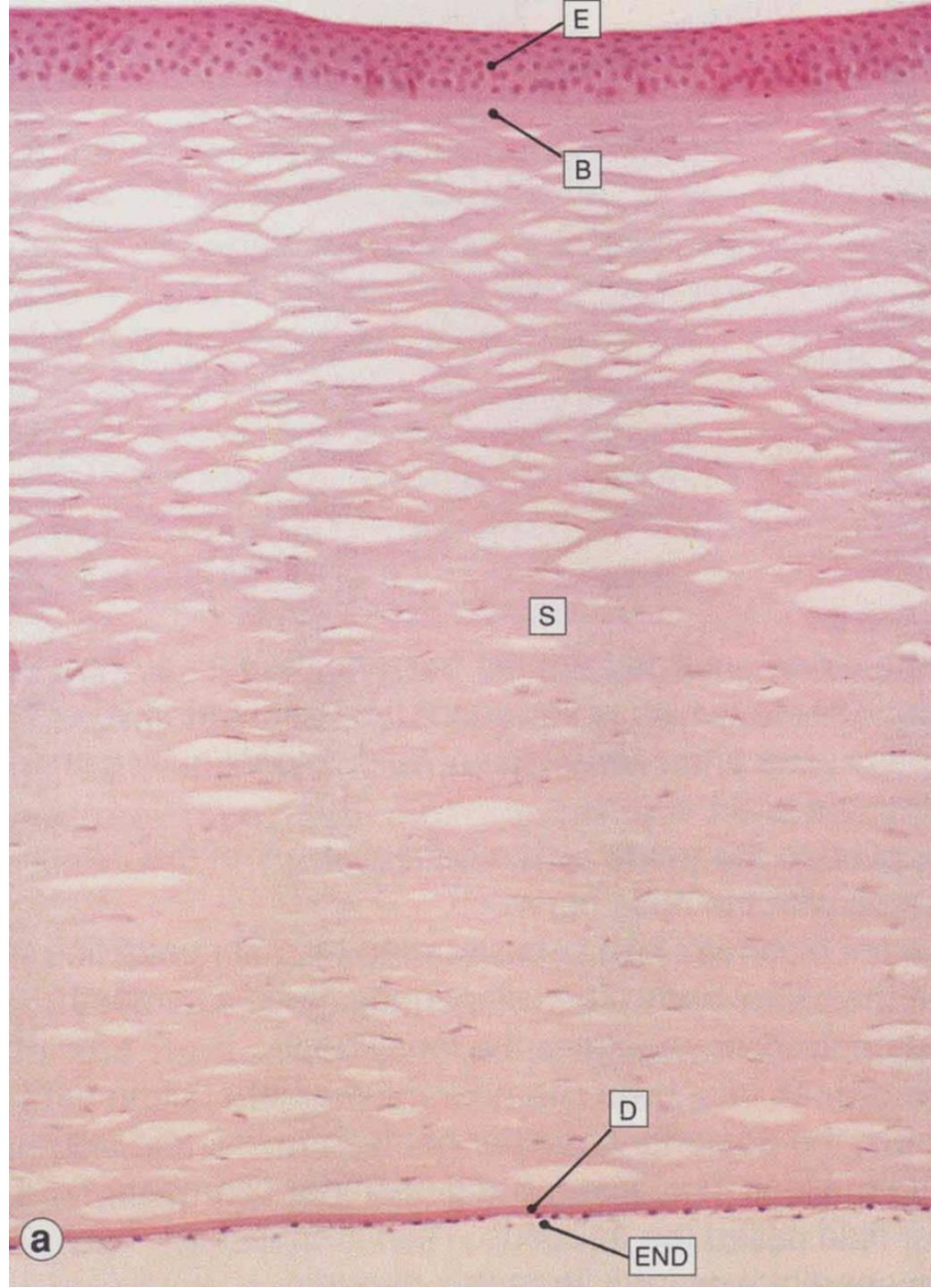
Epithelium anterius corneae

- vícevrstevný dlaždicový nerohovějící epitel
 - obvykle 5 vrstev, 70 μm
- velká regenerační schopnost (6-denní cyklus), na okrajích dendritické Langerhansovy buňky
- volná nervová zakončení v předním epitelu
 - z větví n. V1
- povrchová vrstva (stratum superficiale)
 - oploštělé buňky mají na apikální povrchu mikroklky
- prostřední vrstva (stratum intermedium)
 - obsahuje buňky překrývající vždy dvě bazální buňky pod ní
- bazální vrstva (stratum basale)
 - kubické buňky, spojené hemidesmozomy s lamina basalis a s hlubší lamina limitans anterior

Tunica fibrosa (externa) – cornea

Rohovka – ostatní vrstvy

- lamina limitans anterior *Bowmani* – 12 μm
 - hustá vrstva kolagenních vláken bez fibroblastů
- substantia propria – 500 μm
 - 200-250 vrstev uspořádaných kolagenních lamel, fibroblasty s větvenými výběžky (keratocyty), makrofágy, neutrofilny a lymfocyty
 - Duova membrána - 5 – 8 lamel tvořených kolagenními vlákny na rozhraní substantia propria corneae a descemetické membrány, tloušťka do 15 μm
 - rozptýlí jen 1 % procházejícího světla
 - poranění způsobí jizvu → zákal rohovky



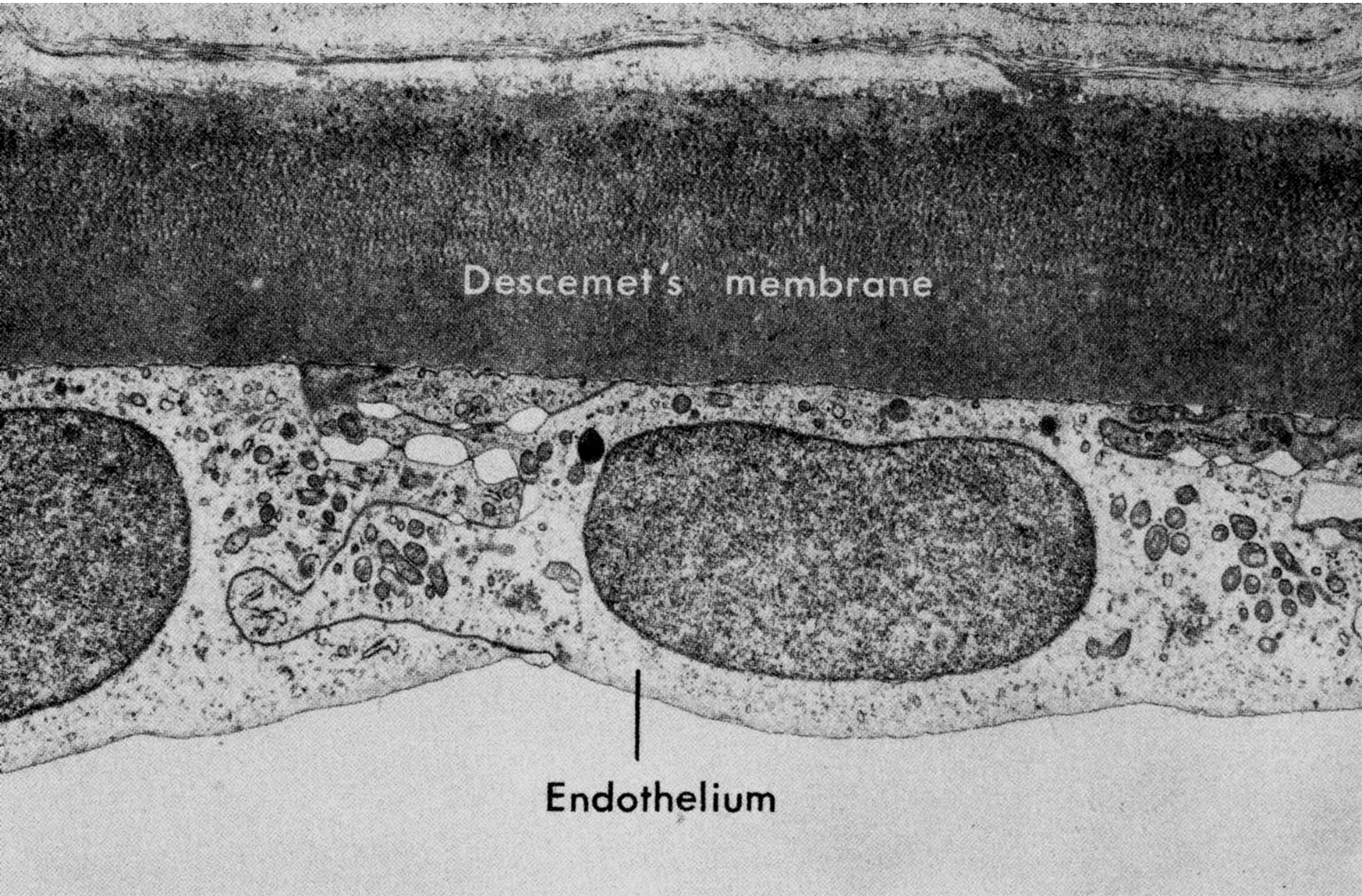
keratocyty



Tunica fibrosa (externa) – cornea

Rohovka – ostatní vrstvy

- lamina limitans posterior *Descemeti*
 - silná bazální lamina zadního epitelu rohovky (3-10 μm – zesiluje se s věkem)
- epithelium posterius corneae
 - jednovrstevný plochý epitel mezenchymového původu
 - klinicky „endotel“

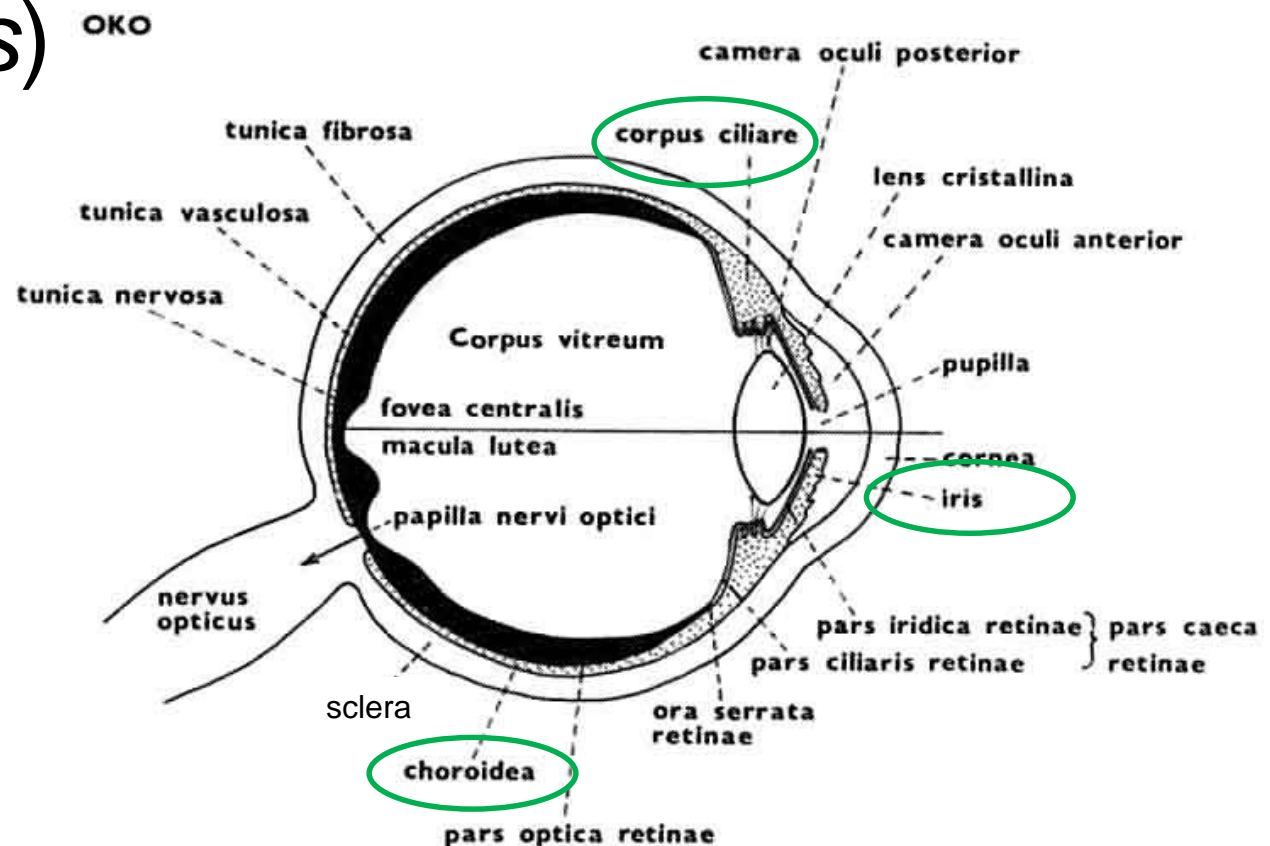


Descemet's membrane

Endothelium

Tunica vasculosa (media) = Uvea = Živnatka

- cévnatka (*choroidea*)
- řasnaté těleso (*corpus ciliare*)
- duhovka (*iris*)



Tunica vasculosa (media)

Cévnatka = Choroidea

- lamina suprachoroidea (= lamina fusca sclerae) – vazivo s melanocyty
- lamina vasculosa *Halleri* (choroidální stroma)
 - velké cévy, vazivo, melanocyty, hladké svalové buňky, nervy
- lamina choroidocapillaris
 - vlásečnice
- complexus basalis choroideae = *Bruchova* membrána, lamina vitrea
 - BL pigmentového epitelu a vlásečnic + vazivová vlákna



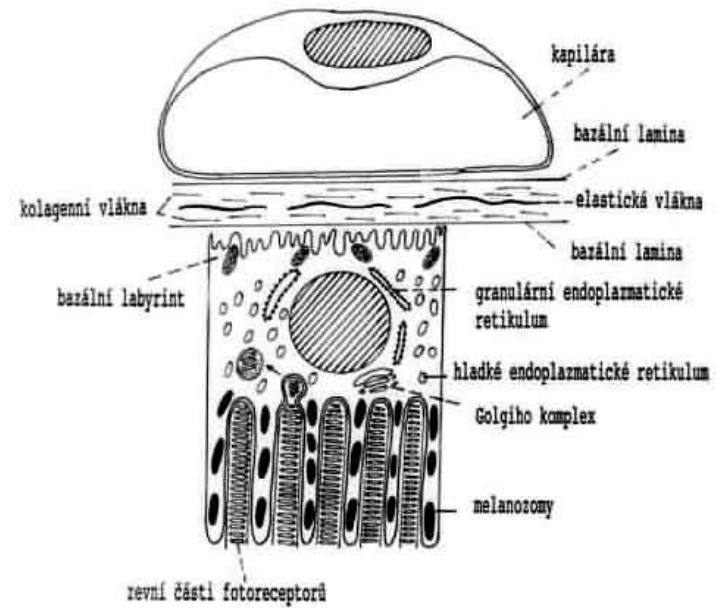
lamina suprachoroidea

lamina vasculosa

lamina choroidocapillaris

lamina vitrea

lamina vasculosa



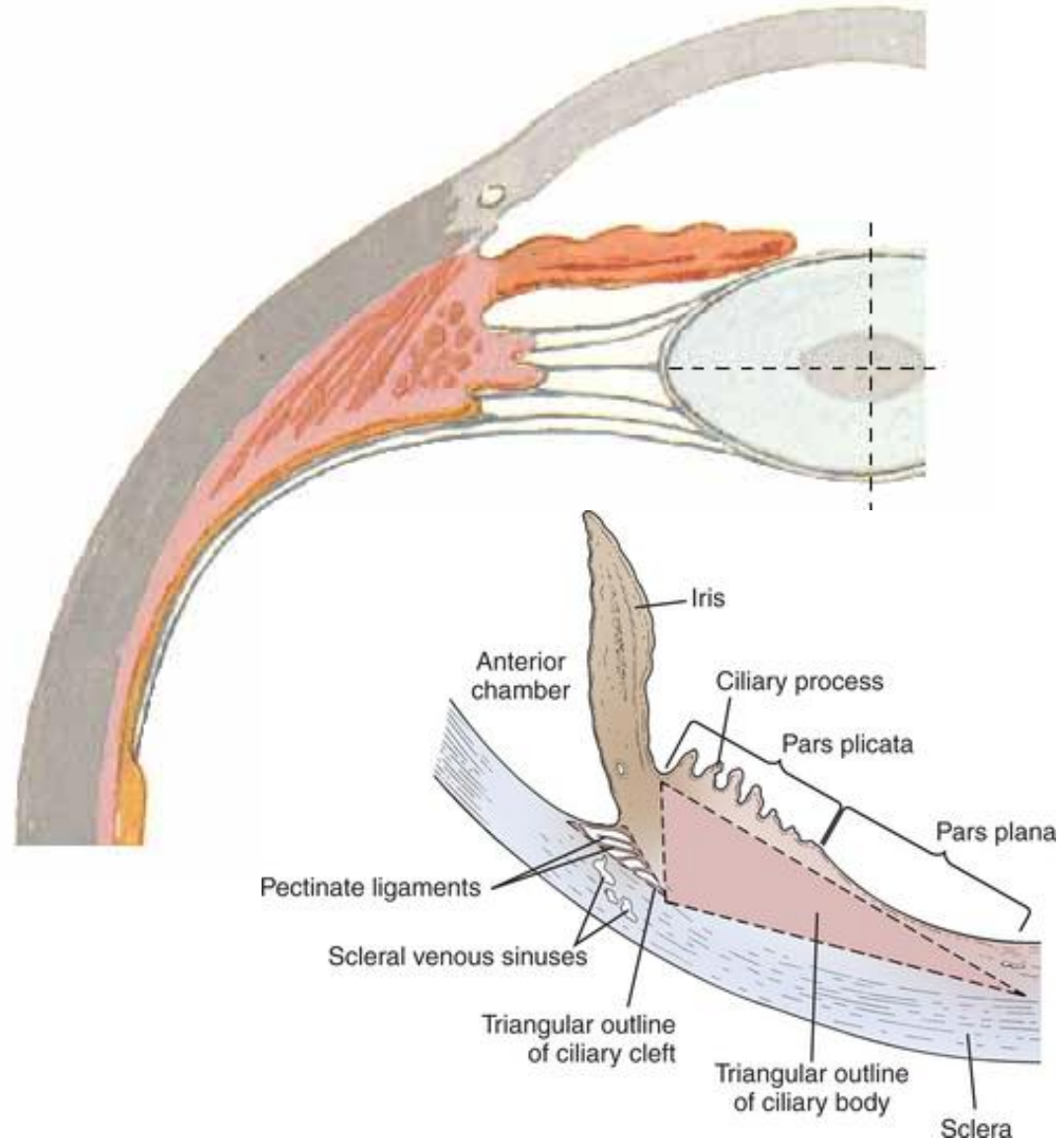
lamina choroidocapillaris

lamina vitrea

Tunica vasculosa (media)

Řasnaté těleso = Corpus ciliare

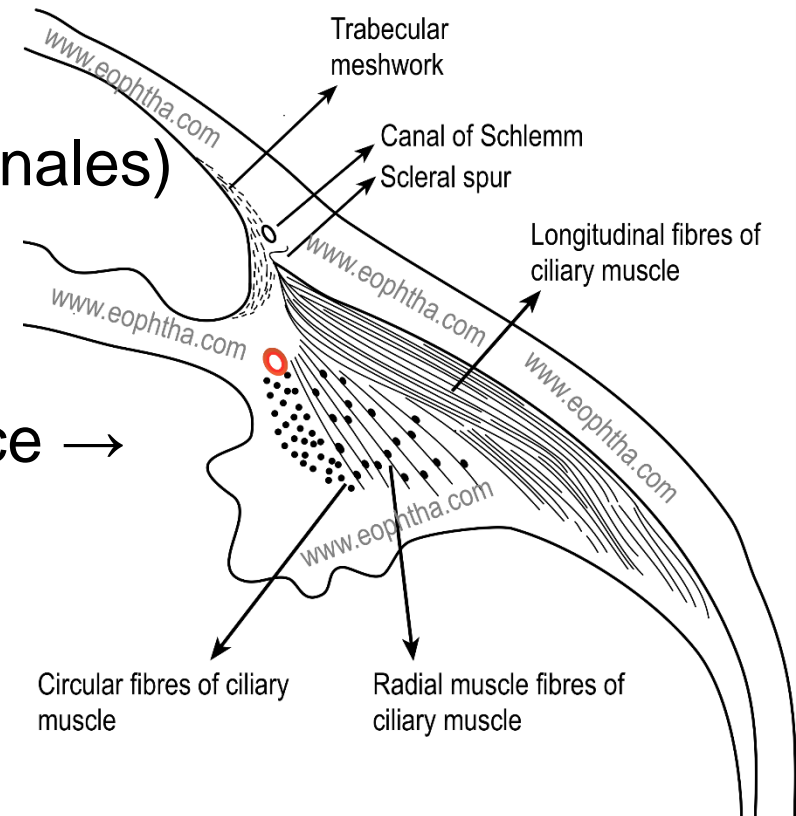
- tvar mezikruží
- průřez trojúhelníku
- pars plana (anulus ciliaris, orbiculus ciliaris) = vnější část
- pars plicata (corona ciliaris) = vnitřní část
- vějířovité vyšší processus ciliares (70-80) + plicae ciliares
- zonula ciliaris – závěs čočky



Tunica vasculosa (media)

Řasnaté těleso = Corpus ciliare

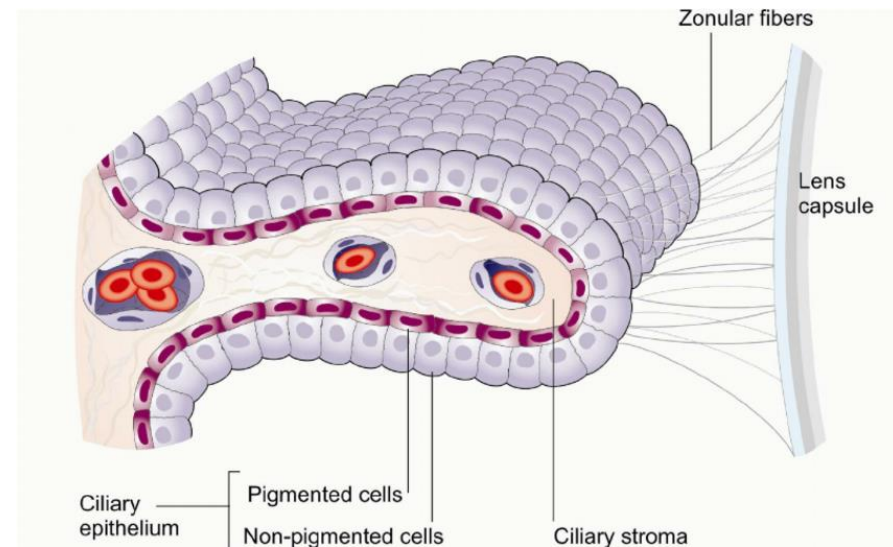
- lamina supraciliaris (odpovídá lamina suprachoroidea)
- *hladký* musculus ciliaris
 - fibrae meridionales (= longitudinales)
 - fibrae radiales
 - fibrae circulares
 - **parasymptikus** → akomodace → **pohled do blízka**
 - (pohled do dálky zajišťuje pružnost cévnatky)
- stroma – obsahuje cévy

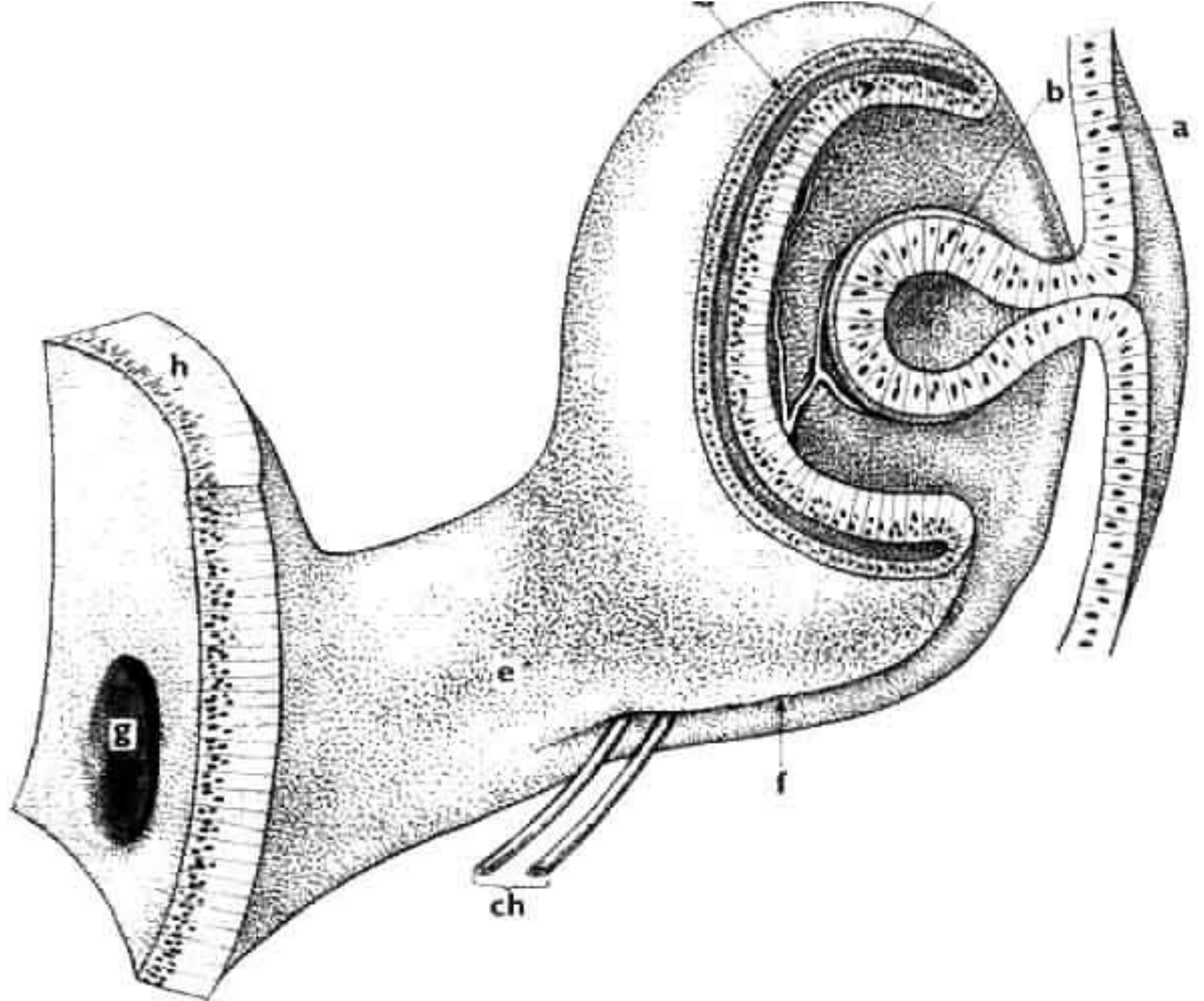


Tunica vasculosa (media)

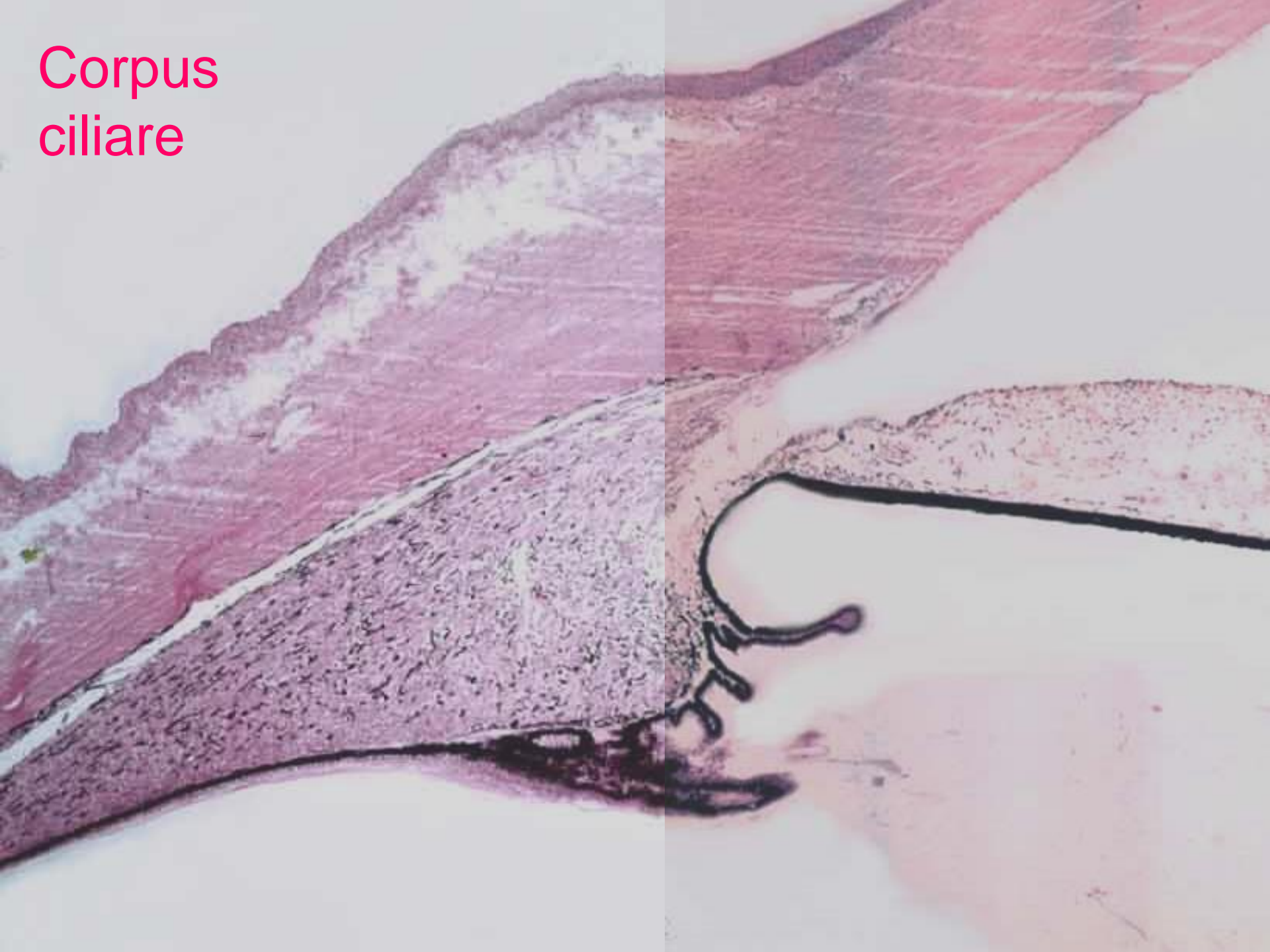
Řasnaté těleso = Corpus ciliare

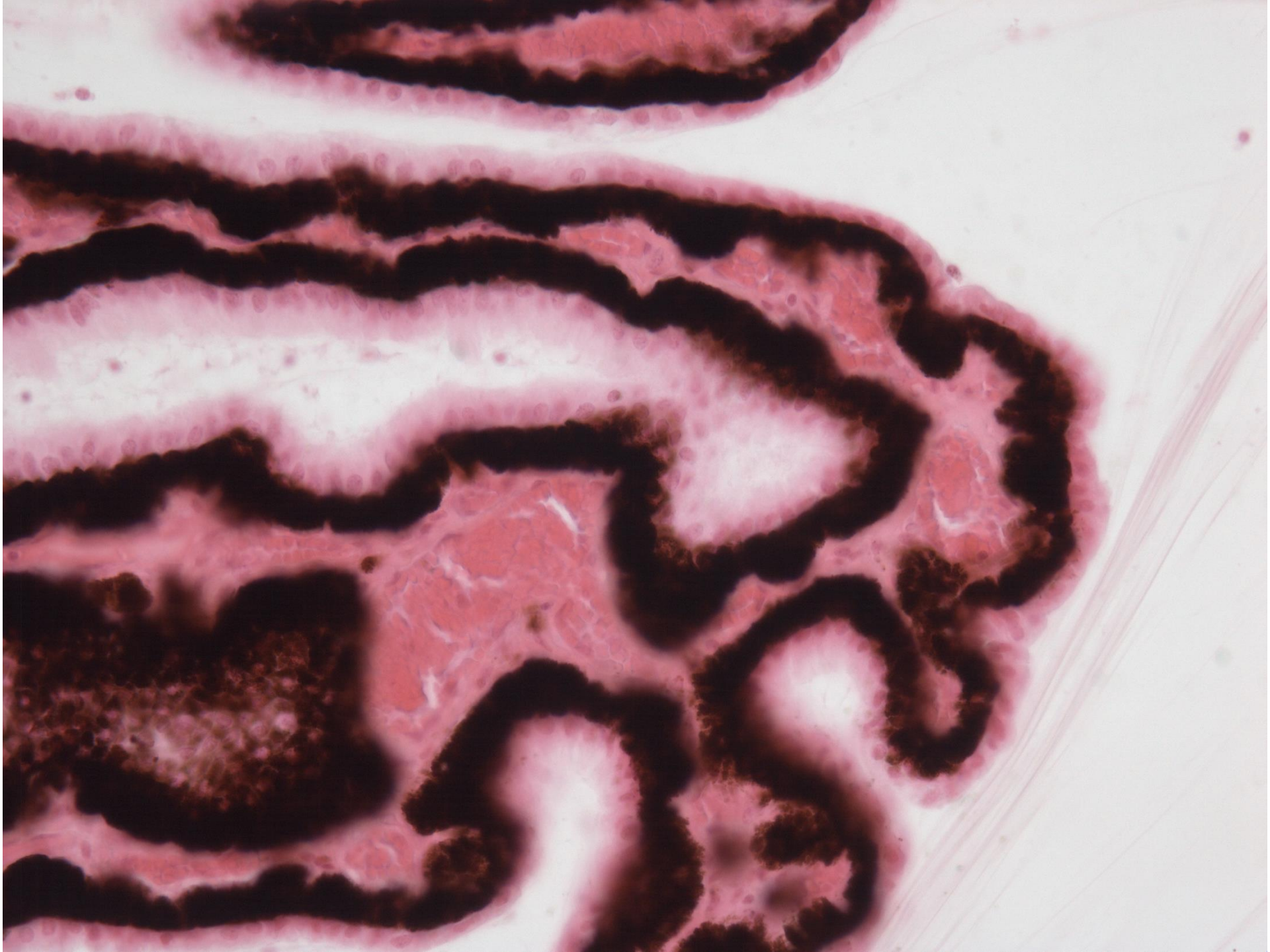
- lamina basalis (odpovídá Bruchově membráně)
- epithelium ciliare (pars ciliaris retinae)
 - epithelium pigmentosum (odpovídá pigmentovému epitelu sítnice)
 - epithelium nonpigmentosum (odpovídá senzorigickému epitelu sítnice) – buňky transportující ionty (bazální labyrint)
- kryto lamina limitans interna retinae
- úpon zonula ciliaris (závěsného zařízení čočky)





Corpus
ciliare







Tunica vasculosa (media)

Duhovka = Iris

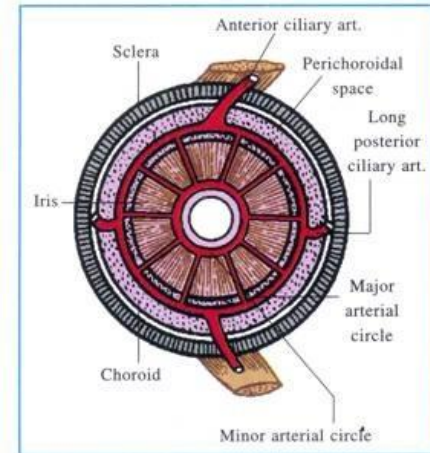
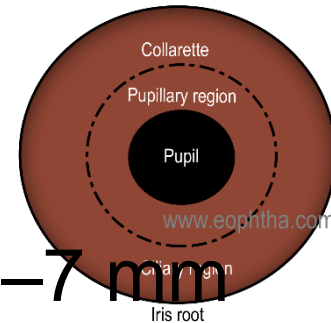


Fig. 9.26. Arterial supply of iris.

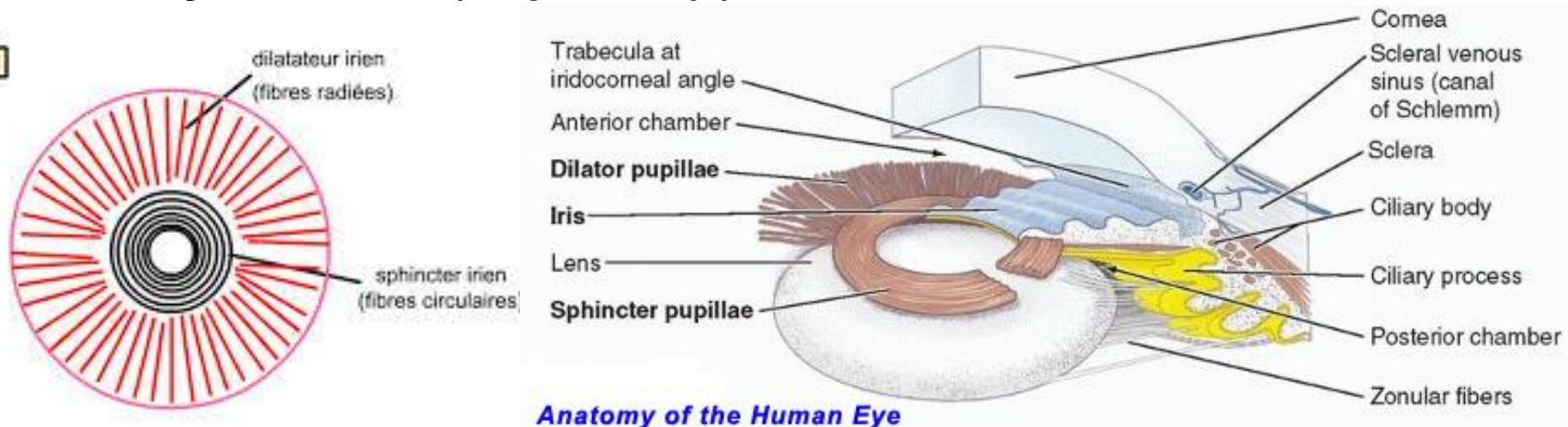


- tvar mezikruží, plochá, průměr 21 mm
- margo ciliaris (vnější) + pupillaris (vnitřní)
- anulus iridis major + minor (obsahují circulus arteriosus iridis major + minor)
- **pupilla** (= zornice, zřítelnice, „panenka“): 2,5–7 mm
- facies anterior
 - zona ciliaris (cryptae iridis při katele)
 - catella („collarette“, plica radians) – zbytek po úponu membrana iridopupillaris
 - zona pupillaris (1,5 mm široká, cryptae pupillares)
- facies posterior

Tunica vasculosa (media)

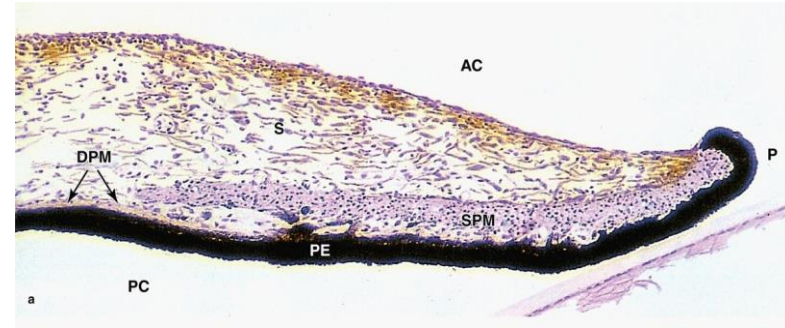
Svaly duhovky

- m. sphincter pupillae – typický hladký sval
 - parasimpatikus (n.III → ggl. ciliare)
 - **miosis** (kruhovitý)
- m. dilatator pupillae – pigmentovaný myoepitel
 - sympatikus (ggl. cervicale superius)
 - **mydriasis** (vějířovitý)

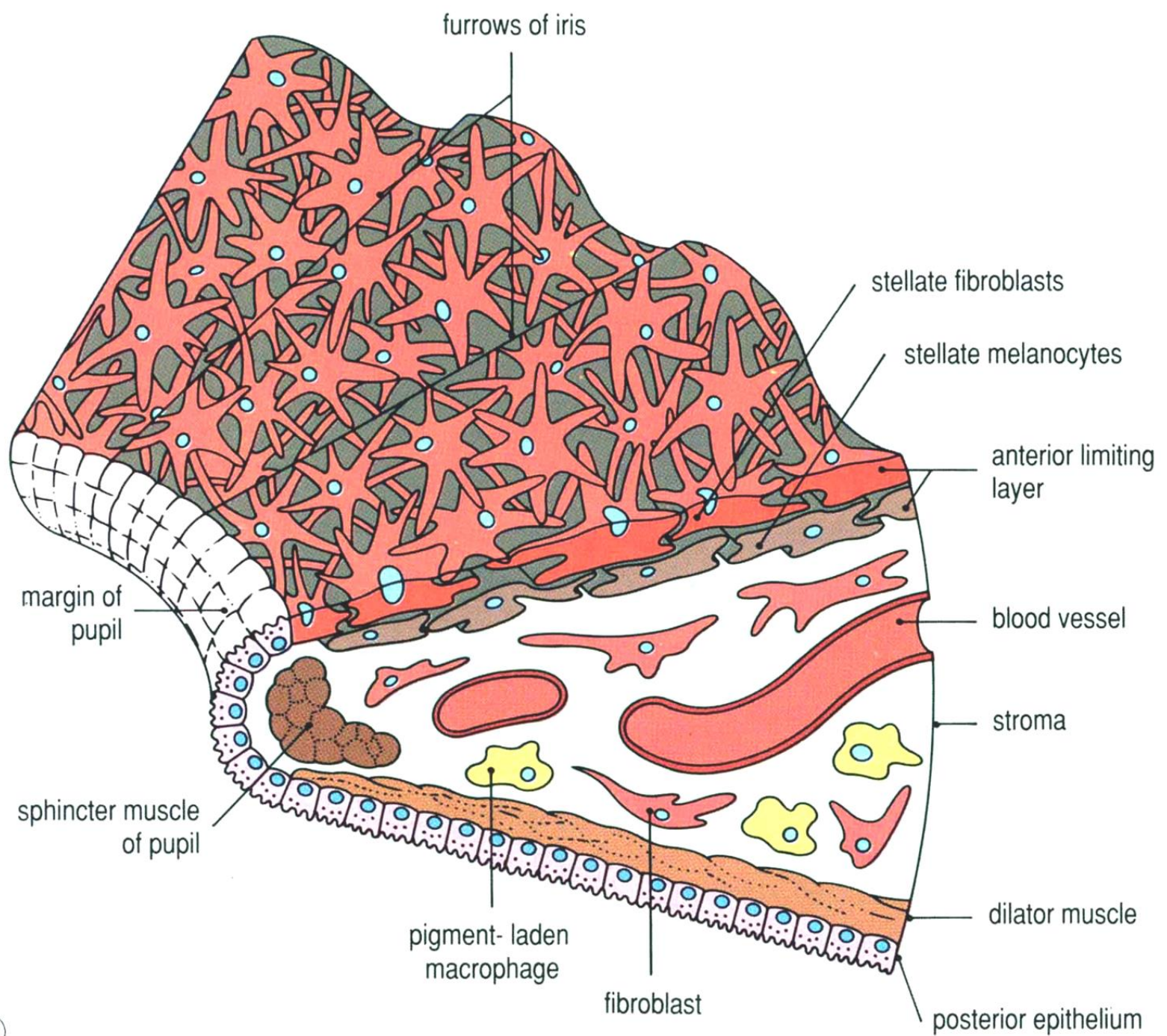


Tunica vasculosa (media)

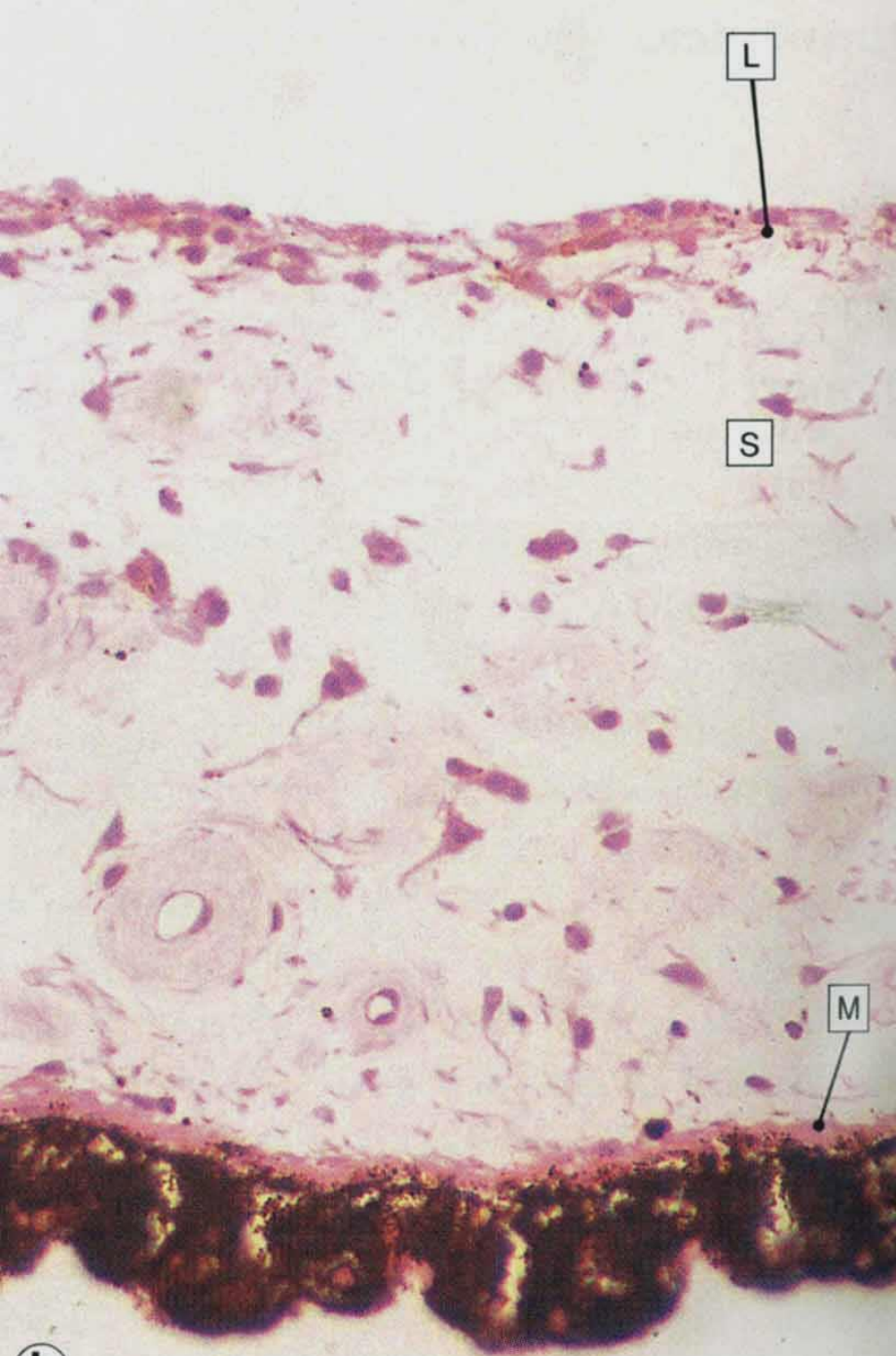
Vrstvy duhovky



- přední plocha
 - nemá epitelový kryt (*stratum limitans anterius*) = změněné stroma
 - fibroblasty a melanocyty (barva)
- stroma iridis
 - *stratum anterius nonvasculosum*
 - obsahuje m. sphincter pupillae
 - *stratum posterius vasculosum* – oba cévní okruhy
 - makrofágy (*cellula congregata Koganei*)
- epithelium iridicum – 2 vrstvy – pars iridica retinae
 - musculus dilatator pupillae (pigmentované myoepitelové buňky)
 - epithelium pigmentosum – cylindrické buňky



a



přední vrstva hraniční

stratum anterius

stroma iridis

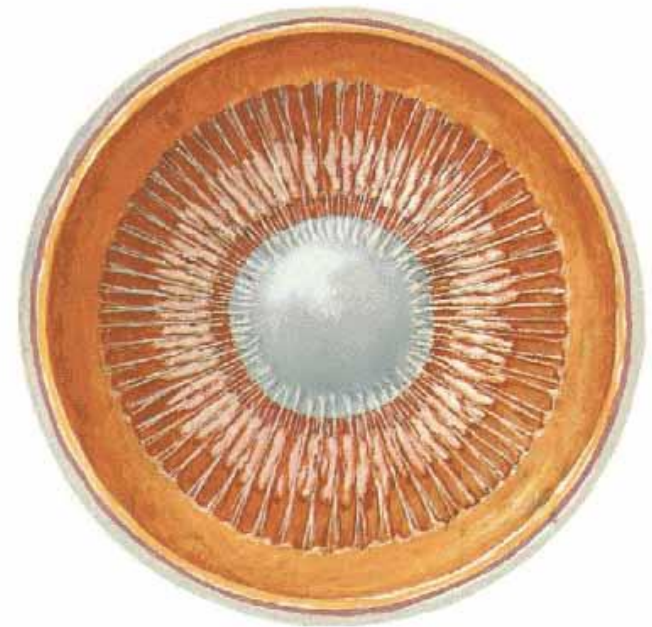
stratum posterius

musculus dilatator pupillae
pigmentový epitel duhovky

Čočka = Lens

- transparentní bikonvexní bezcévný útvar slouží k zaostřování
- 15-20 dioptrií
- facies anterior + posterior
- polus anterior + posterior
- axis, equator
- radii (švy ve tvaru Y a obráceného Y)
- zonula ciliaris *Zinni*
 - fibrae zonulares
 - spatia zonularia

Lens and Supporting Structures
Section in Frontal Plane

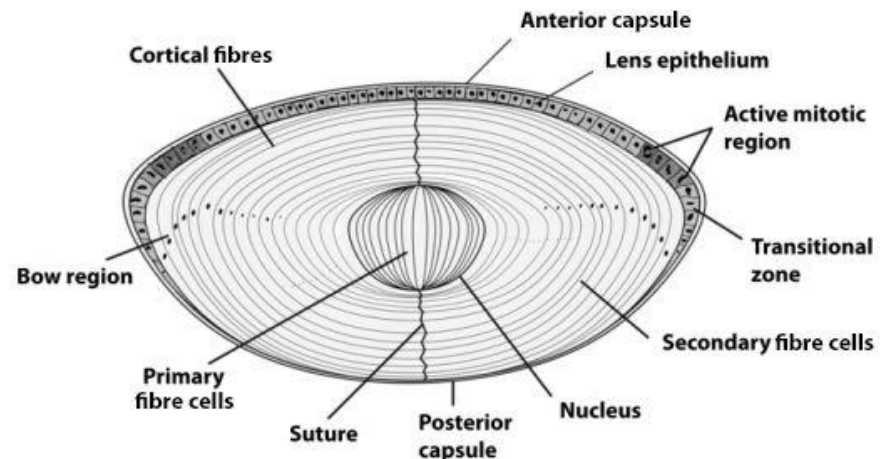


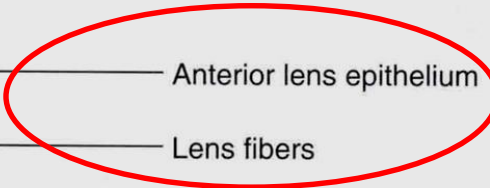
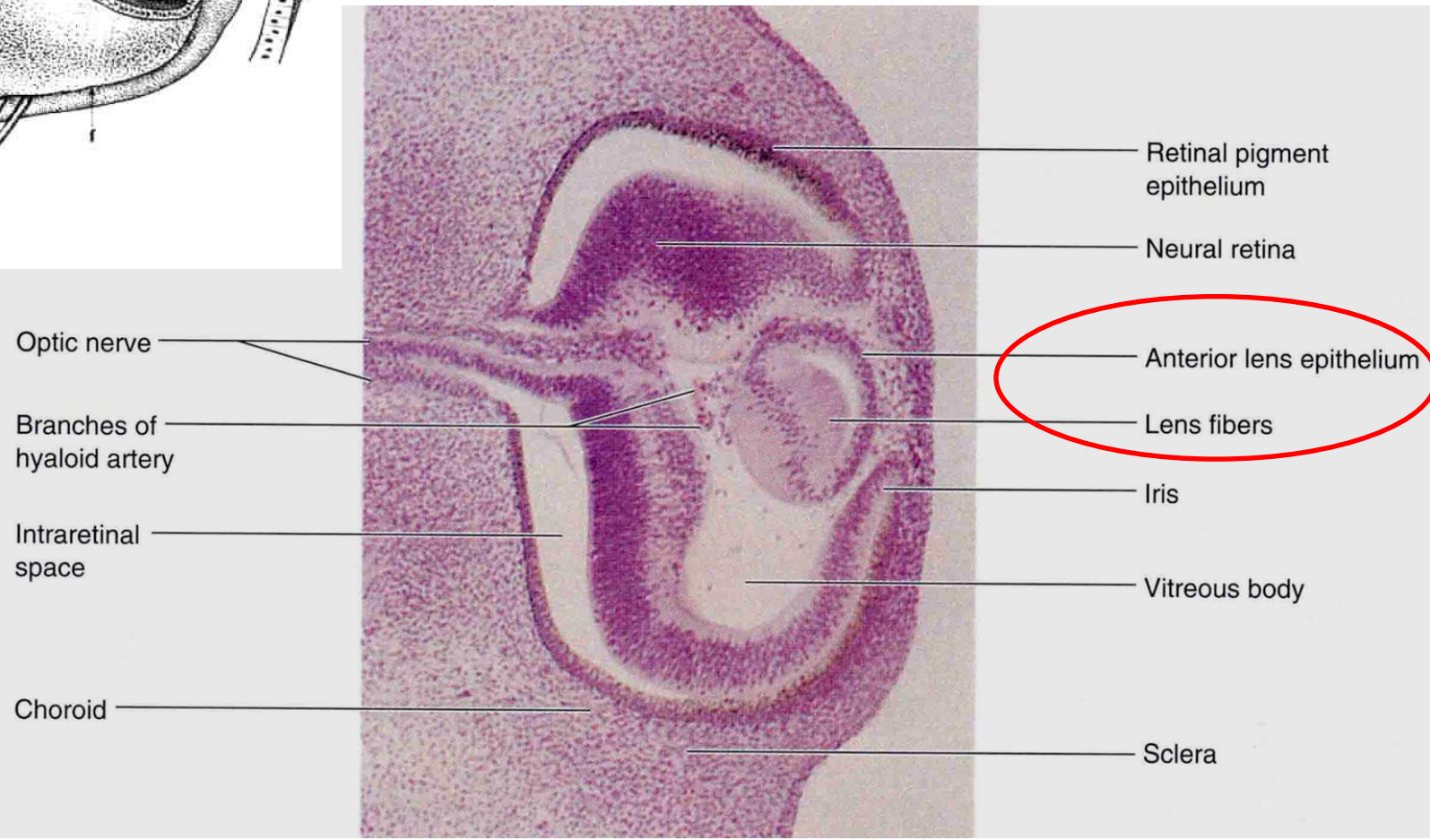
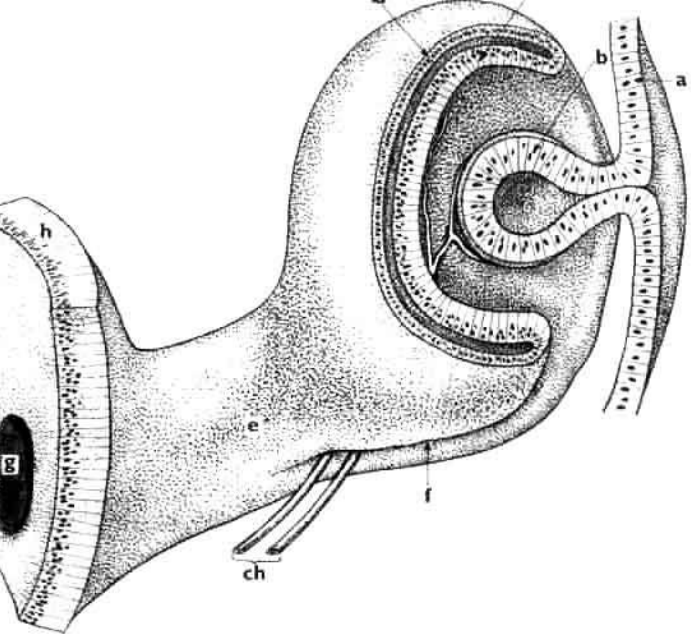
Bulb of eye: anterior segment viewed from behind

šedý zákal (katarakta) – náhrada → pseudofakie

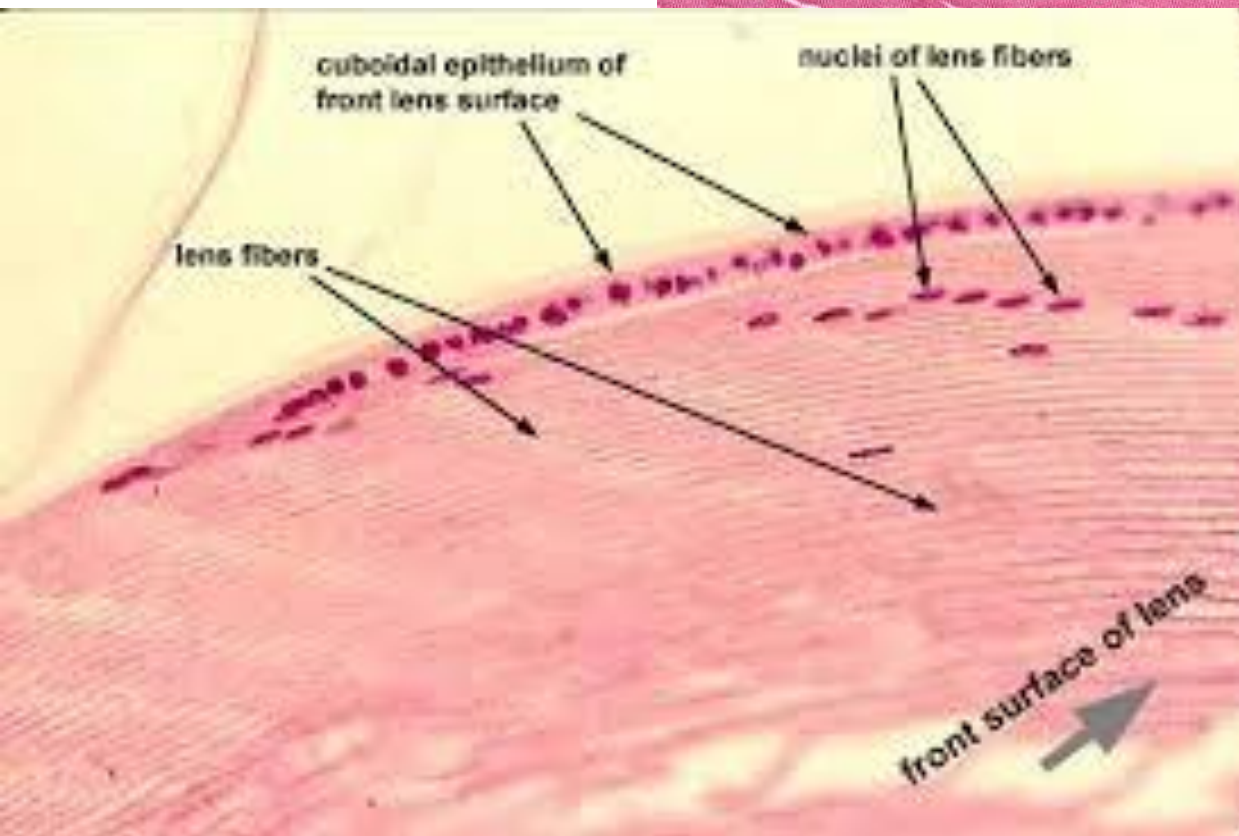
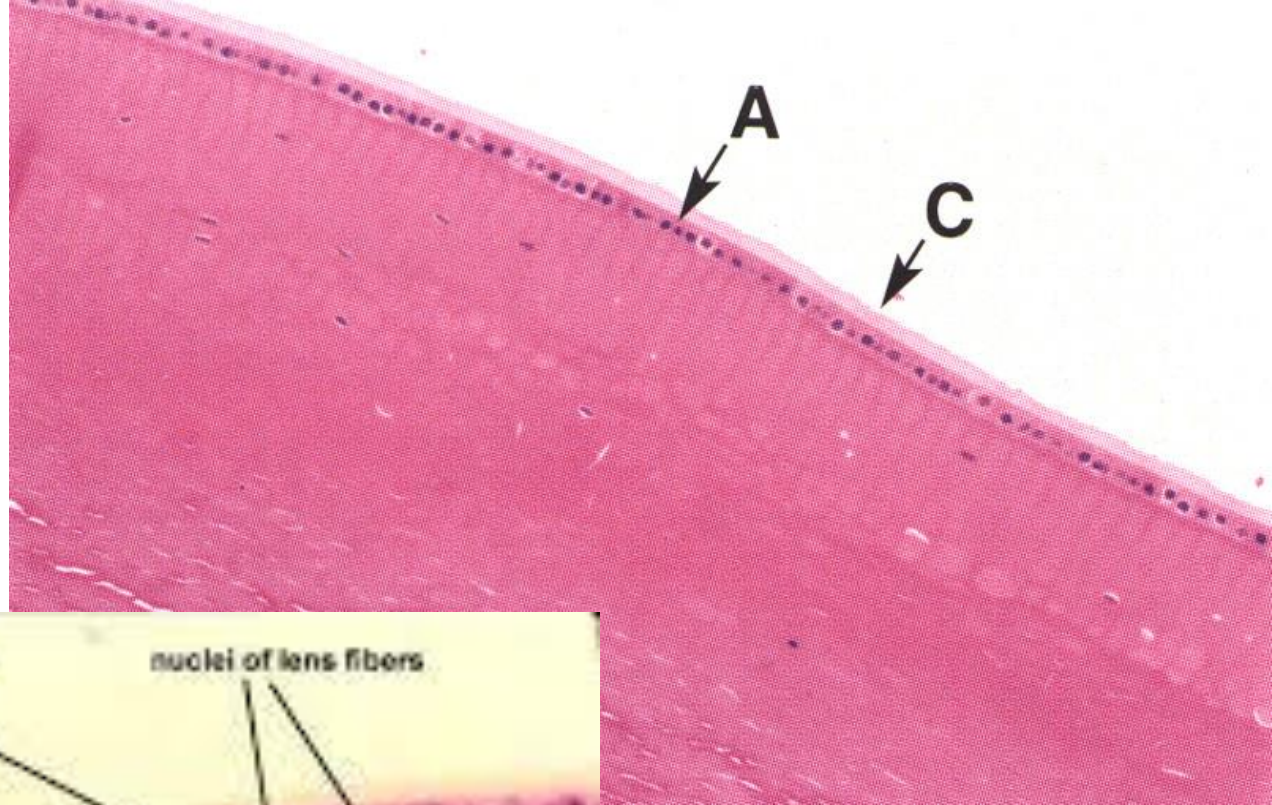
Čočka = Lens

- capsula lentis – zesílená bazální lamina
- epithelium lentis – jednovrstevný kubický
– jen na přední ploše čočky
- substantia lentis – vlákna čočky
 - cortex – obsahuje protáhlé 6boké eozinofilní buňky (fibrae) s organelami a jádrem
 - nucleus – buněčná vlákna bez organel a jádra
 - buňky obsahují specifické proteiny (filensin, fakinin, krystaliny)
- průměr 9-10 mm
- tloušťka 3,7-4,4 mm
- 69 % vody





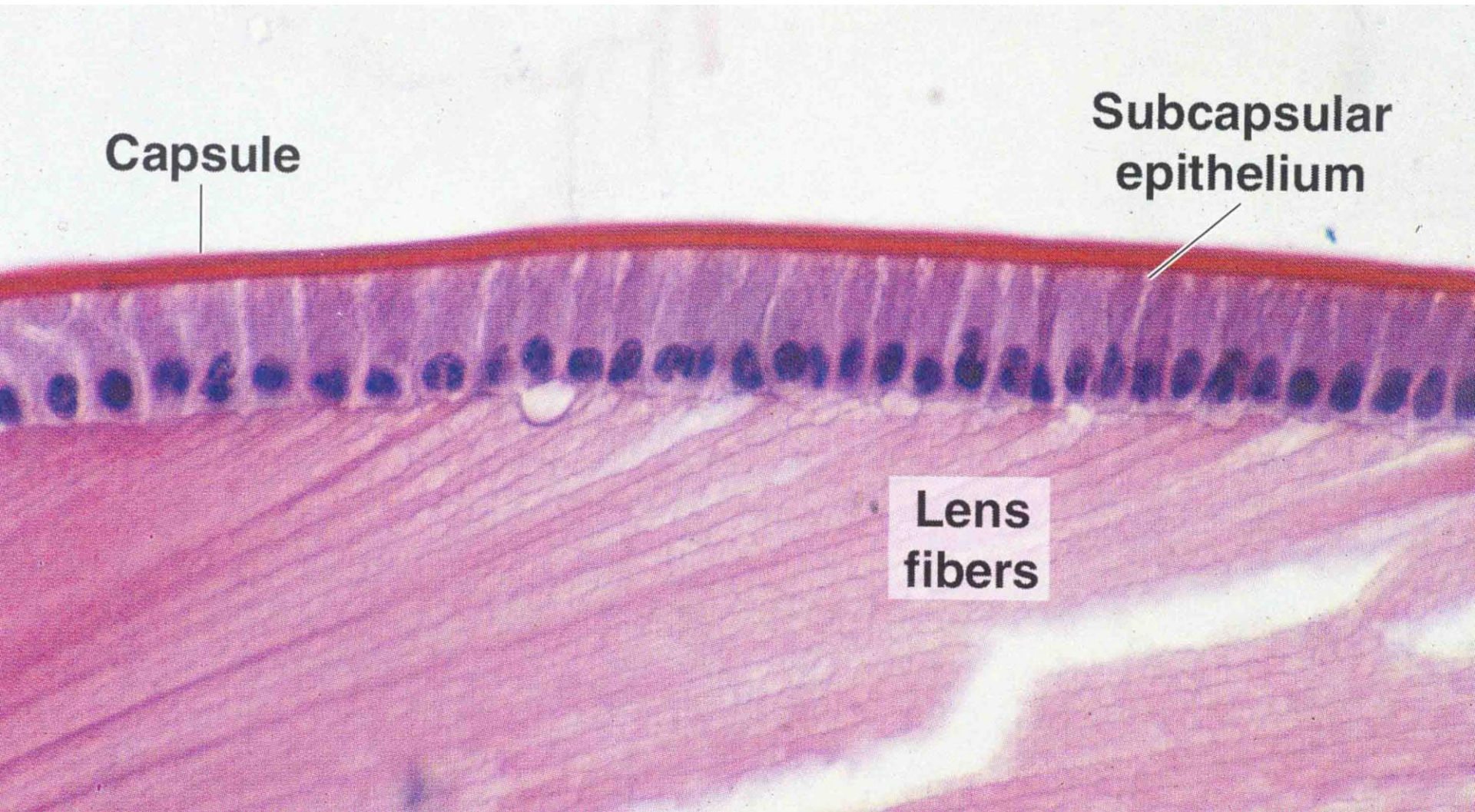
Čočka

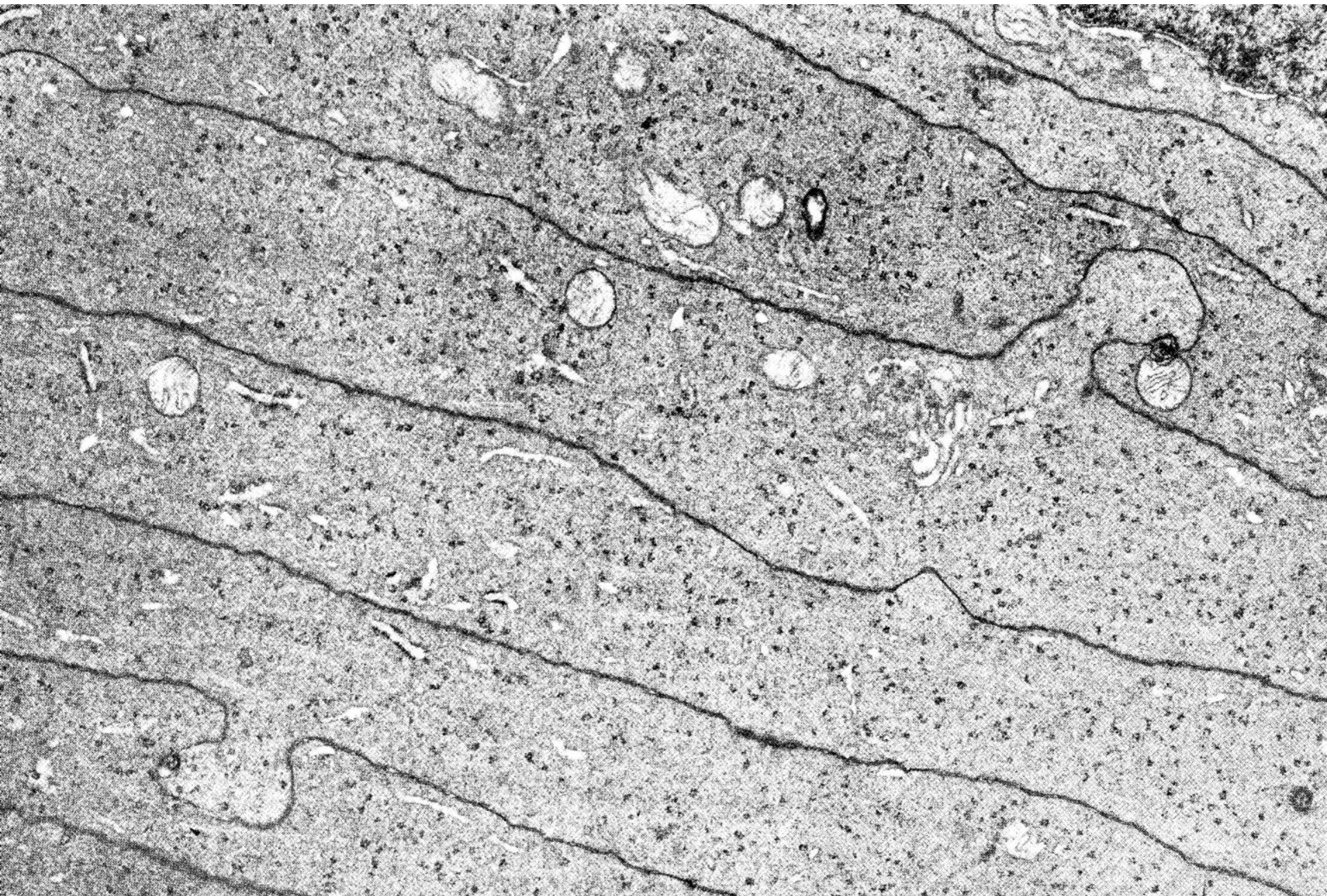


Capsule

**Subcapsular
epithelium**

**Lens
fibers**





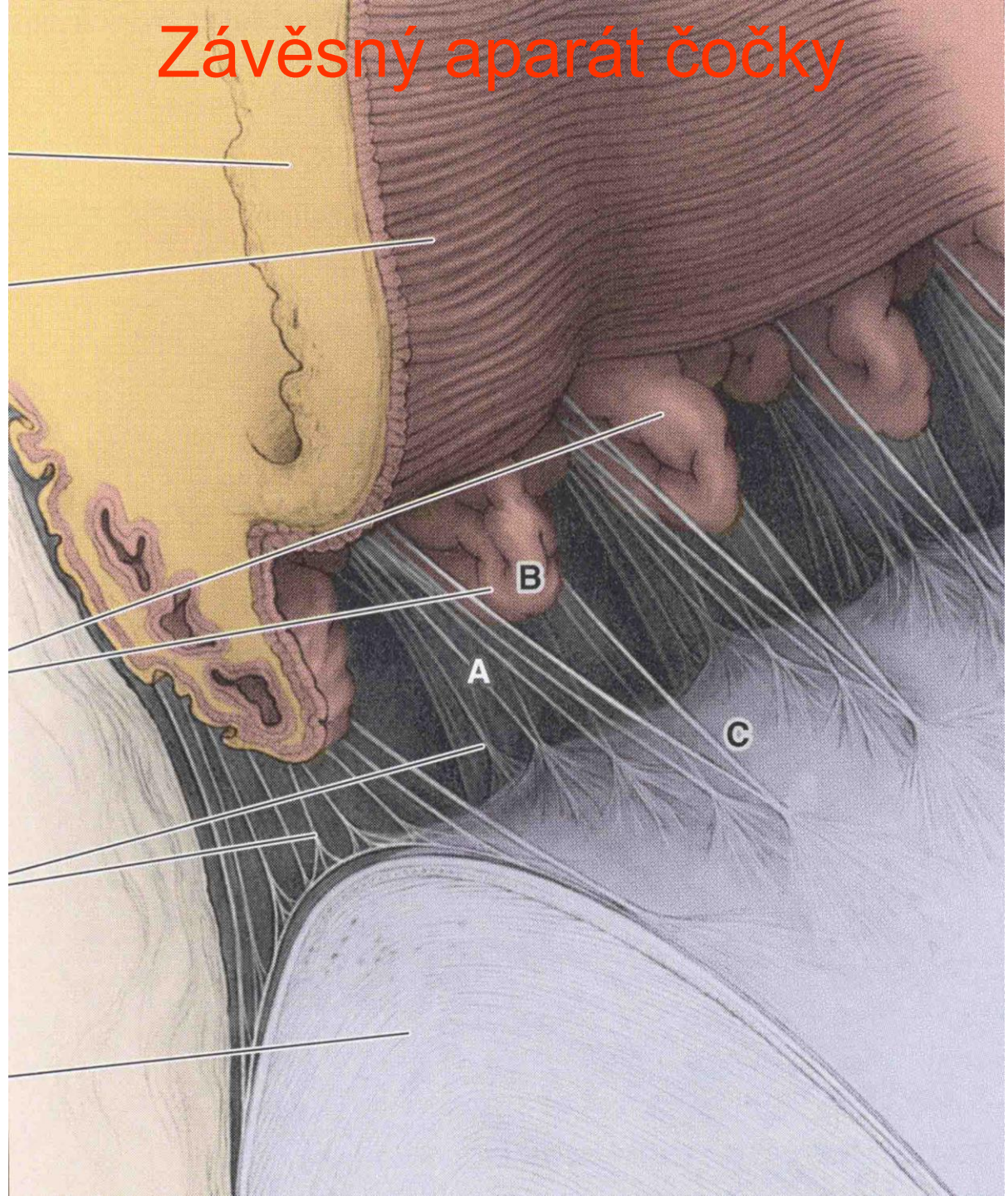
Závěsný aparát čočky

orbiculus ciliaris

corona ciliaris

zonula ciliaris Zinii

čočka





Zaostření = Akomodace

- zaostření na blízko

- maximálně do 6,5 cm (mladé oko)

- stah m. ciliaris

- fibrae zonulares povolí

- čočka se vypoukne

- současně stah m. sphincter pupillae (= **miosis**)

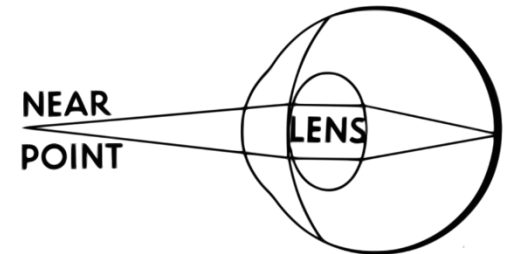
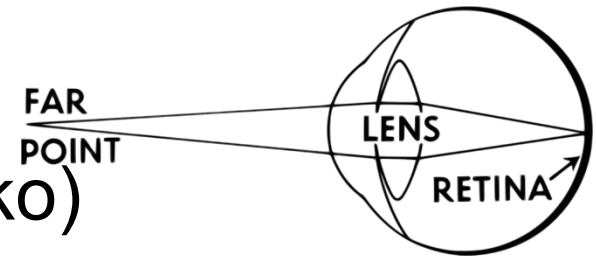
- zaostření na dálku

- základní stav oka

- tonus cév udržuje fibrae zonulares napnuté

- čočka je oploštěná

- ze zaostření vrací zpět stah m. dilatator pupillae
(= **mydriasis**)

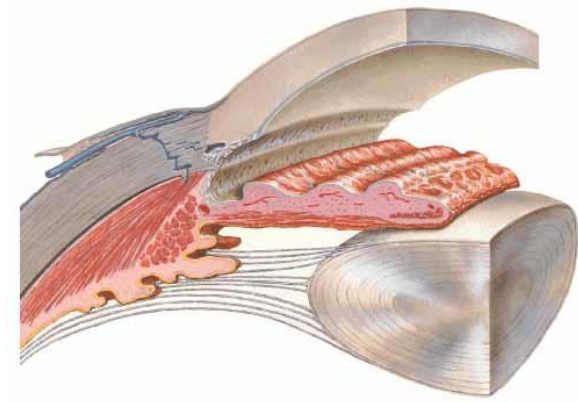


Sklivec = *Corpus vitreum*

- **membrana vitrea** – kolagenní obal
- **stroma vitreum** – řídká spleť kolagenních vláken a hyalocyty (tvorí jej jen za vývoje)
- **humor vitreus** – 4 ml, 98 % vody, kyselina hyaluronová
- hyalocyty jsou monocyto-makrofágového původu
- sklivec *neregeneruje* ! – při poranění vyteče, nahrazen komorovou vodou
- canalis hyaloideus *Cloqueti* – zbytek po fetální arteria hylaloidea
- fossa hyaloidea = otisk čočky
- *udržuje vnitřní tlak oka, přitlačuje sítnici, při ztrátě → odchlípení sítnice (amoce = amotio)*

Oční komory

= Camerae bulbi



- **sklivcová komora** (camera postrema s. vitrea)
 - mezi řasnatým tělesem, čočkou a sítnicí
 - obsahuje sklivec
 - spatium retrozonulare
- **zadní komora** (camera posterior)
 - mezi duhovkou, čočkou a řasnatým tělesem
 - obsahuje a vytváří humor aquosus
- **přední komora** (camera anterior)
 - mezi rohovkou a duhovkou
 - angulus iridocornealis
 - obsahuje a vstřebává humor aquosus

Komorový mok (nitrooční tekutina) = Humor aquosus

- tvořen řasnatým tělesem
 - vstřebáván v angulus iridocornealis
 - 0,2-0,3 ml čiré, bezbarvé tekutiny
 - denně se vytvoří 3 ml
 - složení: 0,7-1,2 % NaCl, stopy močoviny a glukózy (0,1 %), žádné bílkoviny
 - nahrazuje mízu oka
 - nitrooční tlak 14-17 mmHg
- ↑ nitrooční tlak → útlak sítnice → ***zelený zákal***
(***glaukom = glaucoma***)

Cesta toku komorového moku

řasnaté těleso (ciliární kanál)

→ zadní komora

→ zornice

→ přední komora

→ angulus iridocornealis

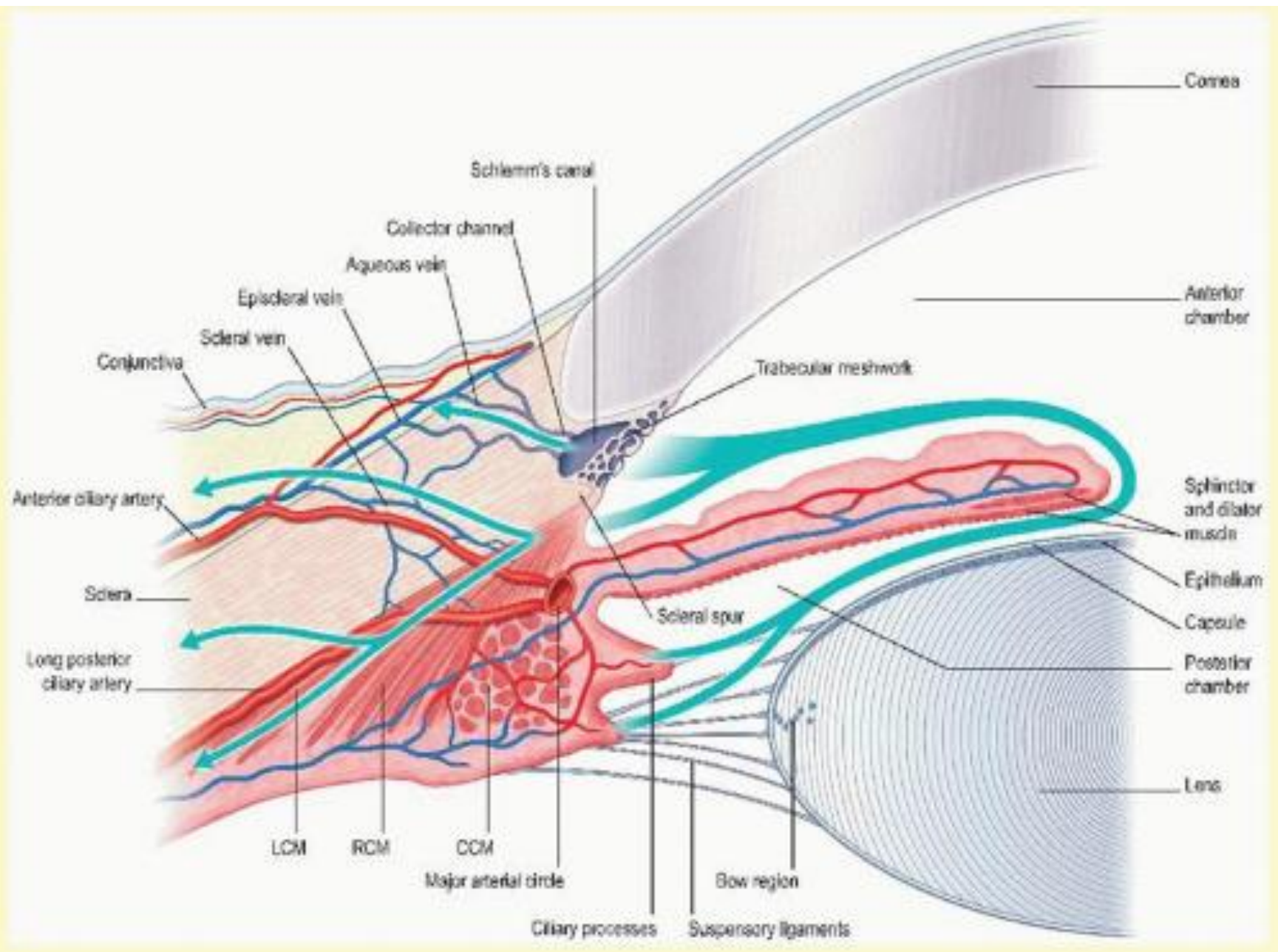
→ spatia a.i. (Fontanovy prostory)

→ sinus venosus sclerae (Schlemmův kanál)

→ venulae acquosae

→ vv. episclerales (+ vv. sclerales)

→ větší žíly oka a očnice (vv. ciliares anteriores, vv. conjunctivales)



Přídavné struktury oka

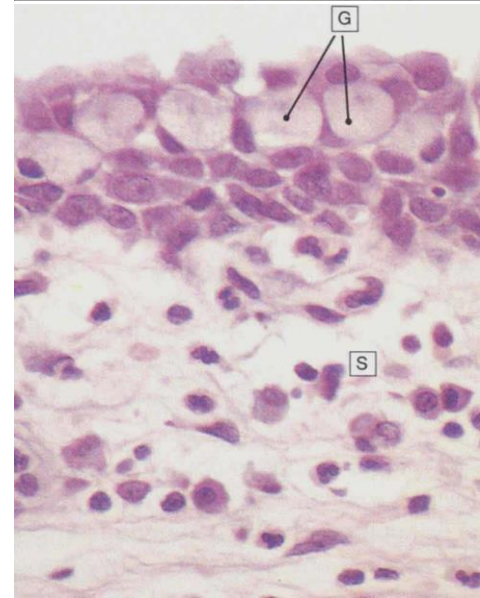
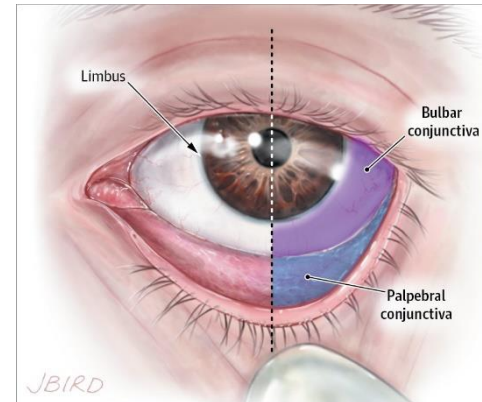
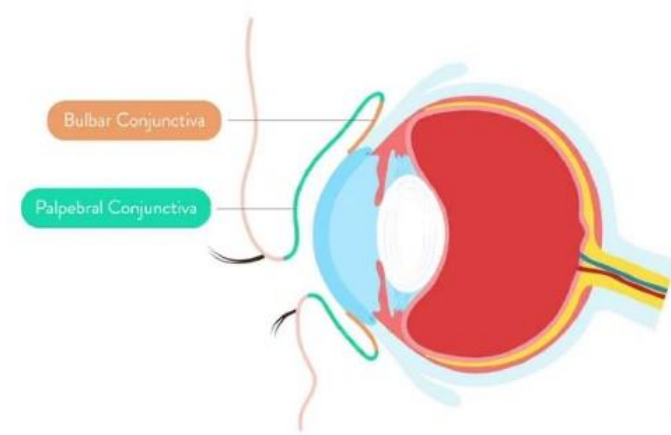
Structurae oculi accessoriae

- vazivové ústrojí = *apparatus ligamentosus*
- víčka = *palpebrae*
- spojivka = *tunica conjunctiva*
- slzné ústrojí = *apparatus lacrimalis*
- svalové ústrojí = *apparatus muscularis*
- obočí = *supercilium*

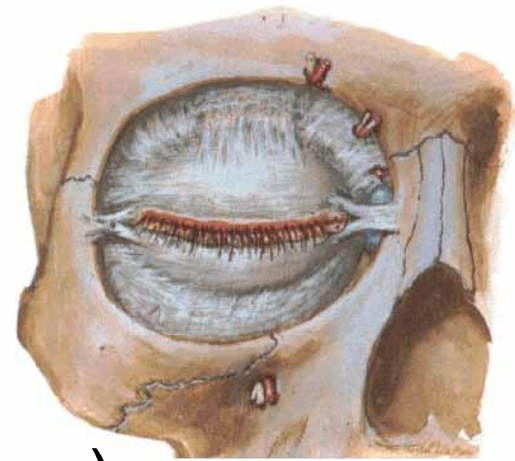
Spojivka

Tunica conjunctiva

- t.c.bulbi et palpebrarum
- fornix superior + inferior
- pokračování epitelu rohovky, přechází zezadu na oční víčko, kryje přední stranu oční koule
- vícevrstevný (2-5) kubický až nízce cylindrický epitel + pohárkové buňky
- lamina propria mucosae – řídké kolagenní vazivo + melanocyty (+ lymfocyty)
- CALT = mízní uzlíky
- slzový film (*irroratio lacrimarum*)
- glanduale conjunctivales *Wolfringi* (2-5 nahoře)
- glandulae lacrimales accessoriae *Krausei* (5-40 nahoře, 1-10 dole)
- caruncula lacrimalis

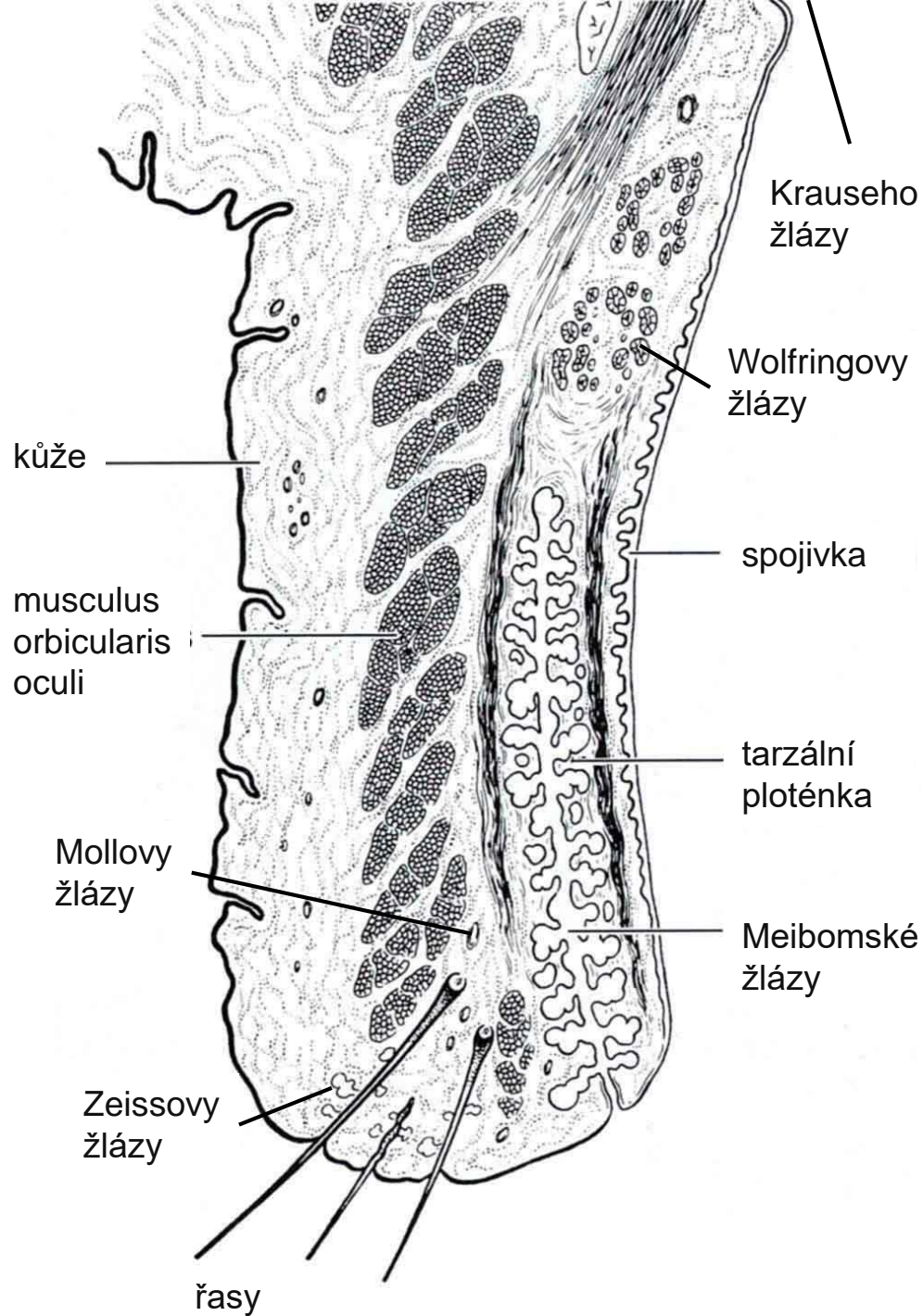


Víčka = *Palpebrae*

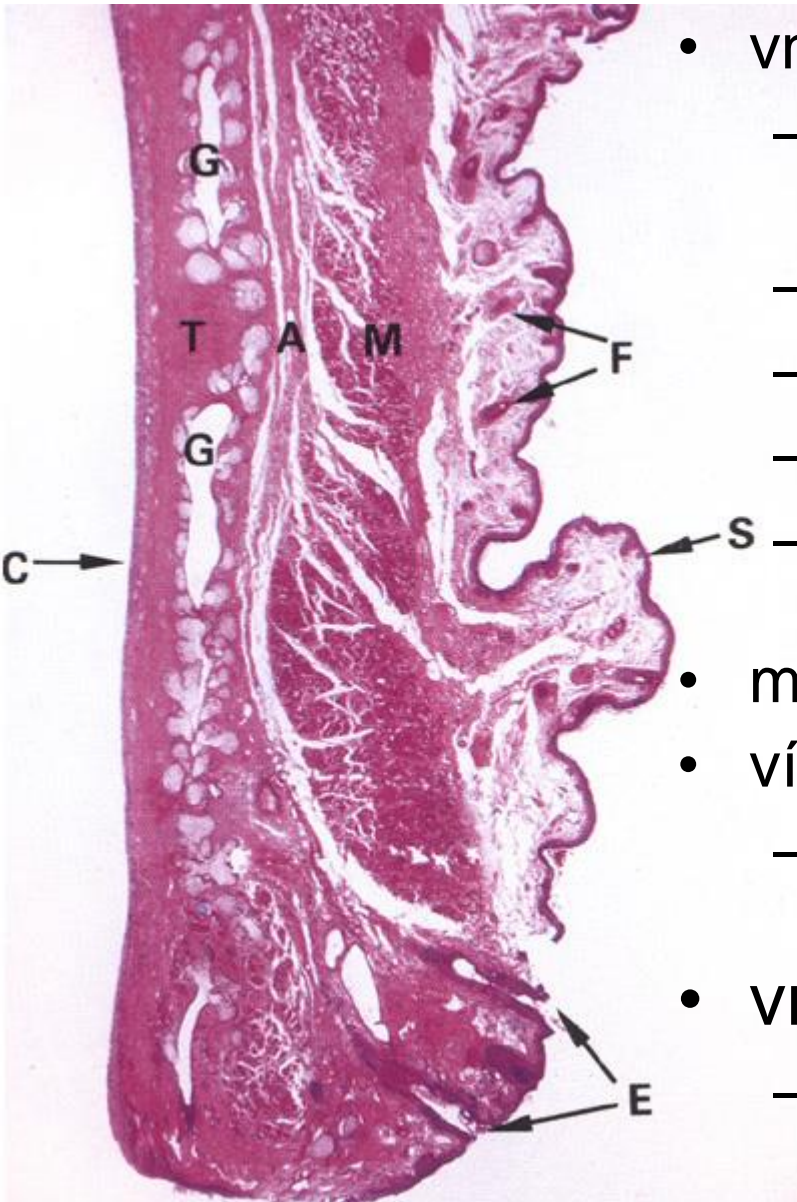


- palpebra superior + inferior
- tarsus superior (10 mm) + inferior (5 mm)
- lig. palpebrale med. (2 pruhy) + lat.
- rima palpebrarum, commissura palp. med.+lat.
- facies ant.+post., limbus ant.+ post.
- angulus oculi med.+ lat.
- m. tarsalis sup.(Mülleri) + inf. – *hladké svaly*
- pars palpebralis m. orbicularis oculi – n. VII
- m. levator palpebrae superioris – n. III
- řasy = cilia

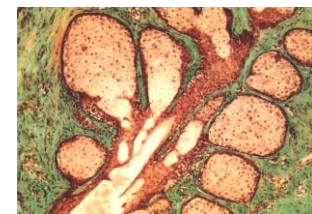
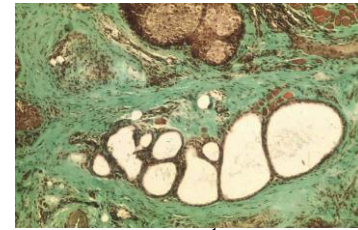
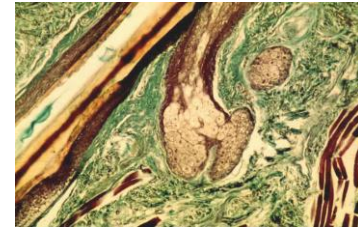
Víčko



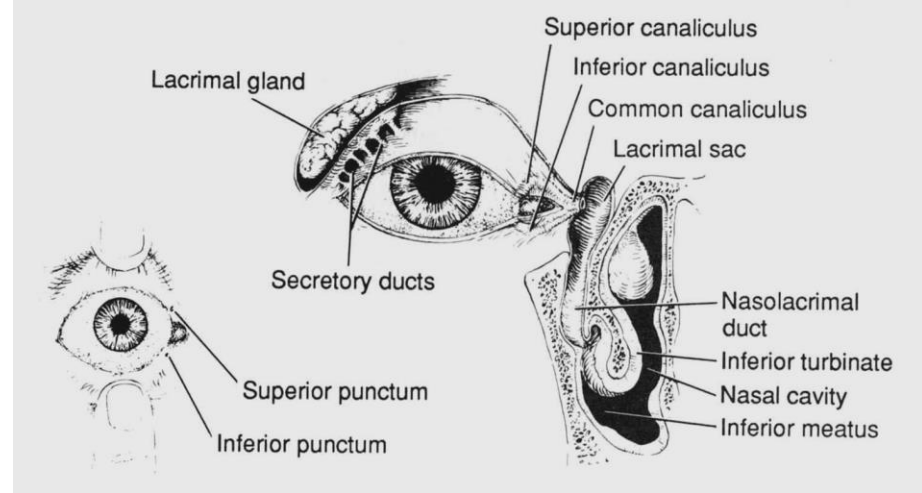
Víčka = *Palpebrae*



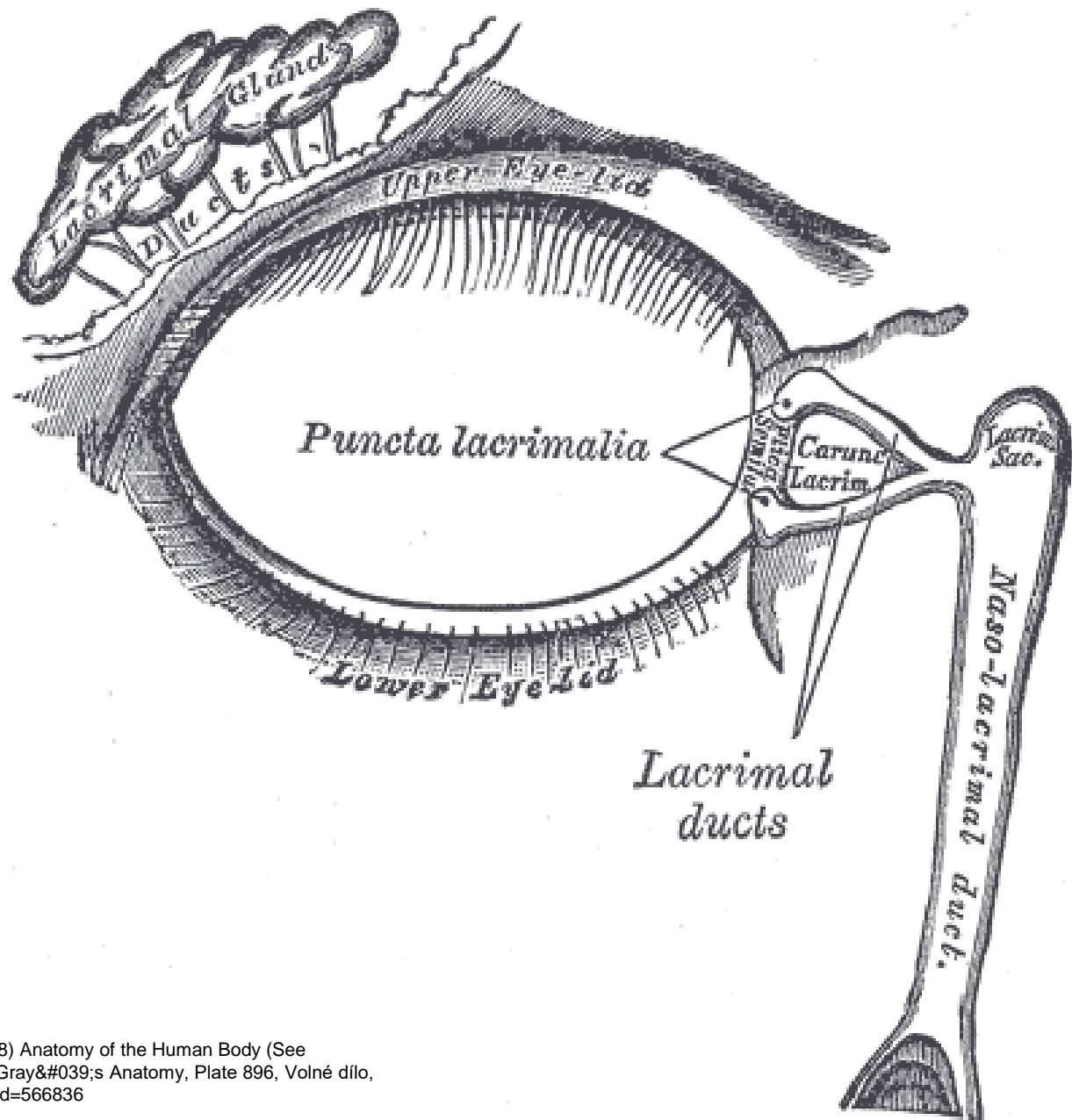
- vnější kožní část
 - vícevrstevný dlaždicový epitel rohovějící
 - chybí tuk
 - řasy (cilia)
 - gll. ciliares *Molli* - apokrinní žlázy
 - gll. sebaceae *Zeissi* - mazové žlázy – *hordeolum* (ječné zrno)
- m. orbicularis oculi (p. palpebralis)
- víčková (tarzální) ploténka = tarsus
 - gll. tarsales *Meibomi* (20-30) - mazové žlázy – *chalazion* (vlčí zrno)
- vnitřní spojivková část
 - přechod epitelů – žlábek



Slzné ústrojí = Apparatus lacrimalis

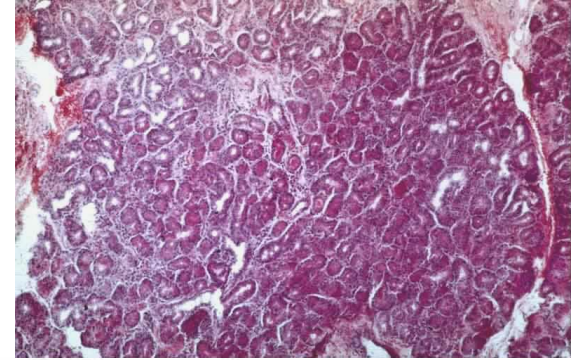


- glandula lacrimalis
 - pars orbitalis + palpebralis
 - 12–15 samostatných ductus excretorii
- glandulae lacrimales accessoriae *Krausei et Wolfringi*
- rivus lacrimalis
- lacus, papilla, caruncula lacrimalis
- punctum, canaliculus lacrimalis sup.+inf. → communis
- saccus lacrimalis → ductus nasolacrimalis (obsahuje plica lacrimalis *Hasneri*) → meatus nasi inf.
- v odvodních slzných cestách více droboučkových řas



Glandula lacrymalis

- složené tuboacinózní serózní žlázy s myoepitelovými buňkami



Lacrimal Apparatus in Situ

**Lacrimal Apparatus
Dissection**

