

# Zrakové ústrojí 2

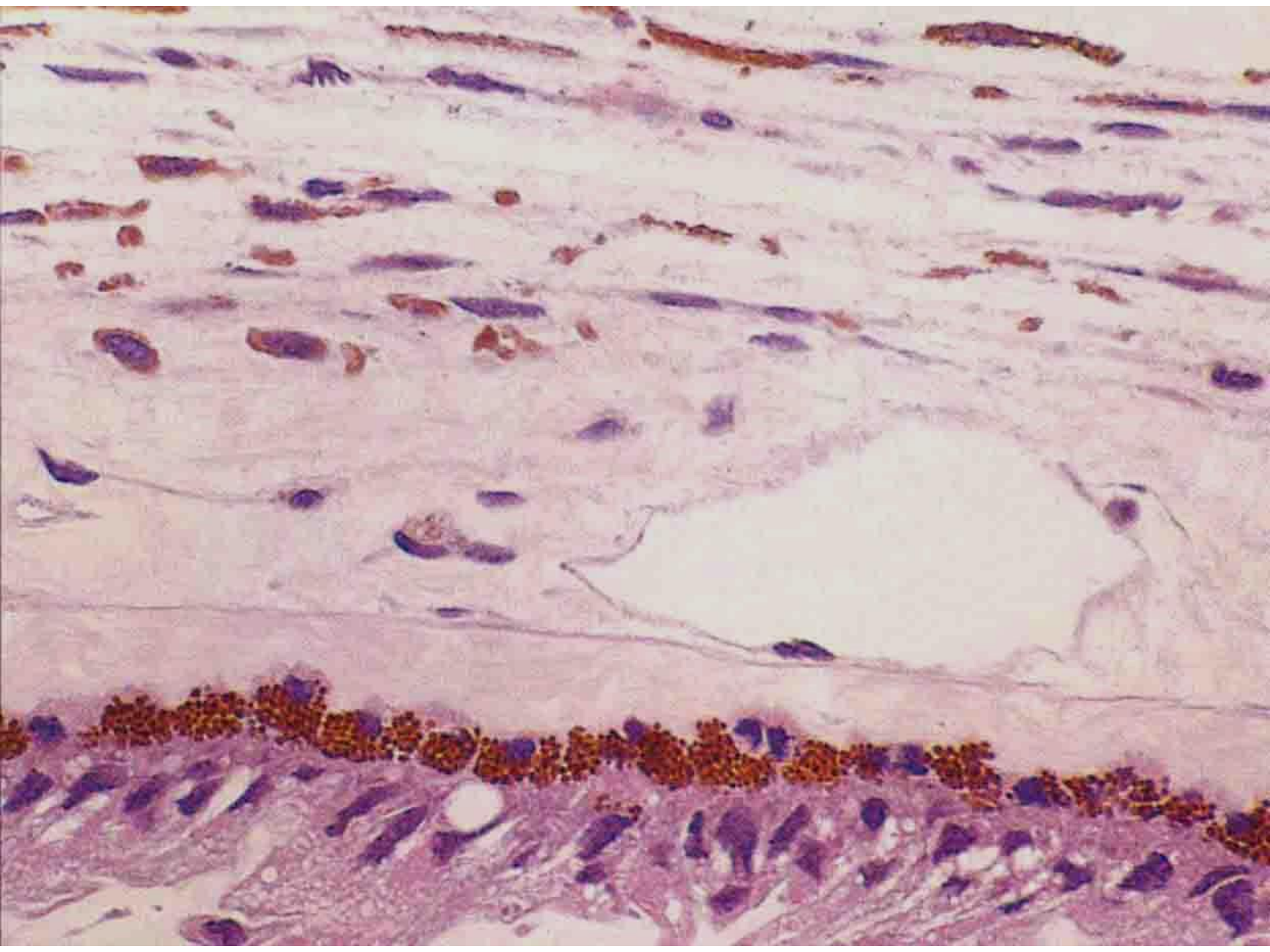
## *Organum visuale et structurae accessoriae*

# Tunica interna (nervosa) = Sítnice = Retina

- pars caeca
  - pars iridica
  - pars ciliaris
- ora serrata
- pars optica – 10 vrstev
  - pigmentová část
  - senzorická část

# Sítnice – pigmentová část

- *stratum pigmentosum*
- jednovrstevný kubický epitel na bazální lamině  
= Bruchova membrána
- buňky (*pigmentocytus*) spojeny těsnými spojeními
- apikální části obsahují melaninová granula
- mikrokilky oddělují vnější segmenty světločivných buněk
- interfotoreceptorová matrix (IRBP)
- *výživa buněk, obnova fotopigmentu, degradace membranózních disků, bariéra „krev-sítnice“*

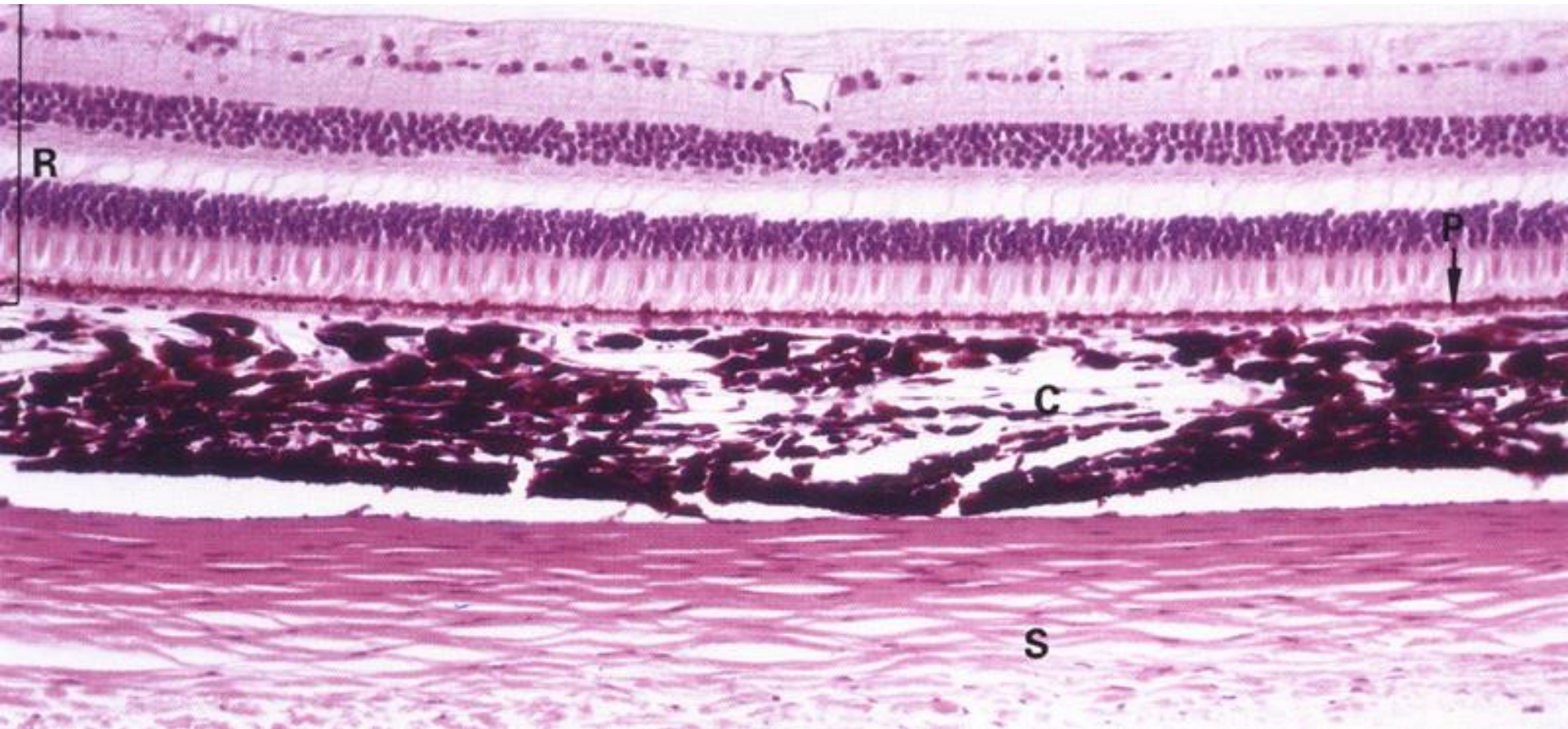




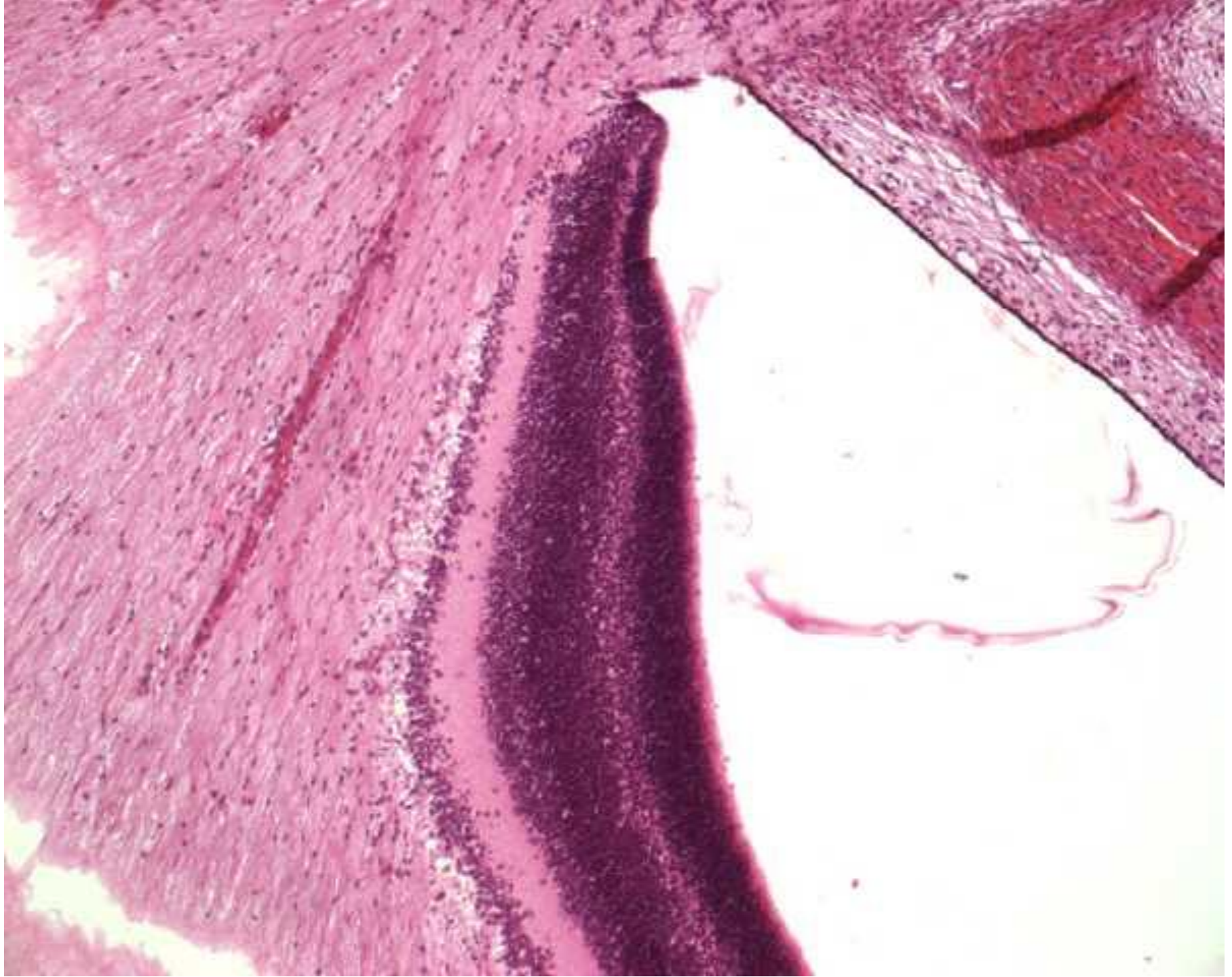
# Sítnice – senzorická část

- světločivné neurony
  - tyčinky a čípky
- převodní neurony
  - bipolární a ganglionové buňky
- asociační neurony
  - horizontální a amakrinní buňky
- podpůrné buňky (glie)
  - radiální gliální (Müllerovy) buňky

# Řez vrstvami stěny oční koule



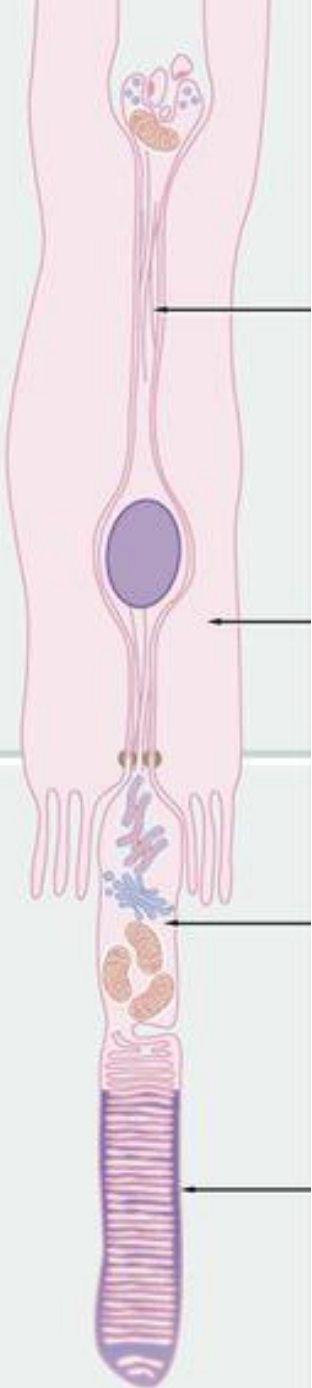




# Tyčinky = *Neura bacillifera*

- tyčinka = *bacillum retinae*
- spherula – synaptické zakončení
- axonální výběžek
- jádro
- vnitřní segment
  - GA, ER, MIT; syntéza ATP a rhodopsinu
  - myoideum (glykogen) + ellipsoideum (mitochondrie)
- můstek (*cilium connectens*) – pozměněná řasinka
- vnější segment (*segmentum externum*)
  - membranózní disky s ftopigmentem
  - migrují zevně, až se uvolní

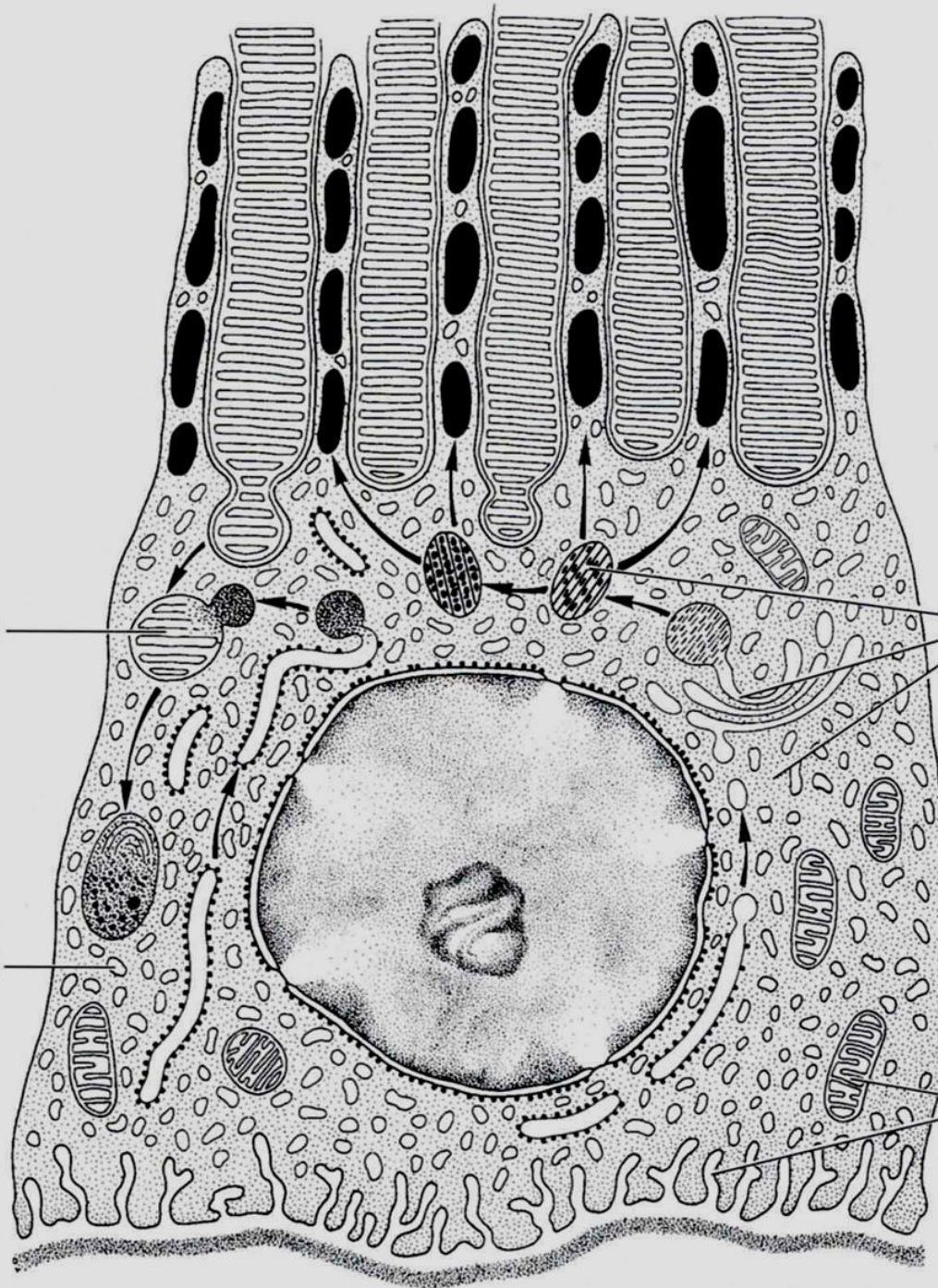
**černobílé vidění**





Digestion, by lysosomal enzymes, of photo-receptor fragments phagocytized by pigment epithelial cells.

Vitamin A transport and esterification in SER.

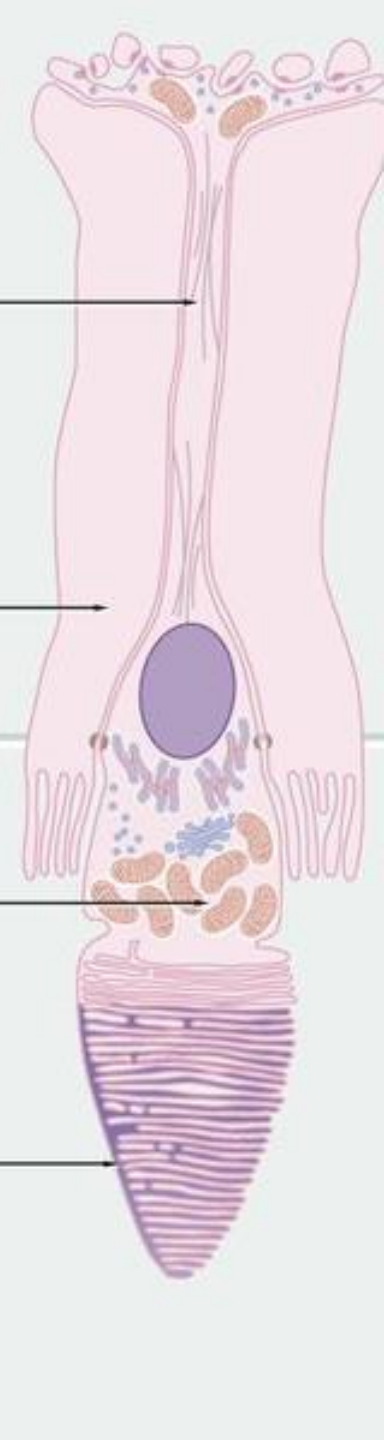
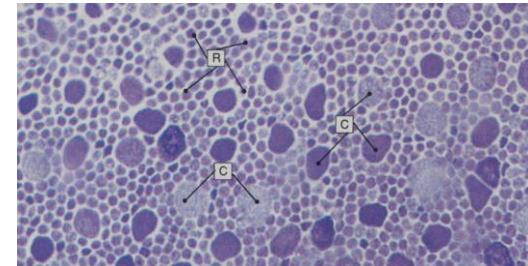


Synthesis of melanin by RER, Golgi apparatus and melanosomes. Melanin absorbs light after it has sensitized the receptor.

Ion transport by mitochondria and membrane invaginations.

# Čípky = Neuron coniferum

- čípek = *conus retinae*
- synaptická nožka (*pes terminalis*)
- ftopigment je iodopsin
- vnější segment
  - membranózní disky s ftopigmentem
    - komunikují s okolím
- *barevné vidění* – tři typy čípků – podle vlnové délky
  - „modré“ – 420 nm – typ S
  - „zelené“ – 535 nm – typ M
  - „červené“ – 565 nm – typ L





# Sítnice – Převodní neurony

- **Bipolární buňky** (*Neuron bipolare*)
  - tyčinkové bipolární buňky (*n.b. bacillotopicum*)
  - čípkové bipolární buňky (*n.b. conotopicum*)
    - trpasličí (*n.b.c. nanum*) – žlutá skvrna (bez konvergence: 1 ku 1 ku 1)
    - difúzní (*n.b.c. diffusum*) – konvergence signálu
  - kontakty s gangliovými buňkami
- **Gangliové buňky** (*N. ganglionare multipolare*)
  - difúzní typ (*n.g.m. umbelliforme*) – spojuje více bipolárních buněk
  - trpasličí typ (*n.g.m. nanum*) – spojuje se s trpasličí bipolární buňkou
  - jejich axony tvoří nervus opticus

# Sítnice – Asociační neurony

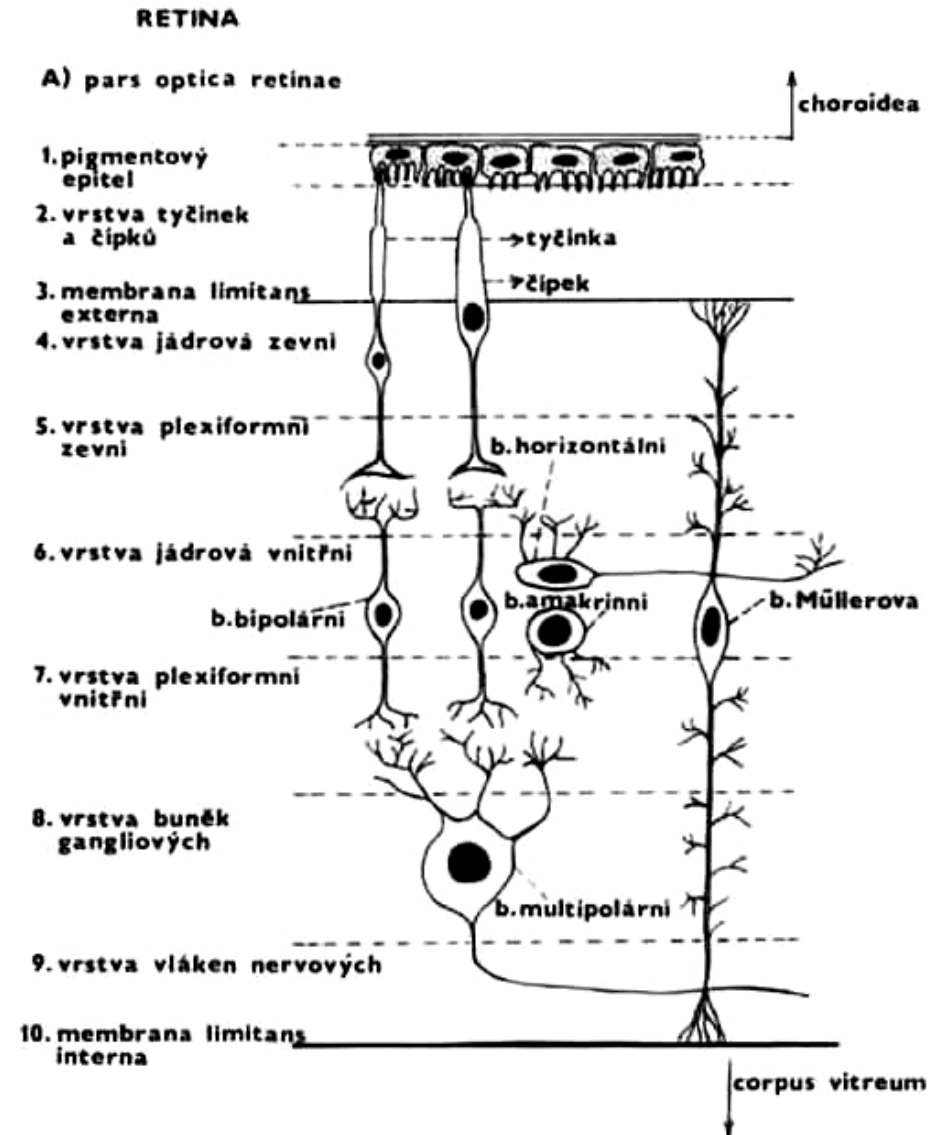
*modifikace a synchronizace signálu*

- **Horizontální buňky** (*N. horizontale*)
  - spojení s axony tyčinek a čípků a dendrity bipolárních buněk
  - integrují tyčinky a čípky přilehlých oblastí
  - potlačují signály z méně osvětlených částí
- **Amakrinní buňky** (*N. amacrinum*)
  - postrádají axon
  - spojení s axony bipolárních a dendrity gangliových buněk
  - odstraňují šum

# Sítnice – Podpůrné buňky

- Müllerovy buňky (*gliocytus radialis*)

- Makroglie
- probíhají celou tloušťkou sítnice
- processus radiales
- mají svou BL = stratum limitans internum
- zonulae adherentes s tyčinkami a čípkami = stratum limitans externum



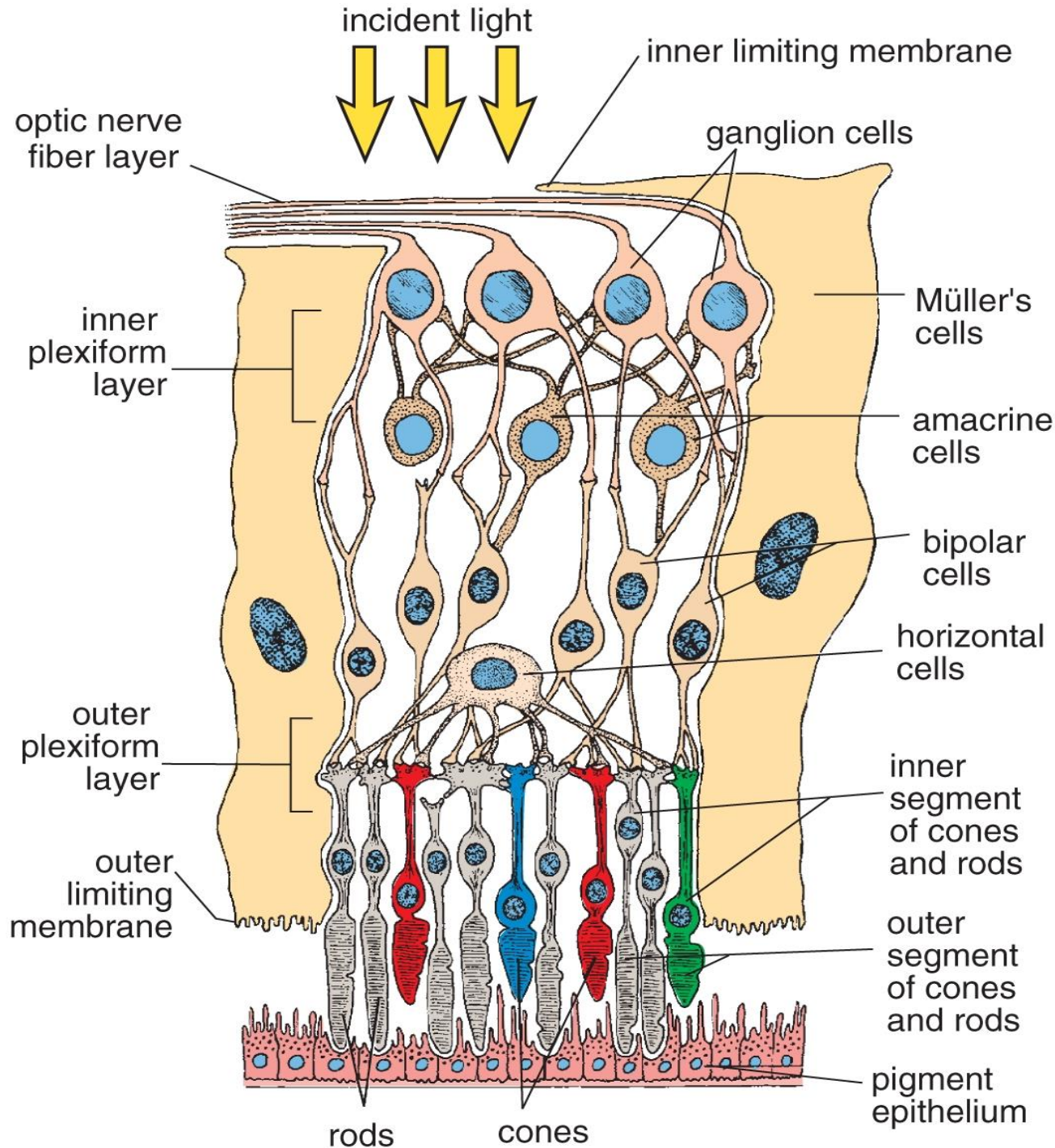
# Tunica sensoria (interna)

## Vrstvy zrakové části sítnice

- 10 vrstev

!!! 😊 *neděste*  
*se* 😊 !!!

- OCT sítnice  
má 14 vrstev  
(OCT oka  
celkem 18)

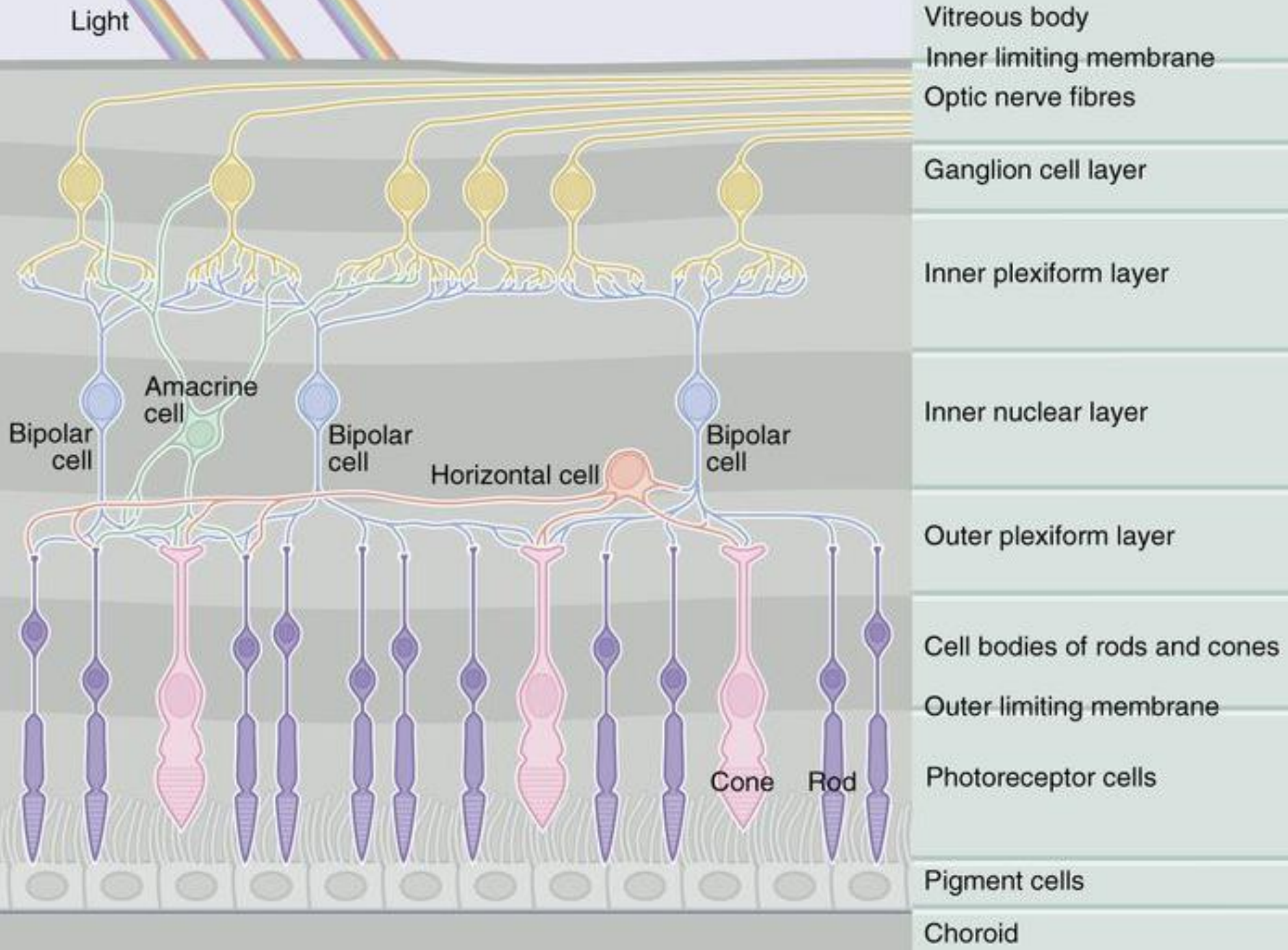


# Tunica sensoria (interna)

## *Vrstvy zrkové části sítnice*

- stratum pigmentosum (1.)
- stratum nervosum (2.-10.)
  - stratum segmentorum externorum et internorum(2.)
  - stratum limitans externum (3.)
  - stratum nucleare externum (4.)
  - stratum plexiforme externum (5.)
  - stratum nucleare internum (6.)
  - stratum plexiforme internum (7.)
  - stratum ganglionicum (8.)
  - stratum neurofibrarum (9.)
  - stratum limitans internum (10.)





Light

Vitreous body  
 Inner limiting membrane  
 Optic nerve fibres

Ganglion cell layer

Inner plexiform layer

Inner nuclear layer

Bipolar cell  
 Amacrine cell  
 Horizontal cell  
 Bipolar cell  
 Bipolar cell

Outer plexiform layer

Cell bodies of rods and cones

Outer limiting membrane

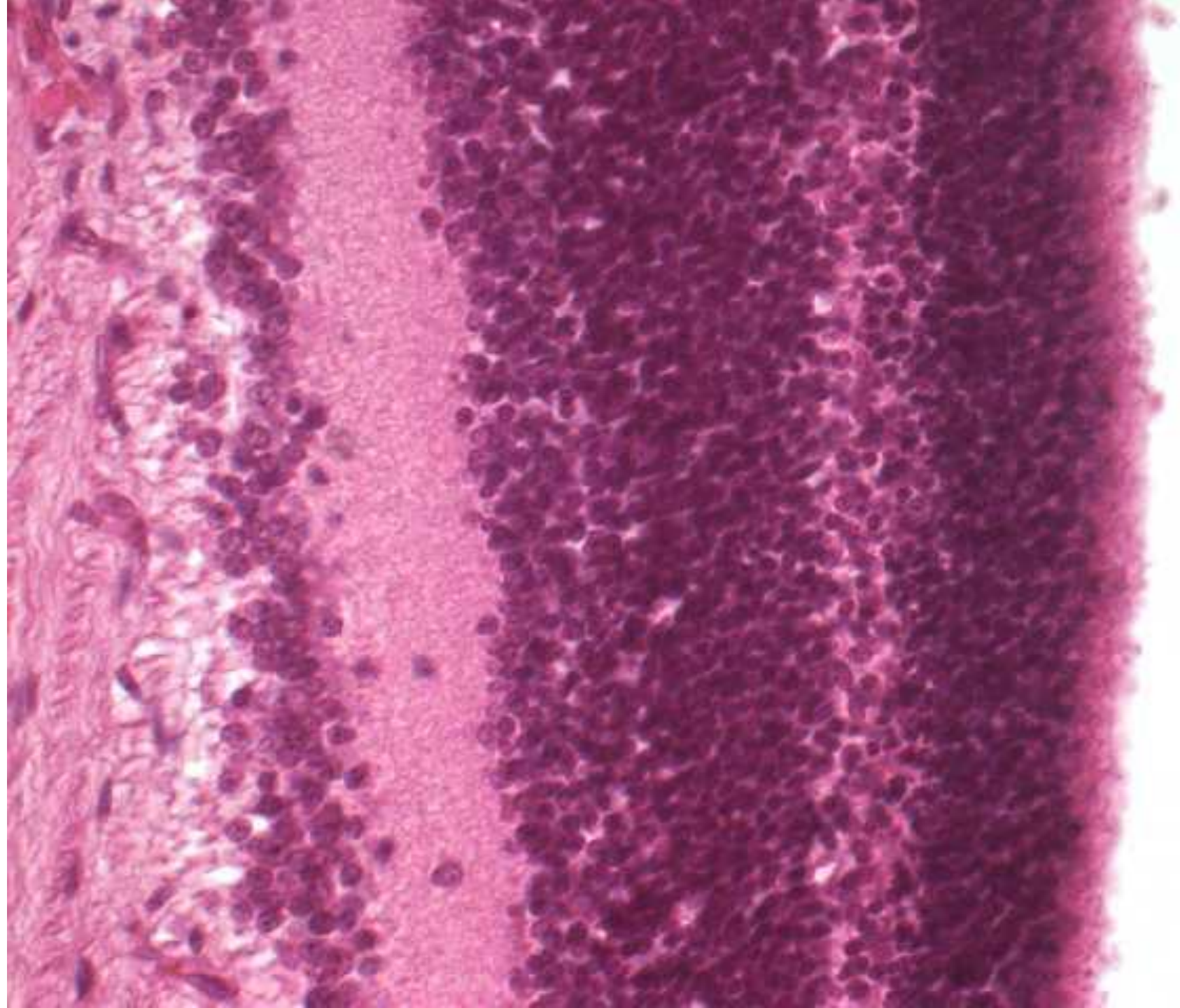
Photoreceptor cells

Cone  
 Rod

Pigment cells

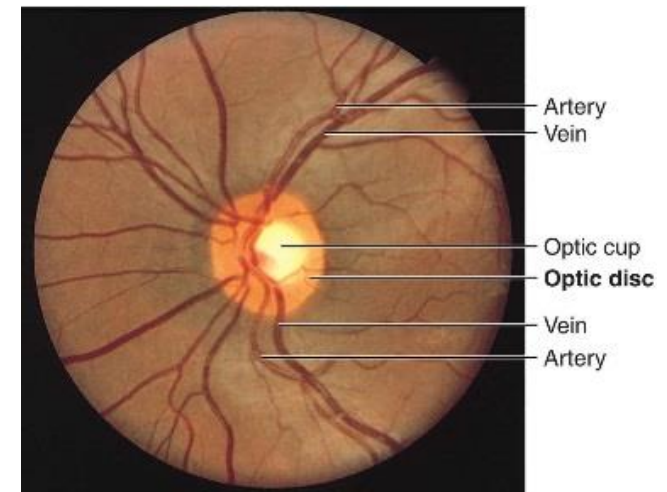
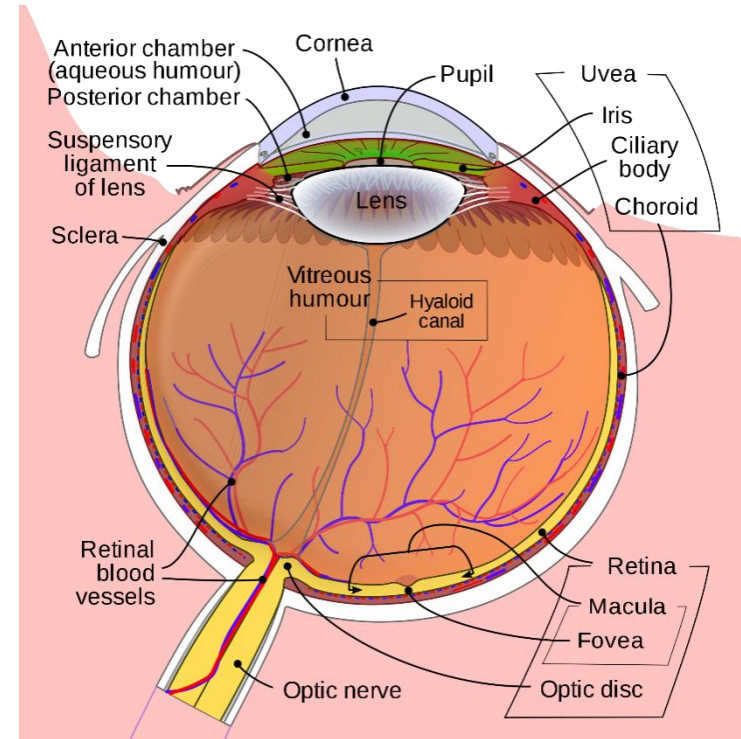
Choroid



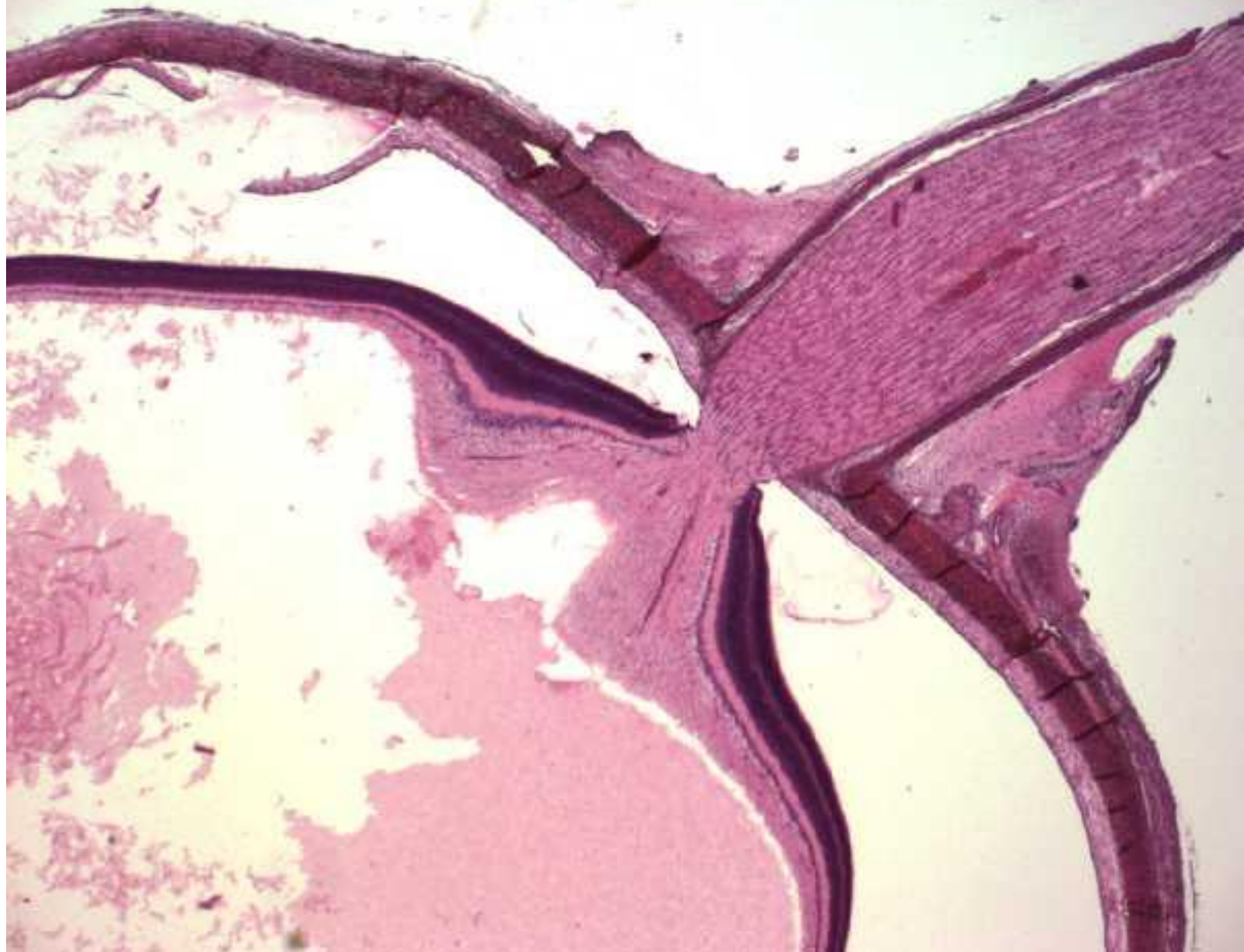


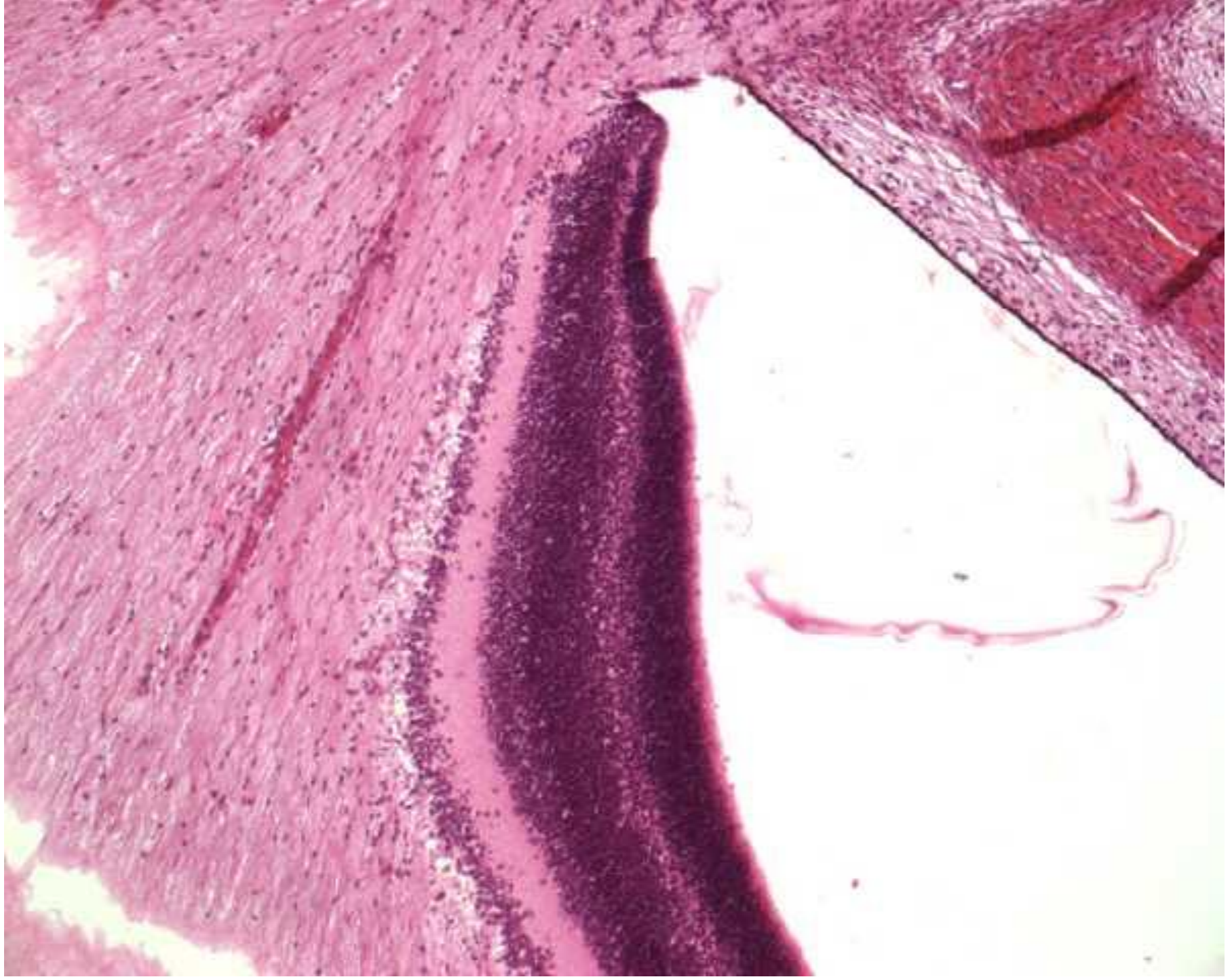
# Sítnice – senzoričká část

- **discus n. optici**  
= slepá skvrna; zrakový terč; „papila“
  - žádné světločivné elementy
  - excavatio disci
  - výstup vláken zrakového nervu
  - vstup vasa centralia retinae







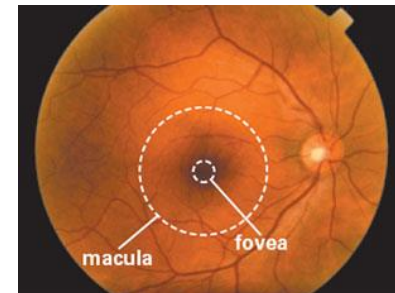
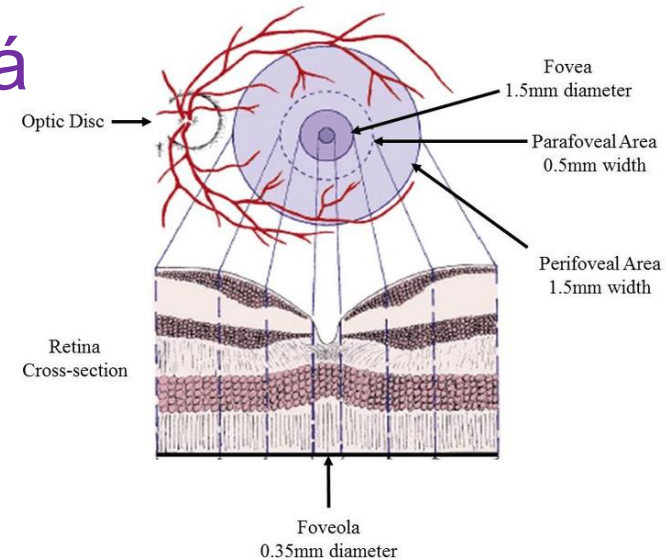
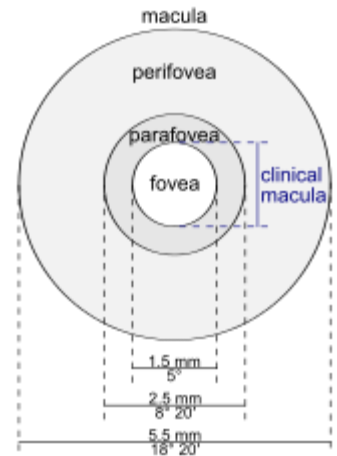


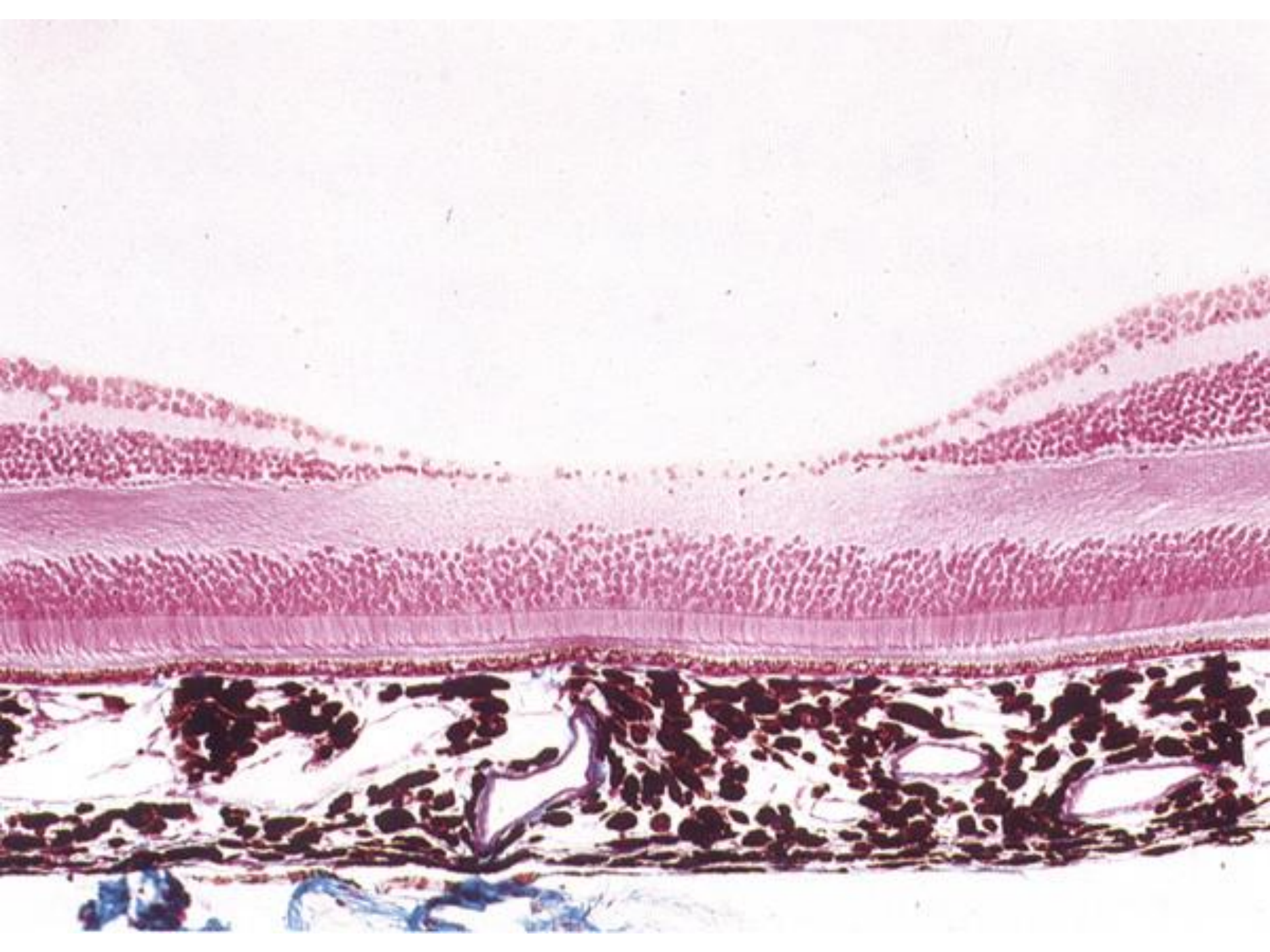


# Sítnice – senzorická část

## macula lutea (= žlutá skvrna)

- více než 1 vrstva gangliových buněk
- vyšší vrstvy odkloněny stranou
- **nejostřejší vidění – 5,5 mm široká**
- žlutý pigment (lutein, zexanthin)
- fovea centralis (1,5 mm)
  - neobsahuje tyčinky
- foveola
  - neobsahuje tyčinky a gangliové buňky
- umbo
  - pouze čípky a Müllerovy buňky



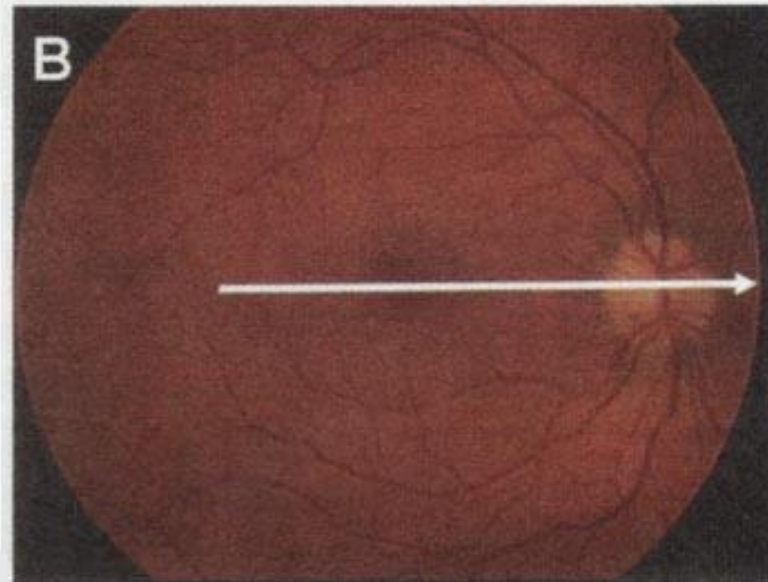
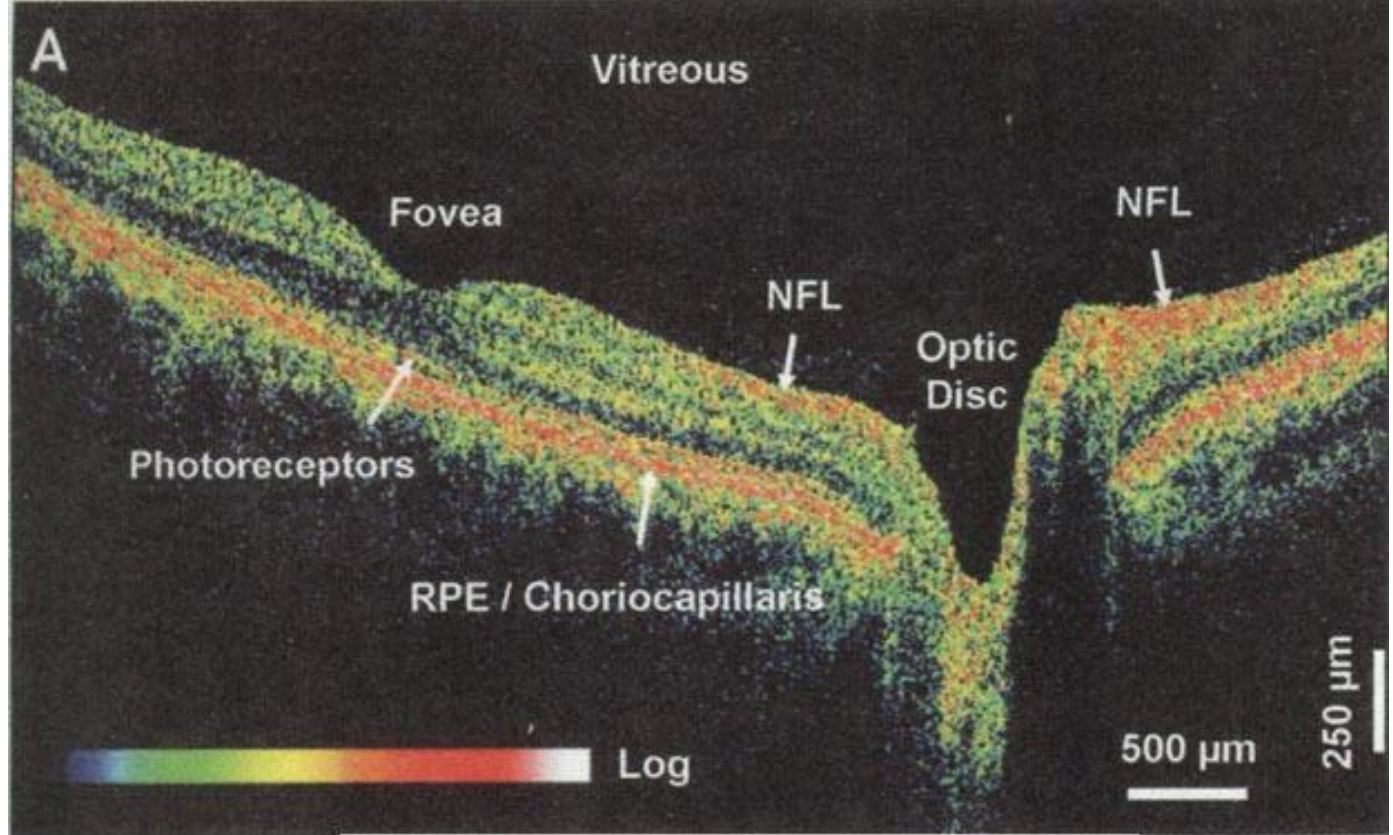




# OCT

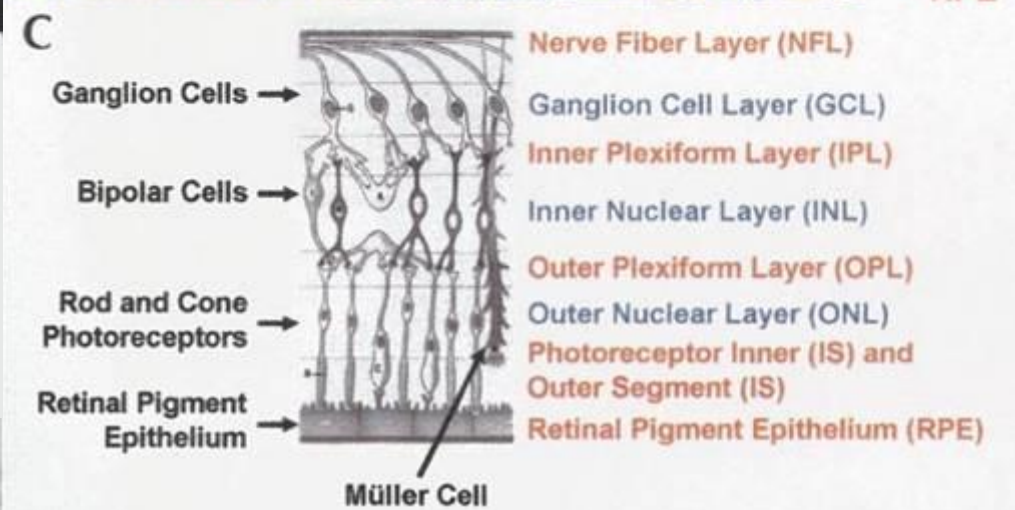
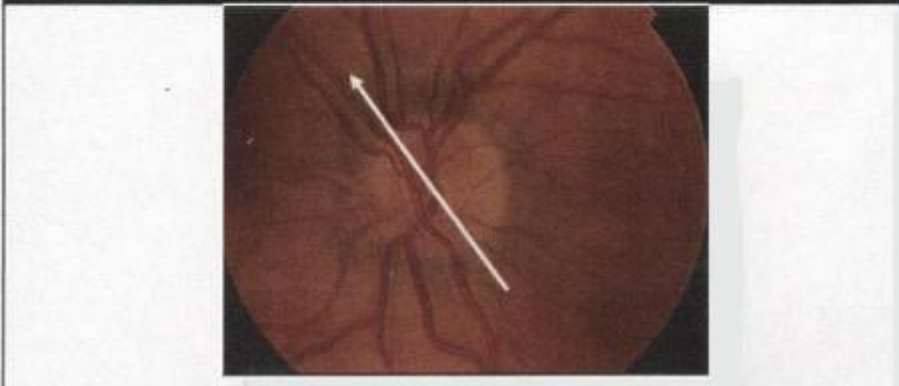
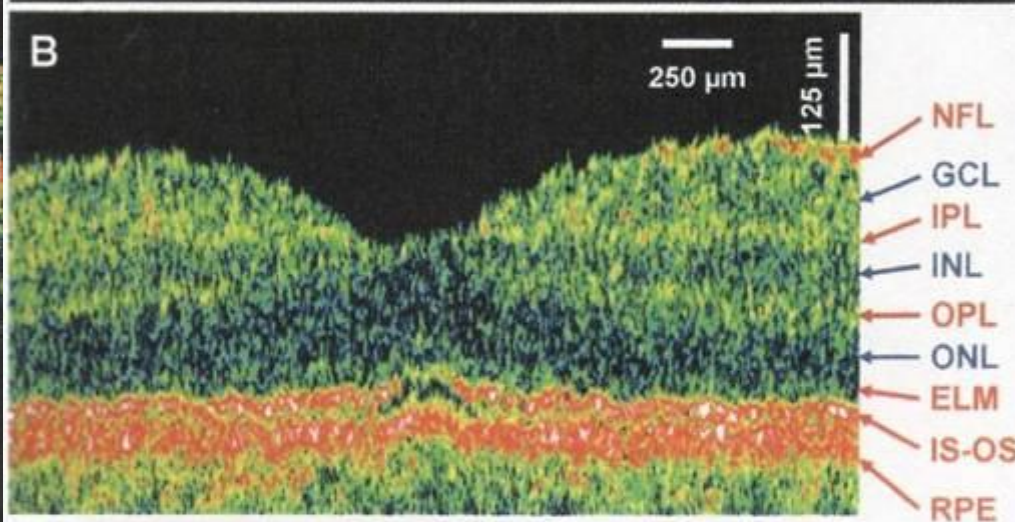
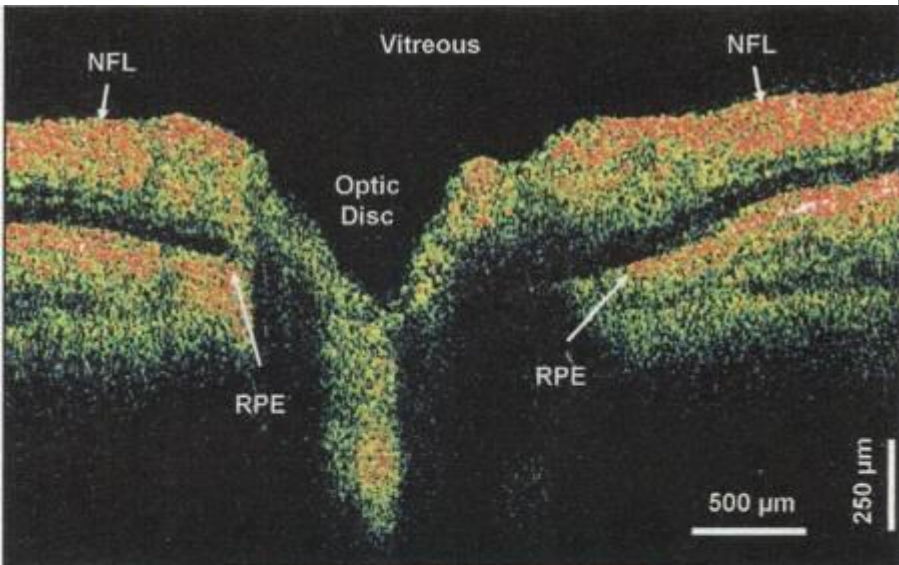
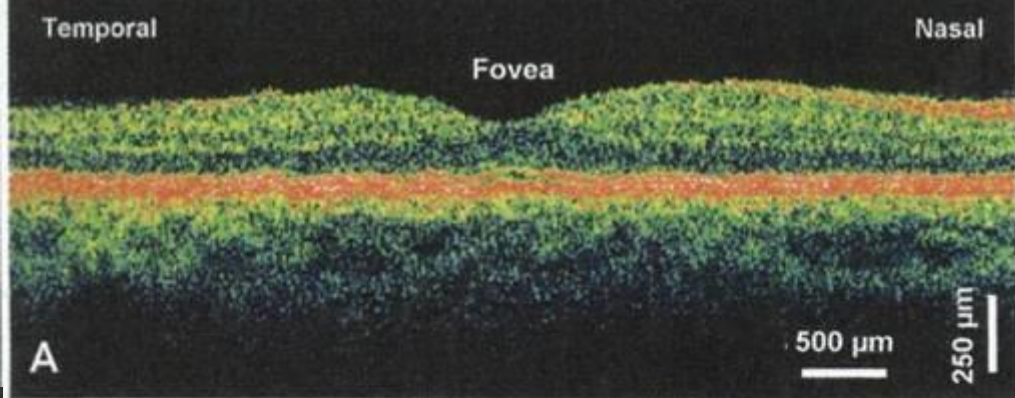
Optický  
koherentní  
tomograf

*měření odrazu  
světla*



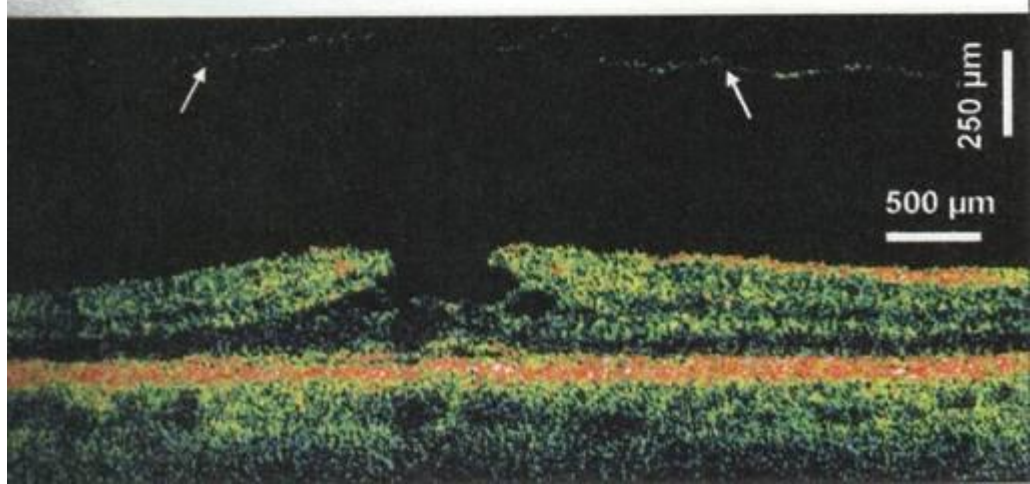
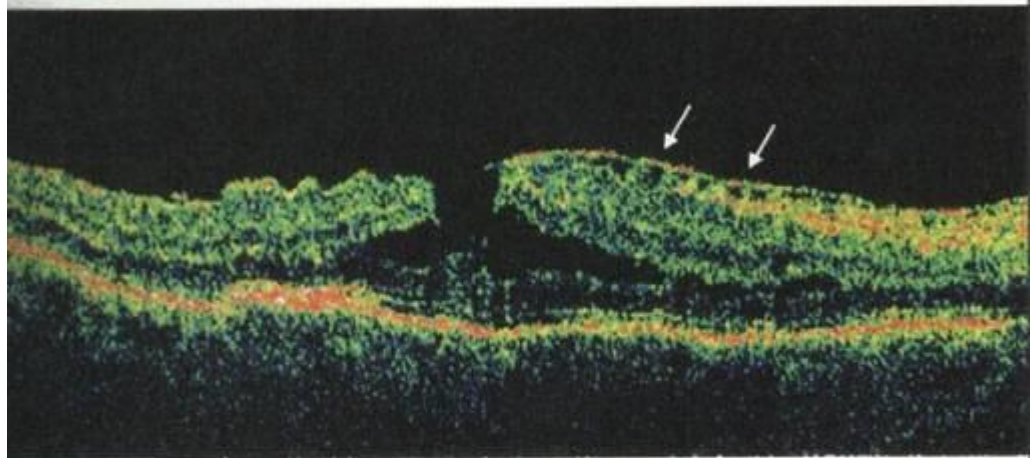
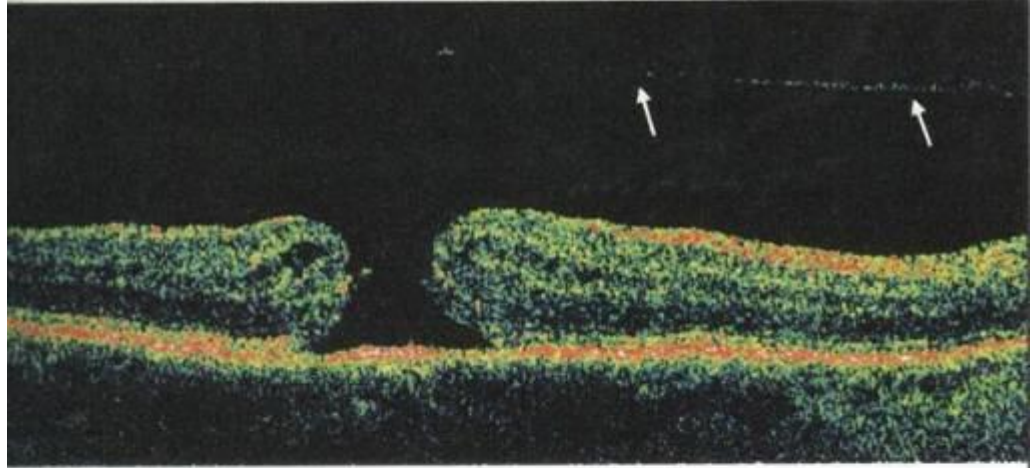


# OCT



**OCT**

***ODCHLÍPENÍ  
SÍTNICE***





# Tepenné zásobení oka

a. carotis interna → a. ophthalmica →

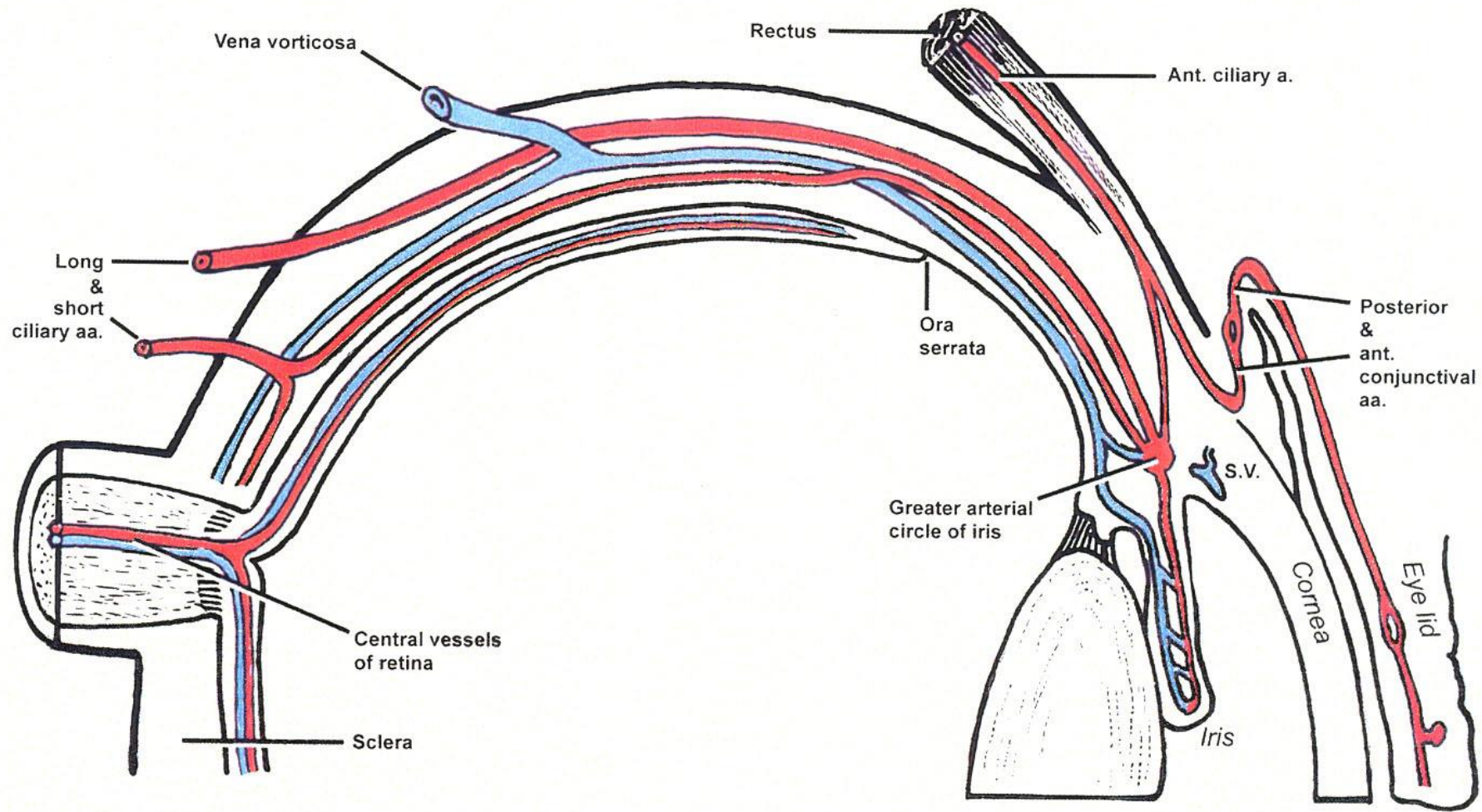
- **aa. ciliares posteriores breves** → *cévnatka*
- **aa. ciliares posteriores longae (2→4)** → *corpus ciliare + iris*
- aa. musculares → **aa. ciliares ant., aa. episclerales, aa. conjunctivales lat.**
- **a. centralis retinae** → *sítnice*
- a. lacrimalis → aa. palpebrales lat.
- aa. palpebrales med. → **aa. conjunctivales med.**

**Arteries and Veins of Orbit  
Superior View**

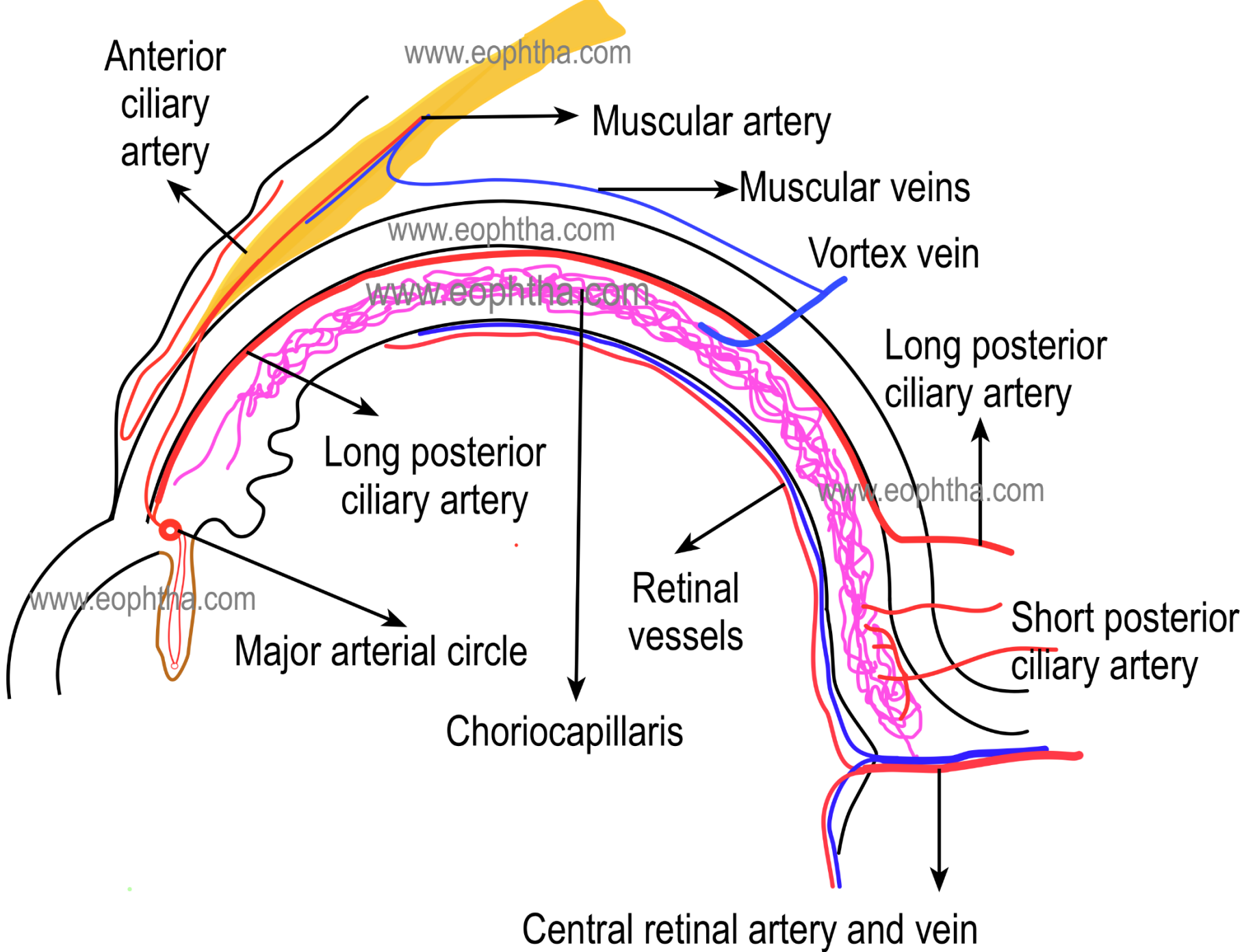


**Intrinsic Arteries and Veins of Eye  
Horizontal Section**









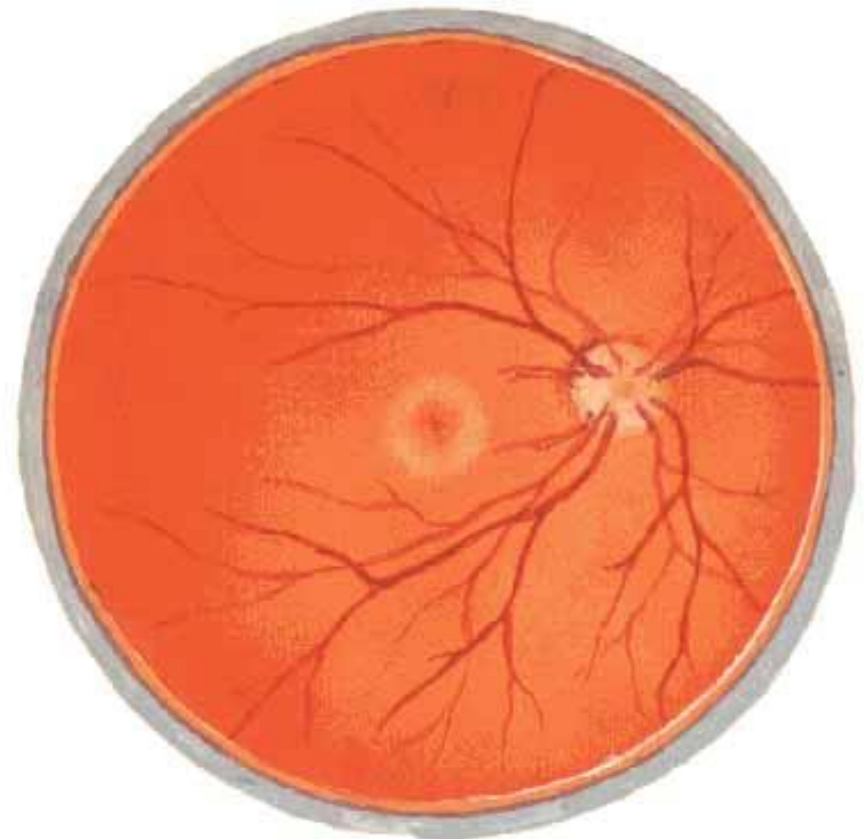
# Vasa sanguinea retinae – oční pozadí (*fundus oculi*)

a. centralis retinae →  
**arterioly**

- a. temporalis sup.+ inf.
- a. nasalis sup.+ inf.
- a. macularis sup.+ inf.  
(+ media)

žíly odpovídají tepnám,  
často se kříží

**Intrinsic Arteries and Veins of Eye**  
Ophthalmoscopic View

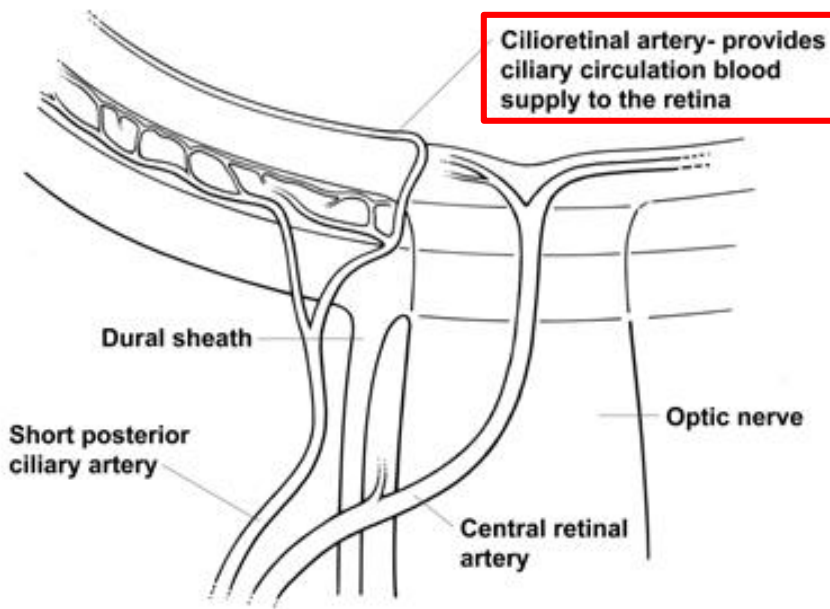


Right retinal vessels

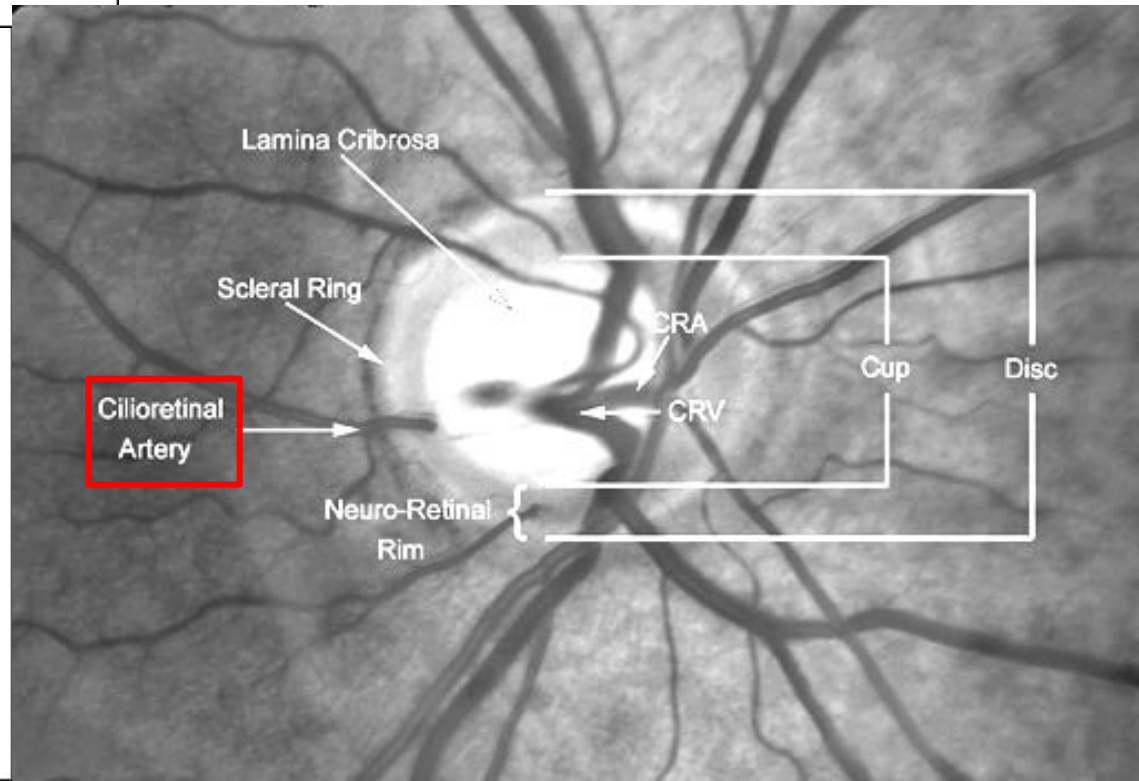
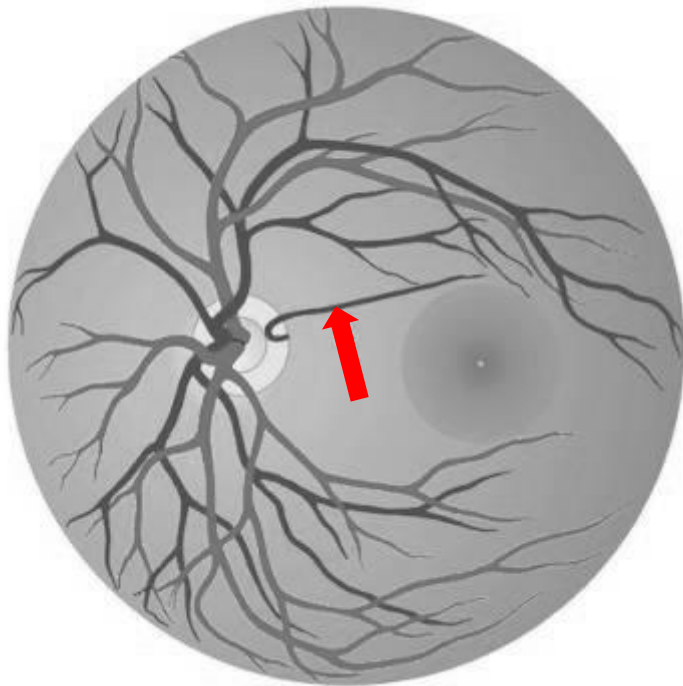
# Arteria cilioretinalis

- výskyt: **10-33 %**
- větev z *a. ciliaris posterior brevis*
- vstupuje skrz discus n.II nezávisle na a. centralis retinae
- přídatné tepenné zásobení macula lutea z cévnatkového oběhu
- jediný zdroj krve sítnici při uzávěru a. centralis retinae
- 90 % temporálně x 10 % nazálně
- *uzávěr a. cilioretinalis → centrální ztráta vidění*
- ***uzávěr a. centralis retinae → ušetřené centrální vidění a macula lutea***





# A. cilioretinalis



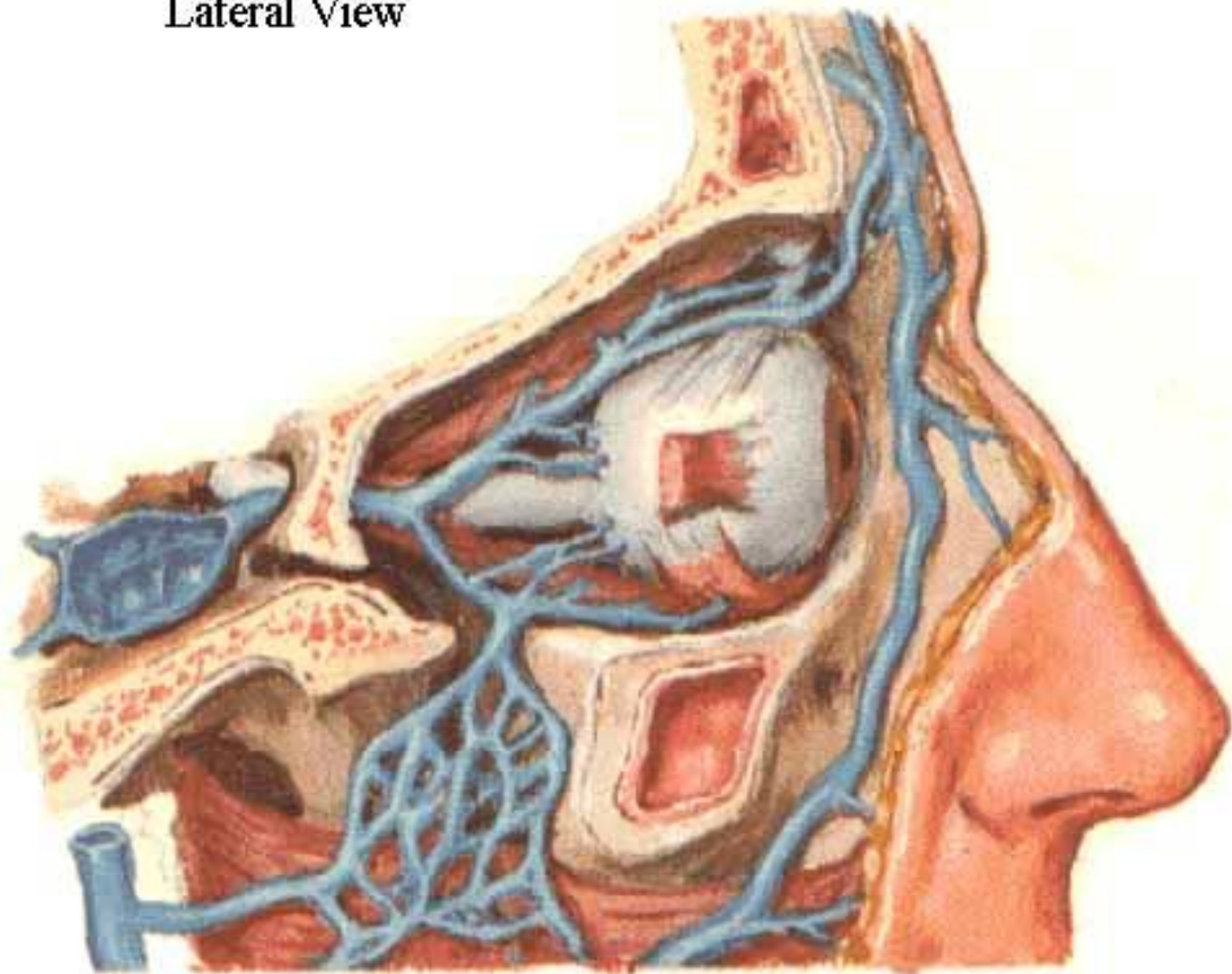
# Žilní zásobení oka – 3 odtoky

- vv. episclerales
- vv. ciliares ant. ← vv. sclerales ← sinus venosus sclerae *Schlemmi s. Lauthi*
- vv. vorticosae (4 v kvadrantech oční koule)
- v. centralis retinae
- v. ophthalmica sup. → sinus cavernosus
- v. ophthalmica inf. → plexus pterygoideus
- v. angularis → v. facialis → v. jugularis int.

*! nebezpečí šíření zánětů !*

# Veins of Orbit

Lateral View



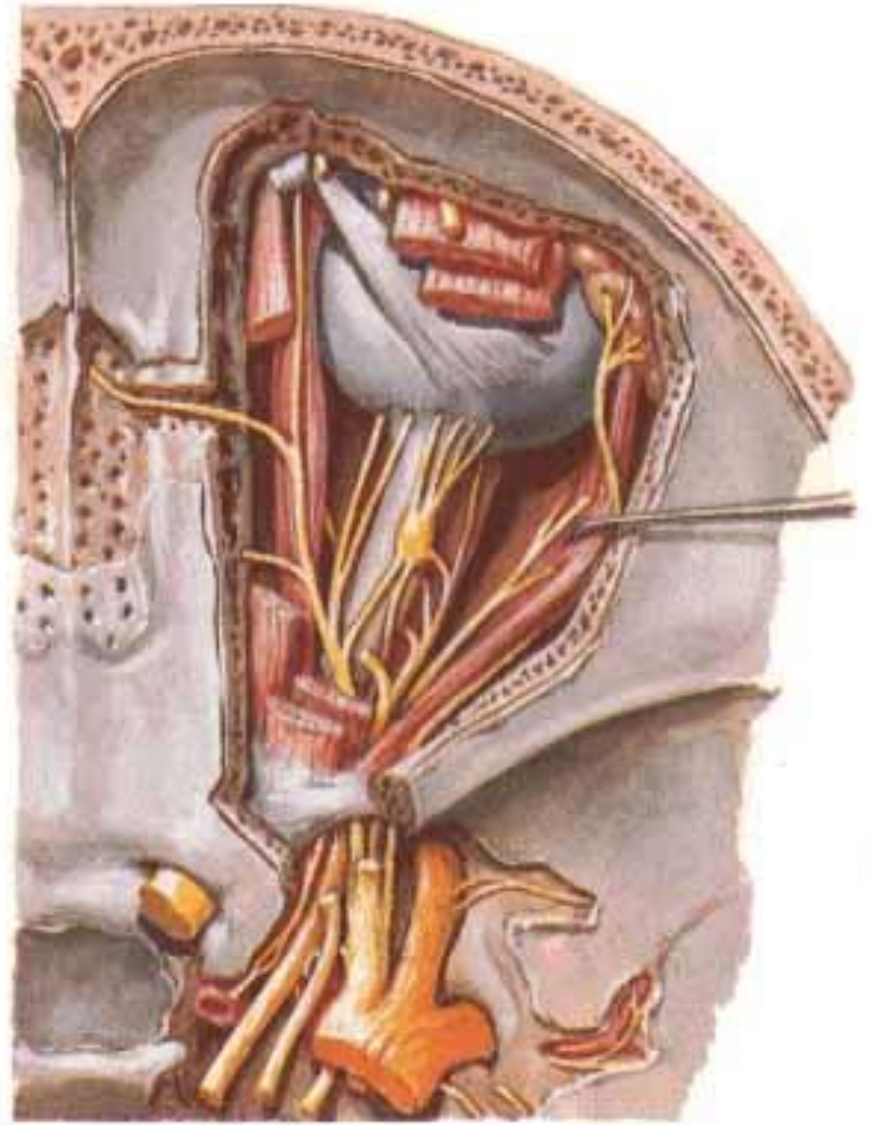
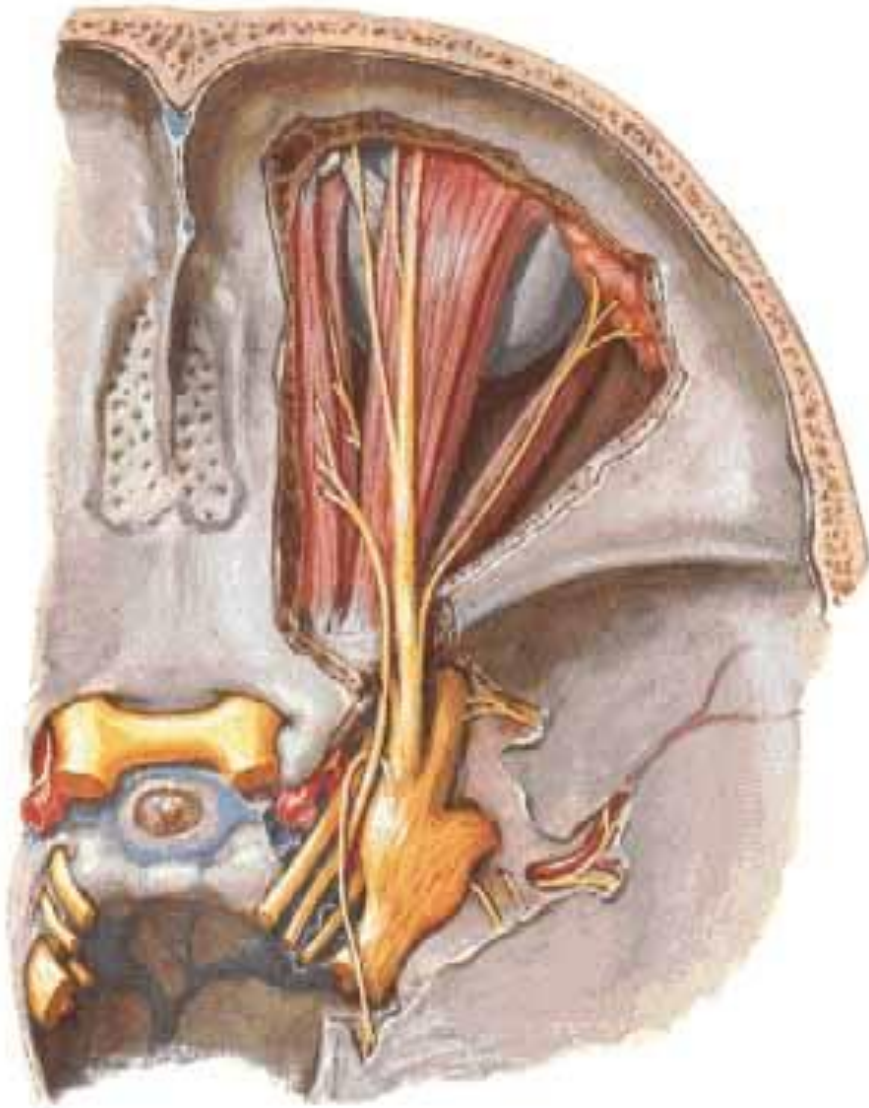


# Nervové zásobení oka

- **n. opticus** – *senzorický*
  - pars intraocularis, canalis, intracranialis
  - vagina interna, externa
- **n. ophthalmicus** → nn. ciliares longi – *somatosenzitivní*
- **n. lacrimalis, n. frontalis, n. nasociliaris** – *somatoenzitivní* pro okolí
- ganglion ciliare → **nn. ciliares breves** – *autonomní (visceromotorické)*
  - (sympatikus se nepřepojuje, parasympatikus ano)
- **n.III., n. IV., n.VI** – *motorické*

# Nerves of Orbit

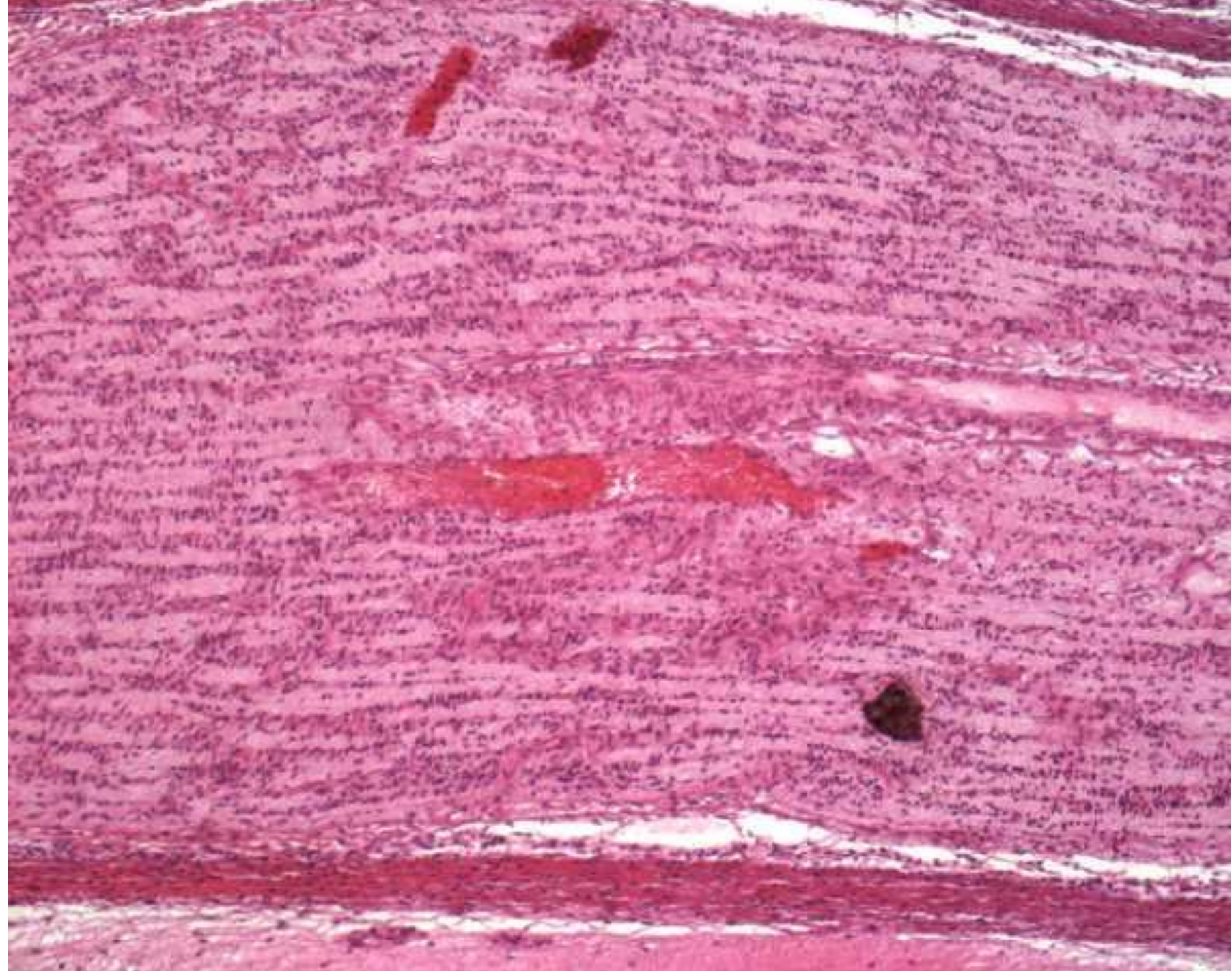
## Superior View



# Nervus opticus

- čistě senzorický
- výchlipka diencefala (thalamus opticus)
- axony odděleny endoneuriem
- na povrchu jsou analogy mozkových obalů
  - vagina externa = pachymeninx
  - vagina interna = leptomeninx
- nervem probíhá a. et v. centralis retinae





Projekční → Vzestupné → Senzorické

# ZRAKOVÁ DRÁHA

4-neuronová, částečně zkřížená dráha

1.N: tyčinky a čípky sítnice

2.N: bipolární buňky sítnice

3.N: gangliové buňky sítnice → n. II → chiasma opticum → corpus geniculatum laterale

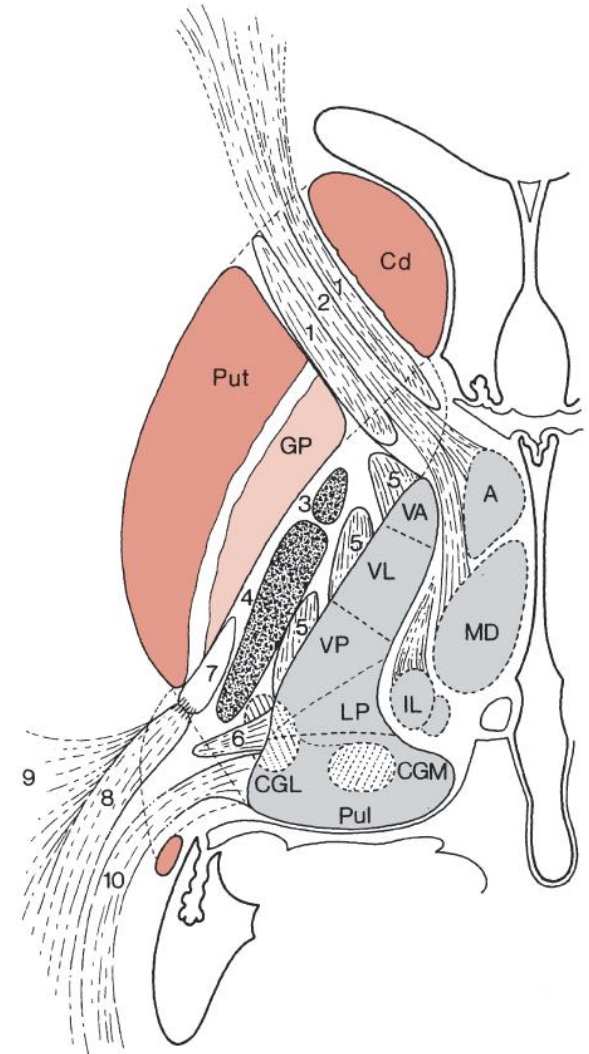
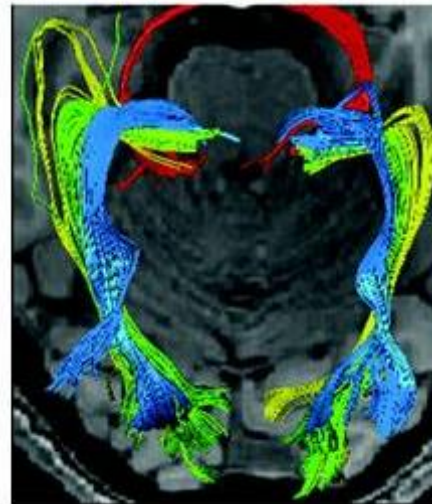
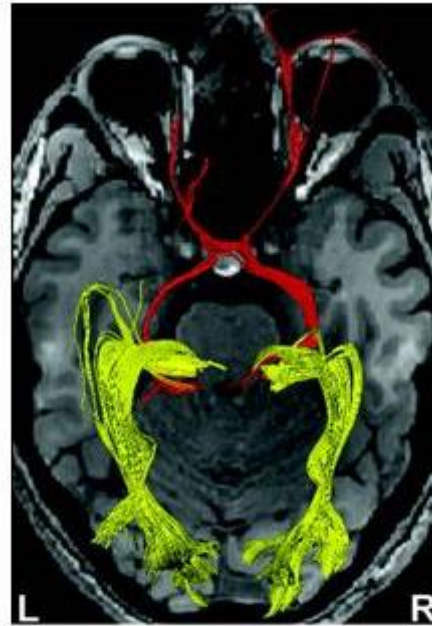
4.N: buňky v nucleus corporis geniculati lateralis → fibrae geniculocalcarinae corticalis (= radiatio optica *Gratioleti*) → lobus occipitalis, area 17 (kolem sulcus calcarinus)

- dolní (Meyerova-Archimbaultova) klička
- střední svazek
- horní (Baumova) klička přímo temenním lalokem – horní polovina sítnice (dolní 1/2 zorného pole)



# Radiatio optica

- **fasciculus anterior**  
= dolní (**Meyerova-Archimbaultova**)
  - klička tvoří oblouk kolem dolního rohu postranní komory ve spánkovém laloku
  - dolní polovina sítnice (horní 1/2 zorného pole)
- **fasciculus centralis**
- **fasciculus posterior**  
= horní (**Baumova**)
  - klička přímo temenním lalokem
  - horní polovina sítnice (dolní 1/2 zorného pole)



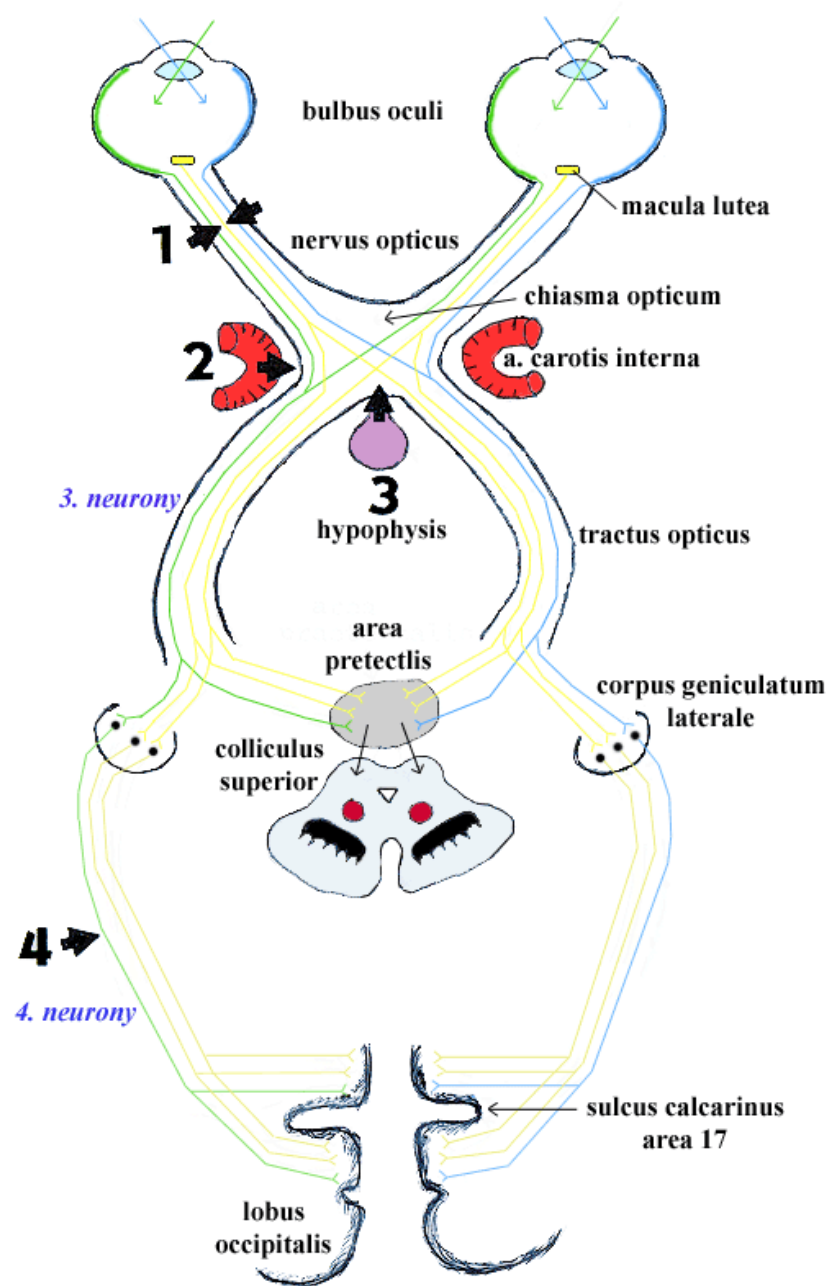


Projekční → Vzestupné → Senzorické  
ZRAKOVÁ DRÁHA – odbočky od 3. neuronu

- radix optica hypothalamica do **nucleus suprachiasmaticus** (a paraventricularis) – převádí zrakové signály na nejvyšší autonomní centra (vidění jídla = slinění)
- radix medialis (optica mesencephalica) do **area pretectalis** k ncl. pretectales (4.N) – dráha zornicového (pupilárního) reflexu
  - pro **miózu**: → 5.N: nucleus accessorius dorsalis n. III *Edinger-Westphal* → parasympatickou dráhou s n. III → 6.N: ganglion ciliare → nn. ciliares breves → m. ciliaris et m. sphincter pupillae (akomodace + mióza)

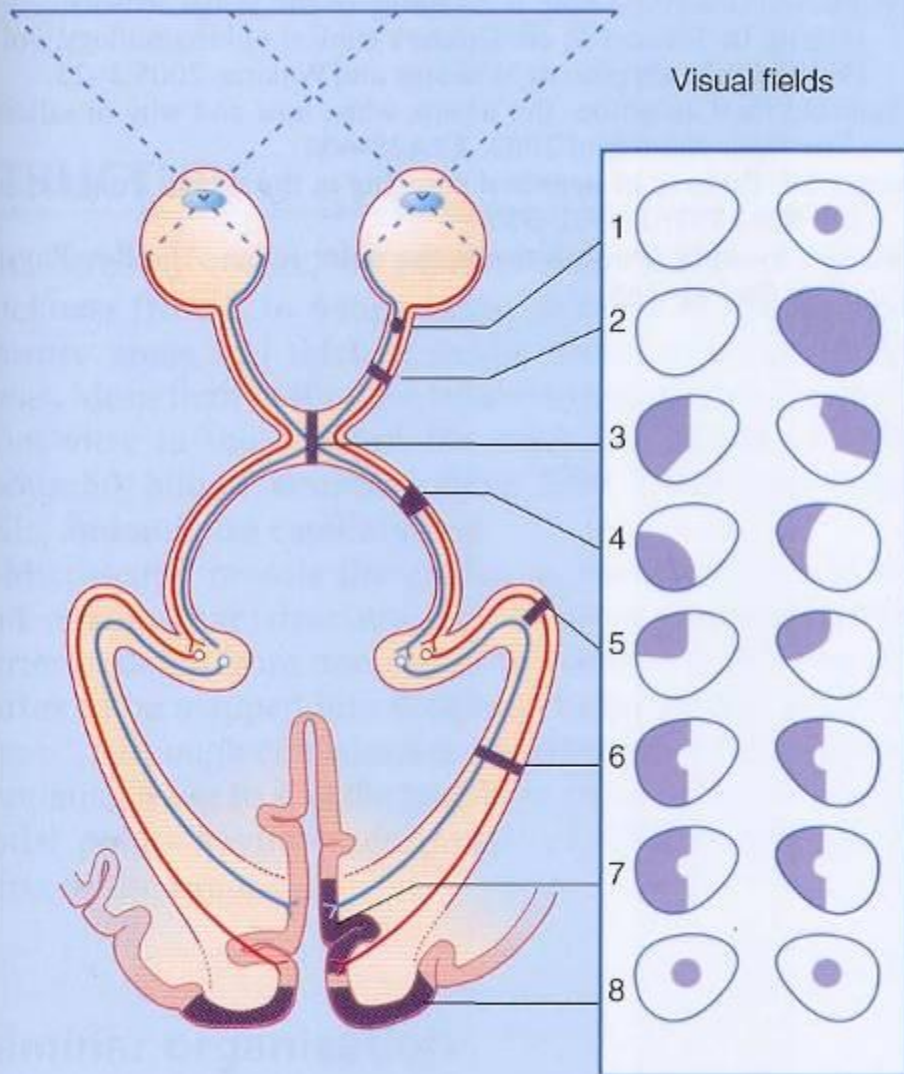
# Projekční → Vzestupné → Senzorické ZRAKOVÁ DRÁHA – odbočky od 3. neuronu

- pro **mydriázu**: → 5.N: retikulární formace → tractus reticulospinalis → 6.N: centrum ciliospinale *Budge* (C8-T1) → r.com.albus → ggl. stellatum (bez přepojení) → truncus sympathicus → 7.N: ganglion cervicale superius → n. et plexus caroticus internus → plexus ophthalmicus → ggl. ciliare (bez přepojení) → nn. ciliares breves → m. dilatator pupillae (mydriáza) /
- dráha pro **konvergenci**: 4.N: nucleus interstitialis *Cajali* → fasciculus longitudinalis medialis (zkříženě i nezkříženě) → 5.N jádra všech okohybných nervů
- **tektální zrakový okruh** → tractus tectospinalis
  - řízení souhybů očí, hlavy a krku směrem ke zrakovým podnětům a ke koordinaci s celkovými pohyby těla



- 1 - amaurosis (= slepota) levého oka
- 2 - hemianopsia nasalis (porucha jen na levém oku)
- 3 - hemianopsia heteronyma bitemporalis
- 4 - hemianopsia homonyma dextra





**Table CP 28.1.1** Classification of dyphasia.

Number	Lesion	Field defect
1	Partial optic nerve	Ipsilateral scotoma <sup>a</sup>
2	Complete optic nerve	Blindness in that eye
3	Optic chiasm	Bitemporal hemianopia
4	Optic tract	Homonymous <sup>b</sup> hemianopia
5	Meyer's loop	Homonymous upper quadrantanopia
6	Optic radiation	Homonymous hemianopia
7	Visual cortex	Homonymous hemianopia
8	Bilateral macular cortex	Bilateral central scotomas

# Přídavné orgány oka

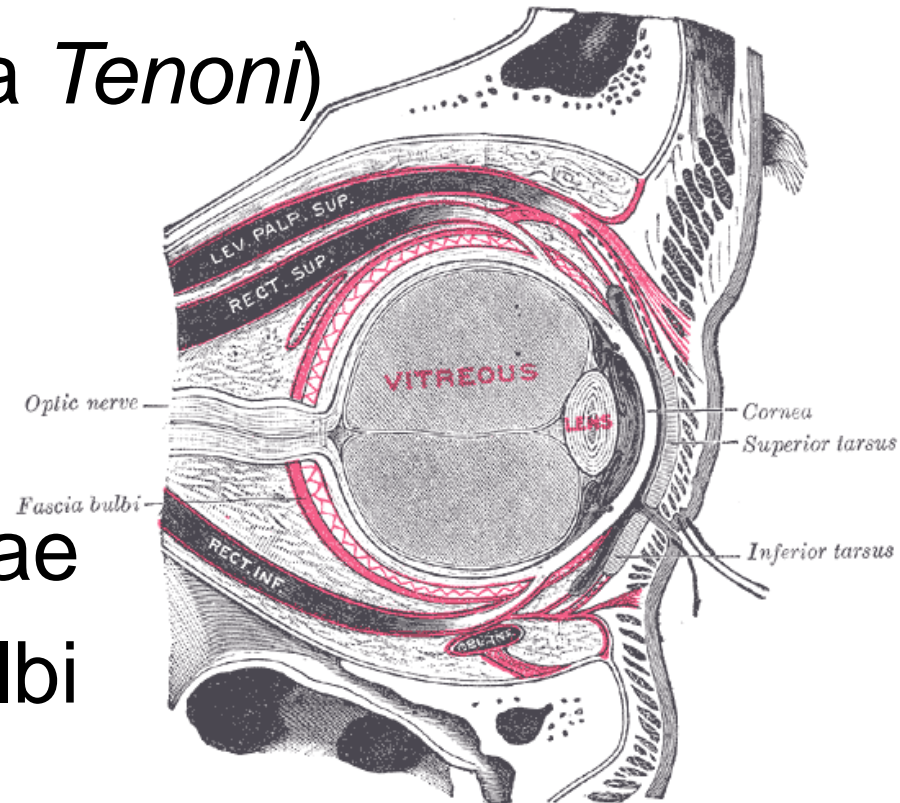
## *Structurae oculi accessoriae*

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

# Vazivové ústrojí

## Apparatus ligamentosus

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

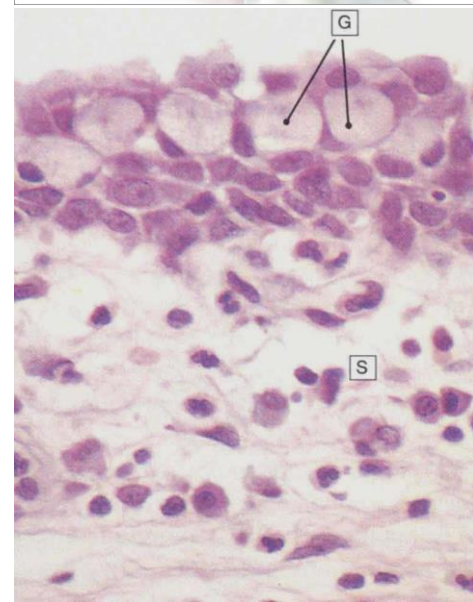
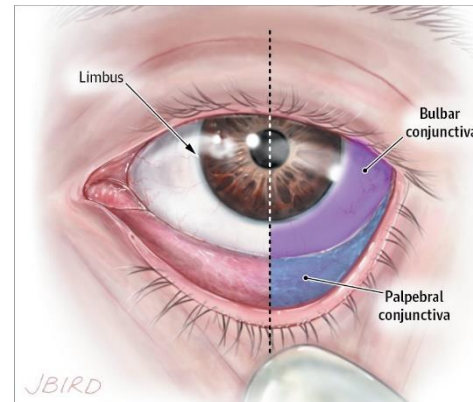
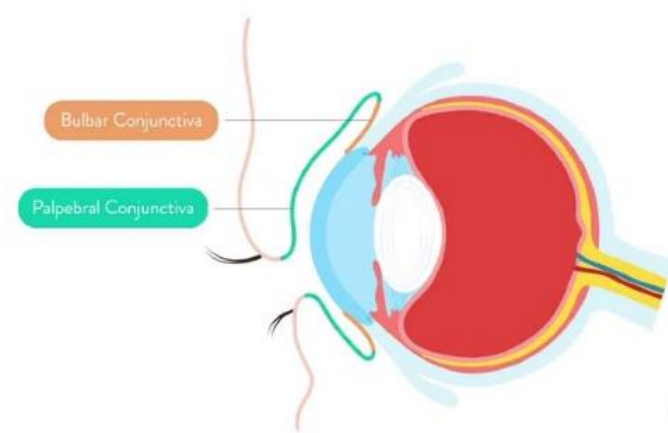




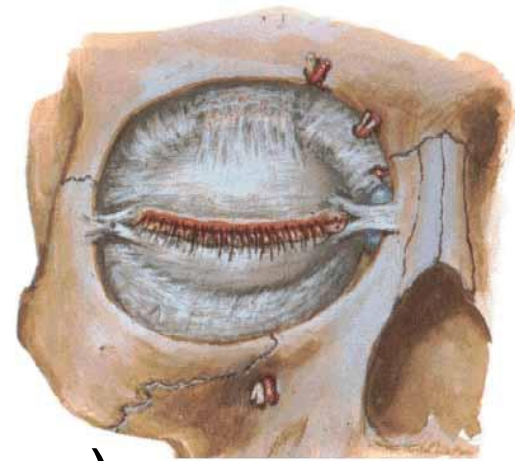
# Spojivka

## *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) nízce kubický až cylindrický epitel
- pohárkové buňky + lymfocyty + melanocyty
- 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

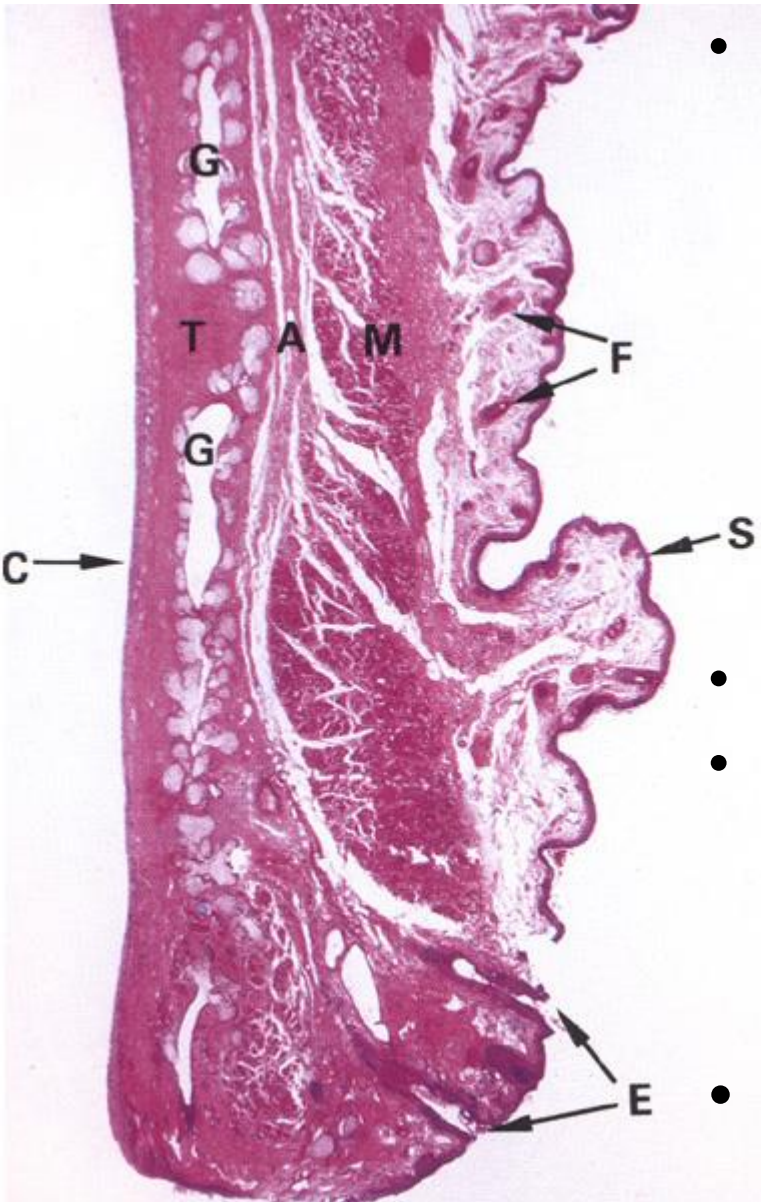


# Víčka = *Palpebrae*

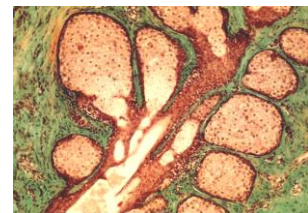
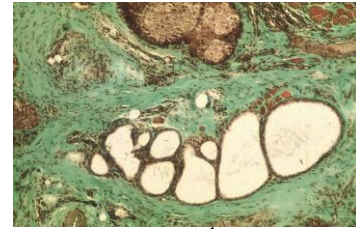
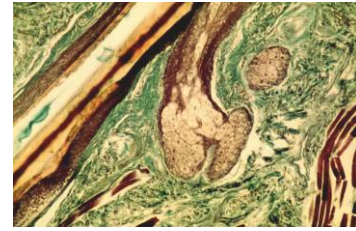


- palpebra superior + inferior
- tarsus superior (10 mm) + inferior (5 mm)
- lig. palpebrale med. (2 pruhy) + lat.
- rima palpebrarum, commissura palp. med.+lat.
- facies ant.+post., limbus ant.+ post.
- angulus oculi med.+ lat.
- m. tarsalis sup.(Mülleri) + inf. – *hladké svaly*
- pars palpebralis m.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

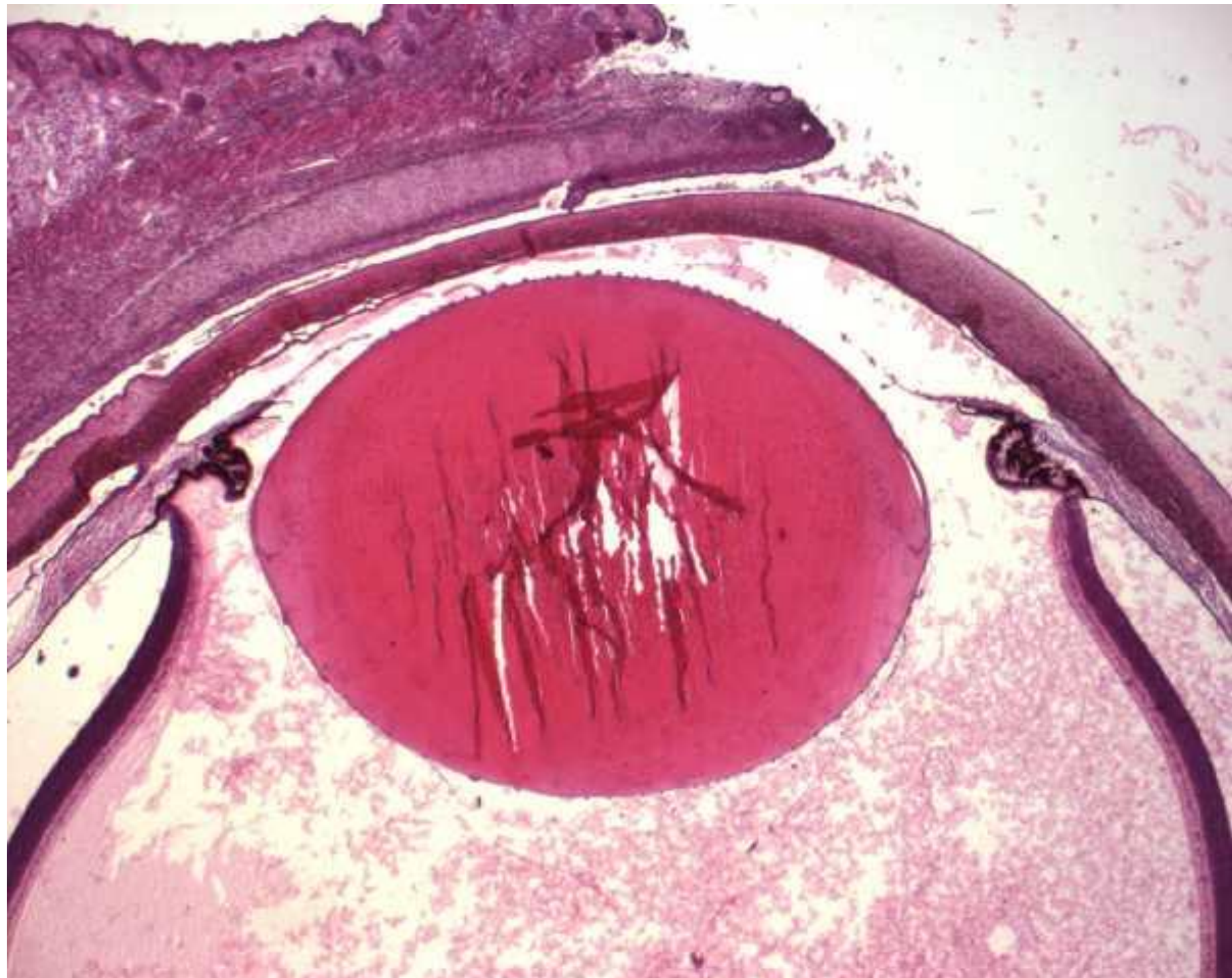
# Víčka = *Palpebrae*



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



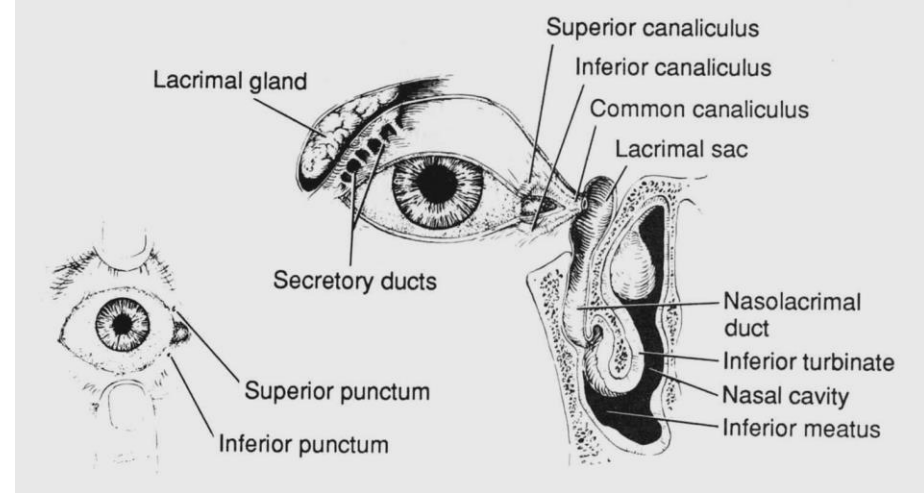




# Slzné ústrojí

## = Apparatus lacrimalis

- glandula lacrimalis
  - pars orbitalis + palpebralis
  - 12–15 samostatných ductus excretorii
- glandulae lacrimales accessoriae *Krausei*
- 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

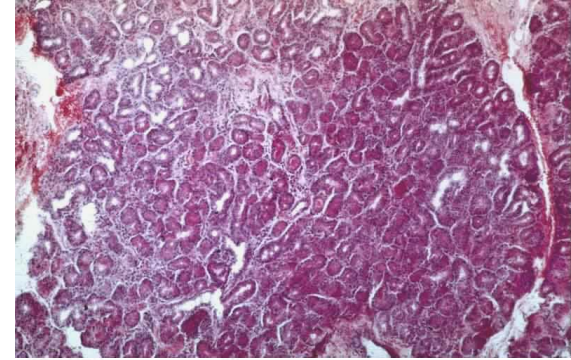




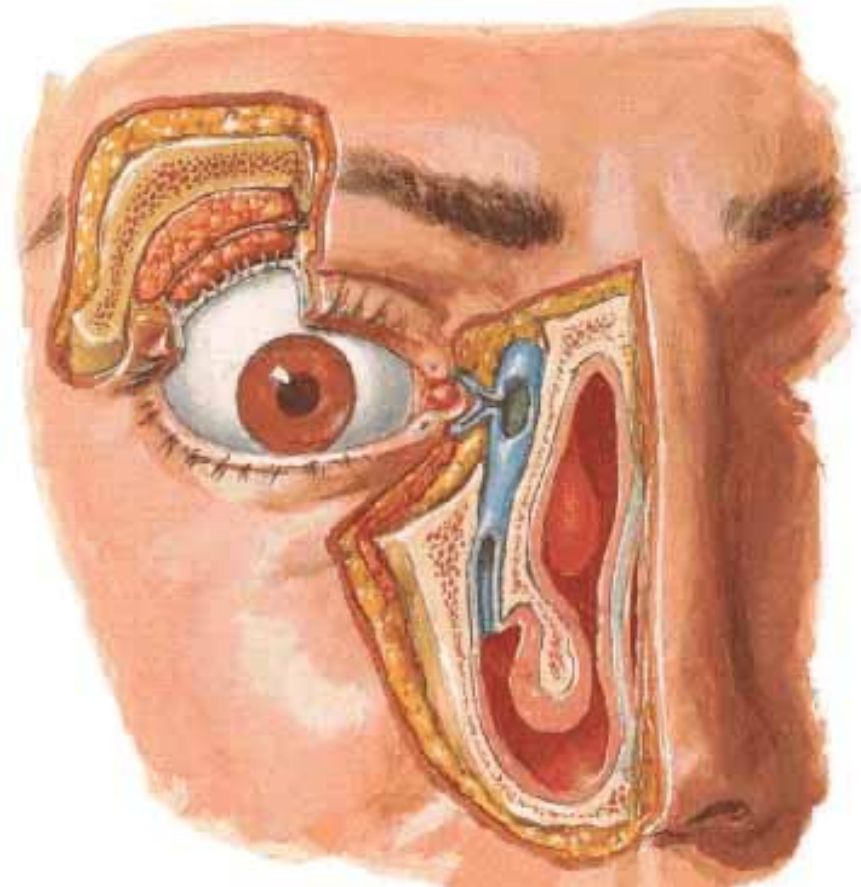
# Glandula lacrimalis

- tuboacinózní serózní žlázy s myoepitelovými buňkami

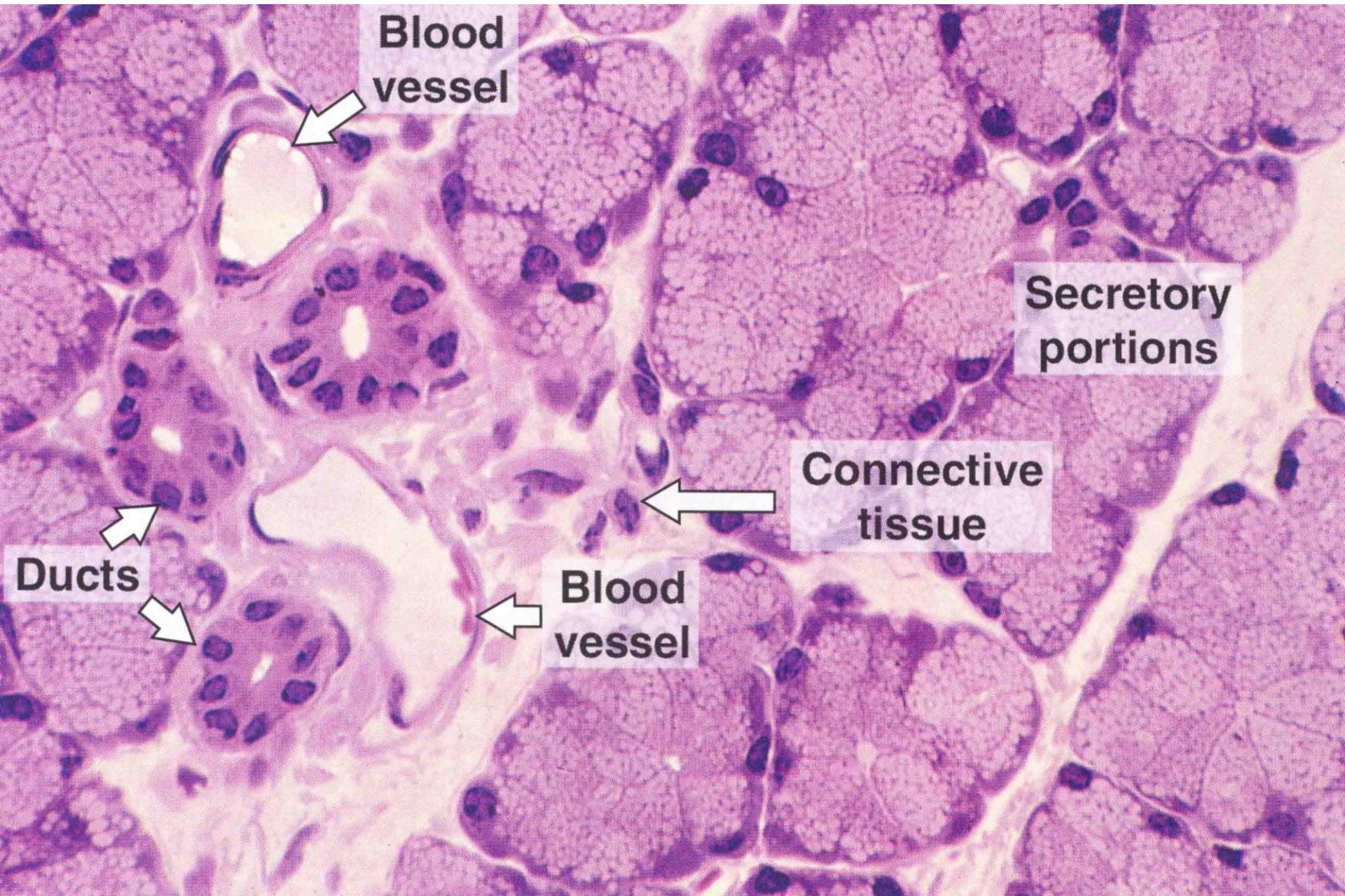
**Lacrimal Apparatus in Situ**



**Lacrimal Apparatus  
Dissection**







**Blood vessel**

**Secretory portions**

**Connective tissue**

**Ducts**

**Blood vessel**



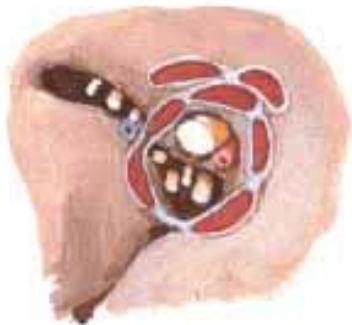
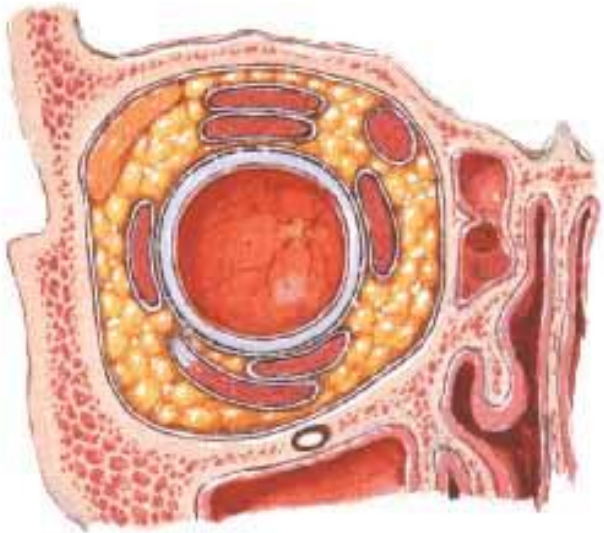
# Svalové ústrojí

- mm. **recti** bulbi: sup., inf., med., lat. (VI.)
- mm. **obliqui** bulbi: inf., sup.(IV.)
  - /fovea trochlearis, spina trochlearis, trochlea, vagina m.o.b.s./
- m. levator palpebrae sup. (pars spf.+prof.)
- n. III – ostatních 5 svalů
- hladké svaly: m. orbitalis *Mülleri*, m. tarsalis sup. *Mülleri* + inf.

# Svalové ústrojí

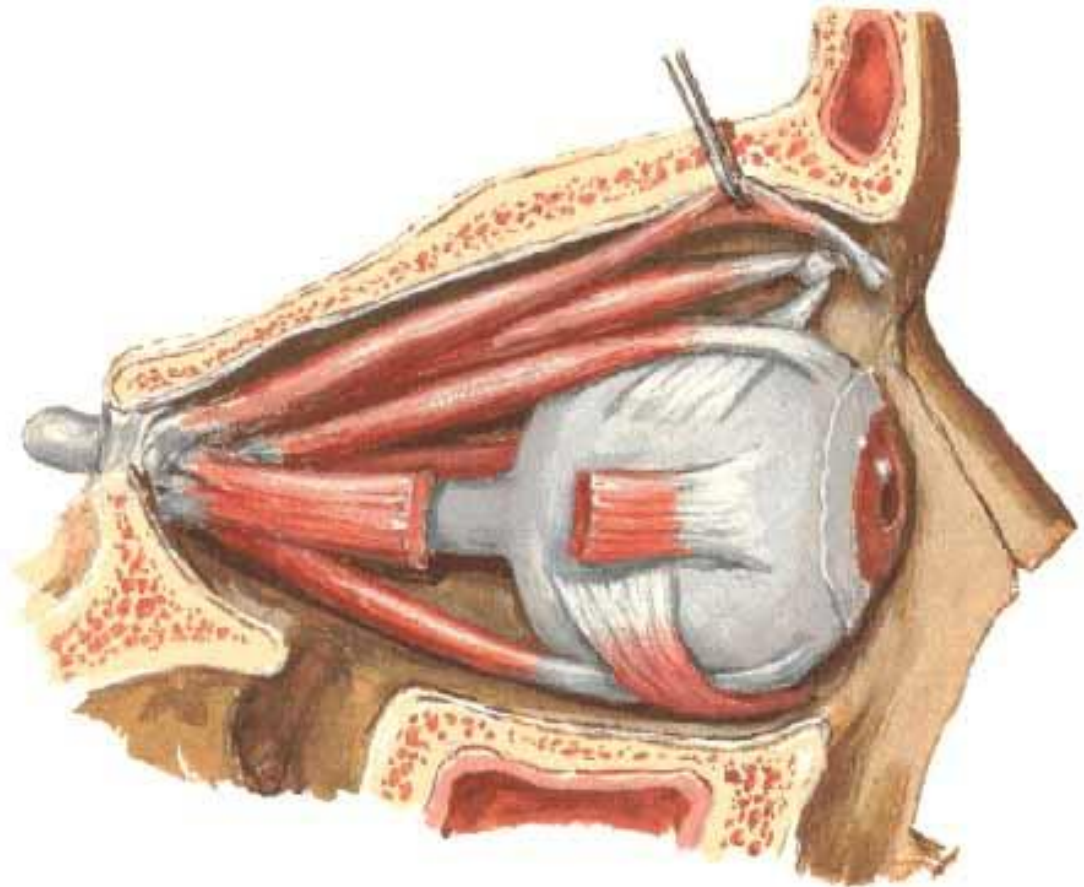
## Fascia of Orbit and Eyeball

Frontal Section and Entering Structures



## Extrinsic Eye Muscles

Right Lateral View





# Pohyby oční koule I.

## pohyby kolem os = dukce

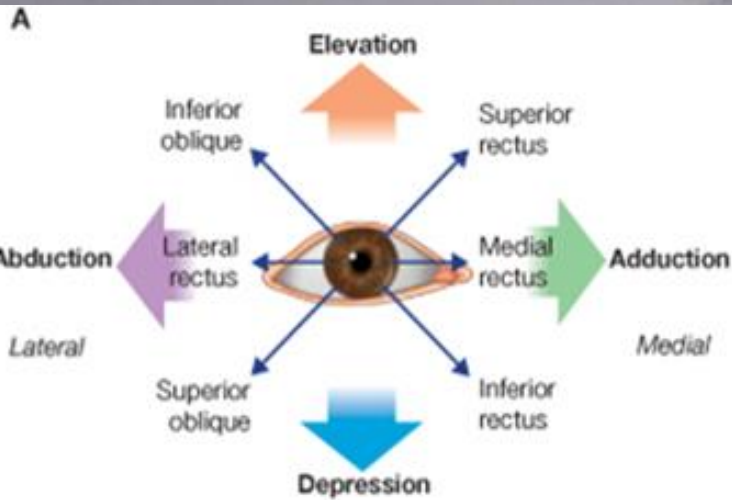
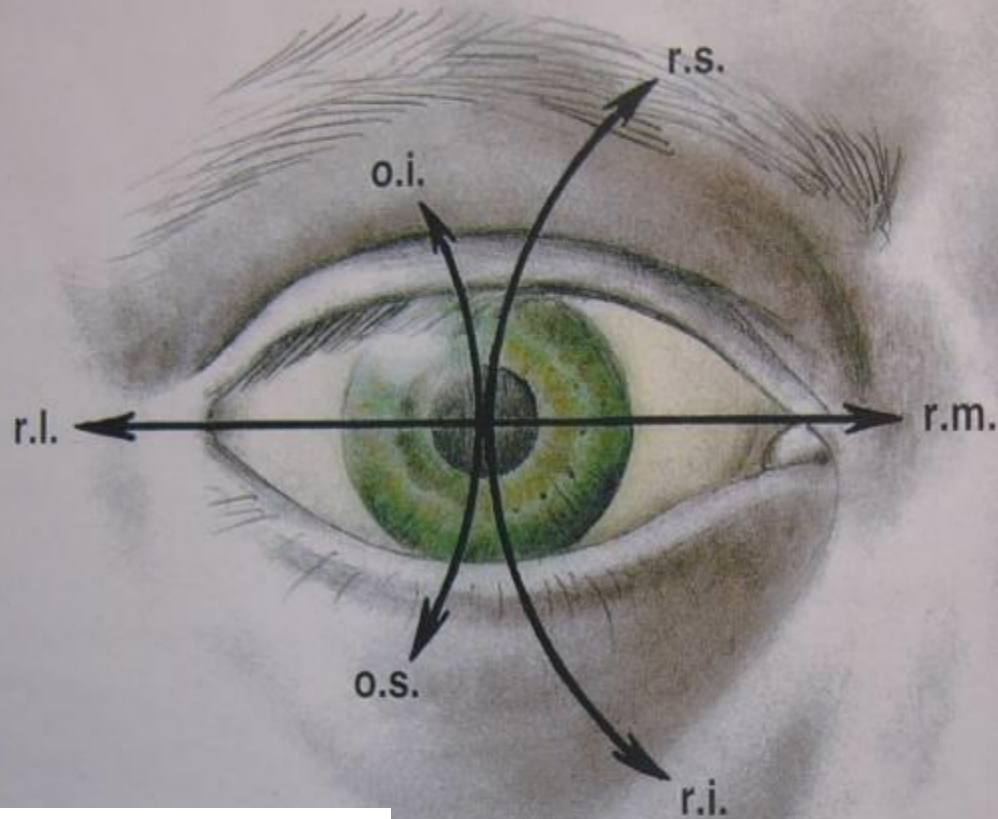
- kolem vertikální osy
  - **addukce** (dovnitř)
  - **abdukce** (ven)
- kolem horizontální osy
  - **elevace** (sursumdukce; supradukce): vzhůru
  - **deprese** (deorsumdukce; infradukce): dolů
- kolem sagitální (předo-zadní) osy:
  - **intorze** (incyklodukce): překlopení dovnitř
  - **extorze** (excyklodukce): překlopení ven

# Pohyby oční koule II.

## pohyby párové (současně oběma očima)

- stejnosměrné spřažené párové pohyby = **verze** (**konjugované pohyby**)
  - **dextroverze** (doprava) + **levo**verze (doleva)
  - **supraverze** (sursumverze) + **infra/deorsumverze** (nahoru + dolů)
  - **dextro/levoelevace** + **dextro/levodeprese** (nahoru/dolů a do strany)
  - **dextro/levocykloverze** (rotace doprava/doleva)
- protisměrné nespřažené párové pohyby = **vergence** (**nekonjugované pohyby**)
  - **konvergence** = souměrné sbíhání os obou koulí
  - **divergence** = rozbíhání os obou koulí
- *strabismus* = *heterotropie* = šilhání (squint)
  - jedno oko je trvale stočeno ven nebo dovnitř

# Pohyby oční koule





# Strabismus concomitans

- esotropie (s. convergens)



- exotropie (s. divergens)



- hypertropie (s. sursumvergens)



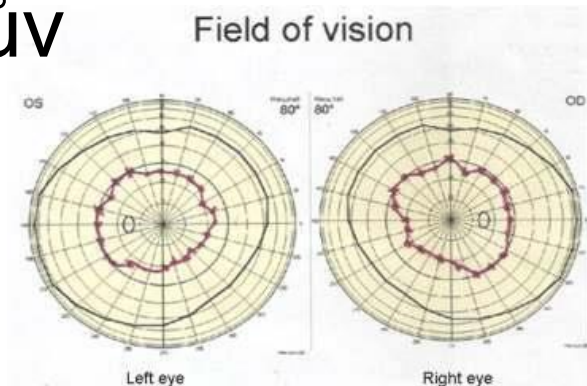
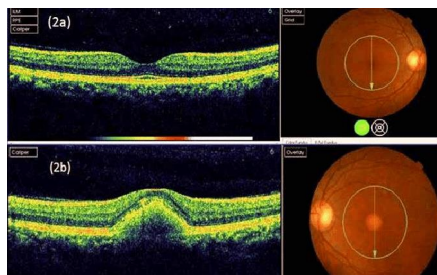
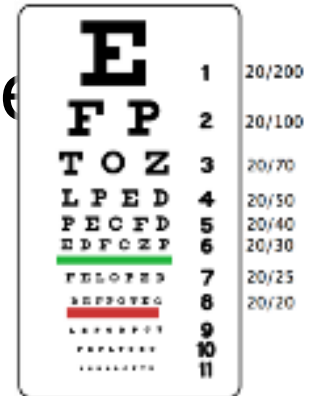
- hypotropie (s. deosumvergens)



# Vyšetření



- štěrbinová lampa
- vyšetření očního pozadí – otok discus/papilla n. optici = zvýšený intrakraniální tlak
- perimetrie = vyšetření šíře zorného pole
- optometrie = vyšetření kvality zraku
- optotypy – Snellenův
- OCT



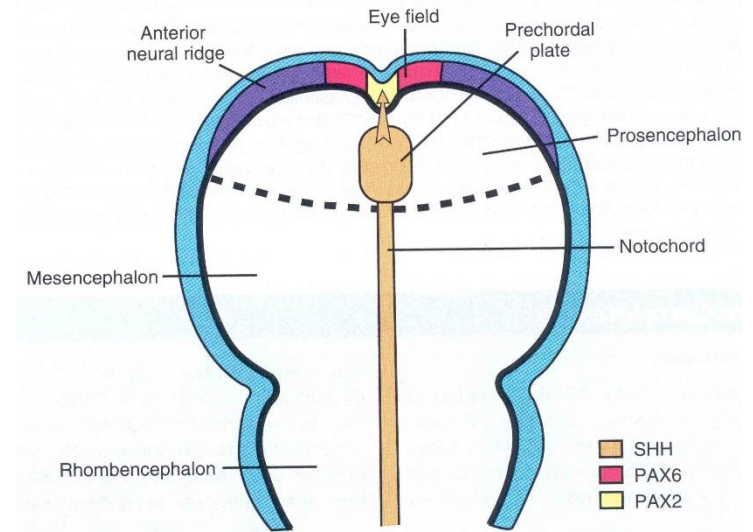
# Příznaky a vady

- epiphora (nadměrné slzení)
- myopie – hypermetropie (krátko – dalekozrakost)
- hypermetrie (přestřelování – porucha mozečku!)
- presbyopie (vetchozrakost)
- hemeralopie (šeroslepost)
- amblyopie (tupozrakost) – *funkční porucha (např. při šilhání)*
- daltonismus (barvoslepost)



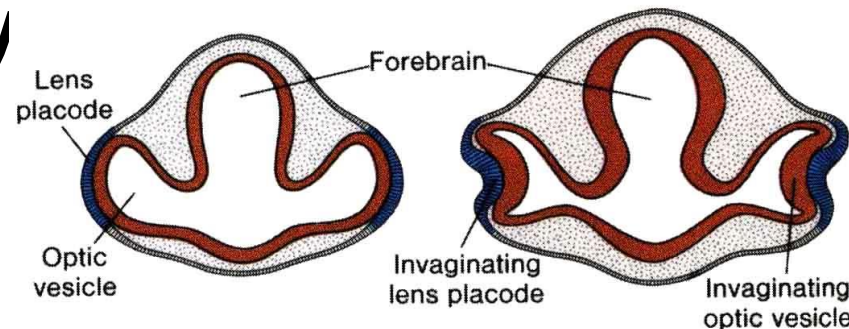
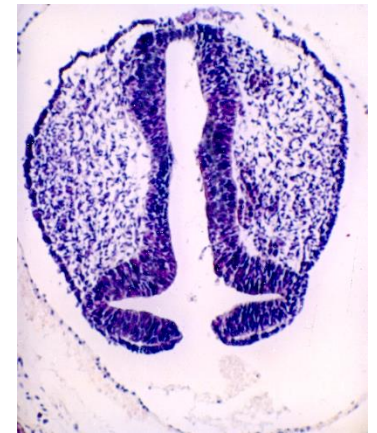
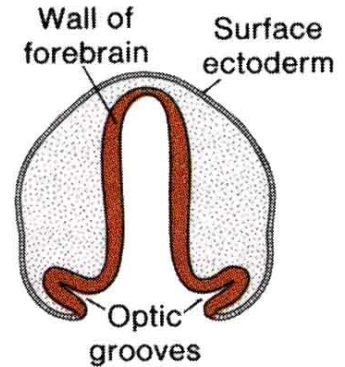
# Vývoj zrakového ústrojí

- neuroektoderm předního mozku
- povrchový ektoderm hlavy
- mezenchym mezi
- buňky neurální lišty

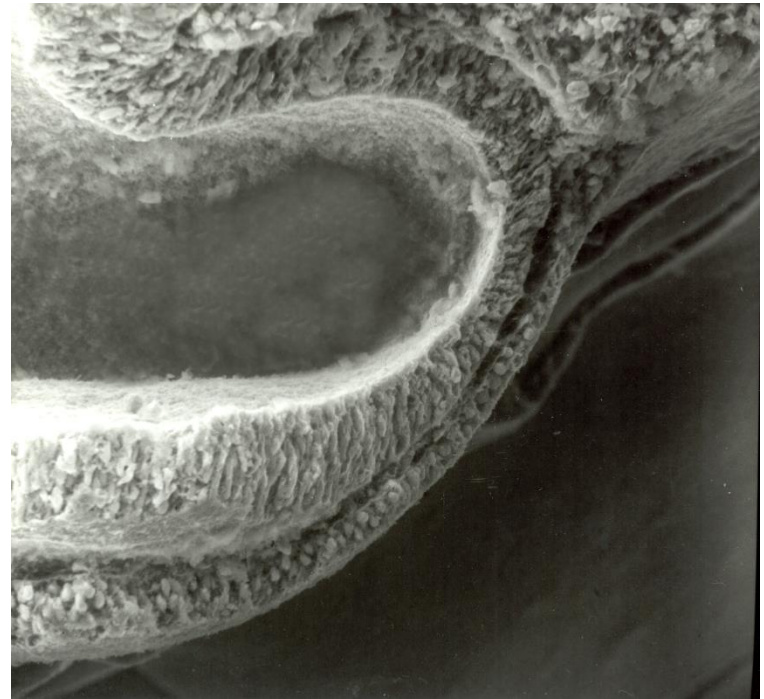
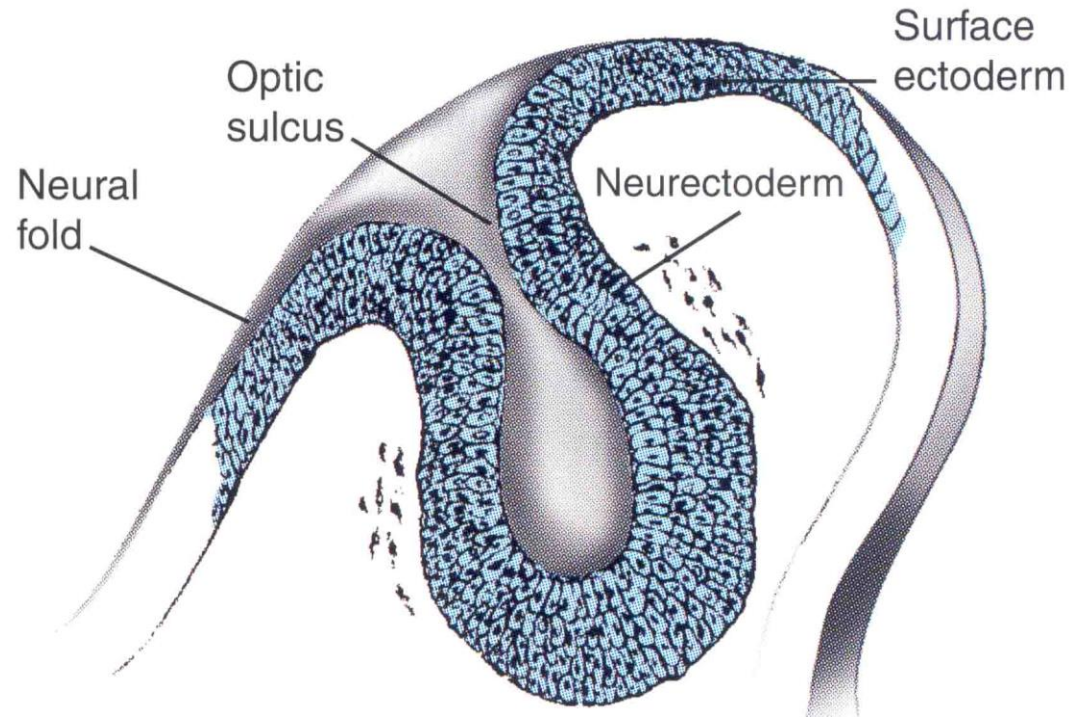
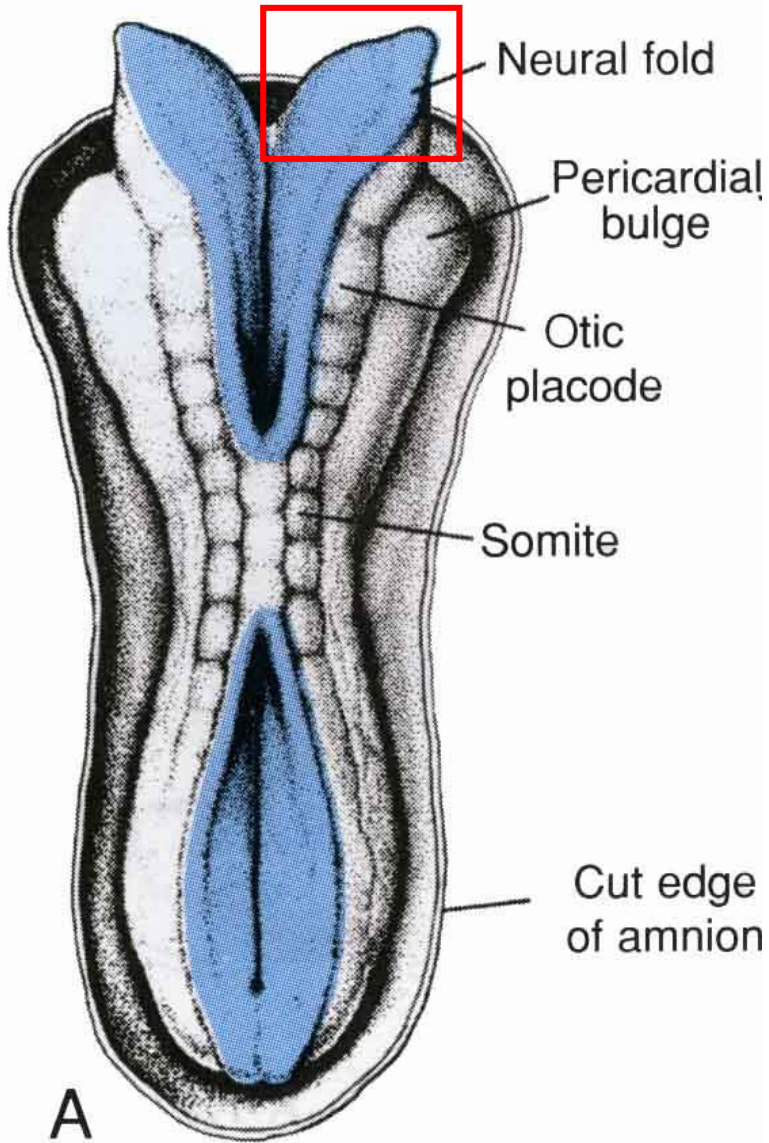


# Vývoj zrakového ústrojí

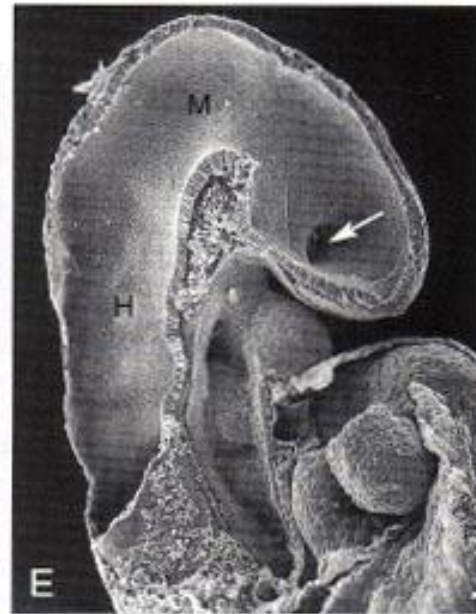
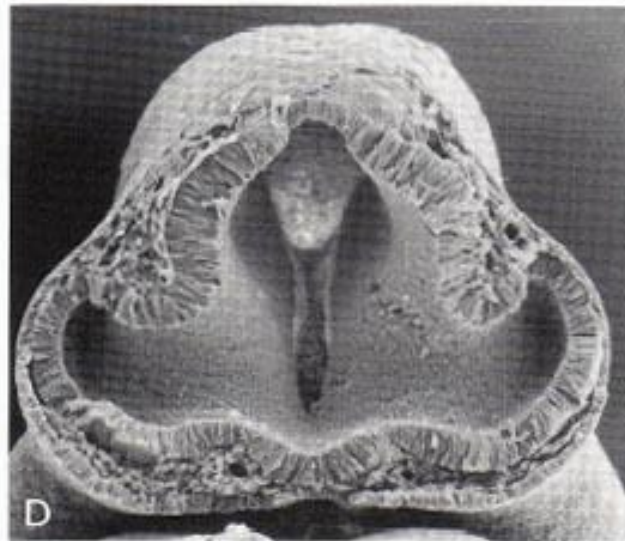
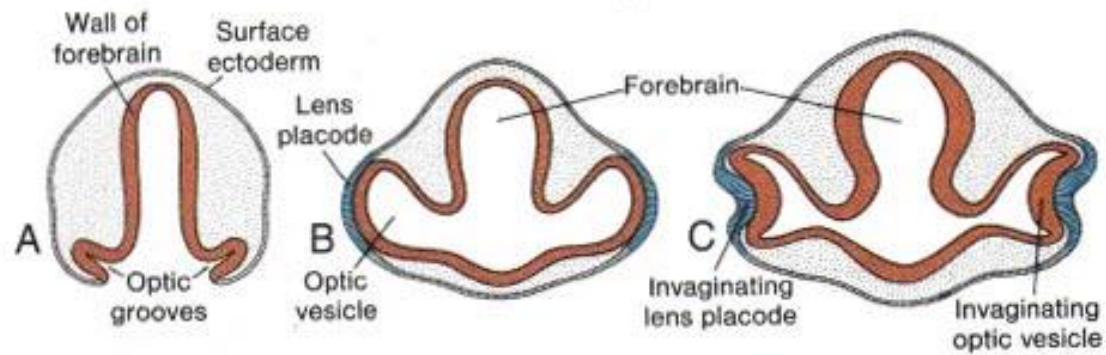
- vývoj od začátku 4. týdne
- vznik očních **brázdiček** v oblasti předního mozku
- prohlubují se v oční **váčky**
- formace oční **stopky**
- indukce ektodermu = ztluštění
- vznik **čočkové plakody**



# 22. den



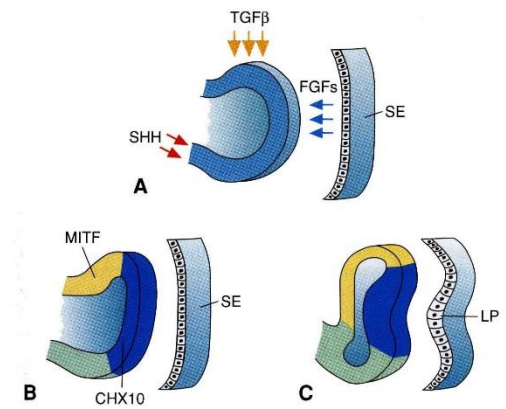




**Figure 17.1.** A. Transverse section through the forebrain of a 22-day embryo (approximately 14 somites), showing the optic grooves. B. Transverse section through the forebrain of a 4-week embryo showing the optic vesicles in contact with the surface ectoderm. Note the slight thickening of the ectoderm (lens placode). C. Transverse section through the forebrain of a 5-mm embryo showing invagination of the optic vesicle and the lens placode. D. Scanning electron micrograph showing a frontal view of a mouse embryo at a stage similar to that shown in B. E. Scanning electron micrograph of a mouse embryo during formation of the optic vesicle. The embryo has been cut sagittally to reveal the inside of the brain vesicles and outpocketing of the optic vesicle (arrow) from the forebrain. H, hindbrain; and M, midbrain.

# Vývoj zrakového ústrojí

- vchlípení čočkové plakody
- vznik dutého čočkového váčku bez spojení s povrchem
- oční váčky se vchlípují = oční **pohárek**
- vchlípení stopky a pohárku se vcestováním cévnatého mezenchymu = vznik sklivcových cév



stěna optické stopky  
(přecházející ve stěnu  
předního mozku)

dutina optické stopky  
(související s dutinou  
předního mozku)

intraretinální prostor

mezenchym (primordium  
cévnatky a skléry)



povrchový ektoderm

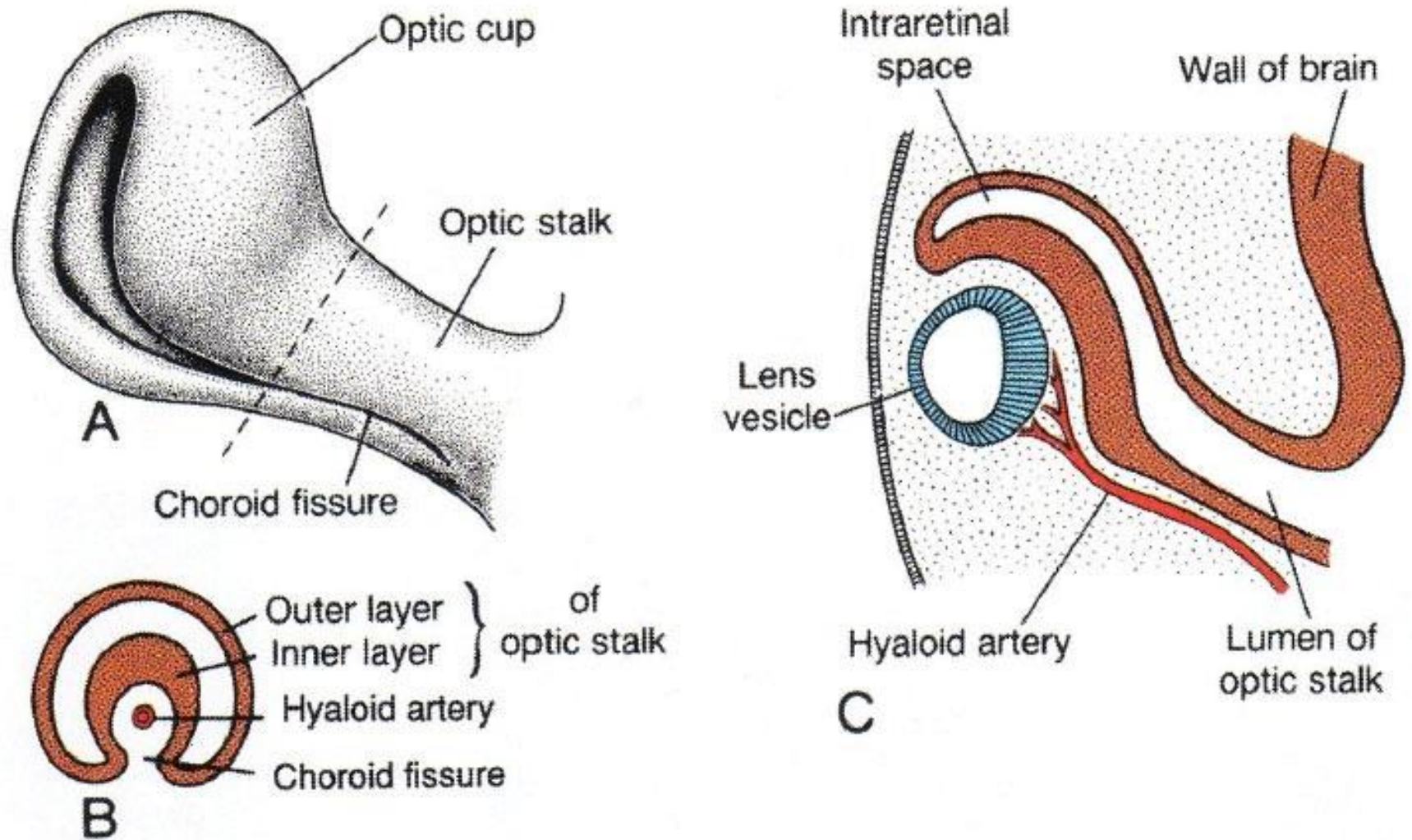
čočková jamka  
(invaginovaná čočková  
plakoda)

vnitřní vrstva očního po-  
hárku (primordium op-  
tické části sítnice)

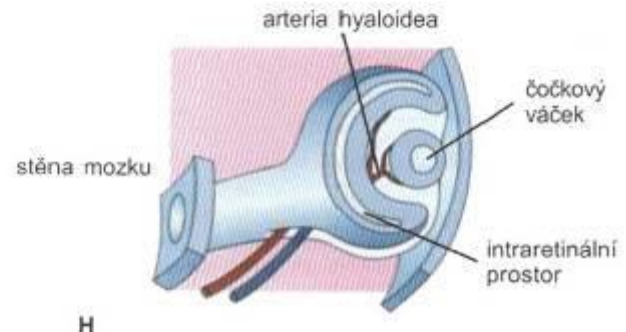
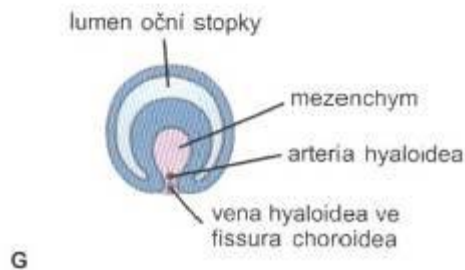
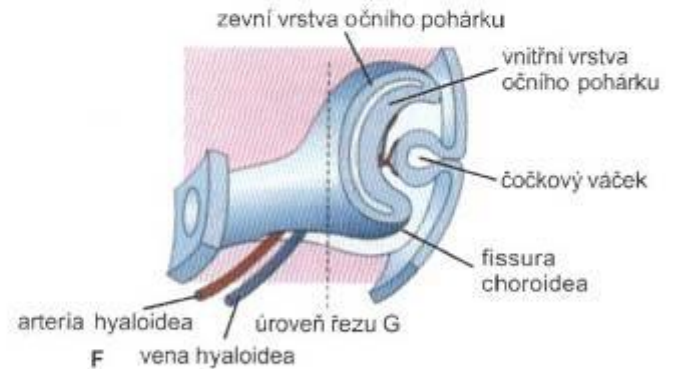
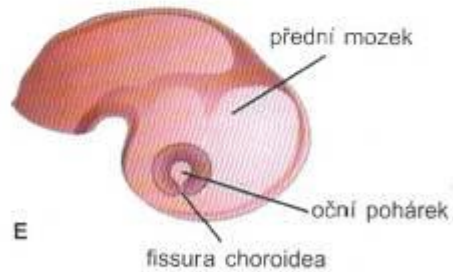
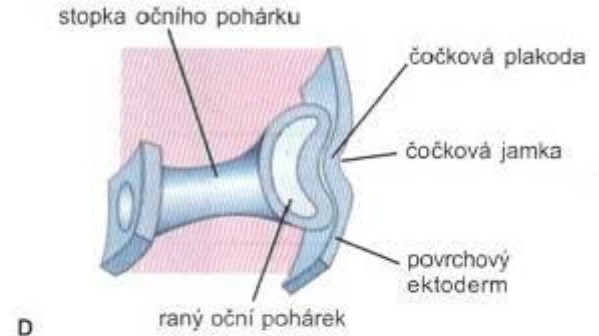
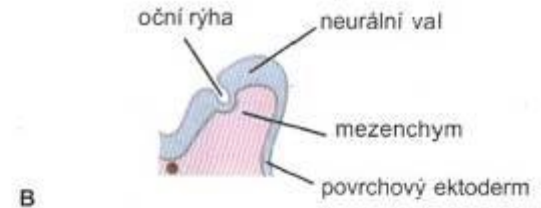
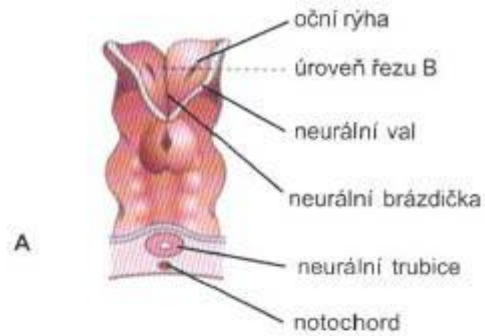
zvní vrstva očního po-  
hárku (základ pigmen-  
tového epitelu sítnice)

32 dní

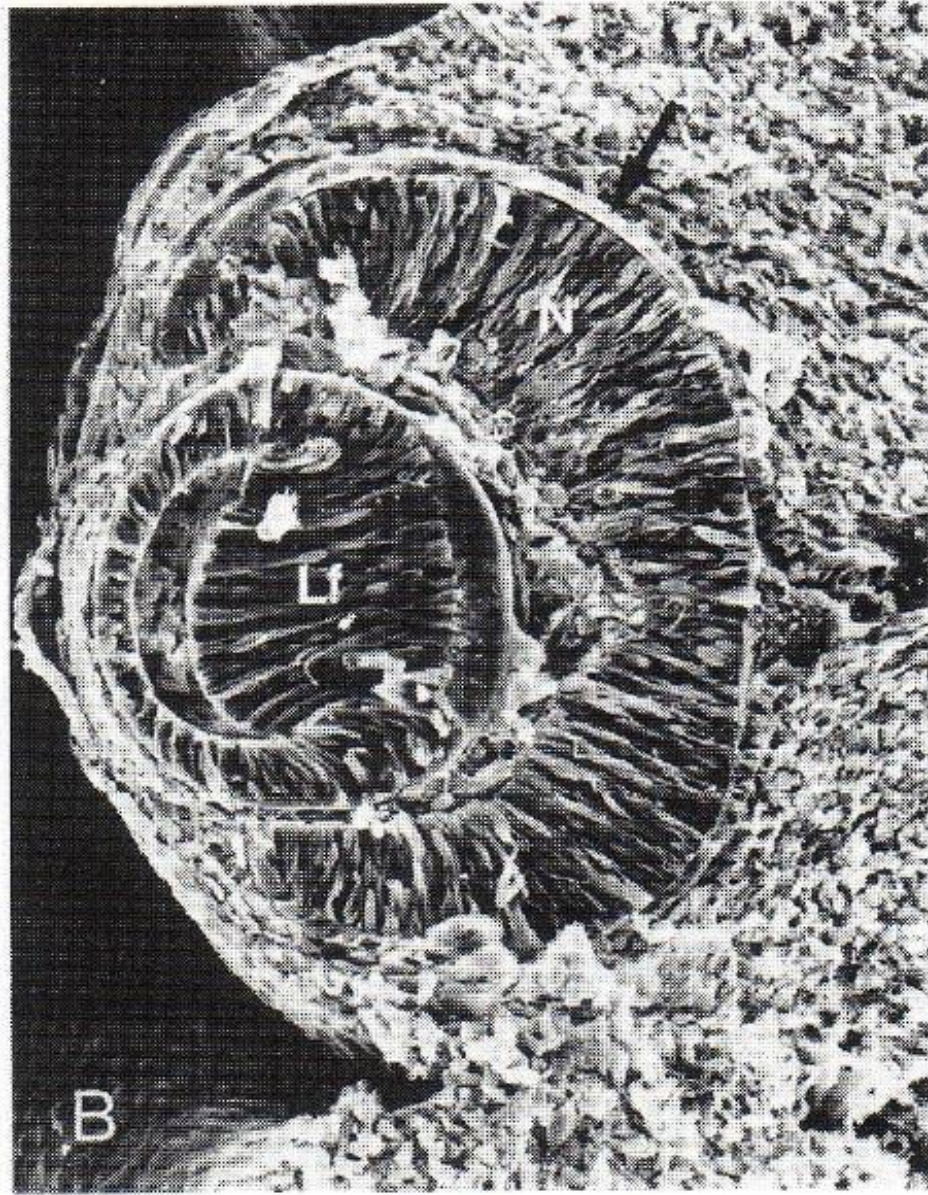
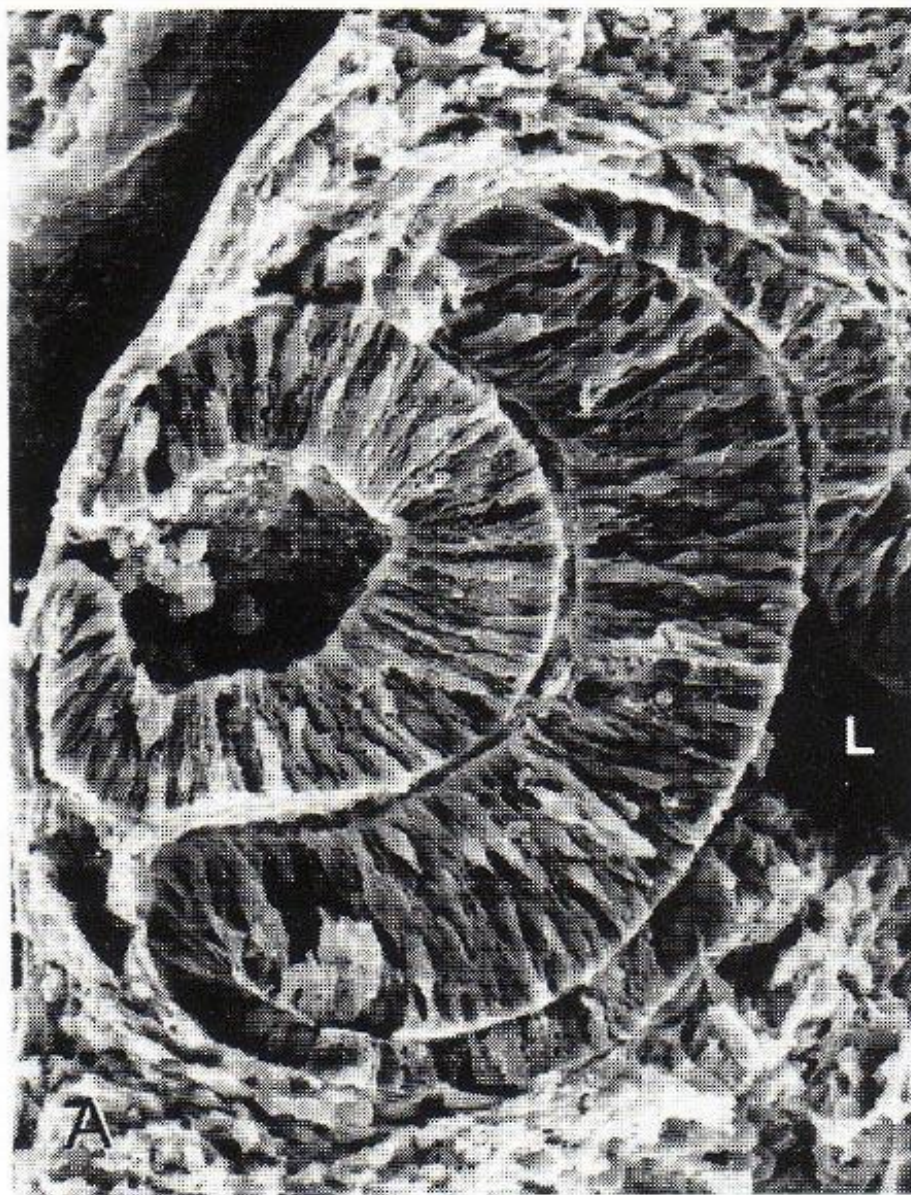




**Figure 17.2.** **A.** Ventrolateral view of the optic cup and optic stalk of a 6-week embryo. The choroid fissure on the undersurface of the optic stalk gradually tapers off. **B.** Transverse section through the optic stalk as indicated in **A**, showing the hyaloid artery in the choroid fissure. **C.** Section through the lens vesicle, the optic cup, and optic stalk at the plane of the choroid fissure.





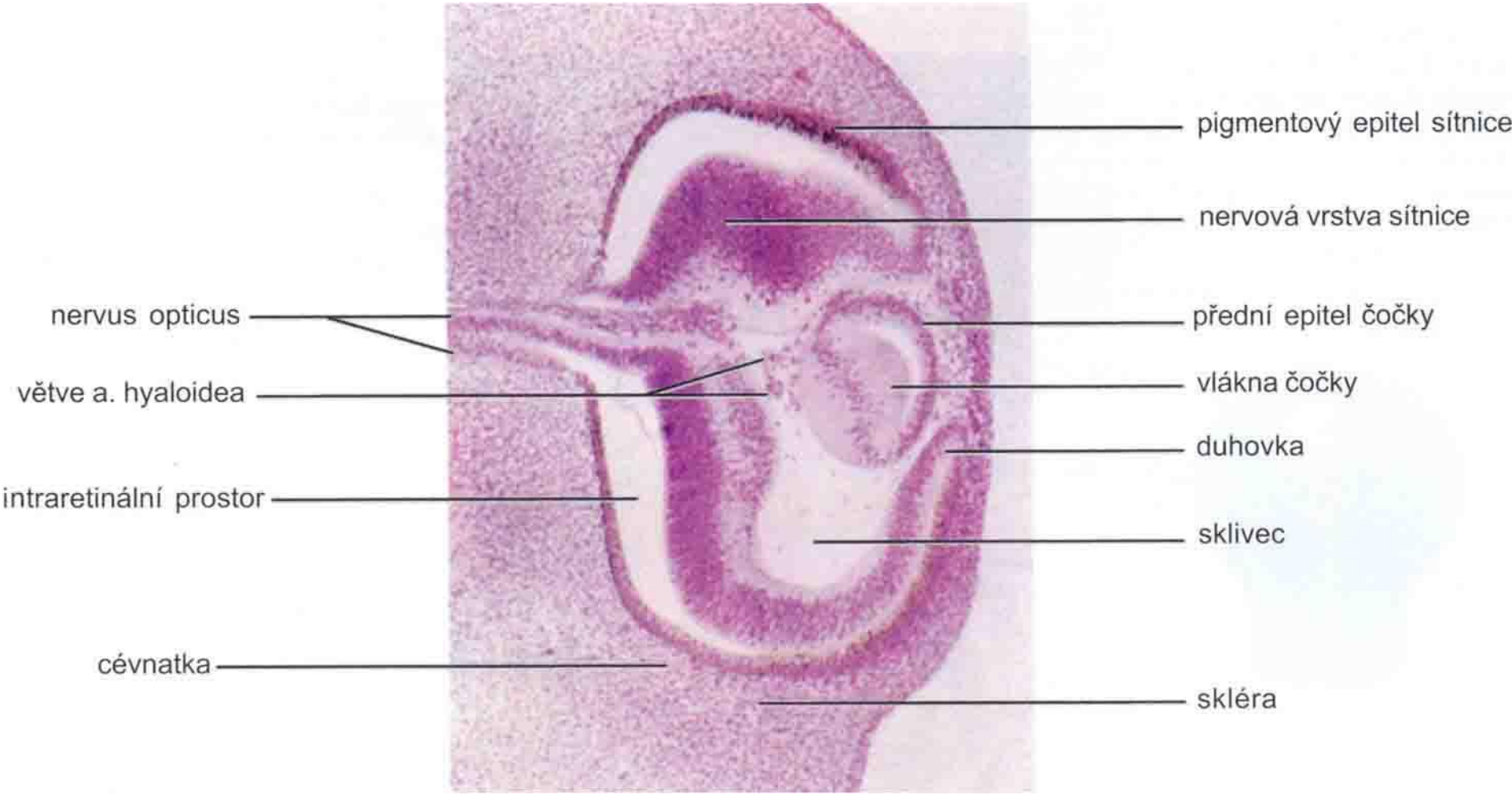


**Figure 17.4.** Scanning electron micrographs of sections through the eyes of mouse embryos at stages equivalent to (A) 6 weeks and (B) 7 weeks in the human. A. The



# Vývoj sítnice

- vznik z očního pohárku
- vnější vrstva – pigmentový epitel
- vnitřní vrstva – prolifерuje v pars nervosa
- intraretinální prostor – postupně mizí
  
- inverse sítnice



44 dní

# Vývoj nervus opticus

- vlákna z gangliových buněk prorůstají stopkou
- lumen stopky zaniká
- štěrbina (vchlípenina) zaniká

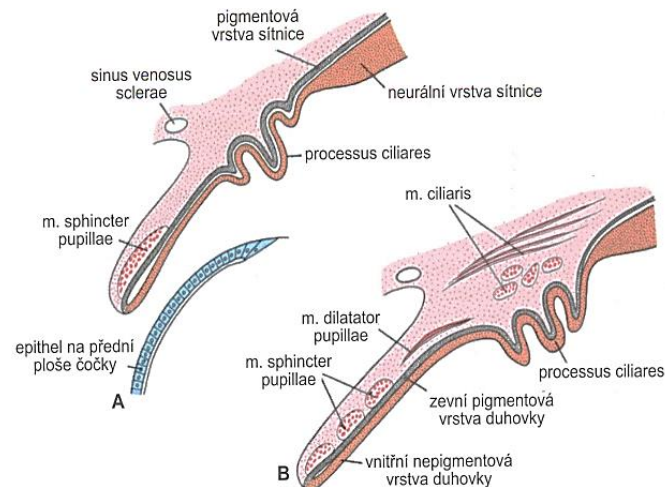


# Vývoj oka v pohybu

- <https://www.youtube.com/watch?v=ghHDFWlfpoQ>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Xme8PA6xv-M>

# Vývoj řasnatého tělesa

- vyklenutí obou vrstev očního pohárku
- pigmentový epitel – z vnější vrstvy
- nepigmentový epitel – z vnitřní vrstvy
- ciliární kanál – z dutiny pohárku
- m. ciliaris a vazivo – z mezenchymu



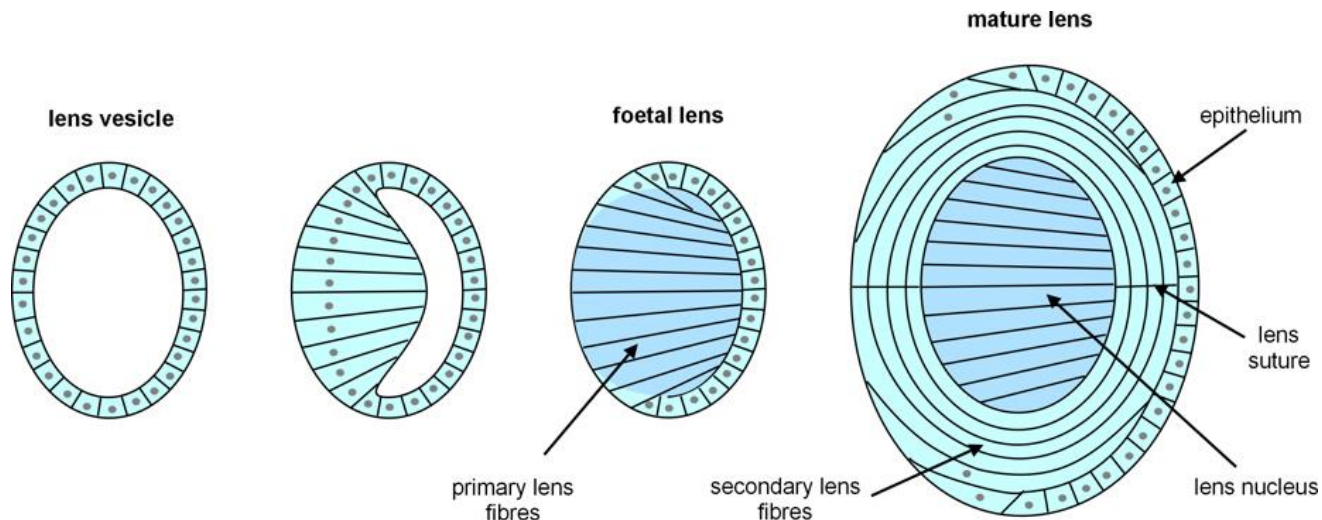
# Vývoj duhovky

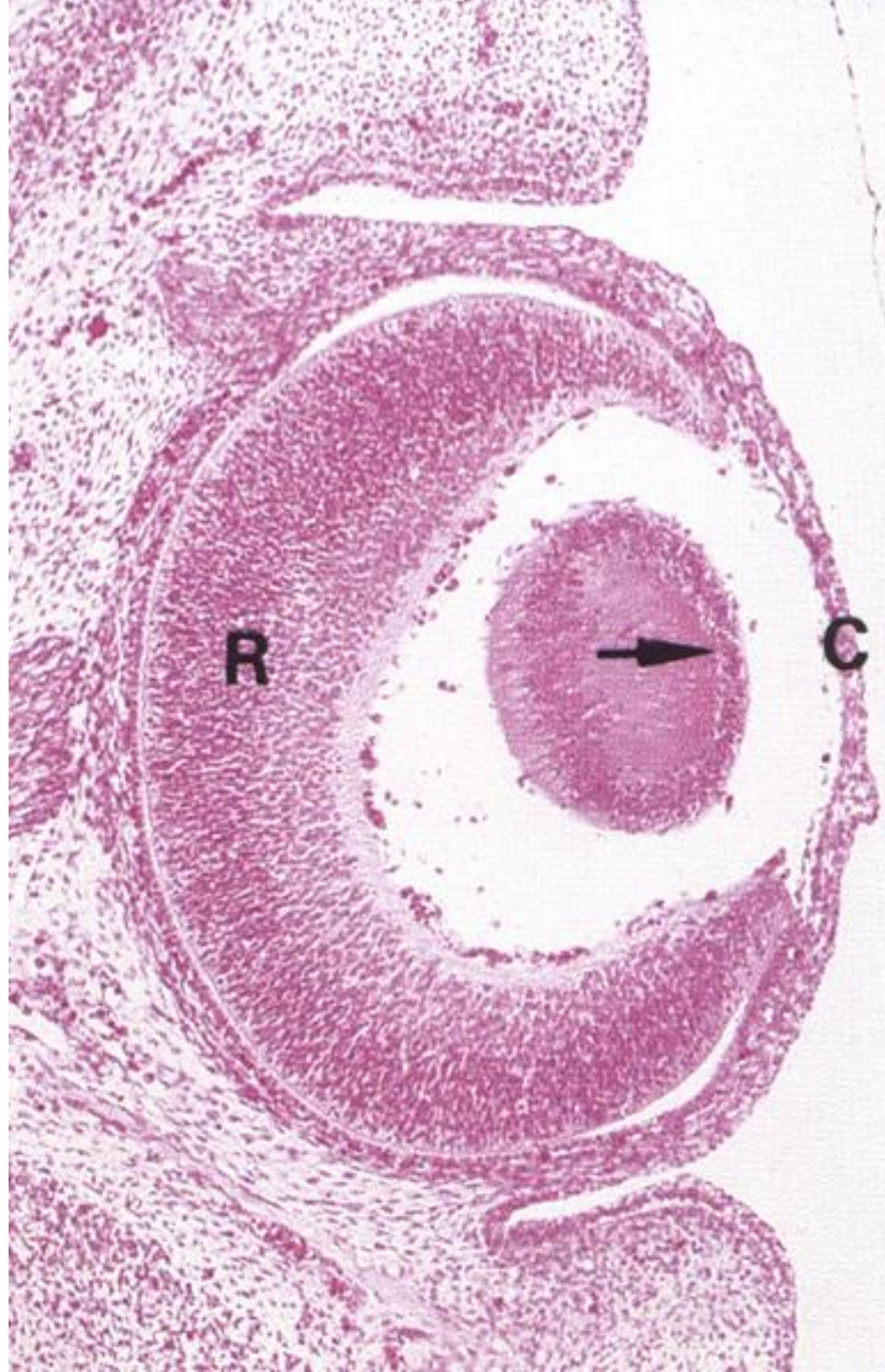
- hrana očního pohárku
- vnější vrstva se mění v hladké svaly
- vnitřní vrstva vytváří pigmentový epitel



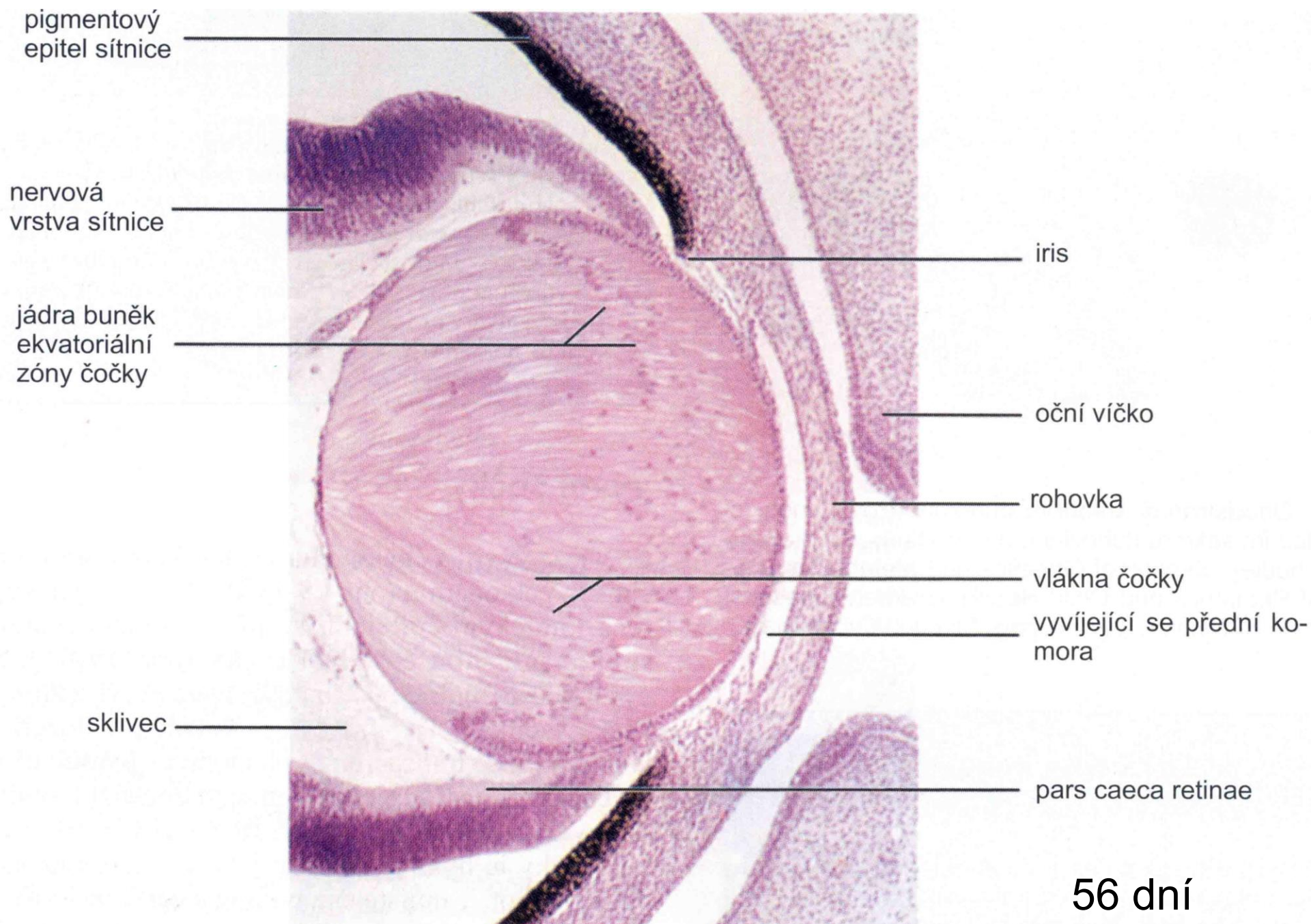
# Vývoj čočky

- vzniká z čočkového váčku
  - přední stěna se nemění = přední epitel
  - zadní stěna – buňky se prodlužují až zaniká lumen
    - vznik primárních vláken
    - sekundární vlákna – z bb. předního epitelu
  - capsula lentis – ztluštělá BL předního epitelu
- zasobována a. hyaloidea – zaniká
- pupilární membrána – obaluje čočku – zaniká



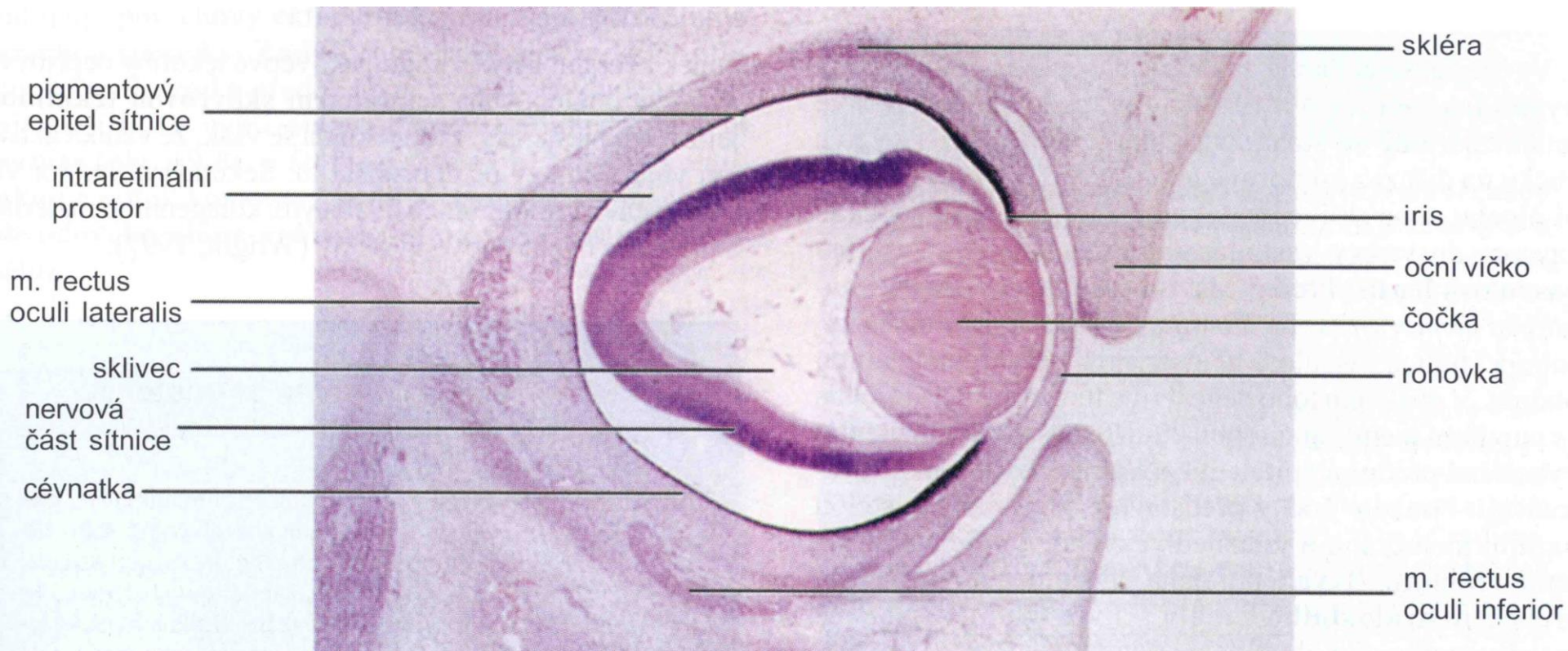




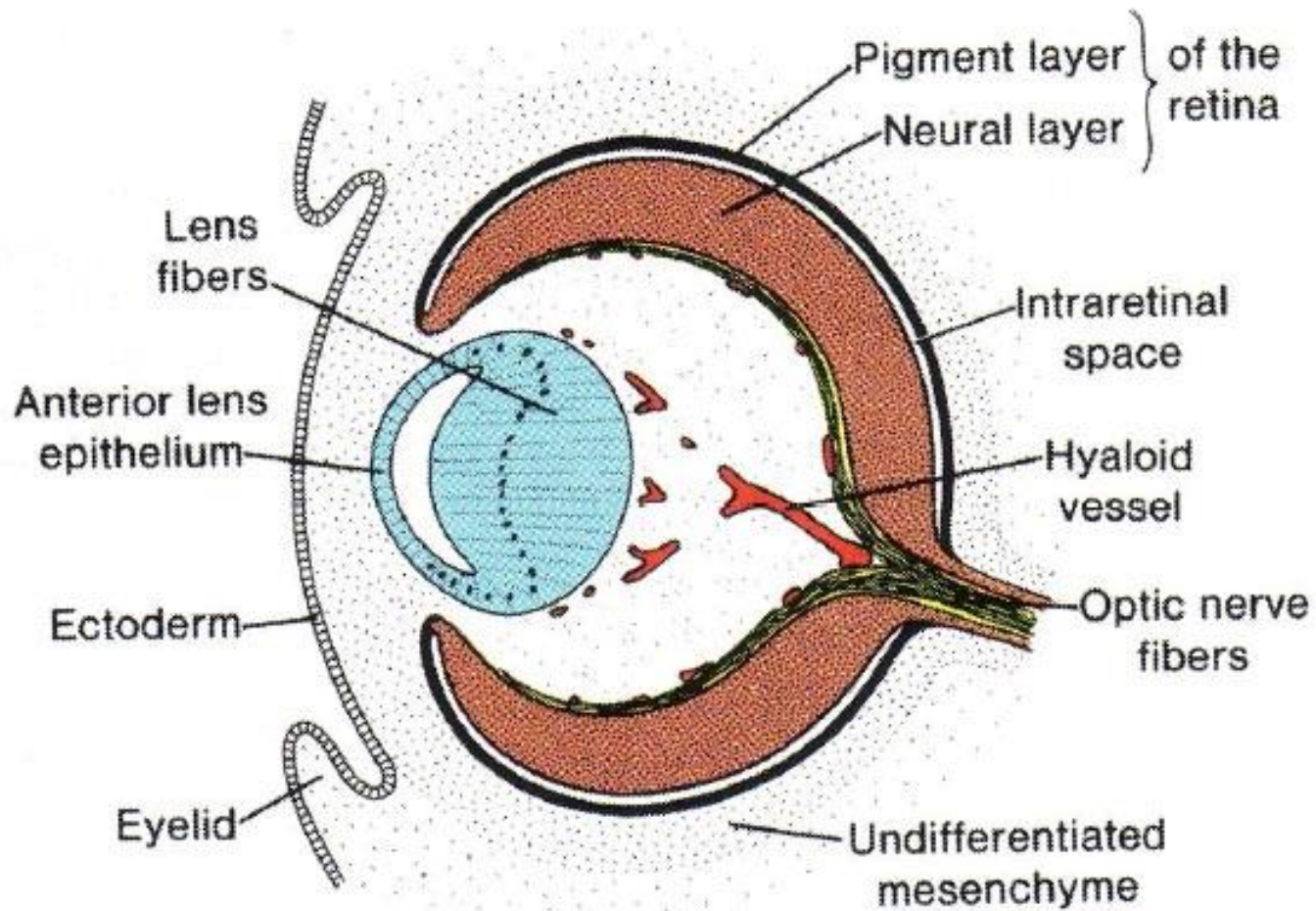


56 dní



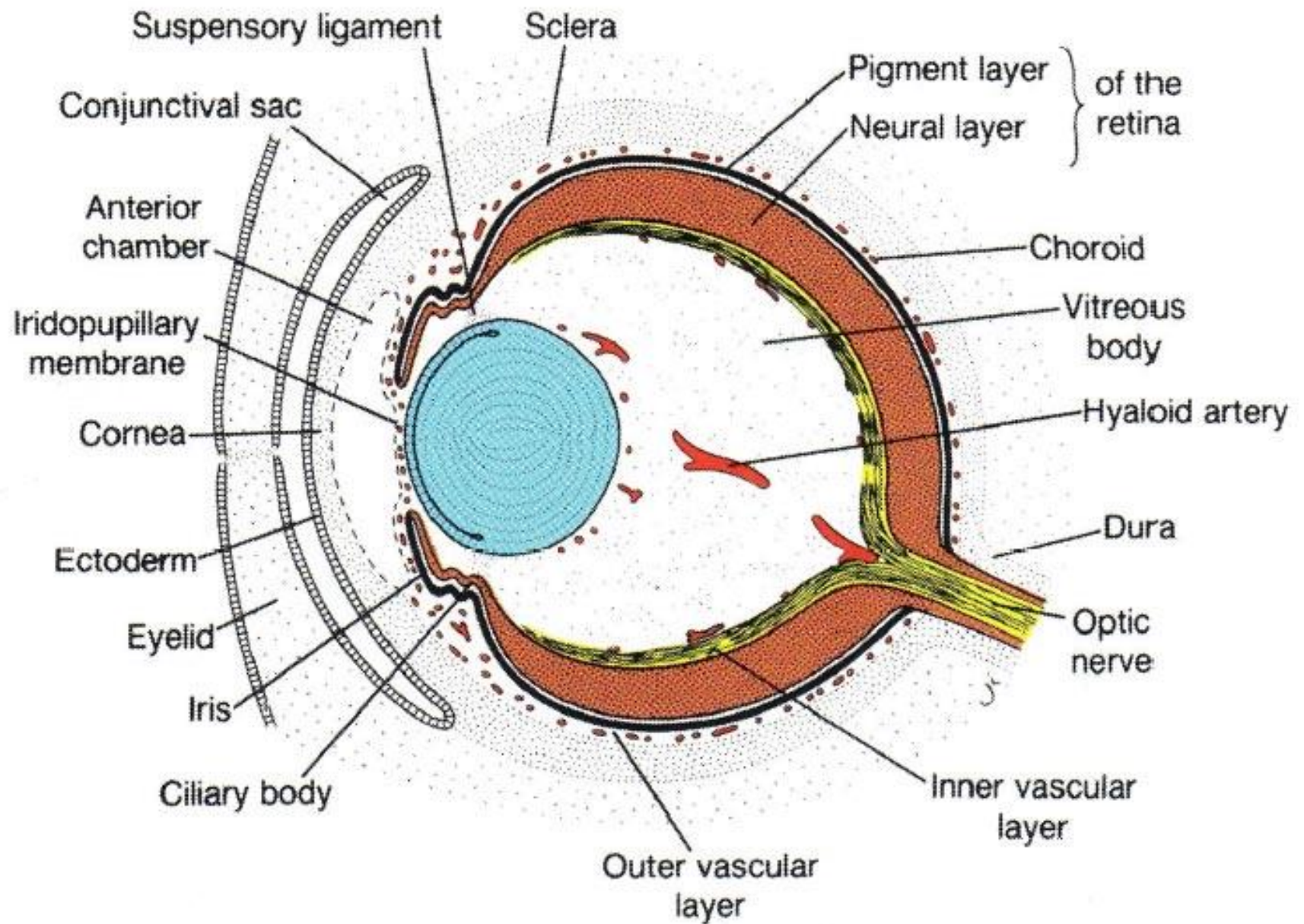


56 dní



**Figure 17.3.** Section through the eye of a 7-week embryo. The eye primordium is completely embedded in mesenchyme. Fibers of the neural retina converge toward the optic nerve.





**Figure 17.7.** Section through the eye of a 15-week fetus showing the anterior chamber, iridopupillary membrane, inner and outer vascular layers, choroid, and sclera.



# Vývoj očních komor

- přední komora
  - štěrbina mezi základem čočky a rohovky
- zadní komora
  - štěrbina v očním pohárku po stranách čočky

# Vývoj rohovky, cévnatky a bělimy

- rohovka
  - povrchový ektoderm
  - mezenchym
  - buňky neurální lišty
- cévnatka a bělima
  - okolní mezenchym

# Vývoj očních víček

- 6. týden: kožní záhyby přes rohovku
- 10. týden: záhyby se spojují
- 28. týden: opět se otevírají
- mezi tím se zevnitř přikládá spojivka
- sval z II. žaberního oblouku
- tarzální ploténka a žlázy z mezenchymu

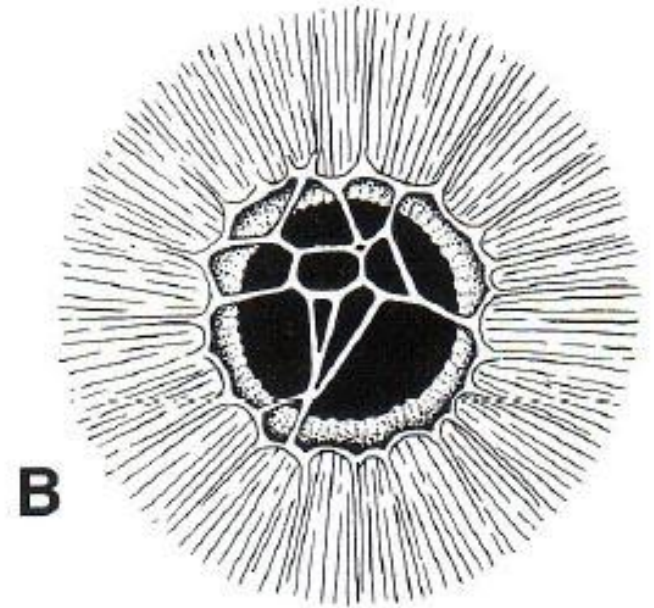
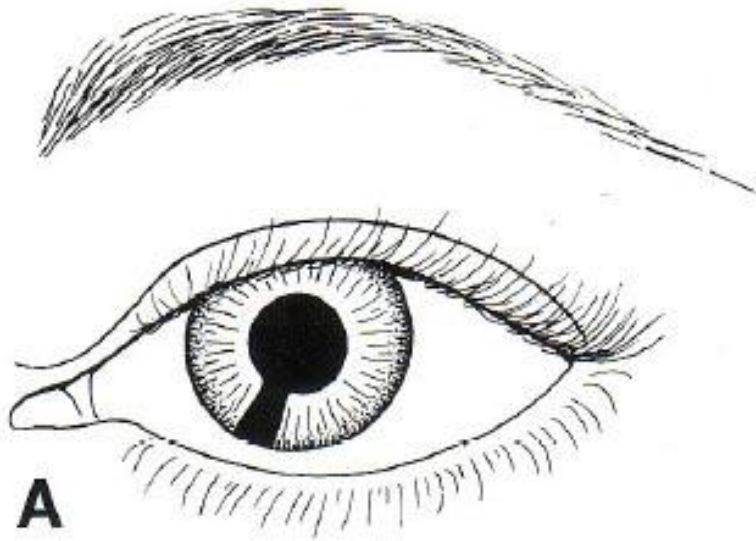


# Vývoj slzných žláz

- výchlípky povrchového ektodermu
- nefunkční asi do 6. týdne
  - novorozenec neslí

# Vývojové vady

- **vrozené odchlípení sítnice**
- **coloboma retinae** (obvykle oboustranné – porucha uzavírání fissura optica)
- cyclopia (1 oko), synophthalmia (splynuté oči)
- microphthalmia – infekce
- anophthalmia
- **coloboma iridis** (6. týden – porucha uzavírání fissura optica)
- aniridia, afakia
- **membrana pupillaris persistens**
- a. hyaloidea persistens
- **vrozený zelený zákal**
- **vrozený šedý zákal** (u galaktosémie)
- vrozená ptóza, coloboma palpebrale
- cryptophthalmia (chybění víček – oko zakryté kůží)



**Figure 17.9.** A. Coloboma iris. B. Persistence of the iridopupillary membrane.



**KONEC**



# DEVELOPMENT of the EYE I from CNS

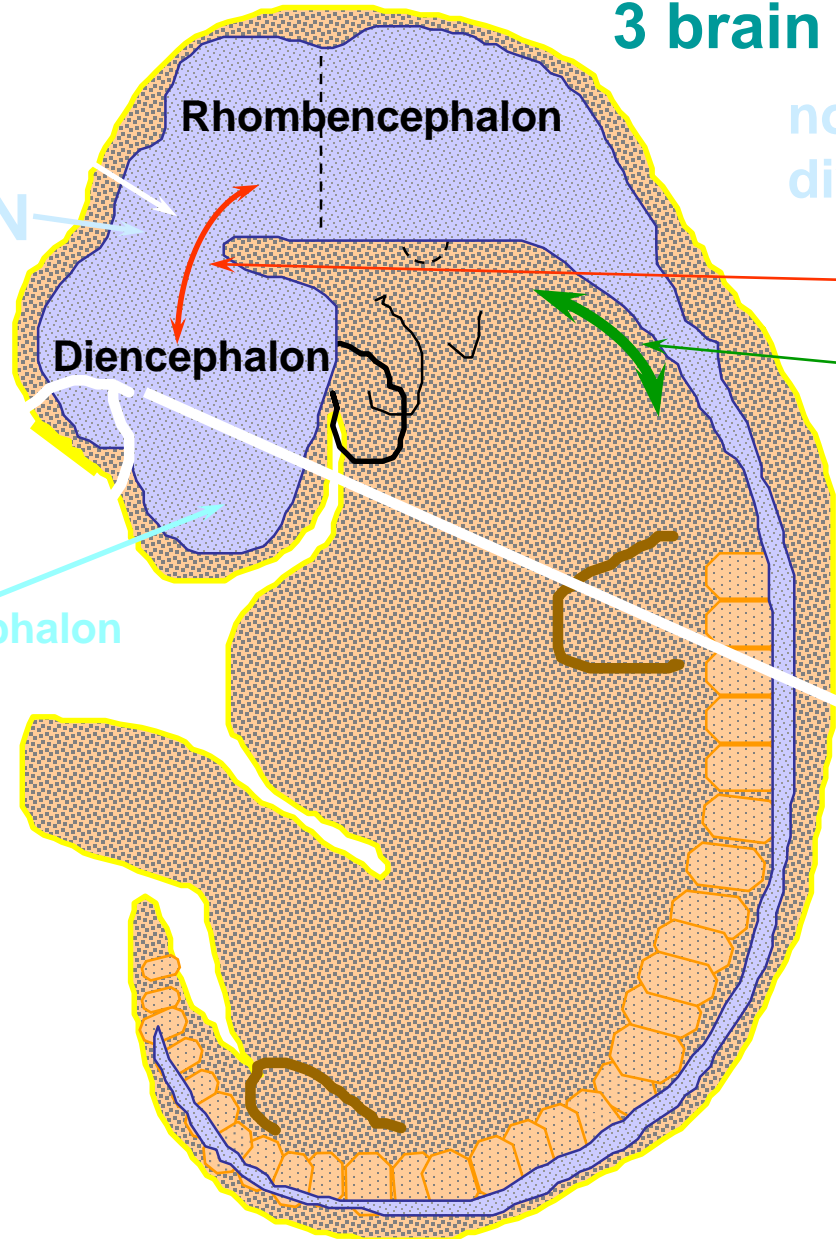
35 days pc

3 brain 'vesicles' are subdividing

now four, then Rhombencephalon divides into Met- & Mel-encephalons

BRAIN

Telencephalon



Cephalic flexure/bend

Cervical flexure

start the folding

Surface ECTODERM

MESENCHYME

Neural ECTODERM

ECTODERM,  
FOREBRAIN  
MESENCHYME

# EYE PARTS' EMBRYONIC SOURCES

**Surface  
ECTODERM**

**MESENCHYME**

**Neural  
ECTODERM**

**LENS**

**UVEA**

**SCLERA**

**RETINA**

**CORNEAL  
EPITHELIUM**

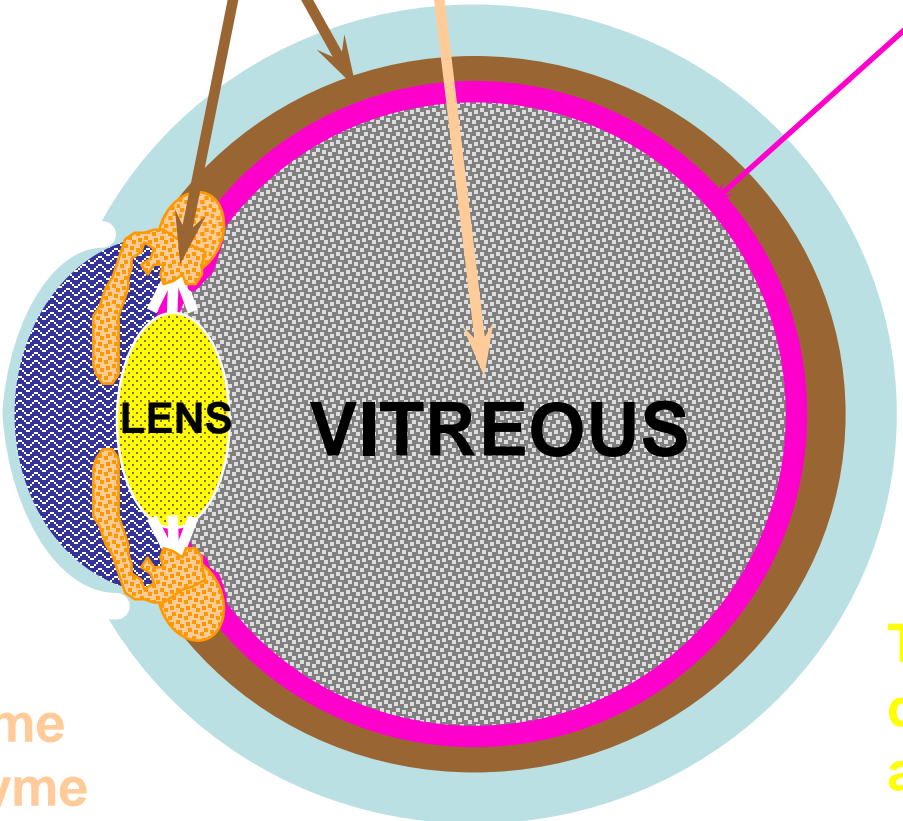
**CORNEAL  
STROMA**

**LENS**

**VITREOUS**

Connective tissue & muscle (& vessels) come from cranial mesenchyme

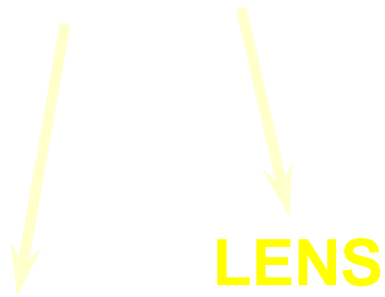
Two ectoderms drive events and shaping





# ANTERIOR EYE PARTS' EMBRYONIC SOURCES

Surface  
ECTODERM

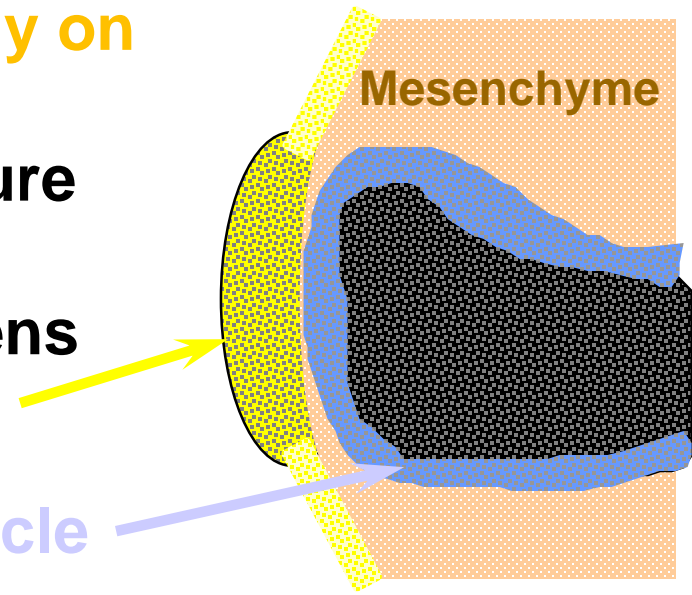


In much the same way as an endocrine gland is produced: by a downgrowth of cells that then break off the surface connection

Here the downgrowth makes the *lens vesicle*, conferring a roundish shape from early on

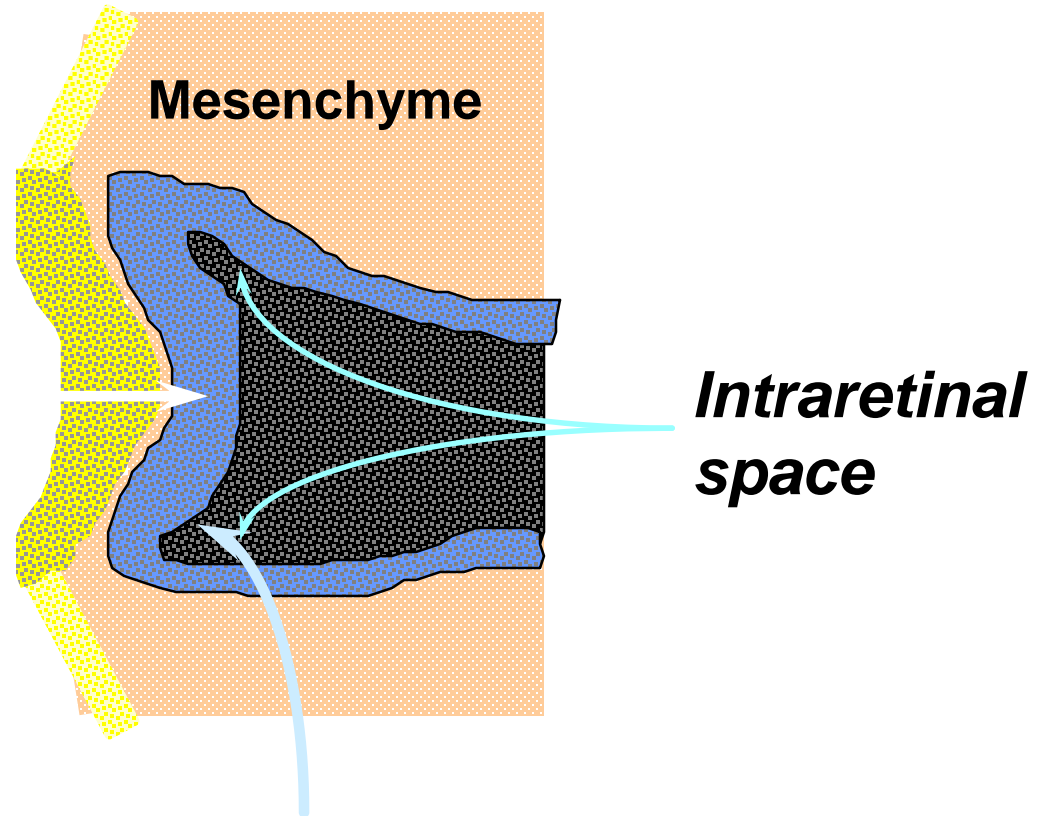
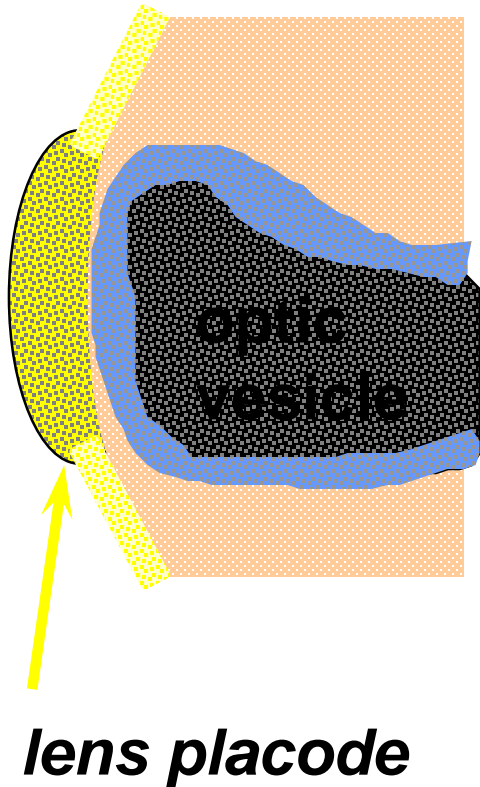
To have enough cells for the future cornea and for the lens vesicle, the surface ectoderm first thickens to form a *lens placode*

brain-derived optic vesicle



# LENS & OPTIC CUP DEVELOPMENT I

While still growing, both placode and end of the optic vesicle invaginate

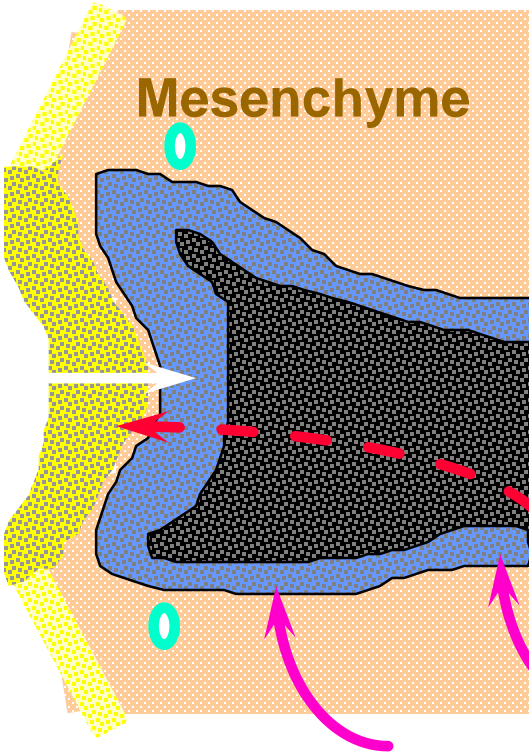


Double wall of *optic cup* is starting to form

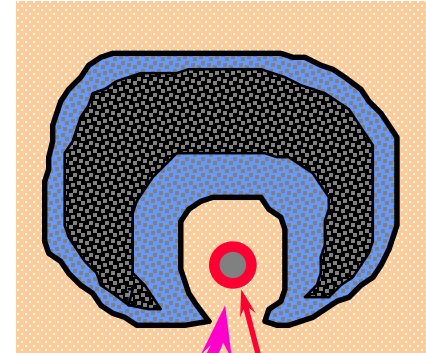
Optic vesicle precedes the lens vesicle and is a distinct structure

# OPTIC CUP DEVELOPMENT II: Choroid fissure

*Blood vessels have to be introduced early into the soon to be enclosed round eye*



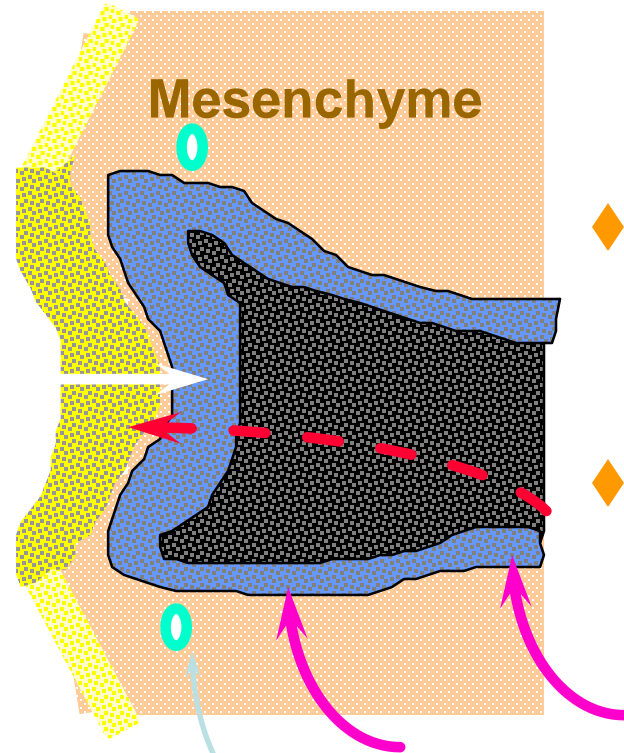
- ◆ an invagination along the cup & stalk's inferior surface occurs, to create the *choroid fissure*



- ◆ in which runs the *hyaloid artery*

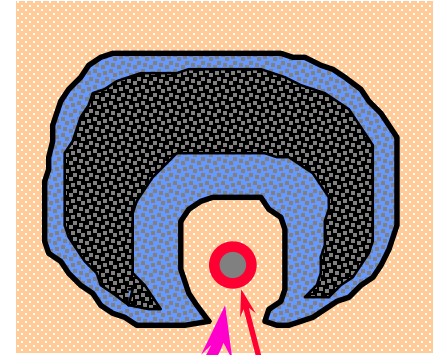


# OPTIC CUP DEVELOPMENT II: Coloboma



Blood vessels have to be introduced early into the soon to be enclosed round eye

an invagination along the cup & stalk's inferior surface occurs, to create the *choroid fissure*



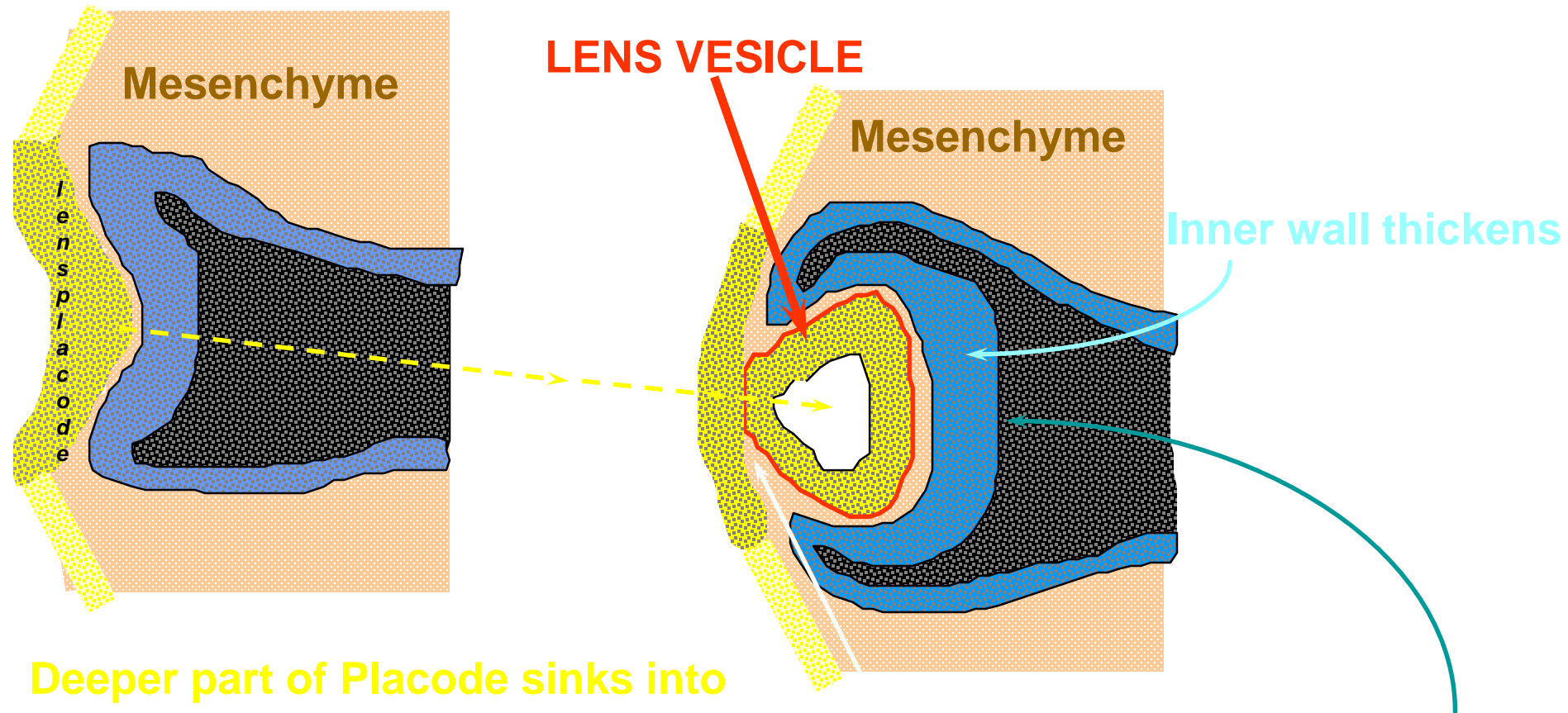
in which runs the *hyaloid artery*

Also, an *annular vessel* runs around the outside of the optic cup

Imagine a penis in which the urethra near & into the glans is still open on its underside - the condition of *hypospadias* - (but now contains an artery)

Defects in the eye from failure of the choroid fissure to close are *colobomas*

# OPTIC DEVELOPMENT III: Lens vesicle

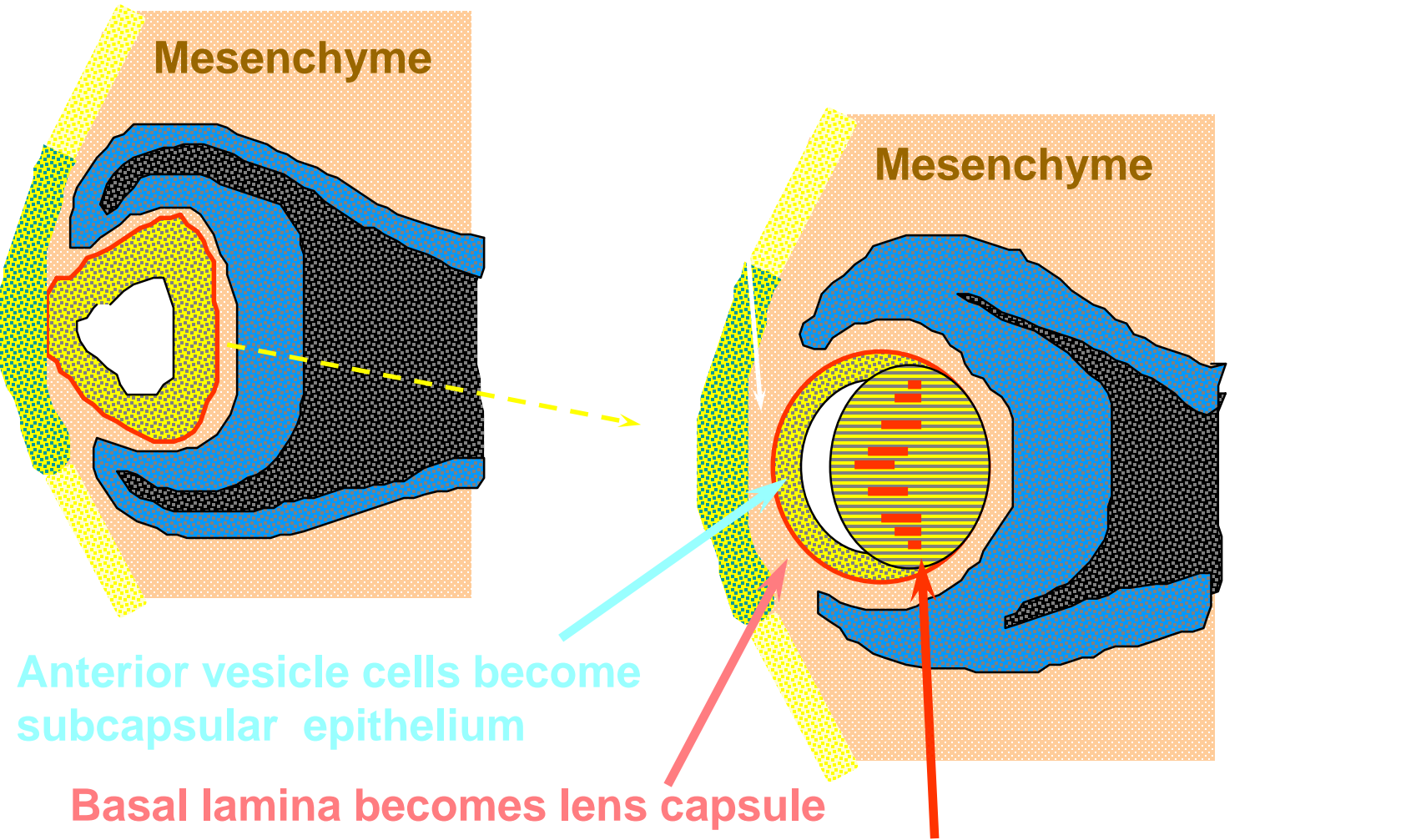


Deeper part of Placode sinks into mesenchyme & makes a vesicle

Optic cup becomes deeper

so that surface ectoderm can become corneal epithelium & intervening mesenchyme can form the corneal stroma

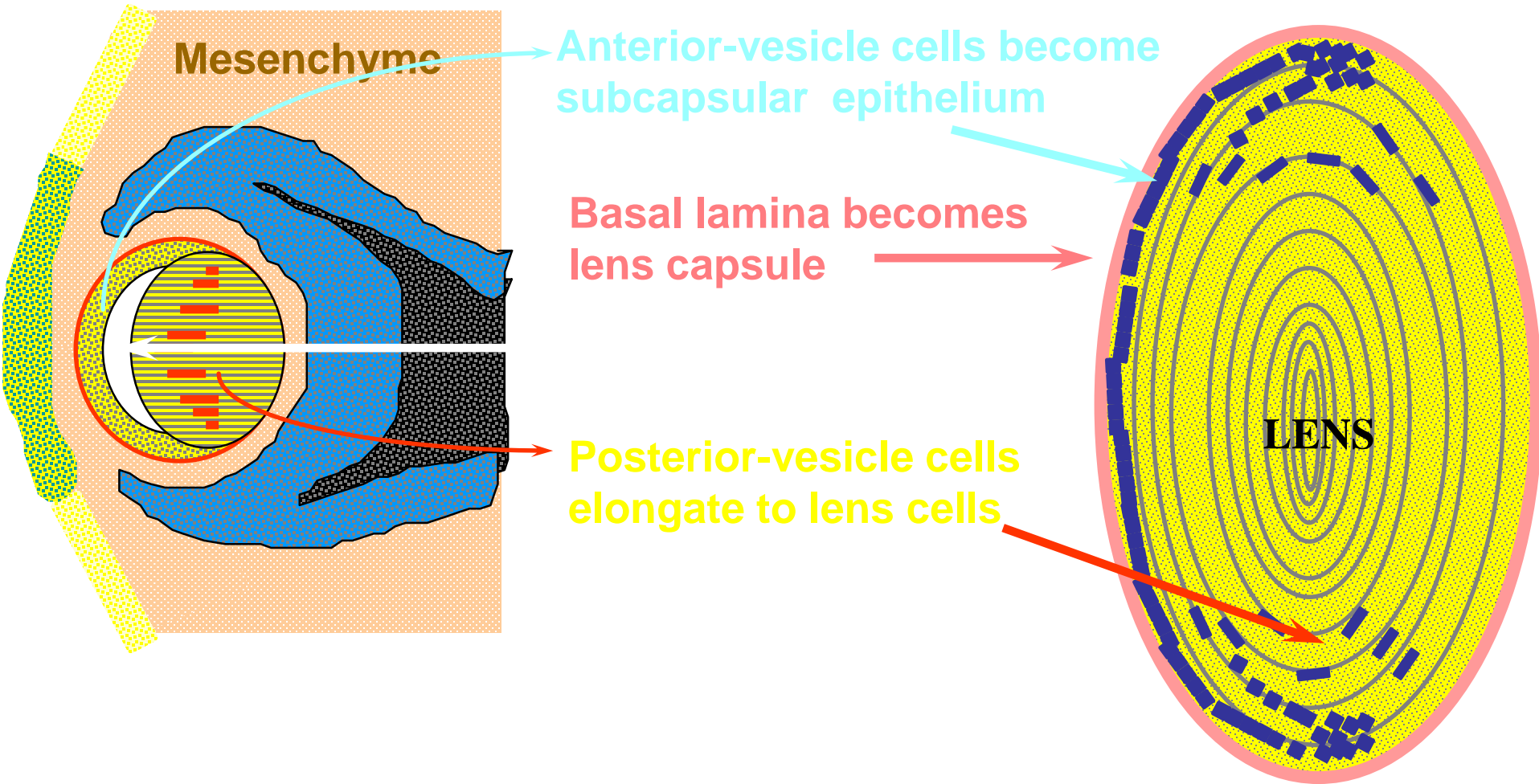
# OPTIC DEVELOPMENT IV: Lens differentiation



Posterior vesicle cells become elongated lens cells

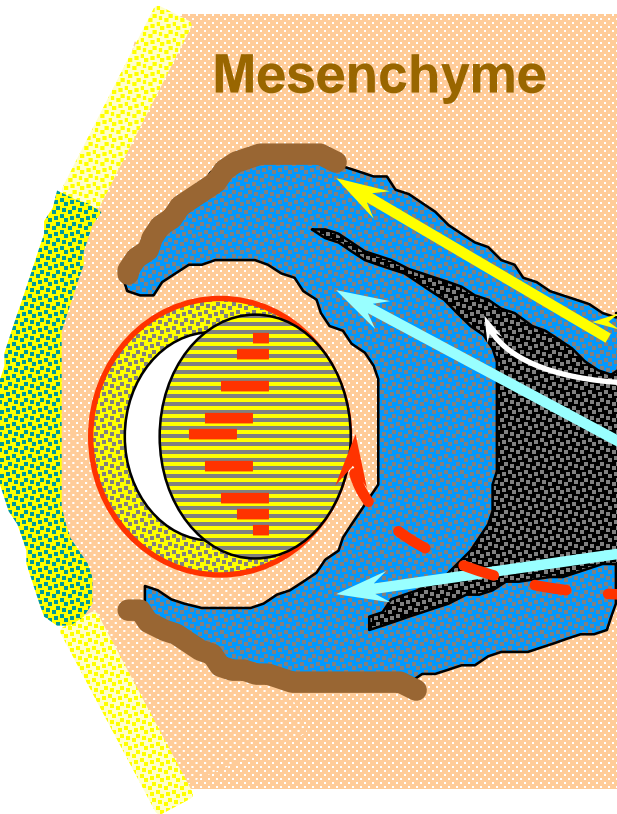
Posterior vesicle cells form the nucleus of the lens. Subsequent lens cells derive from the subcapsular epithelium

# OPTIC DEVELOPMENT IV: Lens differentiation





# OPTIC DEVELOPMENT V: Retina differentiation I



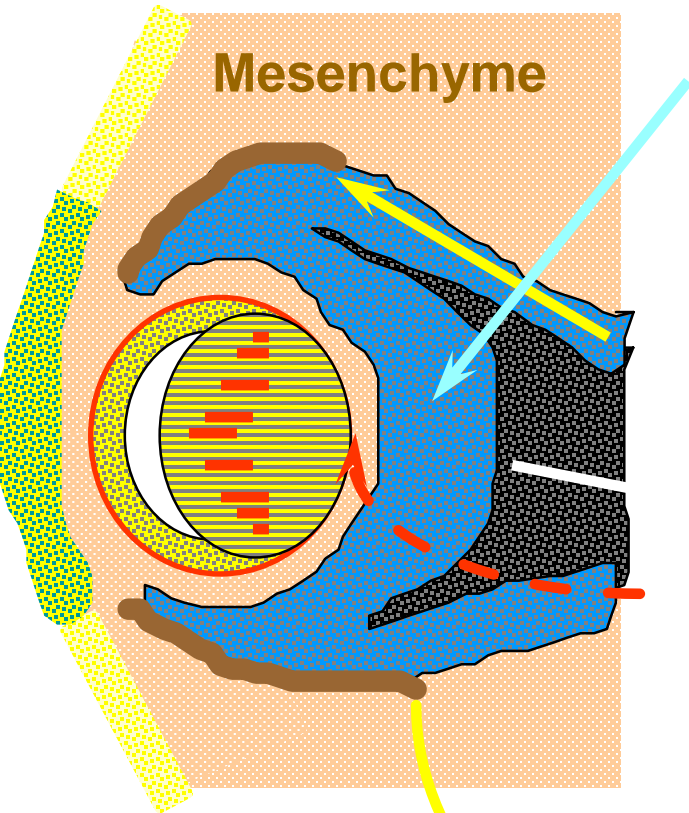
Outer layer of cup stays thin and becomes pigment cell layer

Inner layer of cup thickens and becomes Neural layer

Hyaloid artery reaches inside cup

After a while, the lens and vitreous no longer need it, and it atrophies. Only the neural retina continues to depend on it, but under another name - *central artery of the retina*

# OPTIC DEVELOPMENT VI: Retina differentiation II



Inner layer of cup thickens and becomes Neural layer

Outer layer of cup stays thin and becomes pigment cell layer

