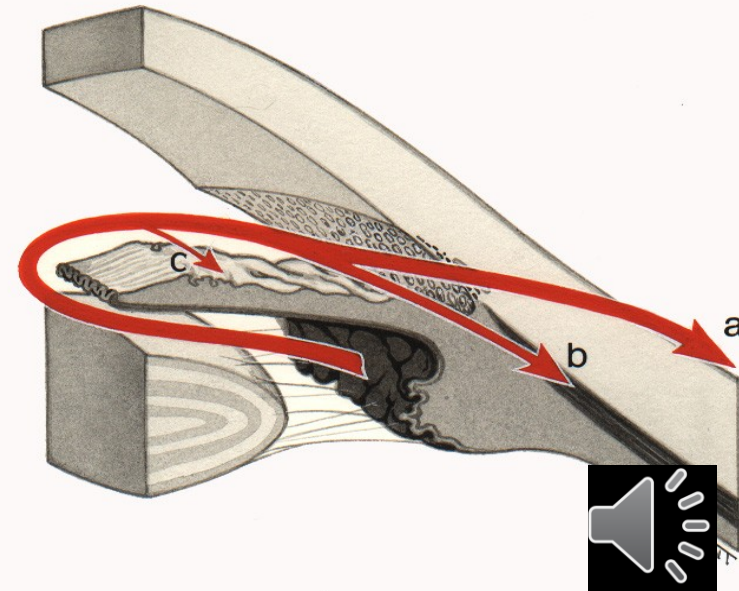


# Vnitřní prostory očního bulbu

- **Komorová voda**

- Produkce výběžky c.c. sekretoricko difúzním mechanismem
- Cirkulace
- Stálá produkce  $2,2\text{mm}^3/\text{min}$ , obsah se obnoví za 10 hod.
- Výživa rohovky a čočky



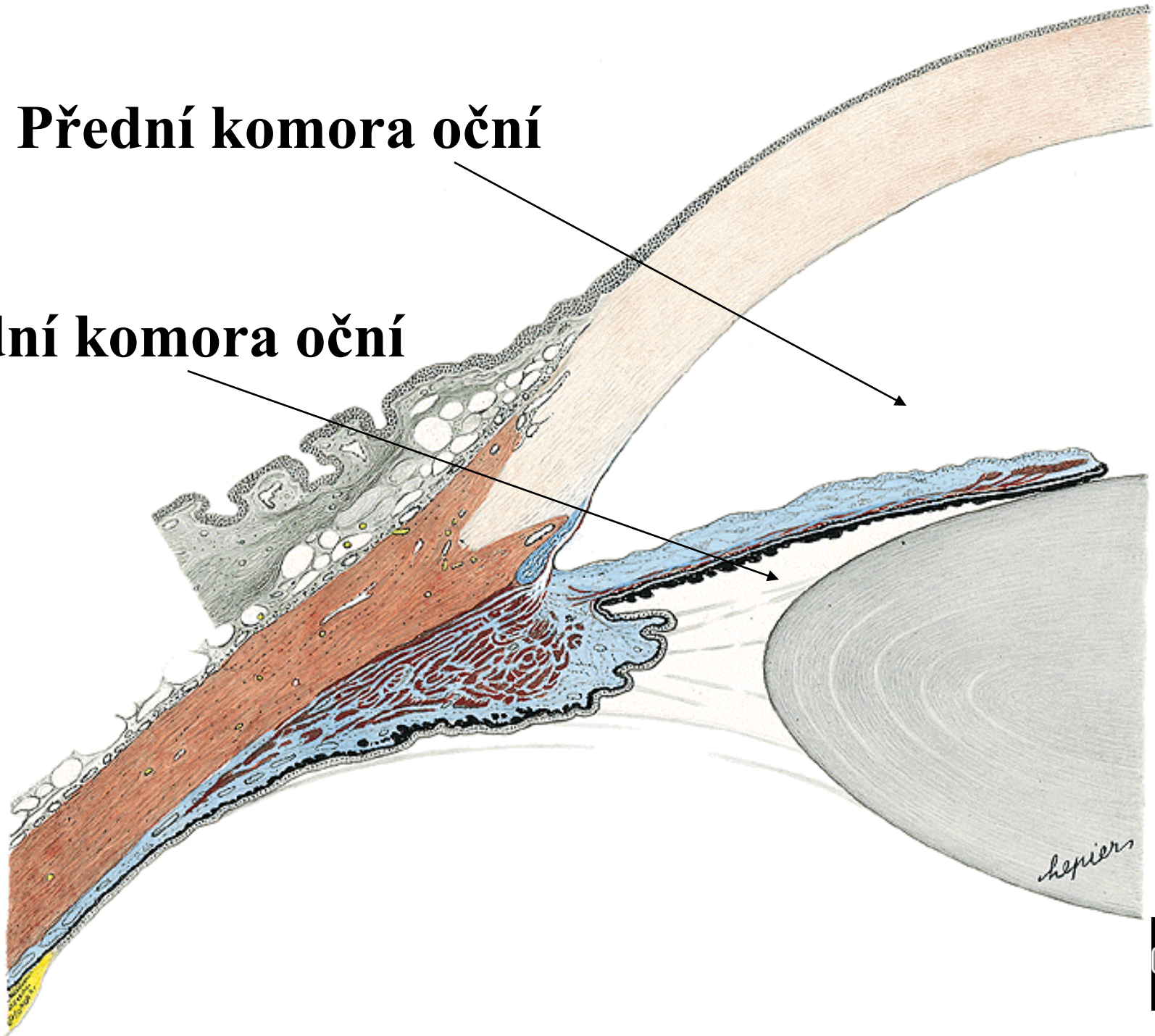
# Vnitřní prostory očního bulbu

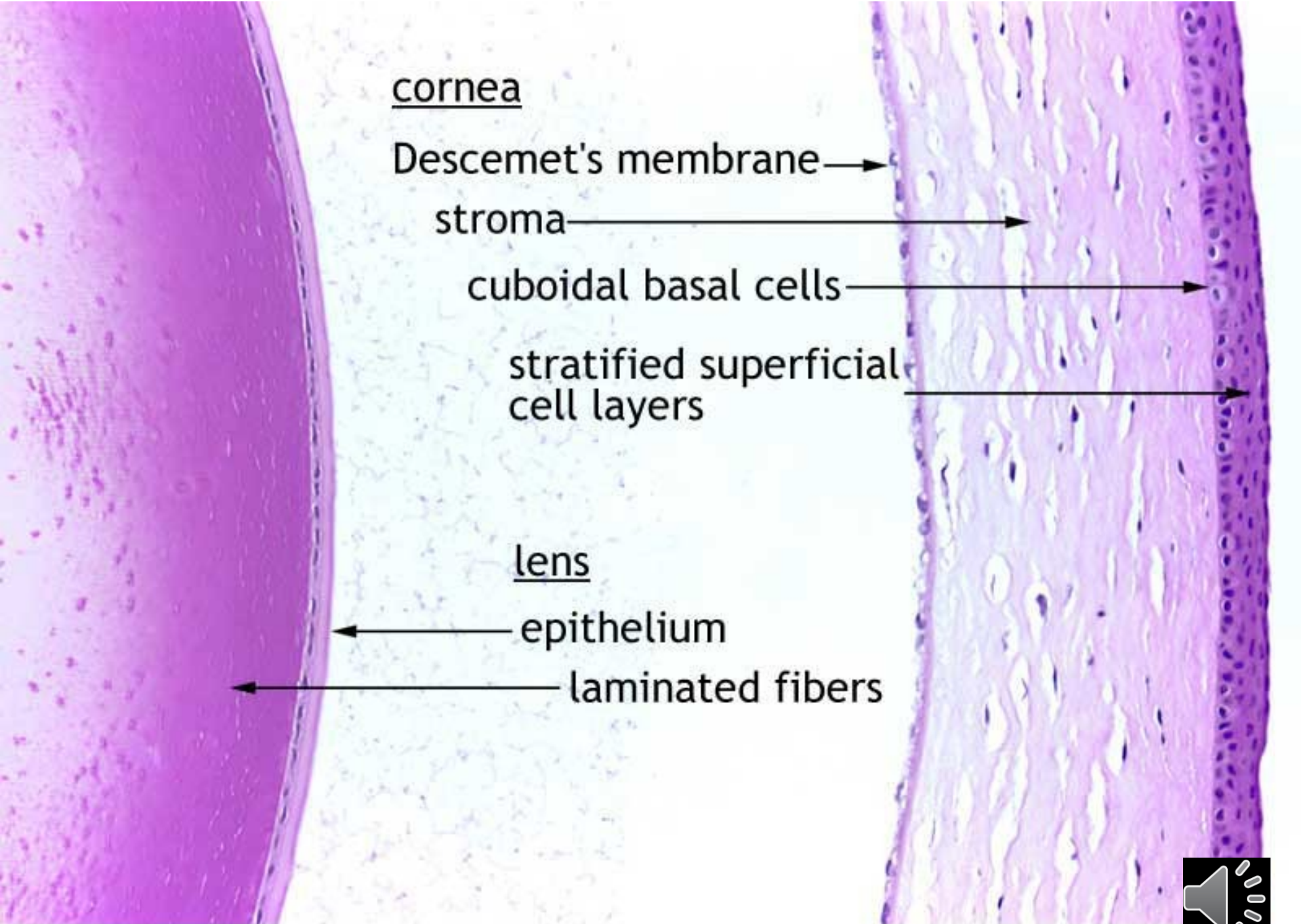
- **Camera oculi anterior**
  - Hloubka mezi 3-3,7mm (myopové hlubší, hypermetropové mělčí PK)
- **Camera oculi posterior**
  - Štěrbínovitý prostor (hloubka 0,5mm)



**Přední komora oční**

**Zadní komora oční**





cornea

Descemet's membrane →

stroma →

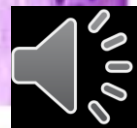
cuboidal basal cells →

stratified superficial  
cell layers →

lens

← epithelium

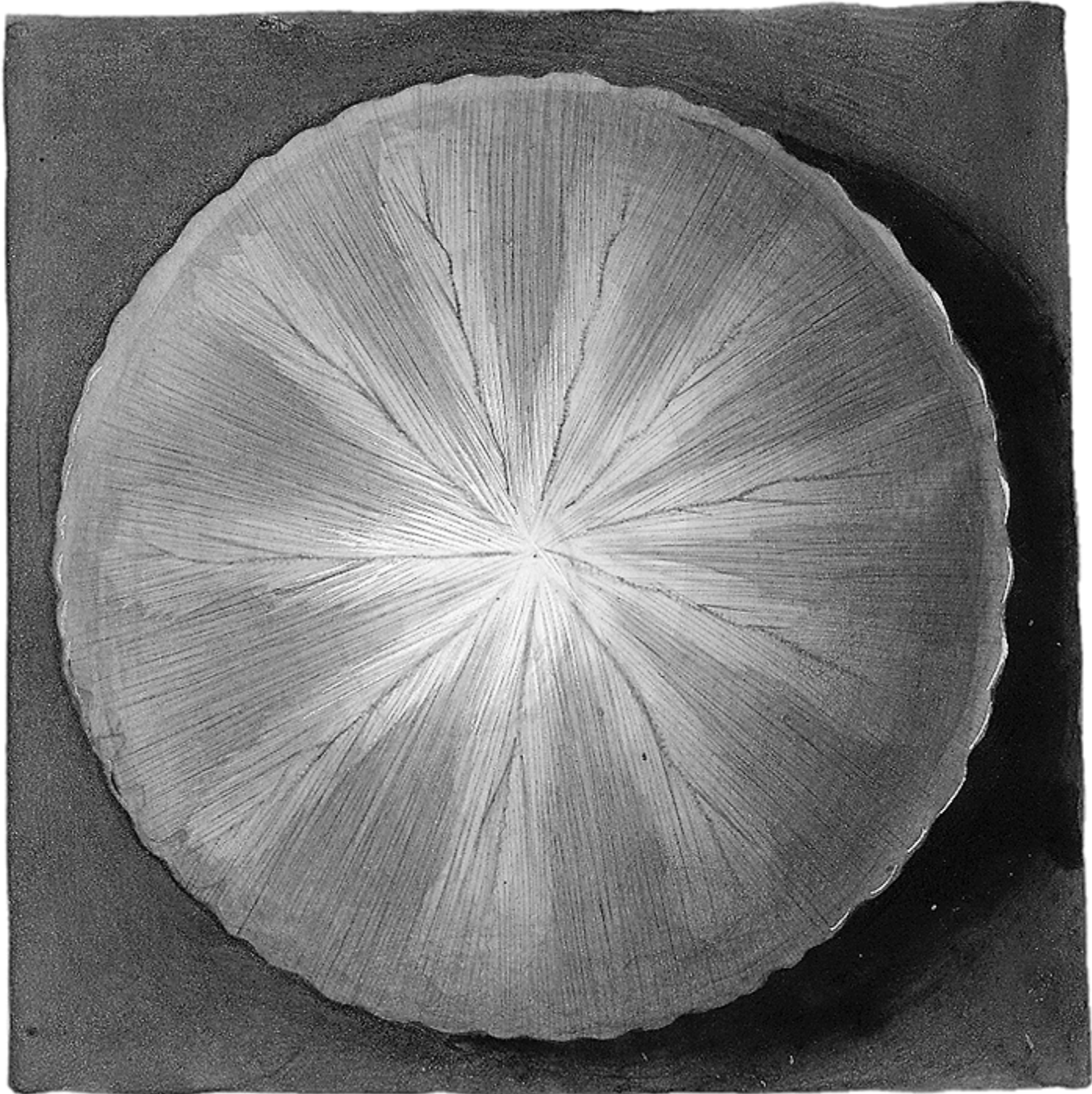
← laminated fibers



# Čočka – *lens cristallina*

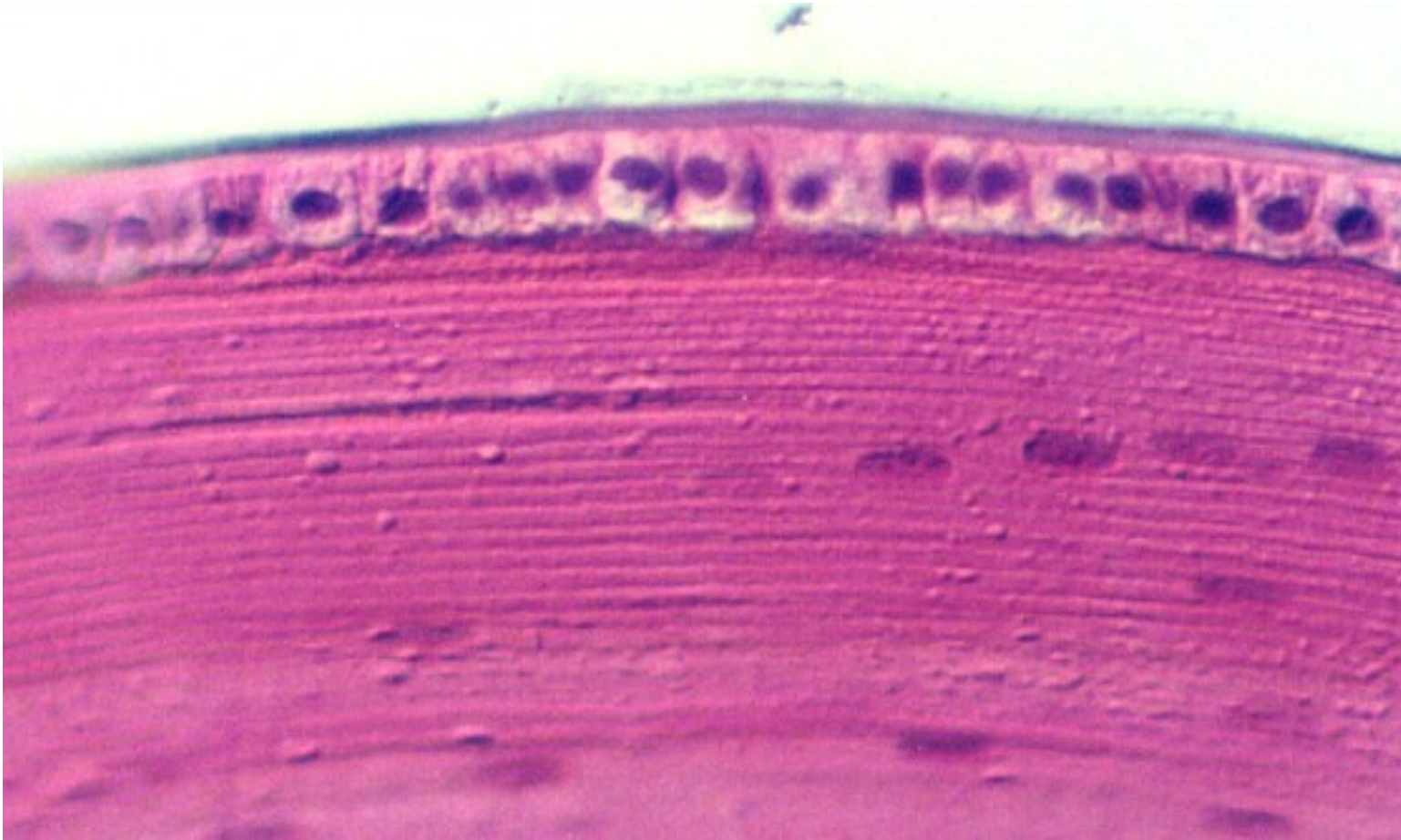
- **Bikonvexní; ekvátor; přední a zadní pól**



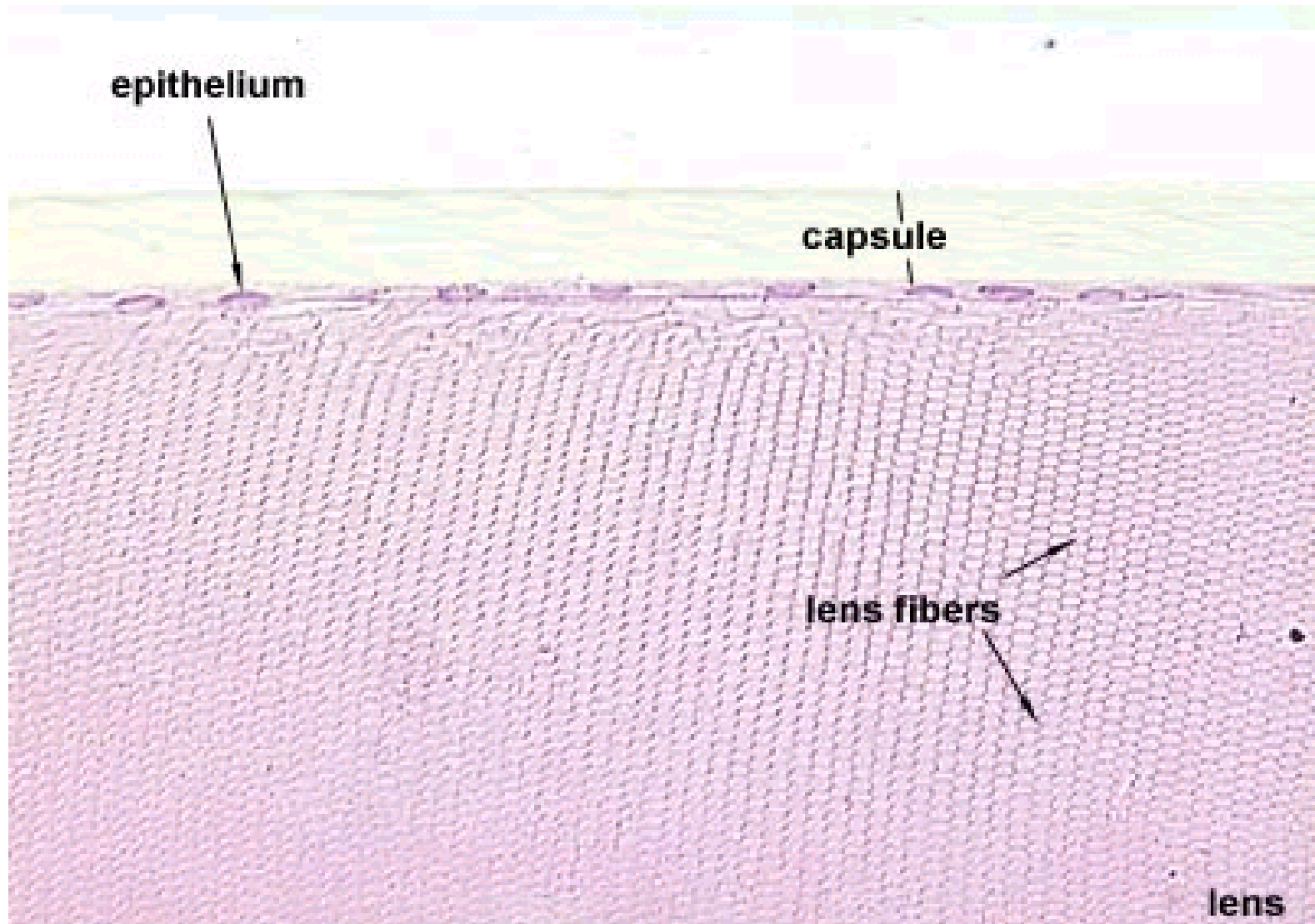


# Čočka - histologie

- Pouzdro
- Epitel - pod pouzdrém na přední ploše až k ekvátoru
- Čočkové stroma – vlákna z ekvatoriál. epitel. bb.

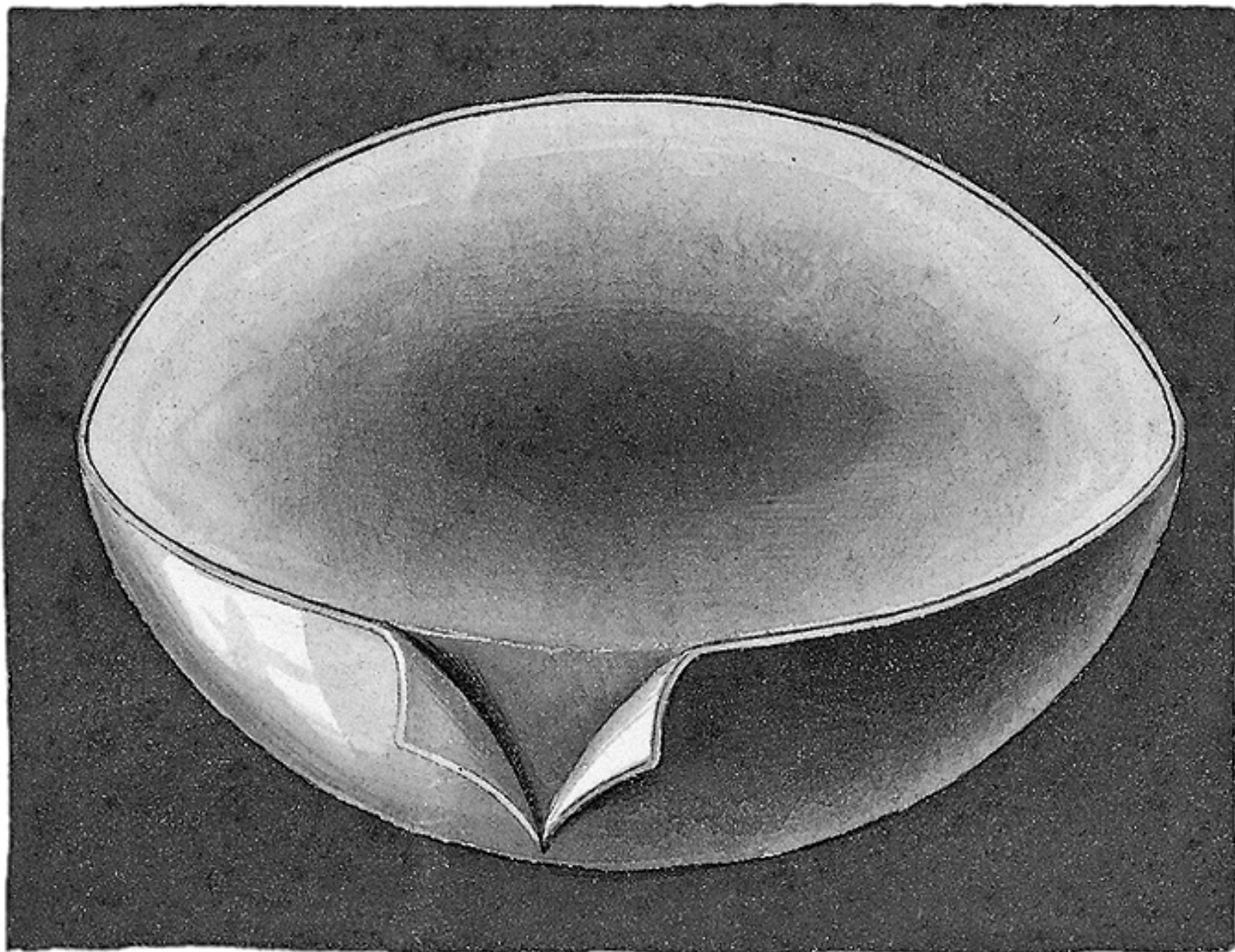


# Histologická skladba čočky



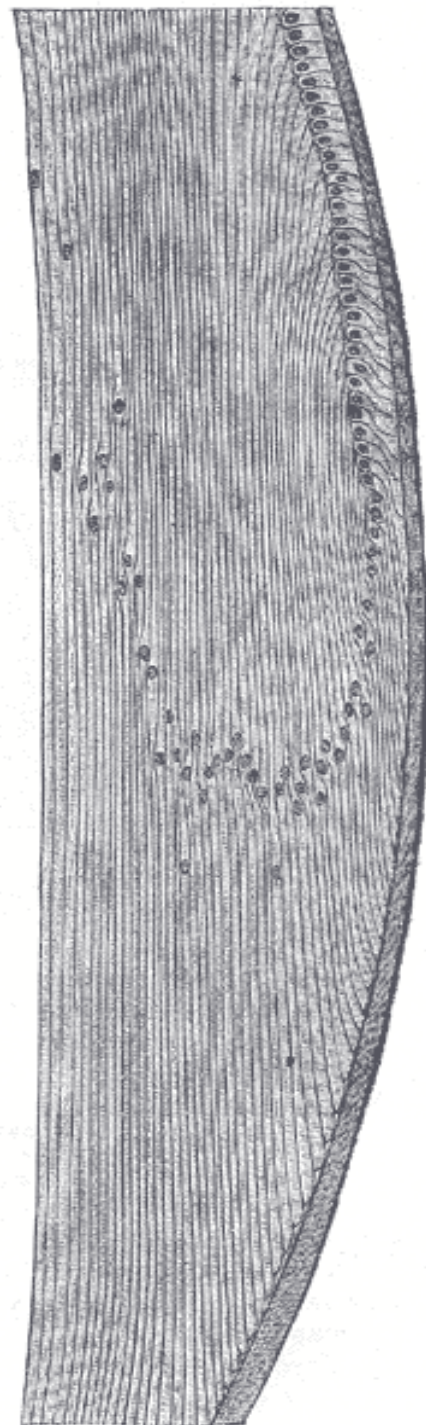


# Pouzdro čočky

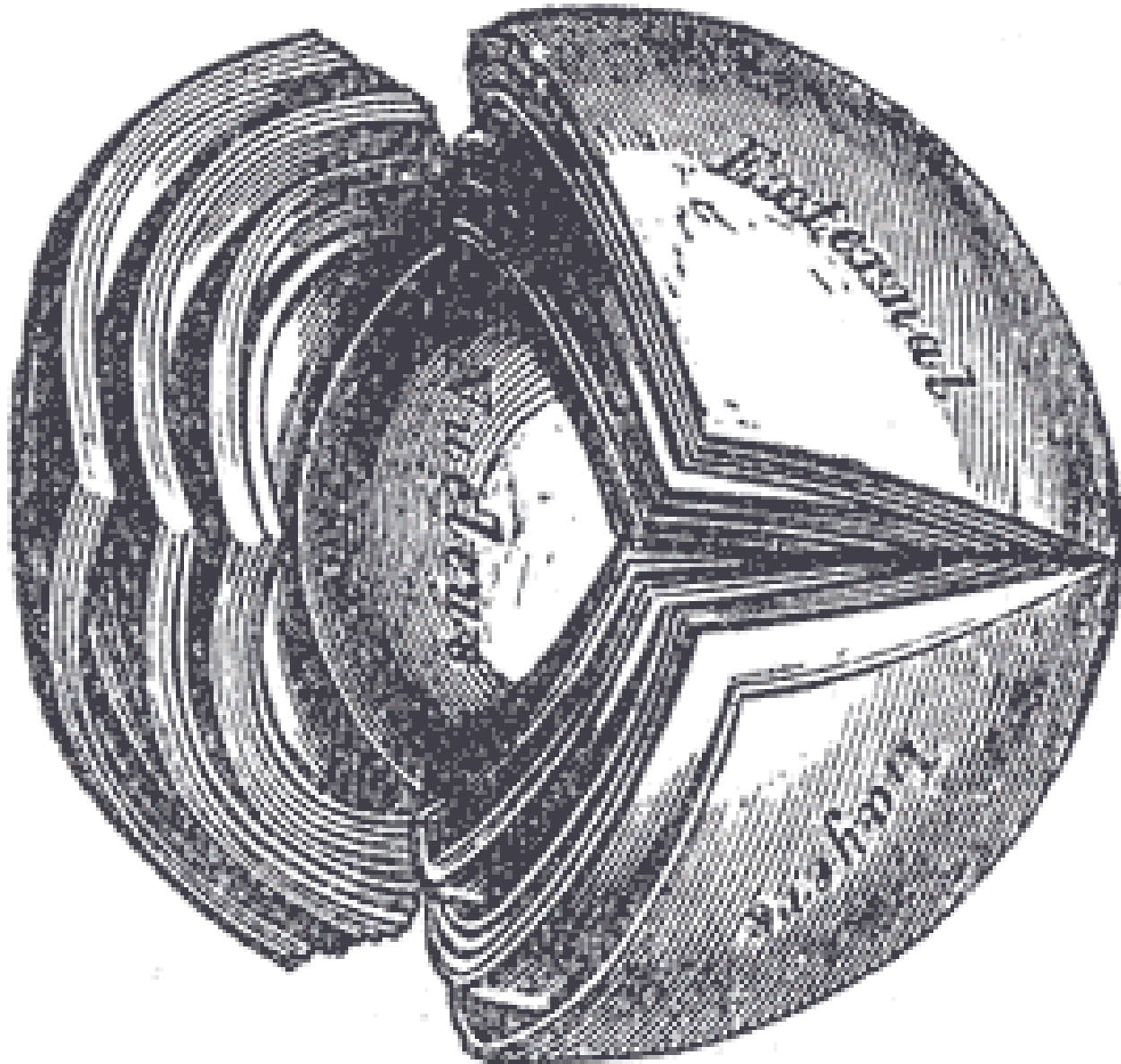


## Ekvatoriální oblast čočkového epitelu

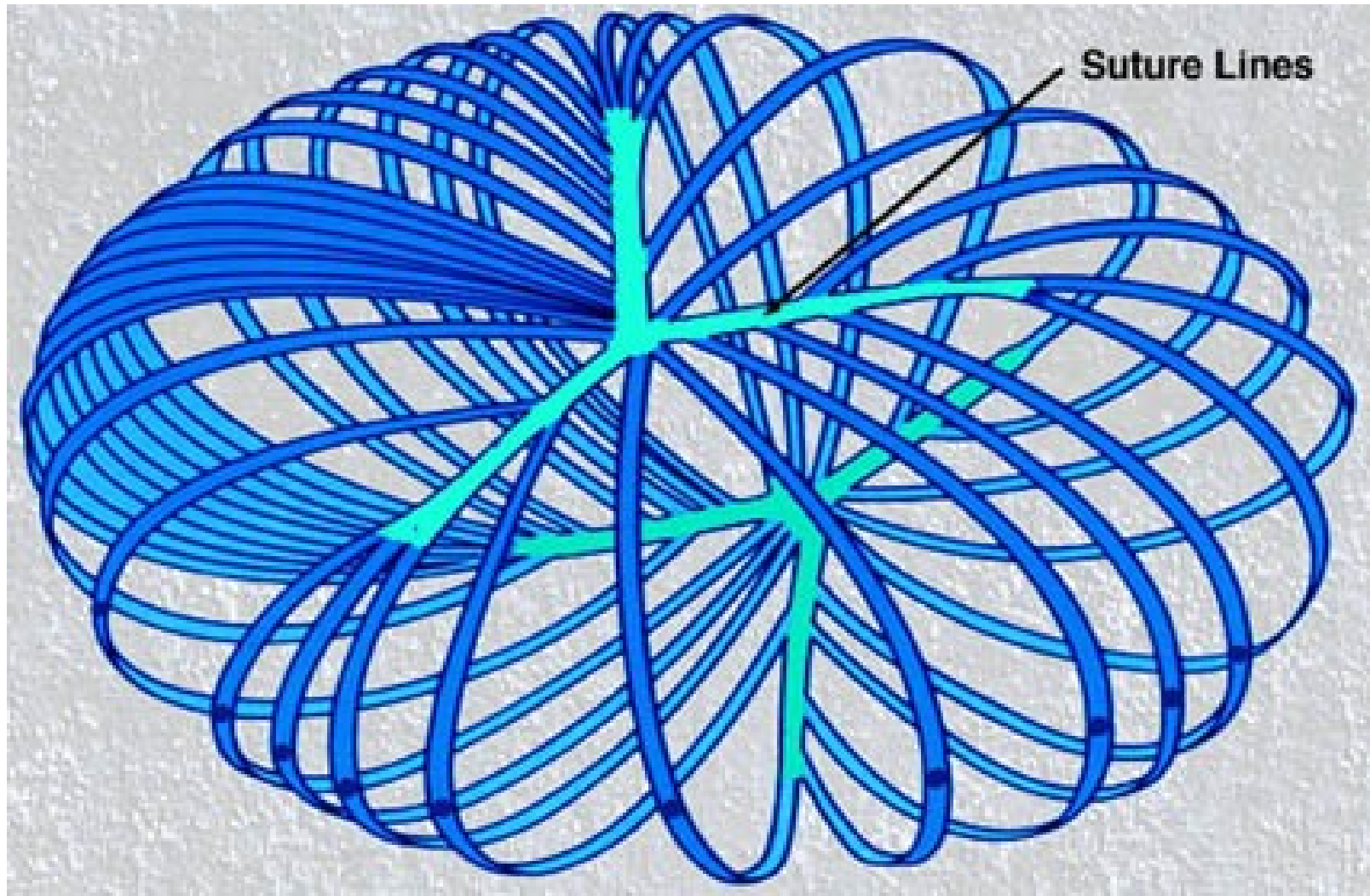
– epitelové bb. se zde  
prodlužují a utvářejí  
čočková vlákna – neustálý  
proces ➤ vrstvení čočkových  
hmot



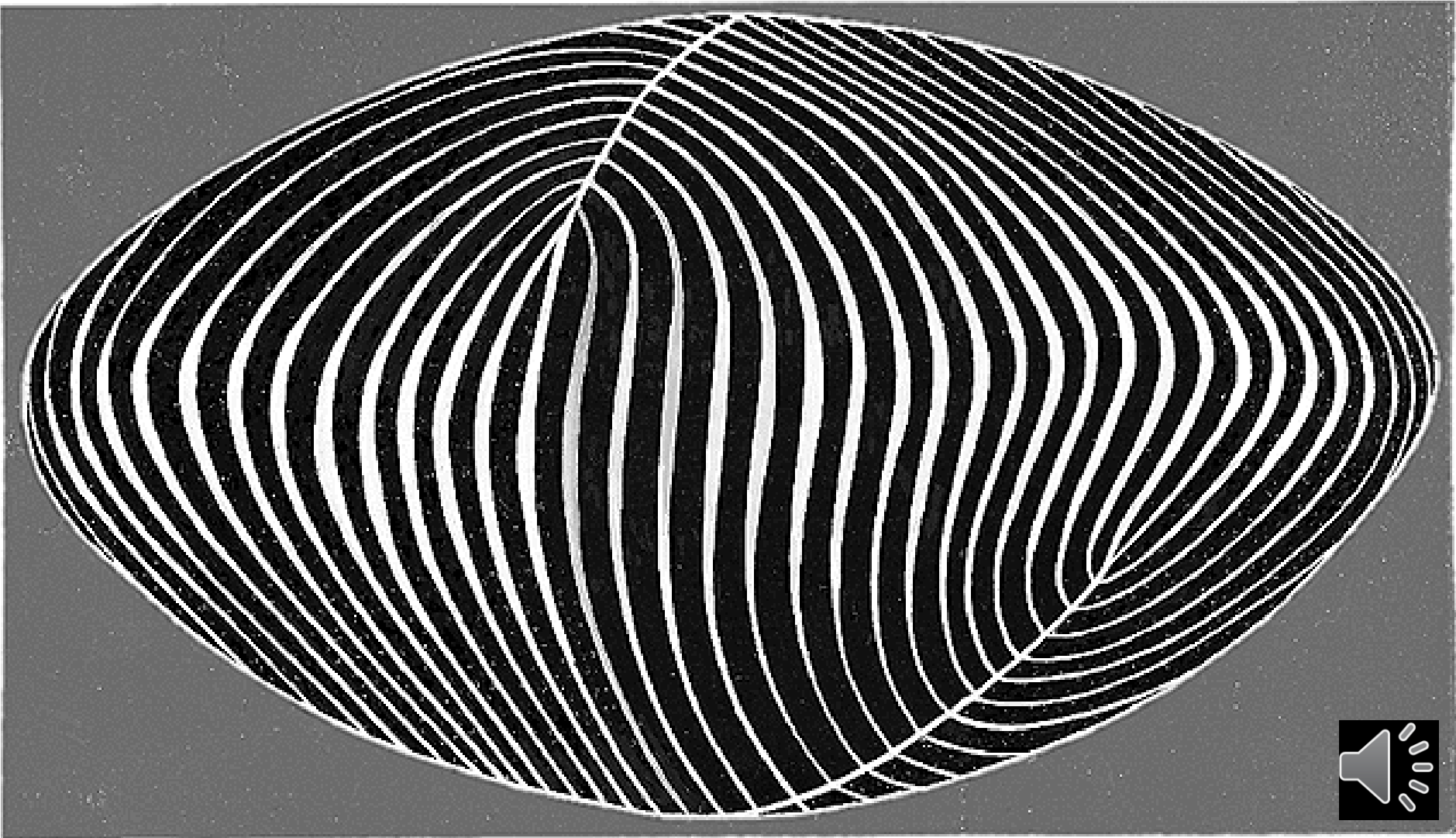
# Vrstvení čočkových hmot, čočkové jádro



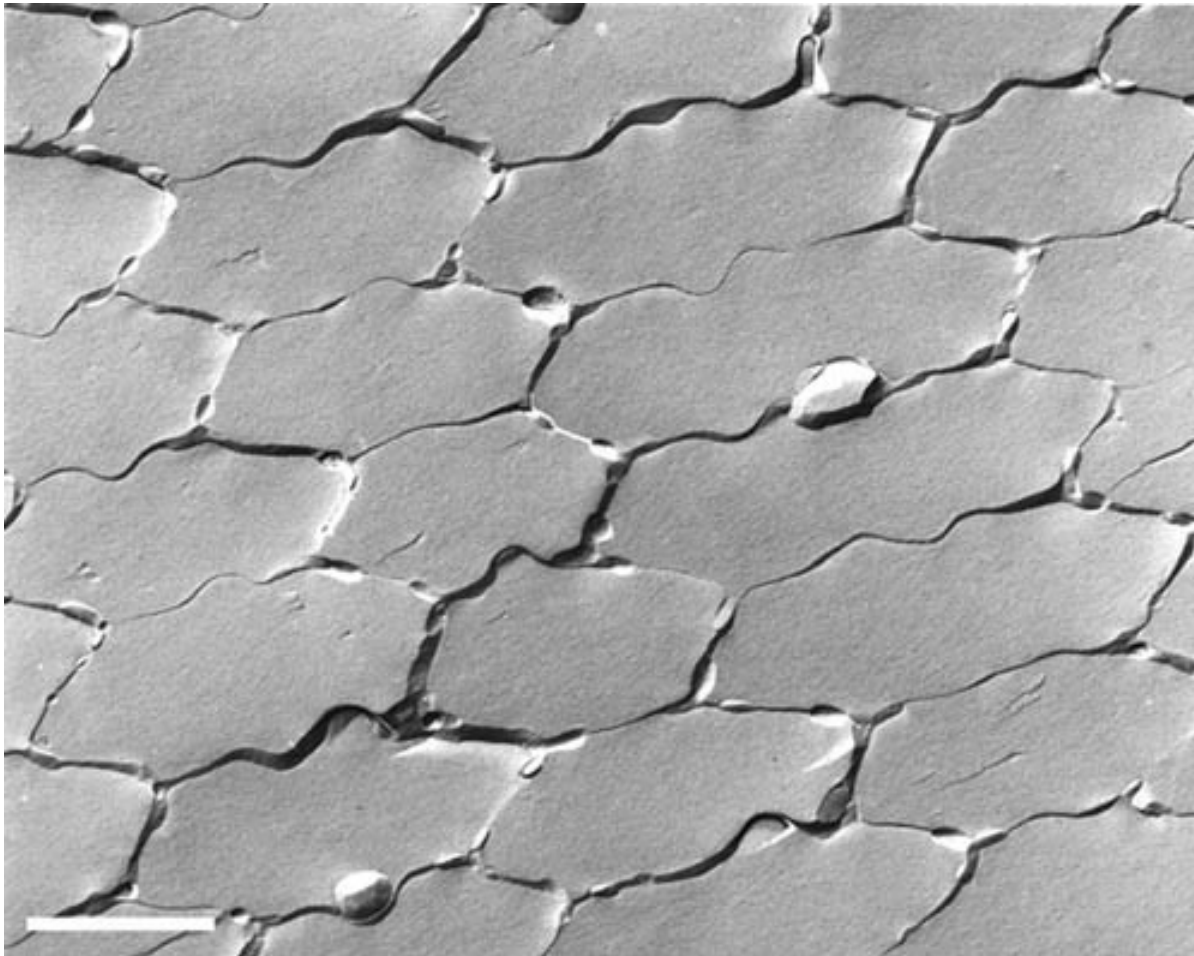
# Čočkové švy



# Čočkové švy – pohled od ekvátoru

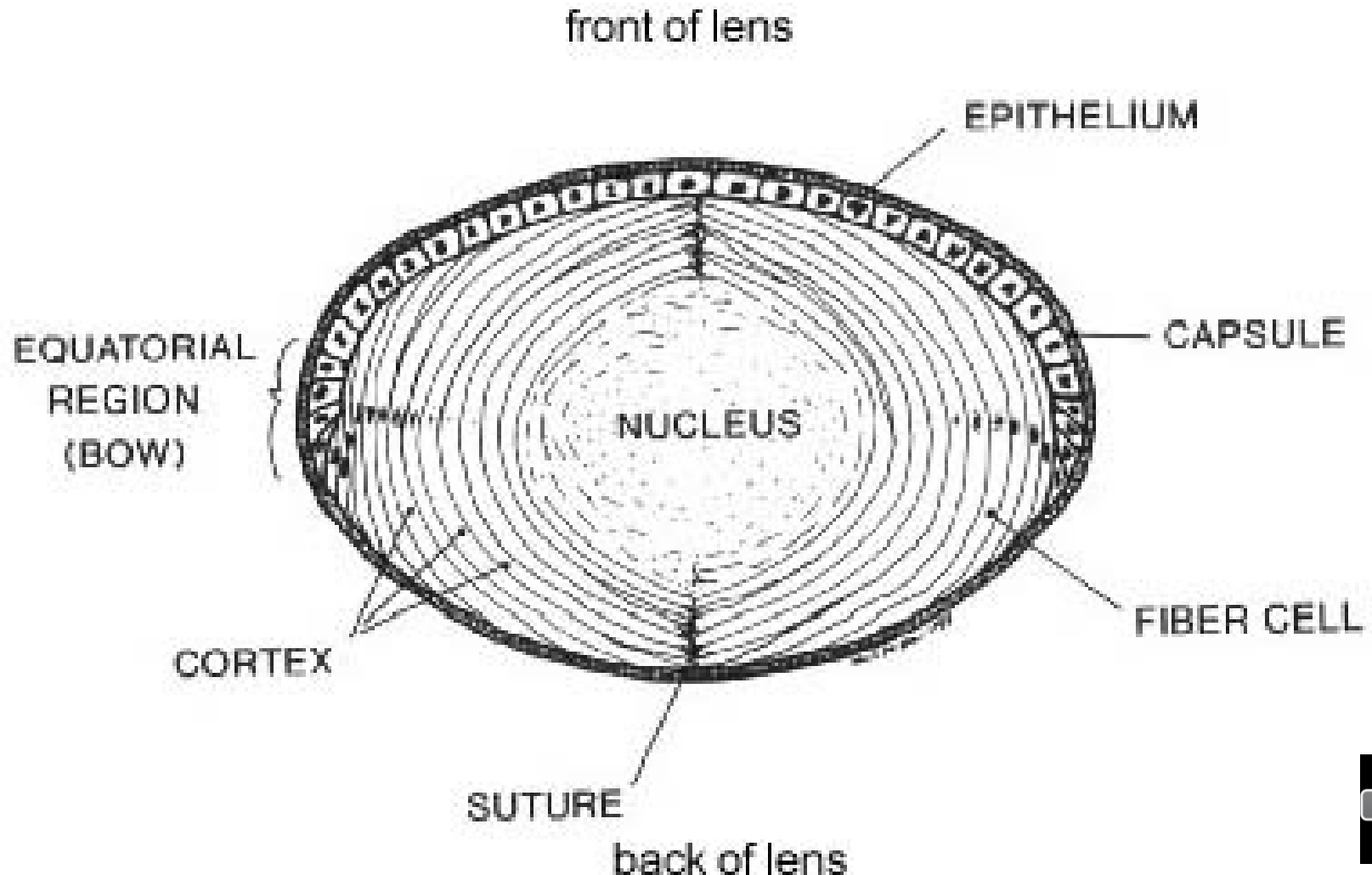


# Hexagonální struktura čočkových vláken na řezu kolmém k jejich podélné ose

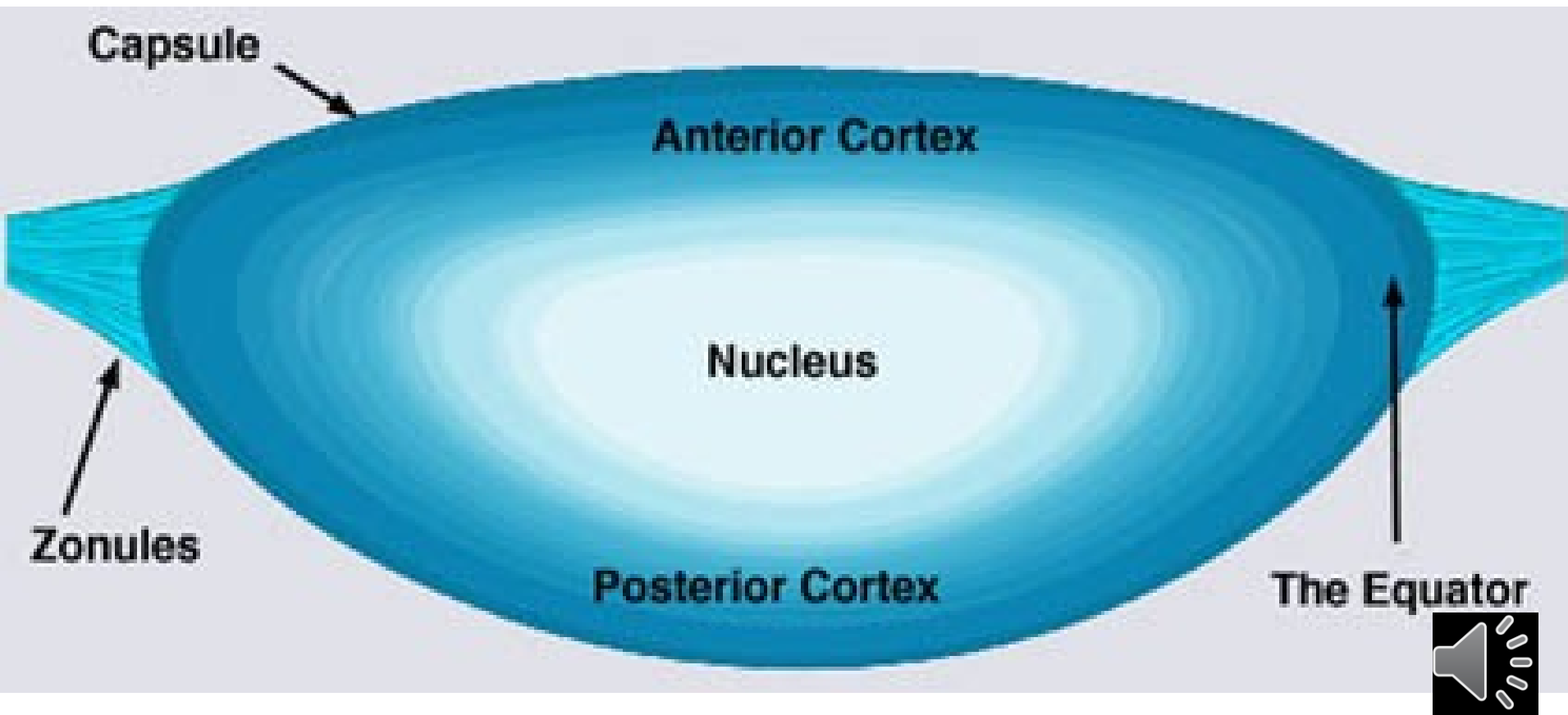


# Cross Section of the Lens

fiber cell thickness is exaggerated for illustration

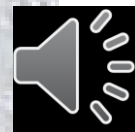
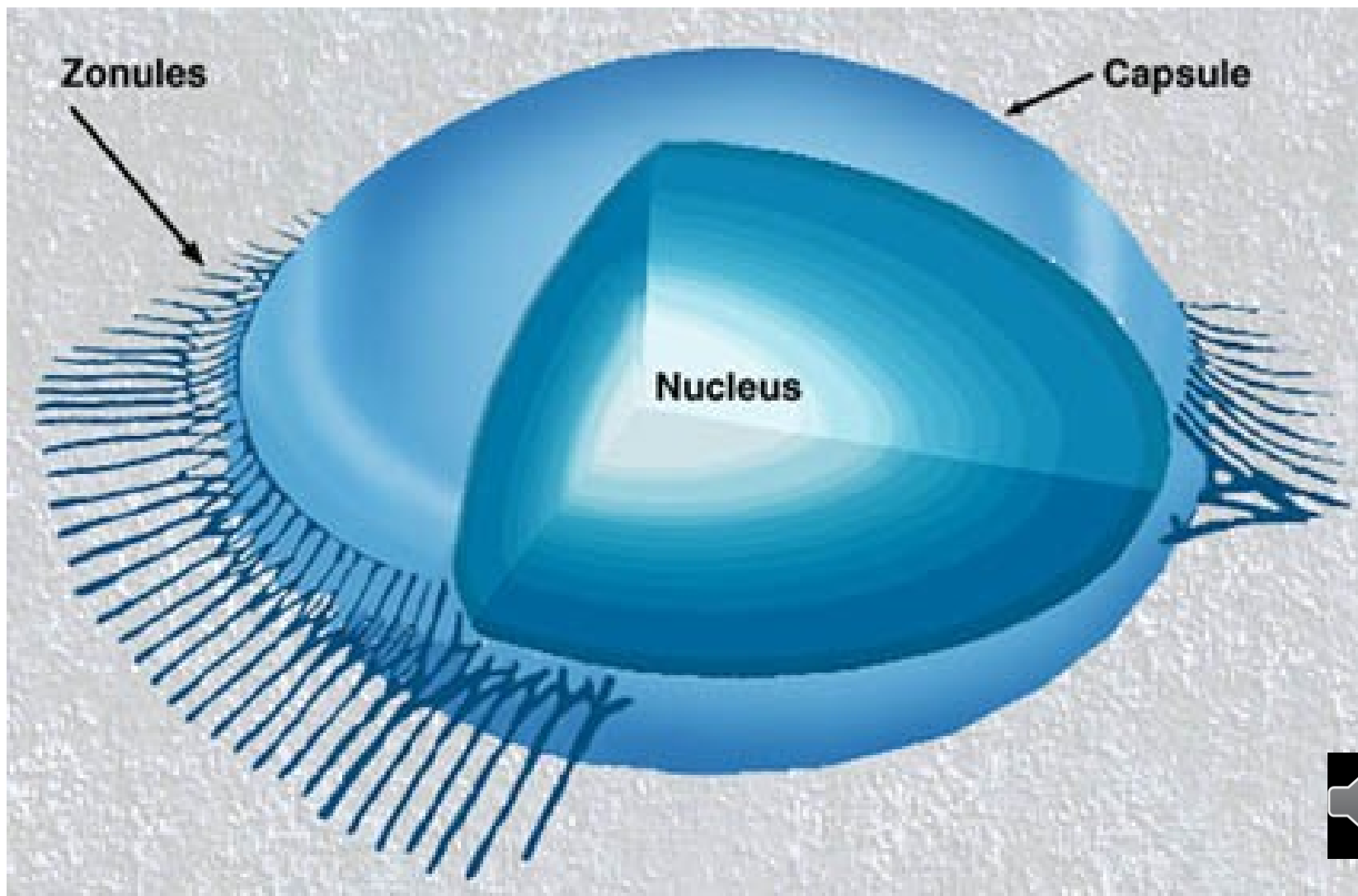


# Čočka na řezu

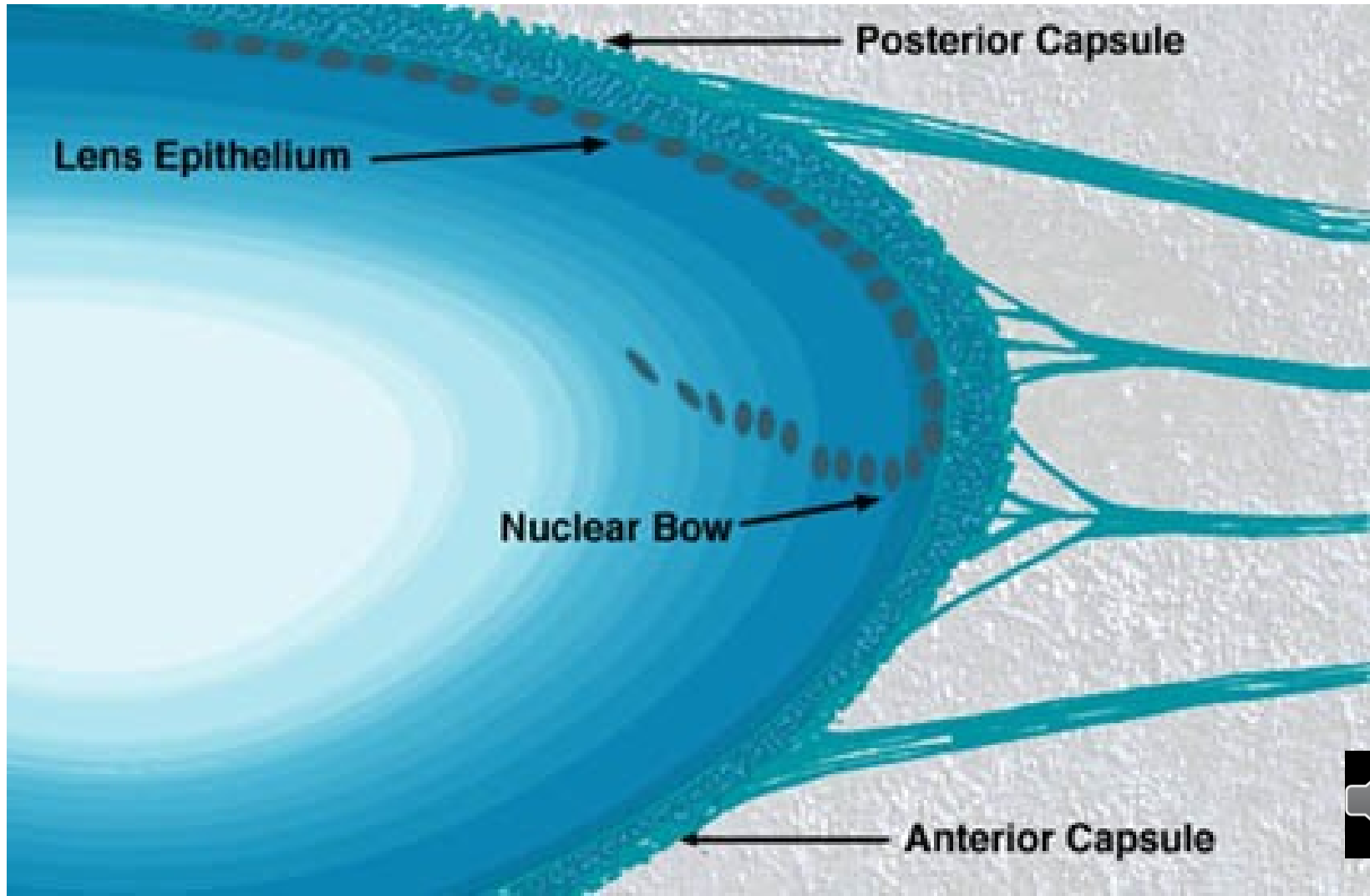


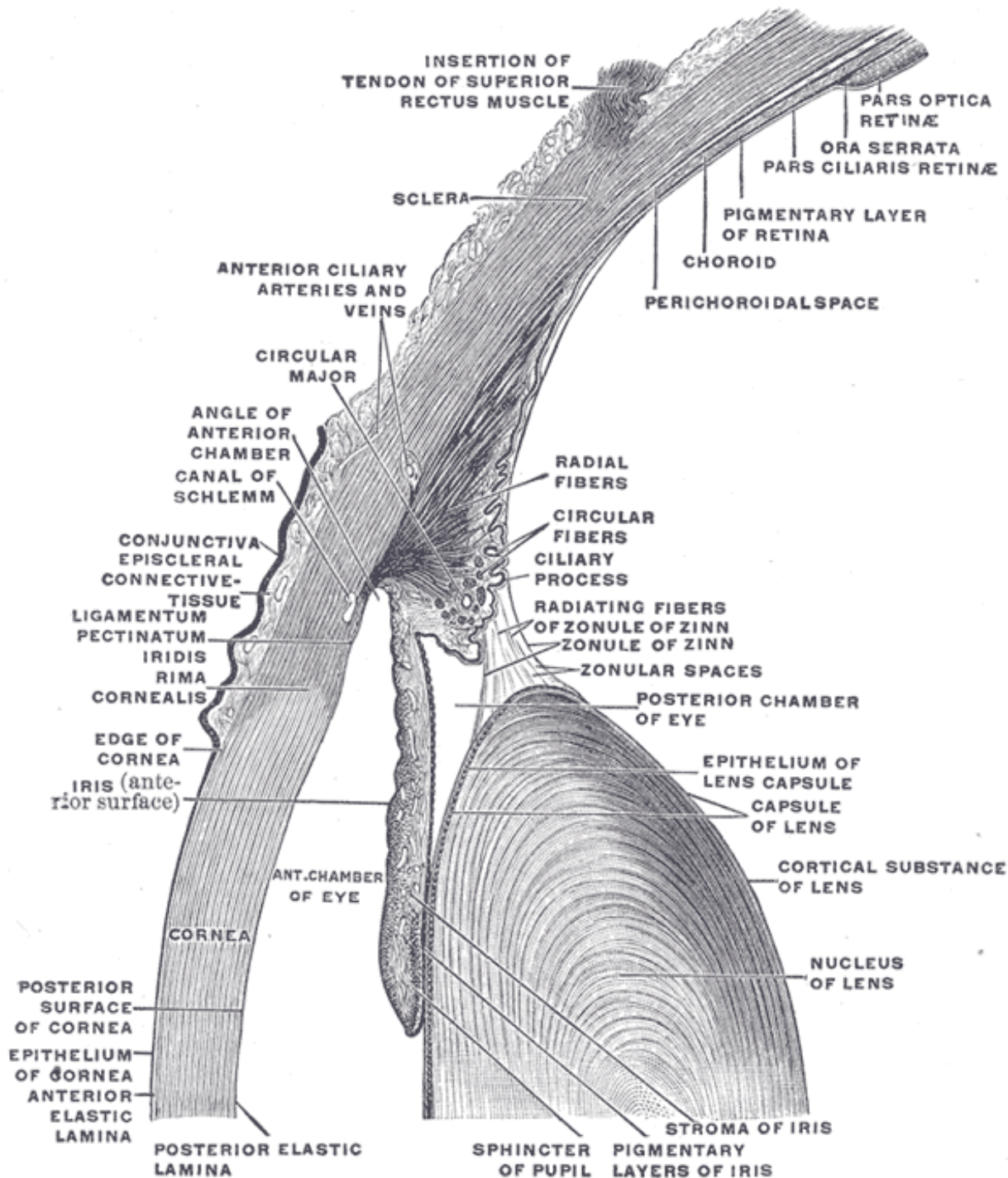


# Závěsný aparát čočky – fibrae zonulares – kolagenní a elastické fibrily

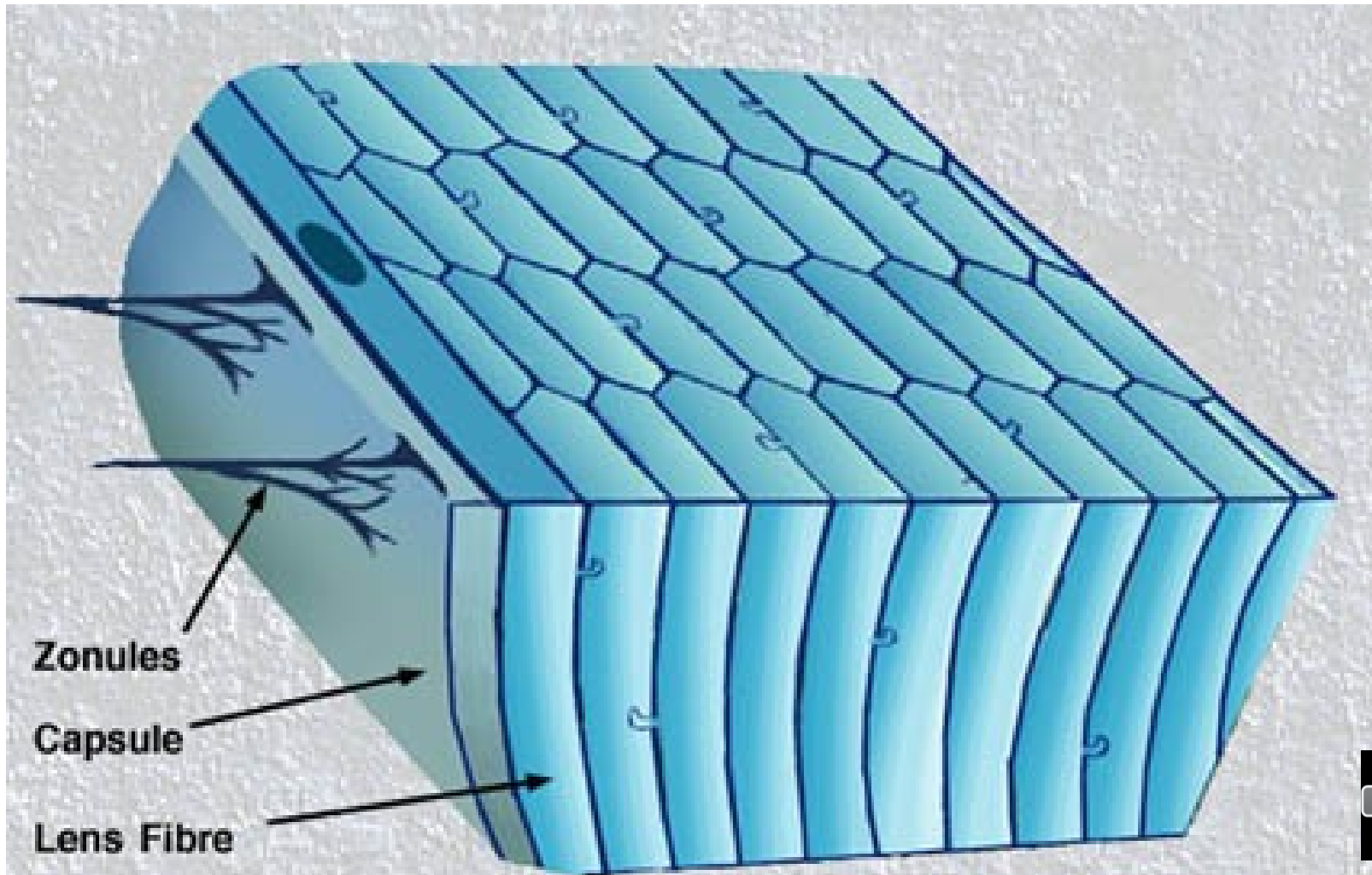


# Úpon závěsného aparátu na zonulární lamelle čočkového pouzdra

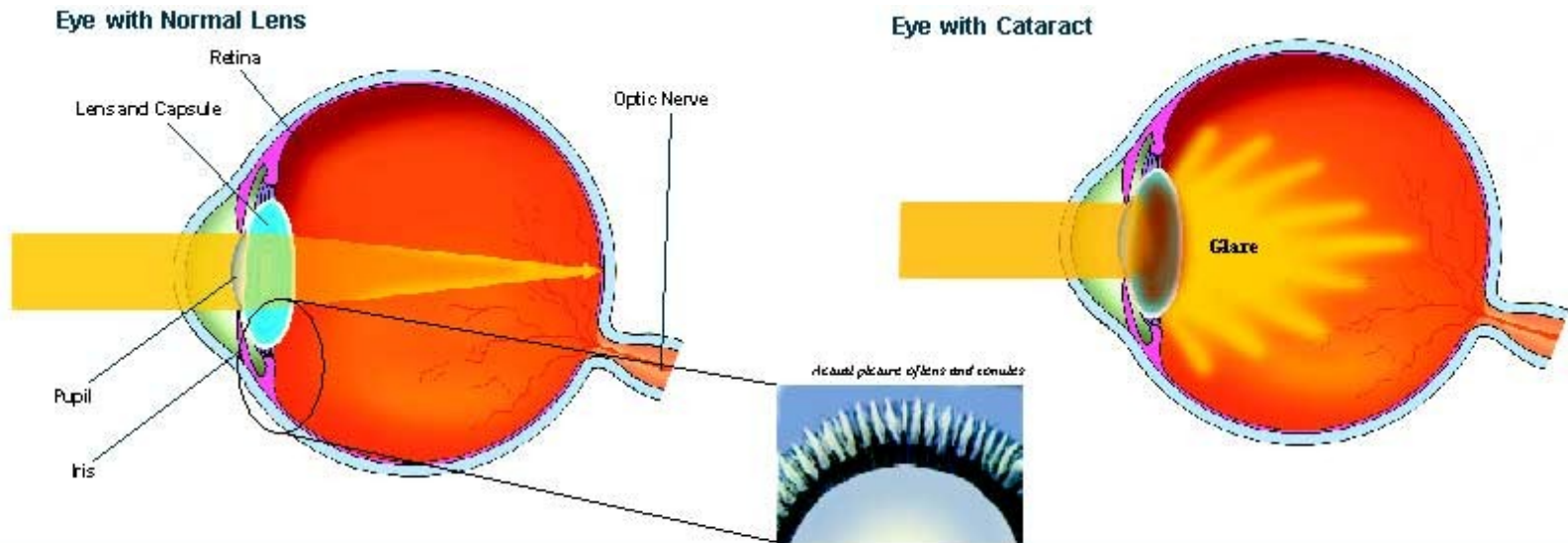




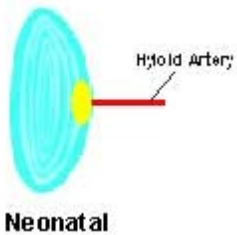
# Řez čočkou, pouzdrém a závěsným aparátem čočky



# Stárnutí čočky a rozptyl světla



**Growth of Lens**



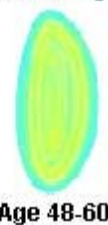
**Clear Lens**



**Hardening Leading to Presbyopia**



**Early Lens Yellowing**



**Lens Yellowing Mild Symptoms**

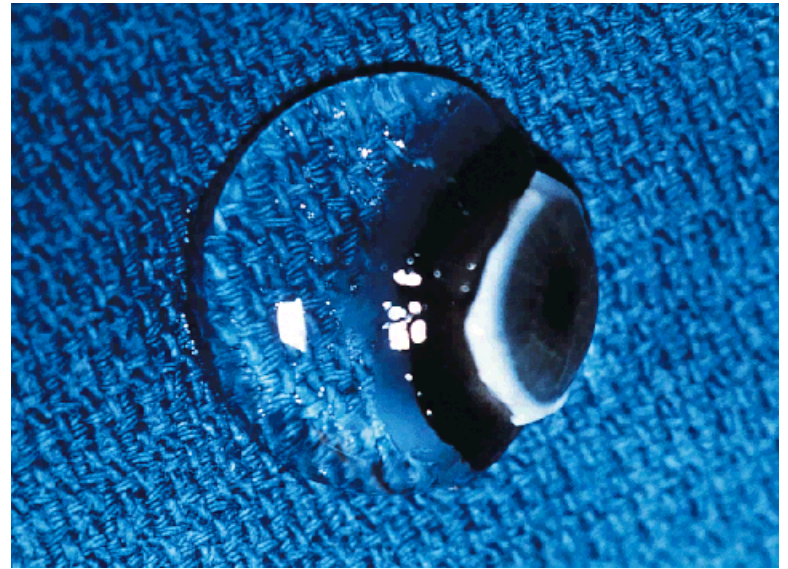


**Cataract with Symptoms**



# Sklivec – corpus vitreum

- Želatinózní hmota
- Udržuje tvar oka
- Refrakční médium
- Objem 4ml, 98% H<sub>2</sub>O
- Bílkovina vitrein
- Kyselina hyaluronová ➤ viskozita sklivce
- Kolagenní fibrily

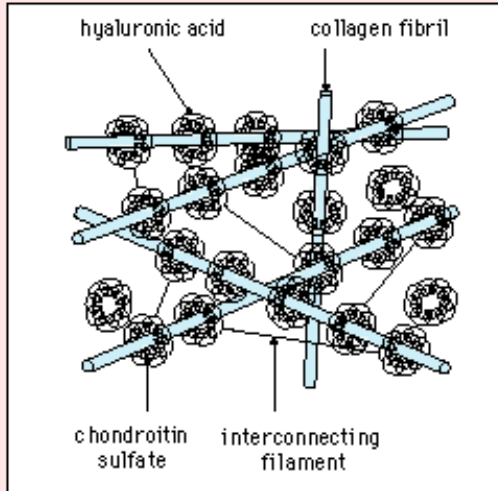
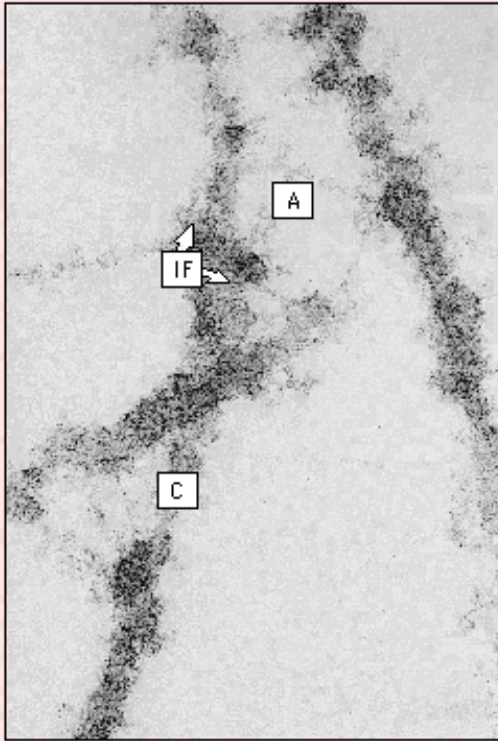


# Sklivec – molekulární složení

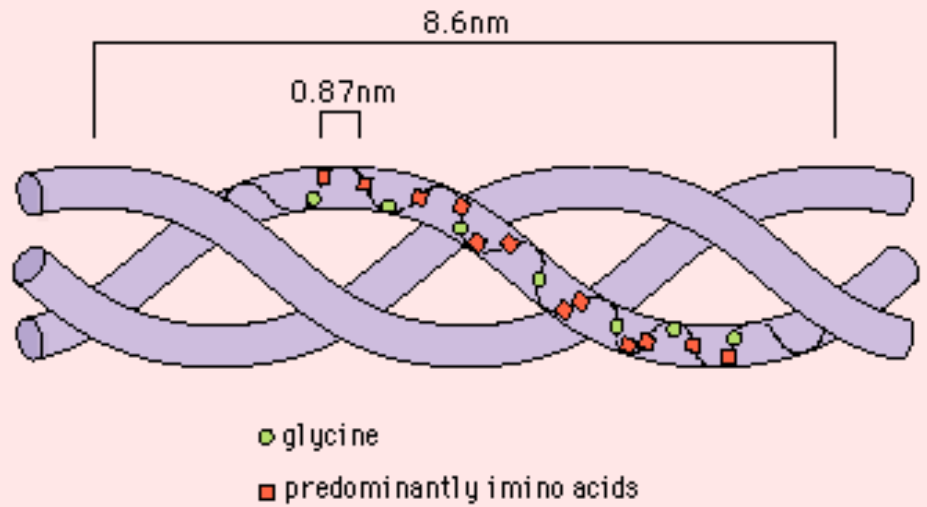
- Kolagen (nejvíce typ II)
- Glykosaminoglykany
  - Kyselina hyaluronová ➤ viskozita sklivce
  - Chondroitin sulfát
- Nekolagenové strukturální proteiny
  - Fibrilliny (mutace u Marfanova syndromu)
  - Opticin (dříve nazýván vitrican)
  - Vit 1
- Další komponenty: aminokyseliny, albumin, transferin, metaloproteinázy, kyselina askorbová (ochrana sítnice a čočky před volnými radikály)



# ULTRASTRUCTURE OF HYALURONAN-COLLAGEN INTERACTION IN THE CORPUS VITREUS

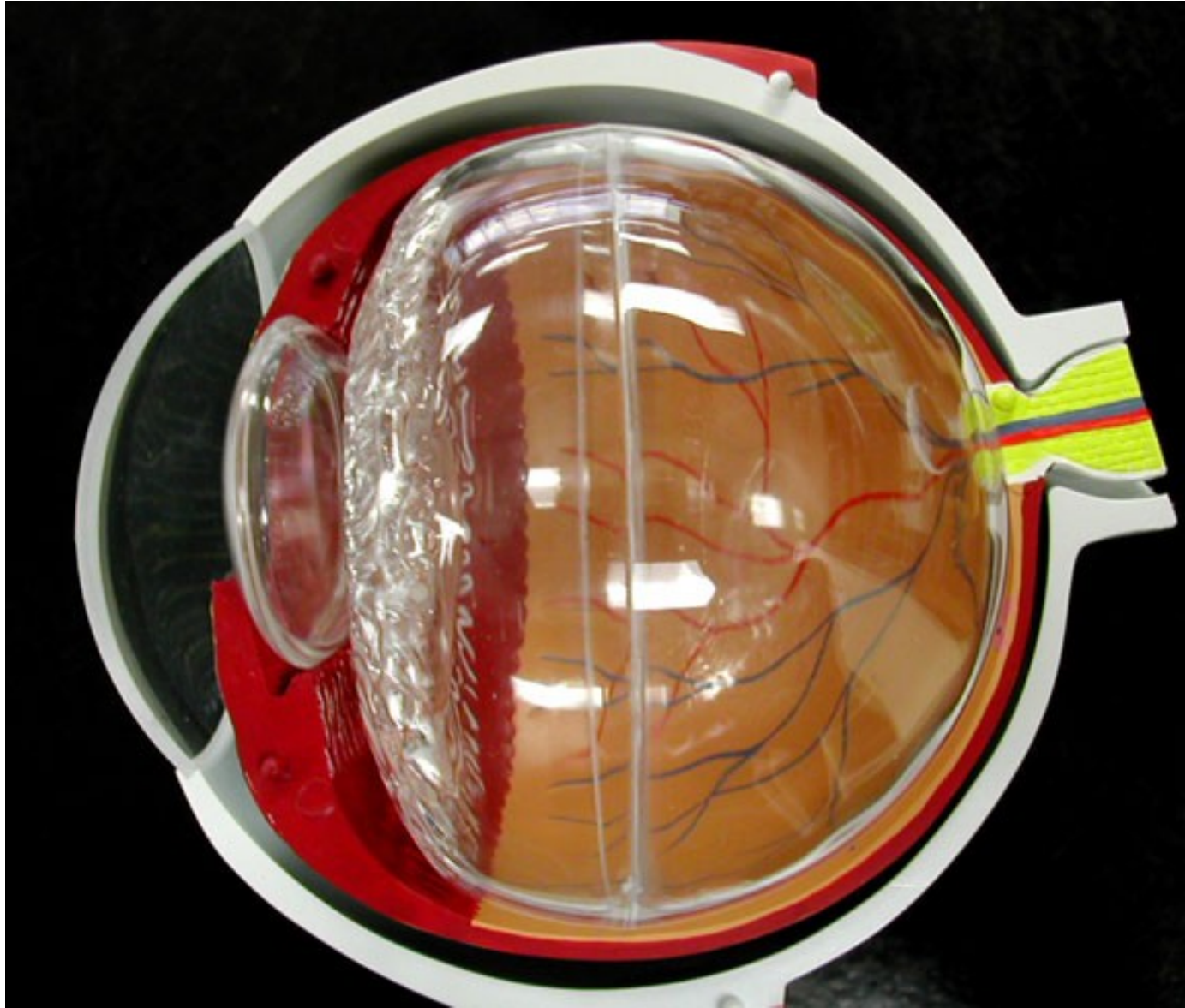


## TRIPLE HELIX CONFIGURATION OF THE COLLAGEN MOLECULE

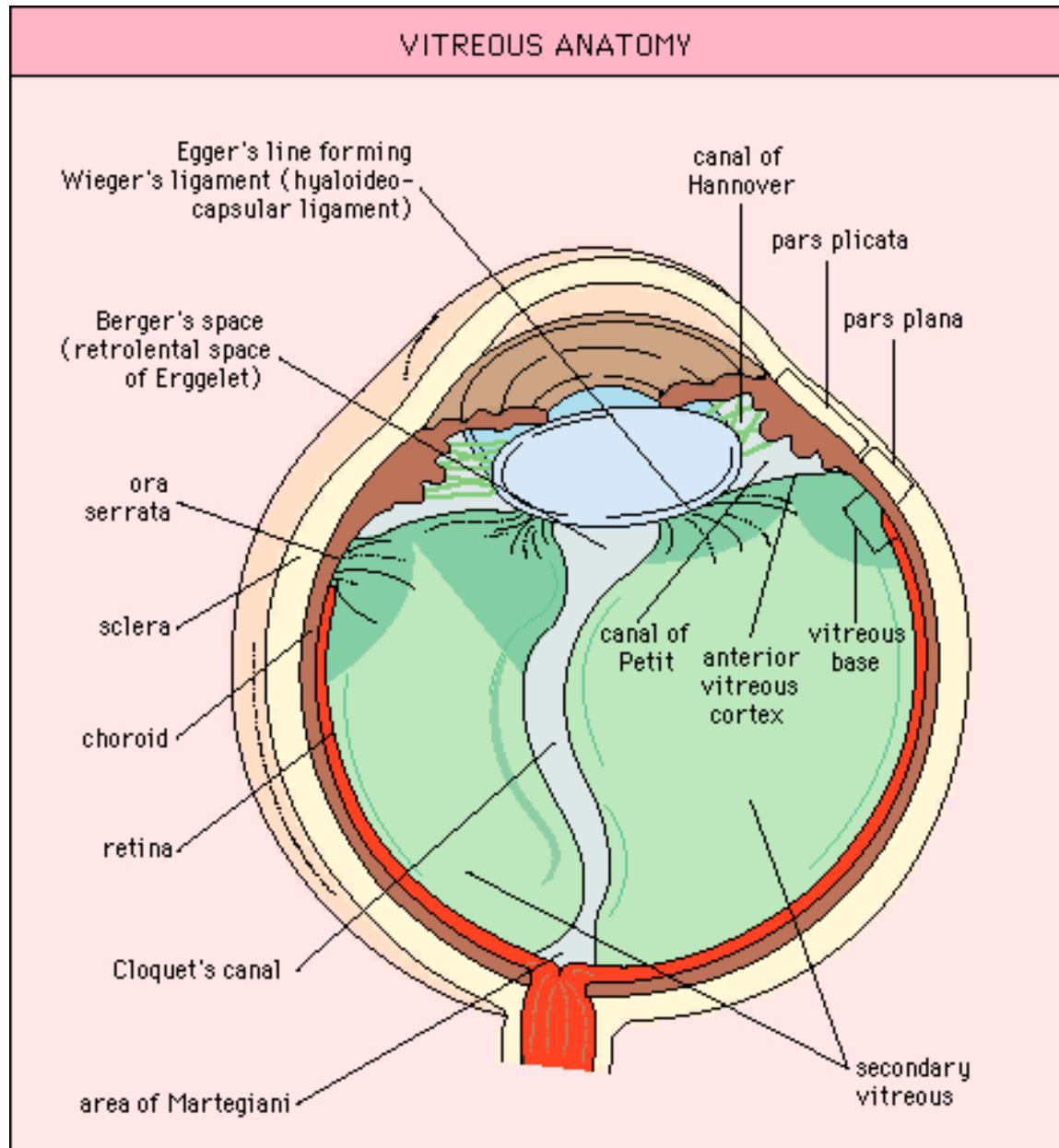




# Sklivec

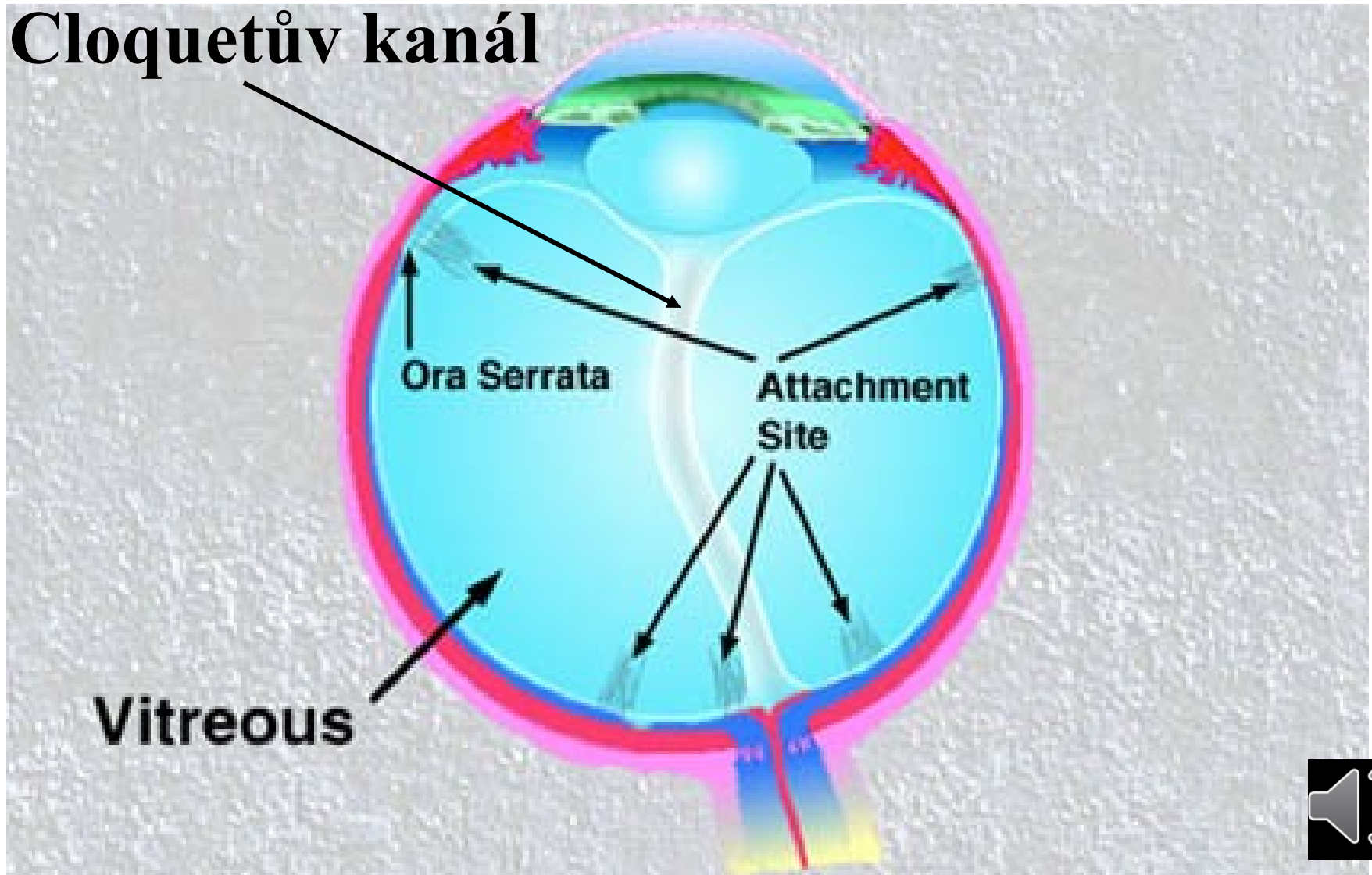


# Anatomie sklivce



# Sklivec, Cloquetův kanál

**Cloquetův kanál**



# Vývoj sklivce

- **Primární sklivec** – od 2. embryonálního měsíce – ektodermální původ
- **Cloquetův kanál** – vzniká zatlačováním primárního sklivce sekundárním sklivcem
- **Sekundární sklivec** – od 4. embryonálního měsíce tvořen ze sítnice
- **Terciální sklivec** – definitivní struktura sklivce a zonulárních vláken



# Zraková dráha

- Od smyslových bb. sítnice po zrakové centra v okcipitálním laloku kůry mozkové
- Fotoreceptory  $\Rightarrow$  bipolární bb.  $\Rightarrow$  gangliové bb.  $\Rightarrow$  vrstva nervových vláken sítnice  $\Rightarrow$  n. opticus  $\Rightarrow$  chiasma opticum  $\Rightarrow$  tractus opticus  $\Rightarrow$  corpus geniculatum laterale (primární zrakové centrum  $\Rightarrow$  Radiatio optica (Gratioletův svazeček)  $\Rightarrow$  korová centra okcipitálního laloku (area striata (17), parastriata (18), peristriata (19)))



**Corpus geniculatum  
mediale**

**Corpus geniculatum  
laterale**

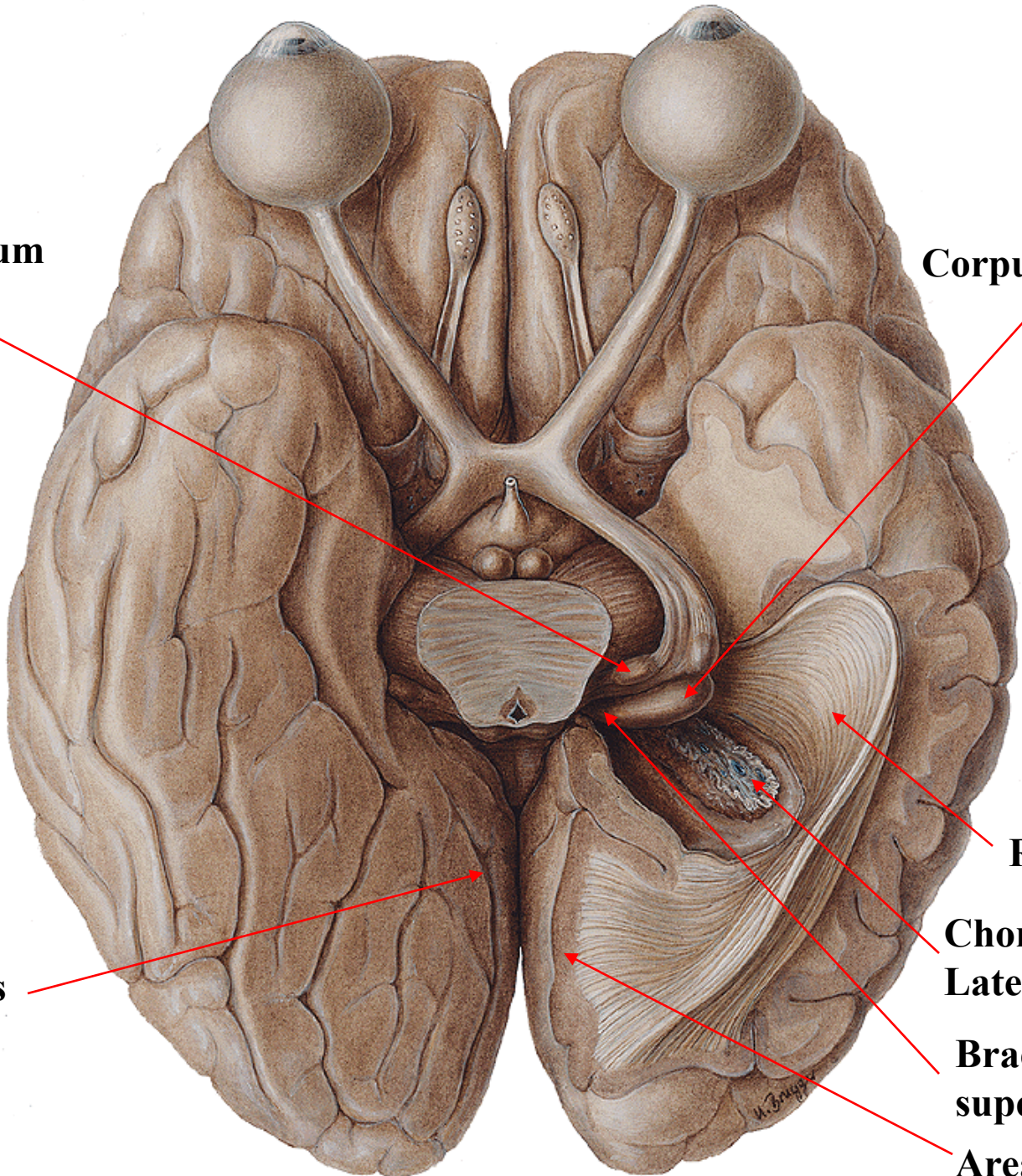
**Sulcus calcarinus**

**Radiatio optica**

**Choroidální plexus  
Laterální komory**

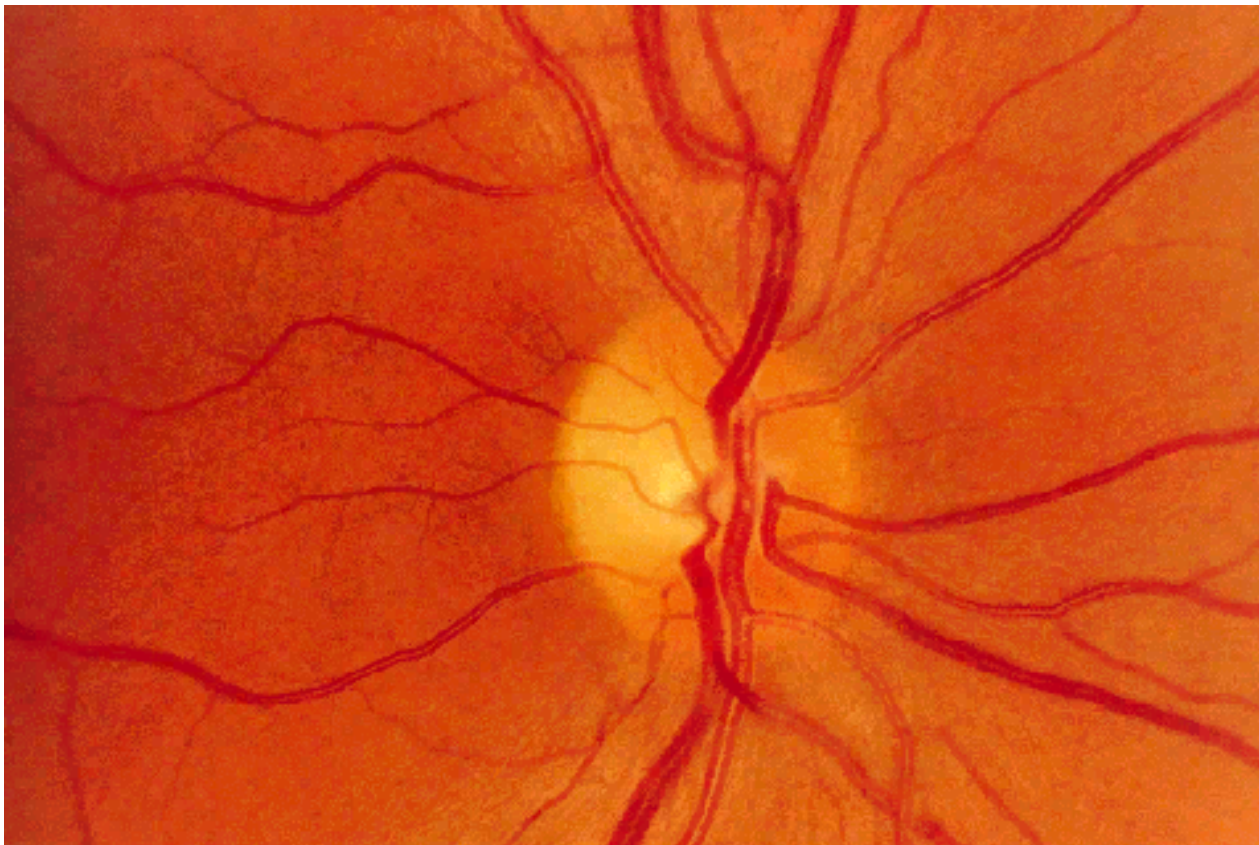
**Brachium  
superioris**

**Area striata**

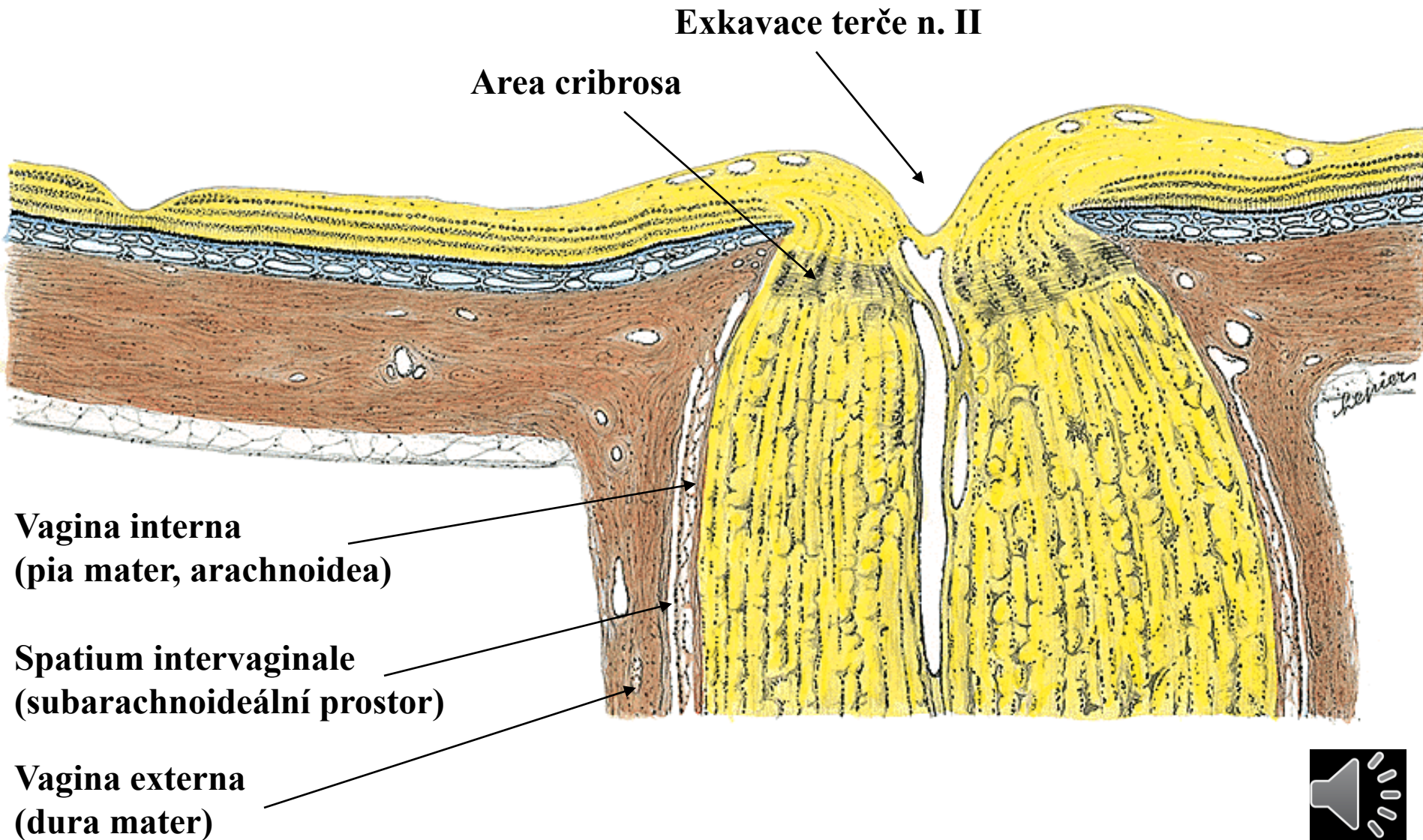


# Terč zrakového nervu

PD = 1,5mm



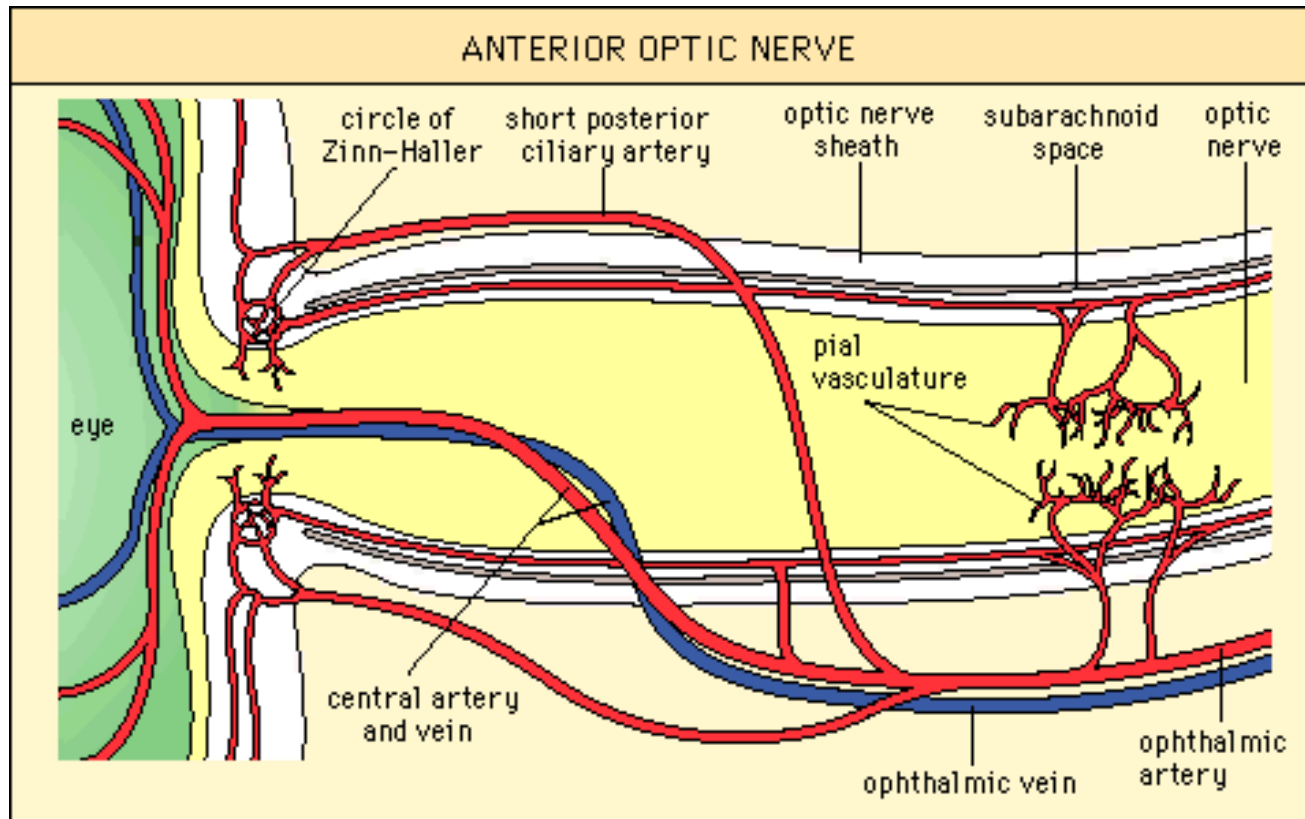
# Průřez terčem zrakového nervu





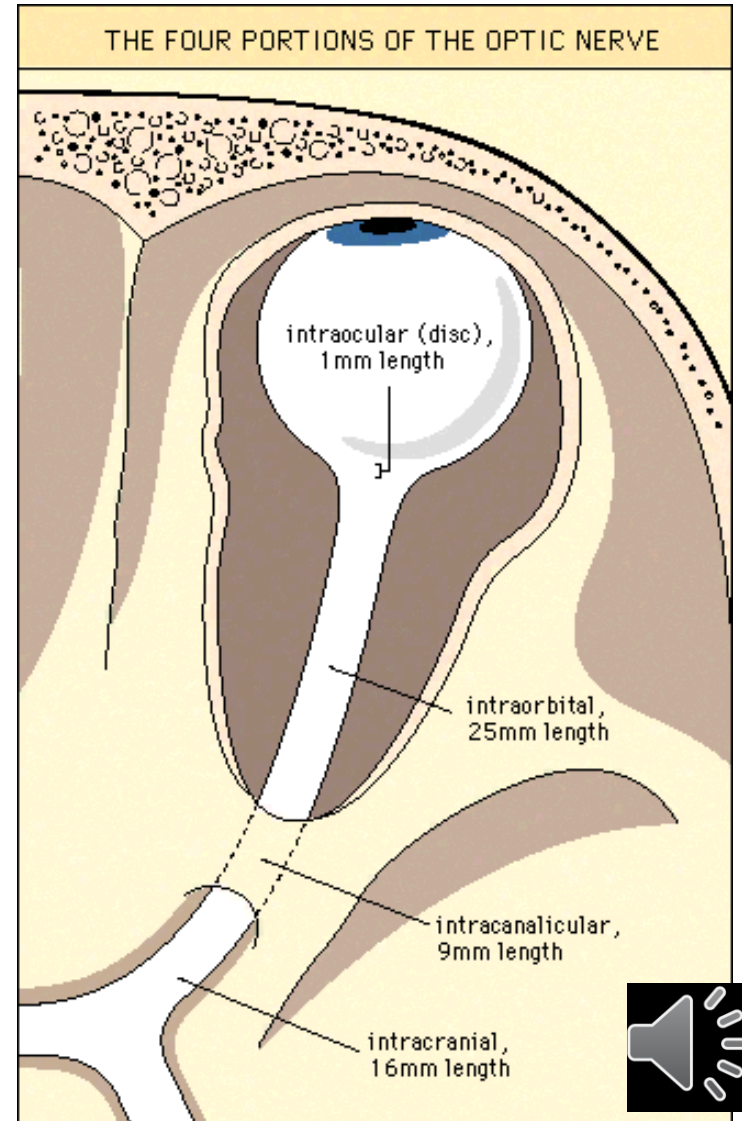
# Přední oddíl zrakového nervu

cévní zásobení (periferní a axiální systém)

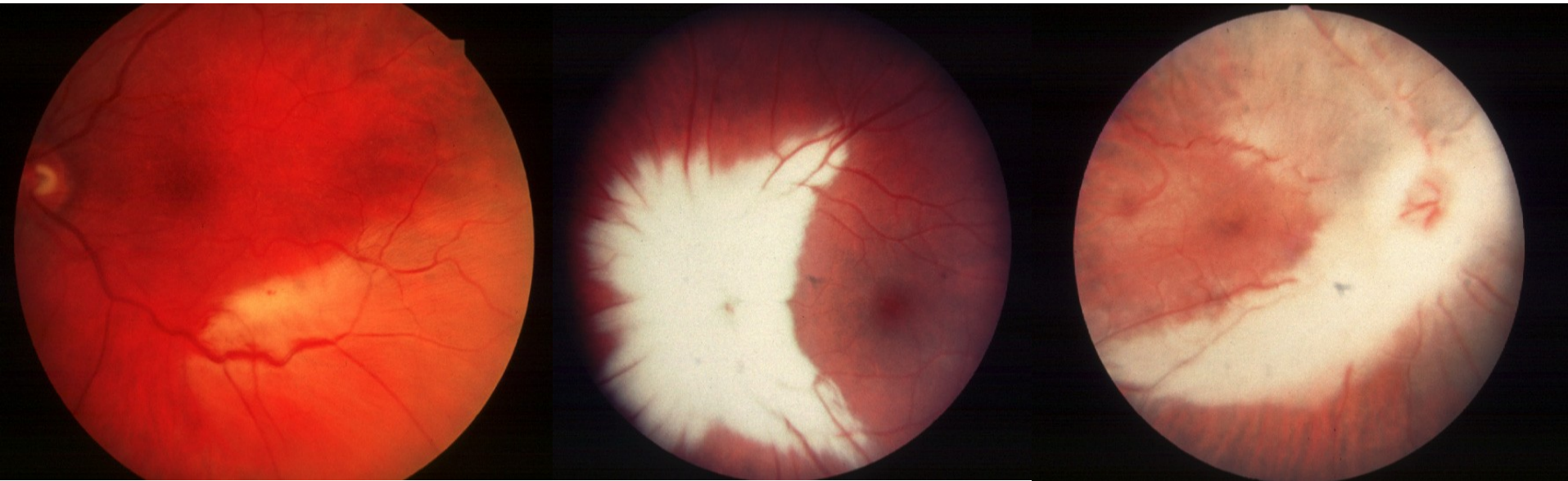


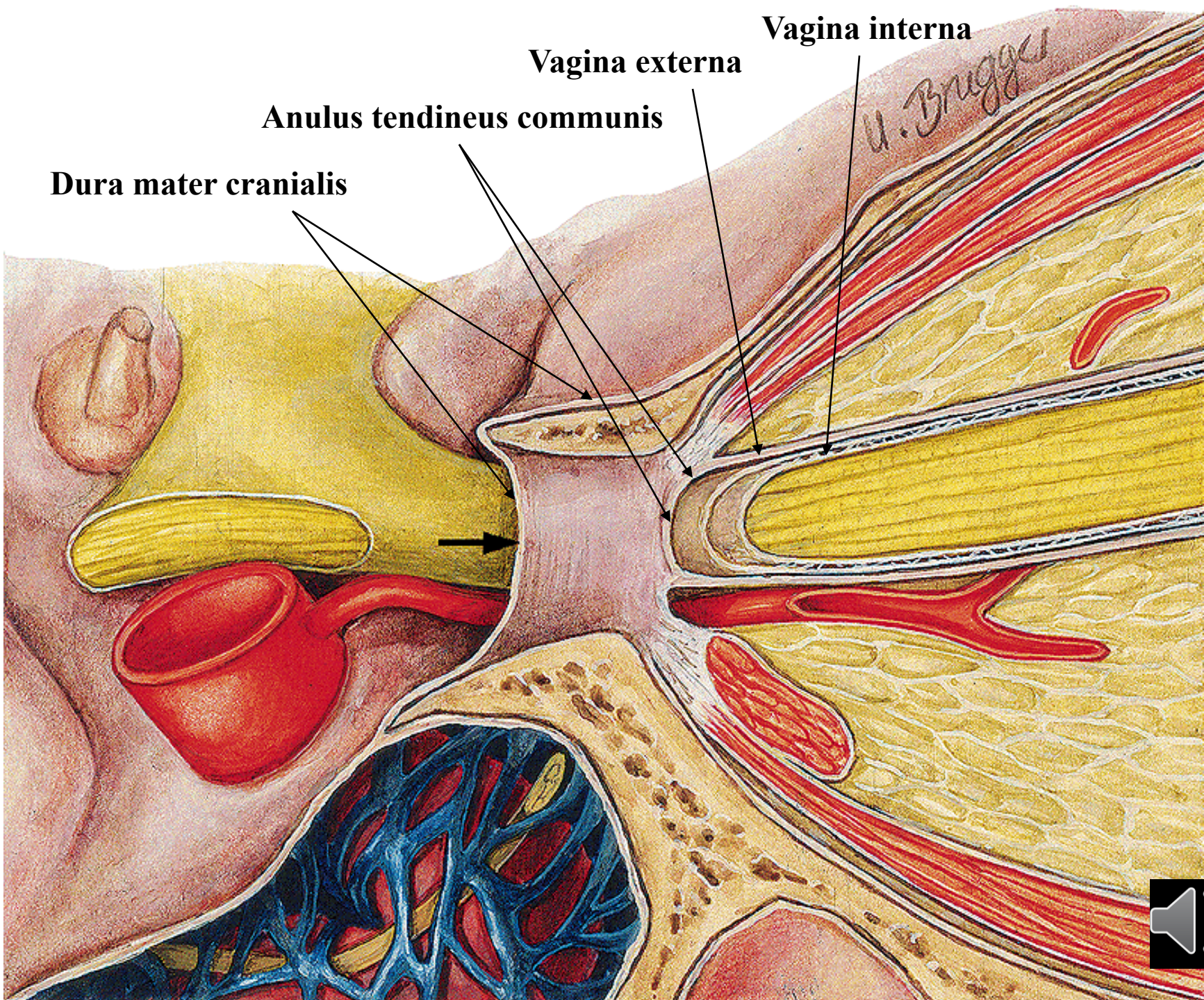
# Úseky zrakového nervu

- Délka n. II - 35-55mm, asi 1 milion vláken; 4 úseky
- **Intrasklerální úsek** ⇒ myelinizace nervových vláken
- **Intraorbitální úsek** ⇒ obaly n. II (pleny mozkové); esovitý průběh; vstup a. centralis ret. Do n.II
- **Intrakanalikulární úsek** ⇒ tvrdá plena n. II přechází v periorbitu; a. ophthalmica leží pod n. II
- **Intrakraniální úsek** ⇒ n. II již nemá tvrdou plenu mozkovou
- V n. II je asi tisíc svazečků n. vláken
- Pia mater, arachnoidea, dura mater



# Fibrae medullares – myelinizovaná nervová vlákna





Vagina interna

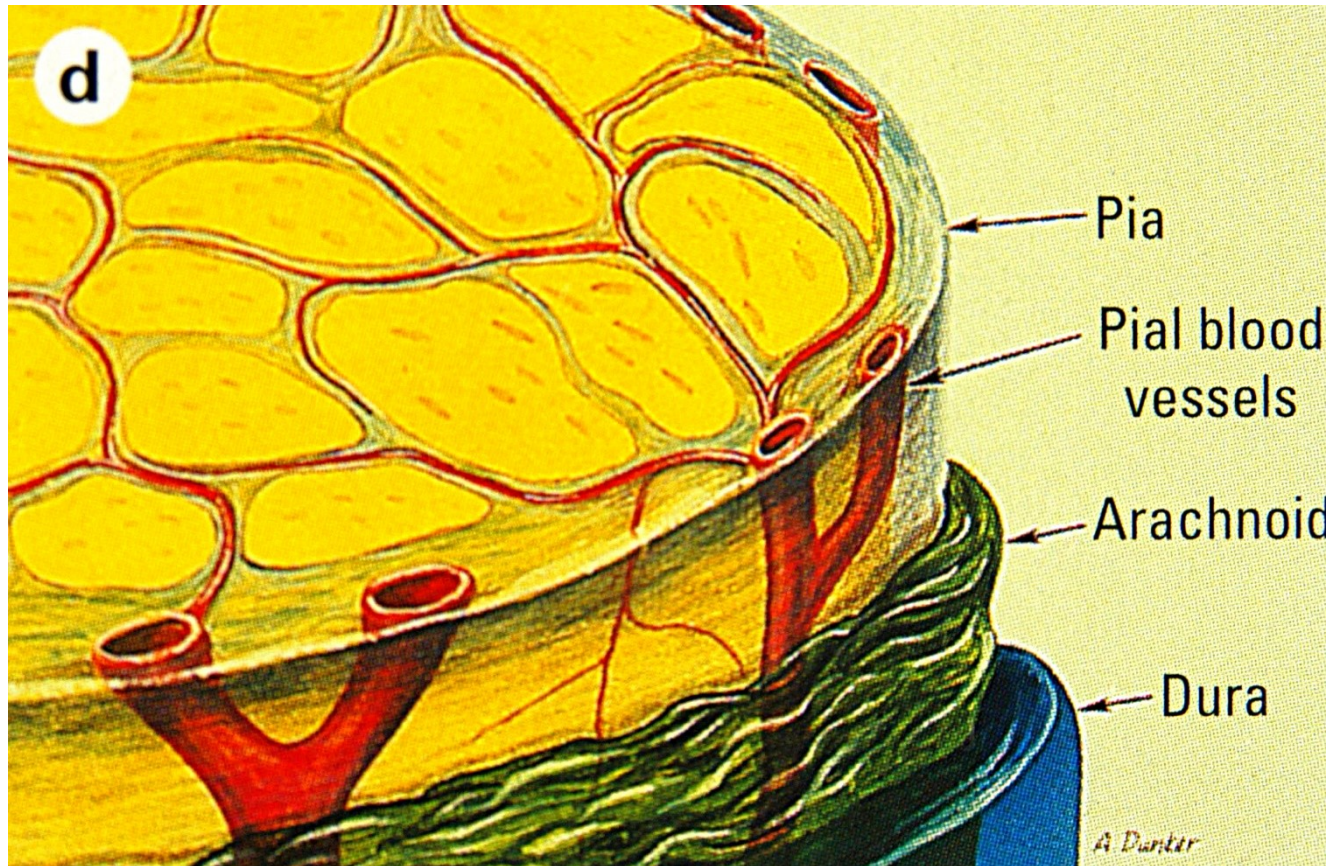
Vagina externa

Anulus tendineus communis

Dura mater cranialis

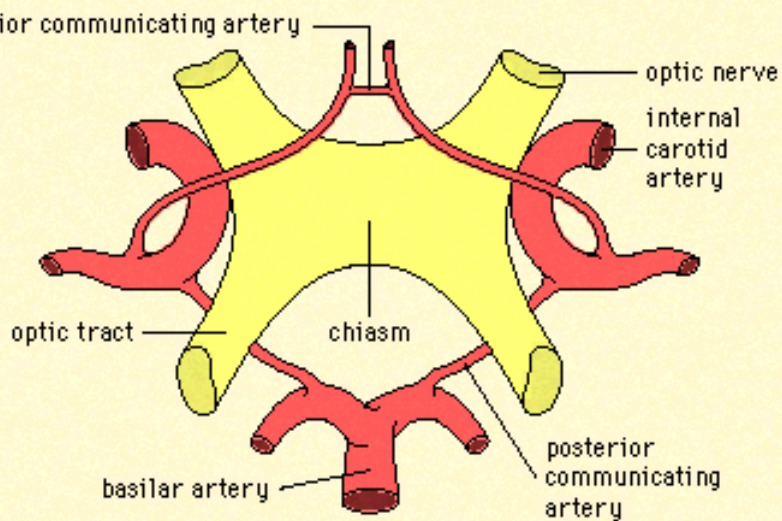


# Obaly zrakového nervu

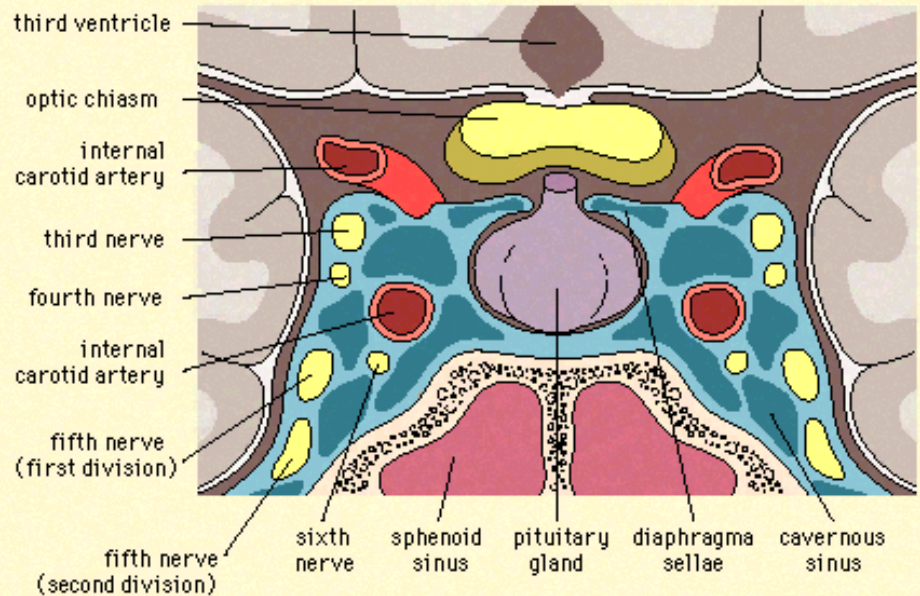


# Chiasma opticum

RELATIONSHIP OF THE OPTIC CHIASM, OPTIC NERVES AND OPTIC TRACTS TO THE ARTERIAL CIRCLE OF WILLIS



OPTIC CHIASM AND CAVERNOUS SINUSES (CORONAL SECTION)



# Koronární řez skrz chiasma opticum a sinus cavernosus

A. ophthalmica

A. carotis interna

III

IV

VI

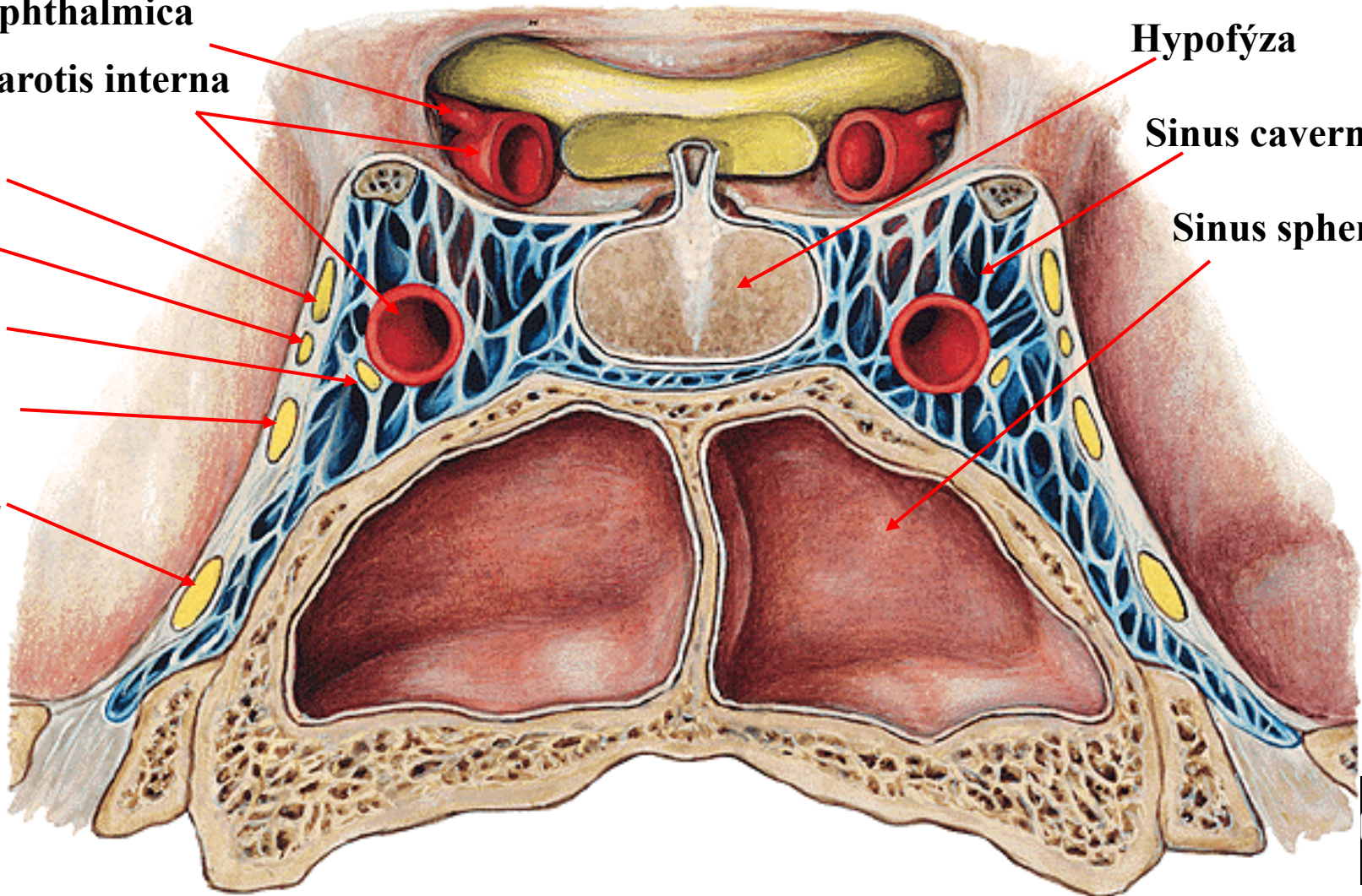
V/1

V/2

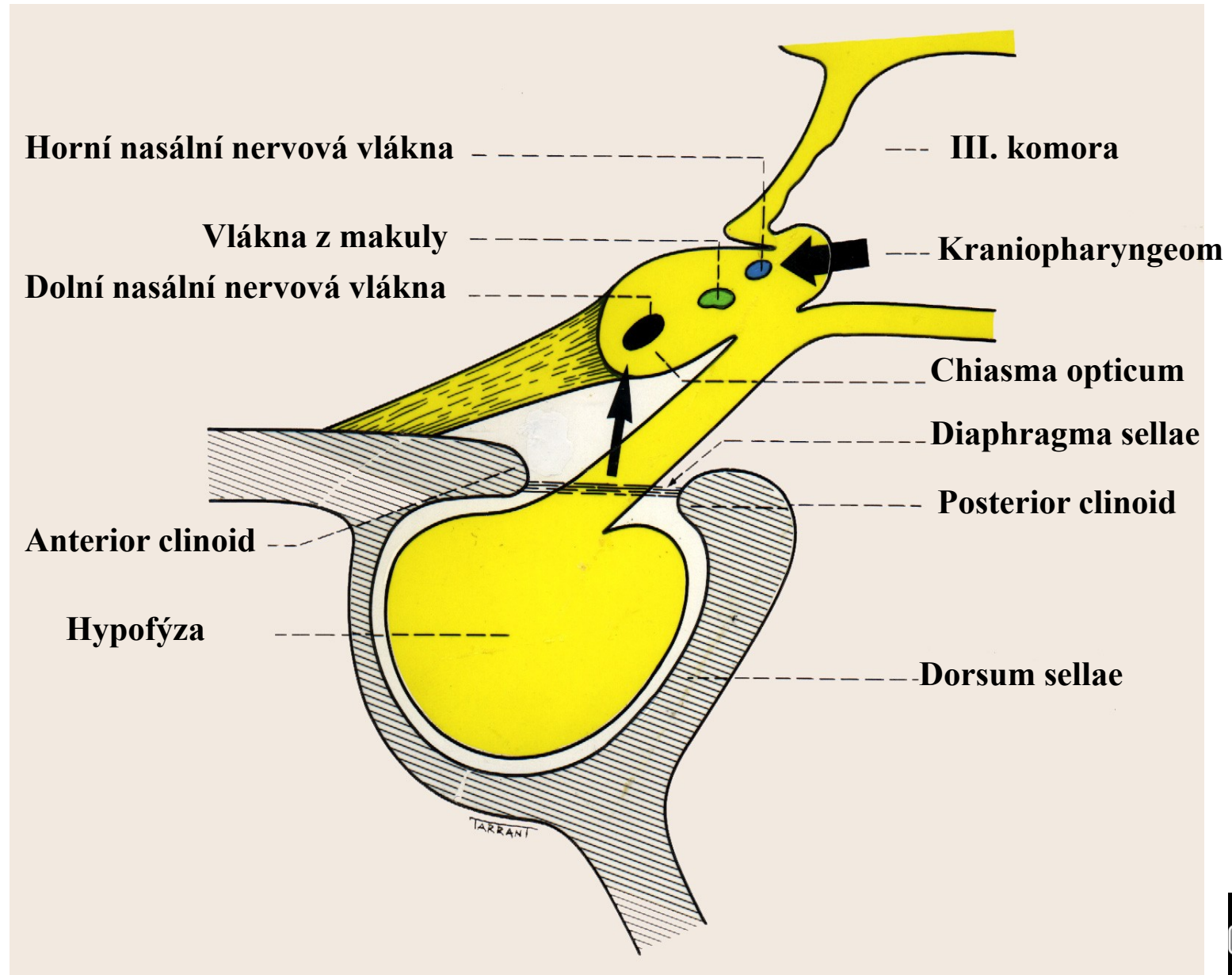
Hypofýza

Sinus cavernosus

Sinus sphenoidalis

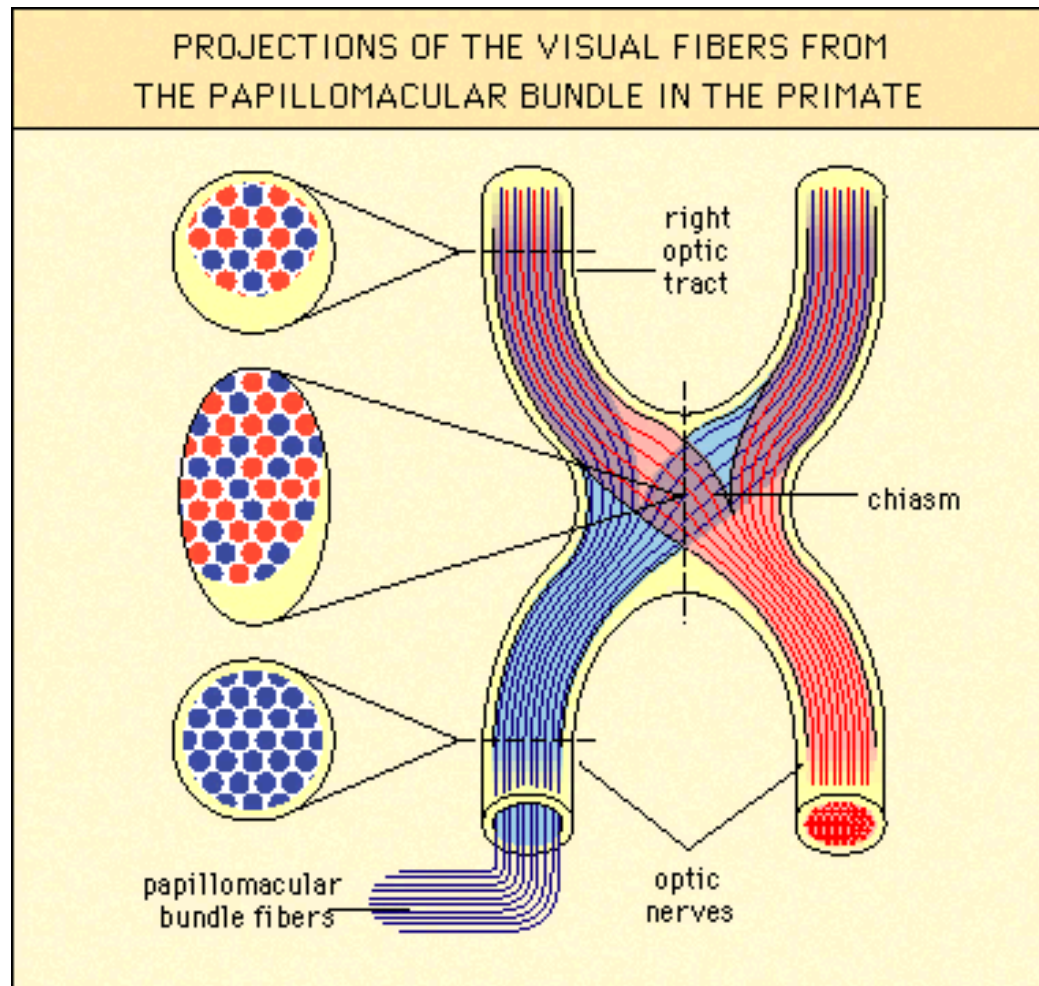


# Sagitální řez skrz chiasma opticum a hypofýzu

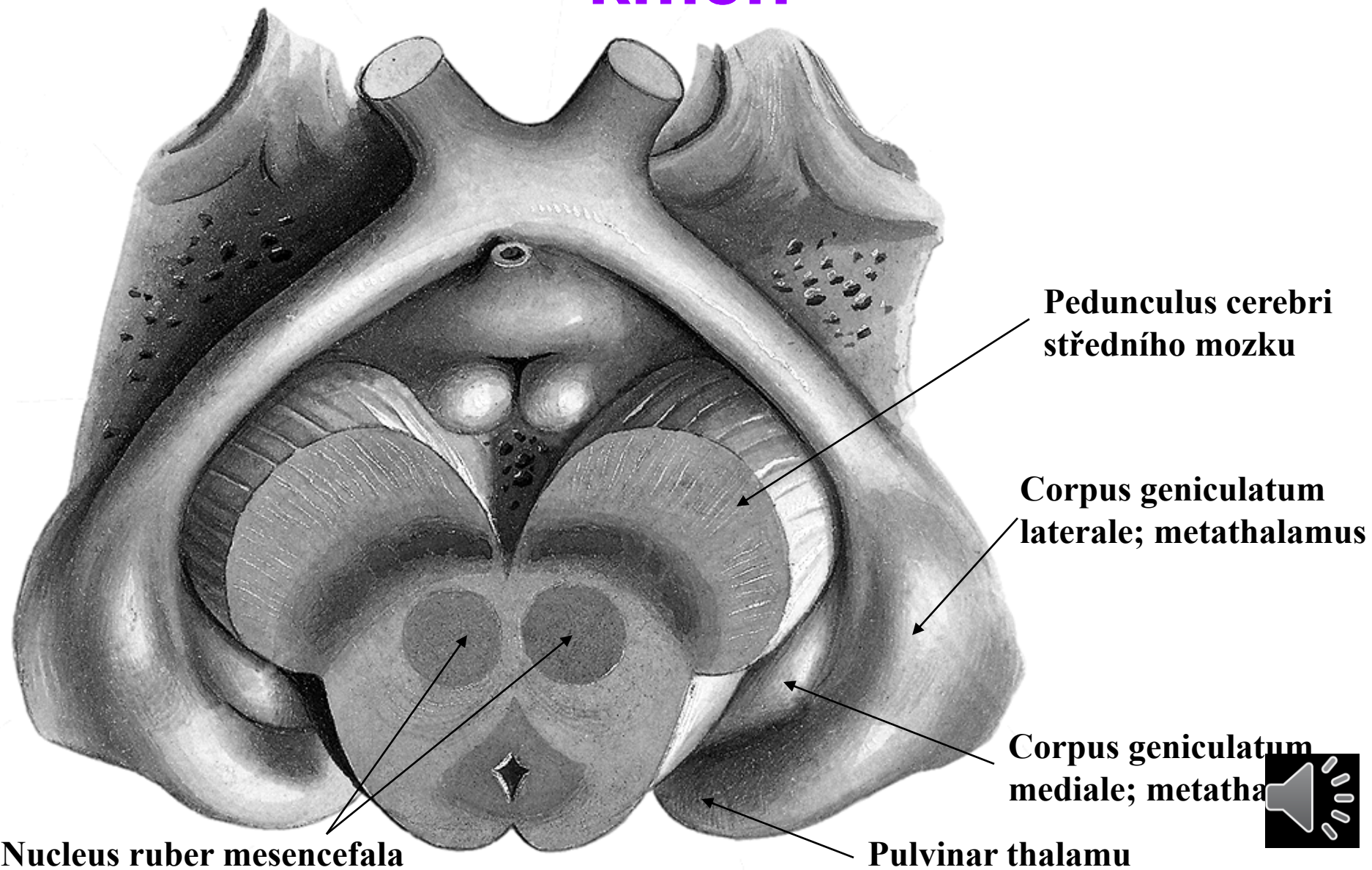




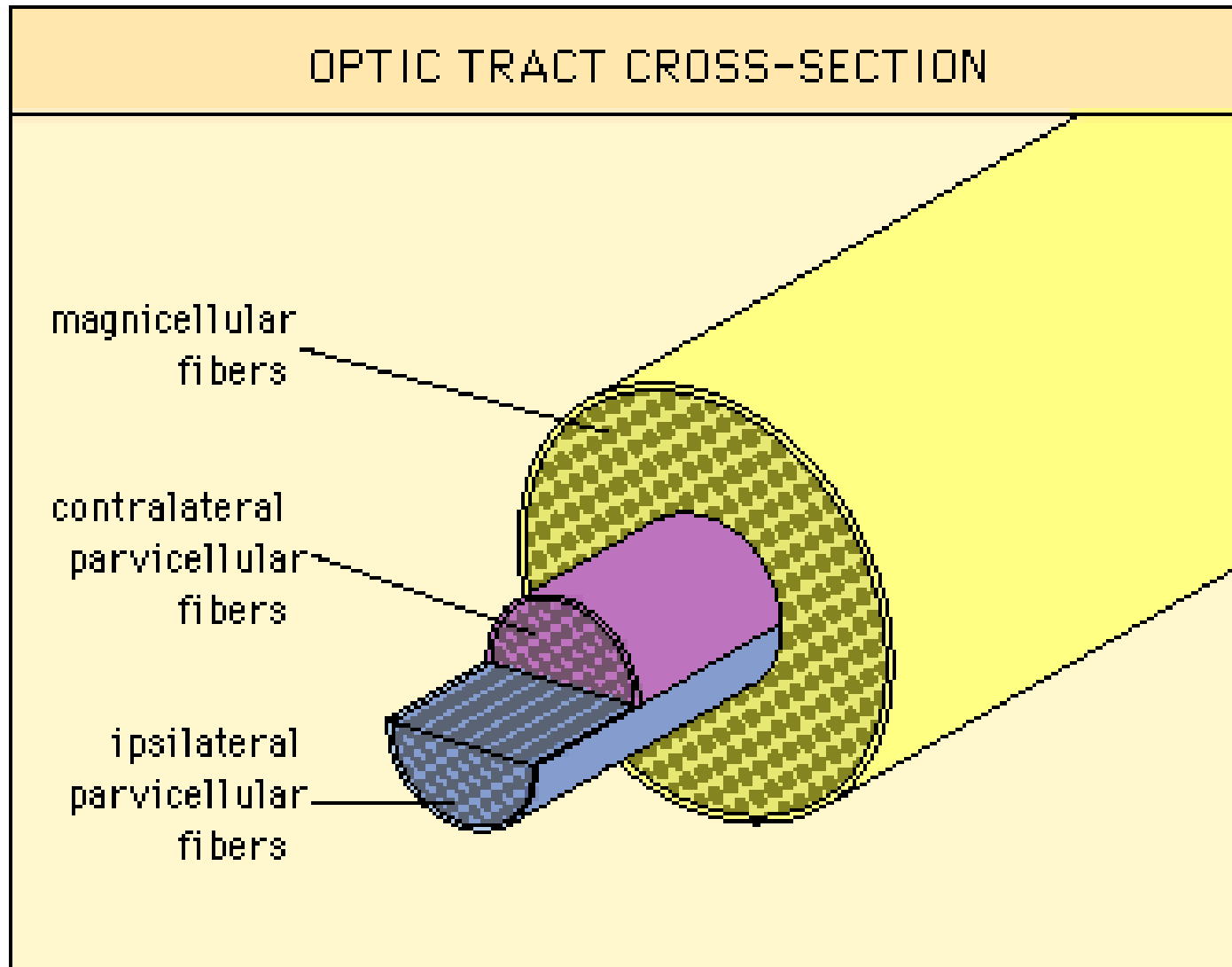
# Makulární vlákna se částečně kříží a částečně nekříží



# Tractus opticus obkružující mozkový kmen



# Průřez tractus opticus

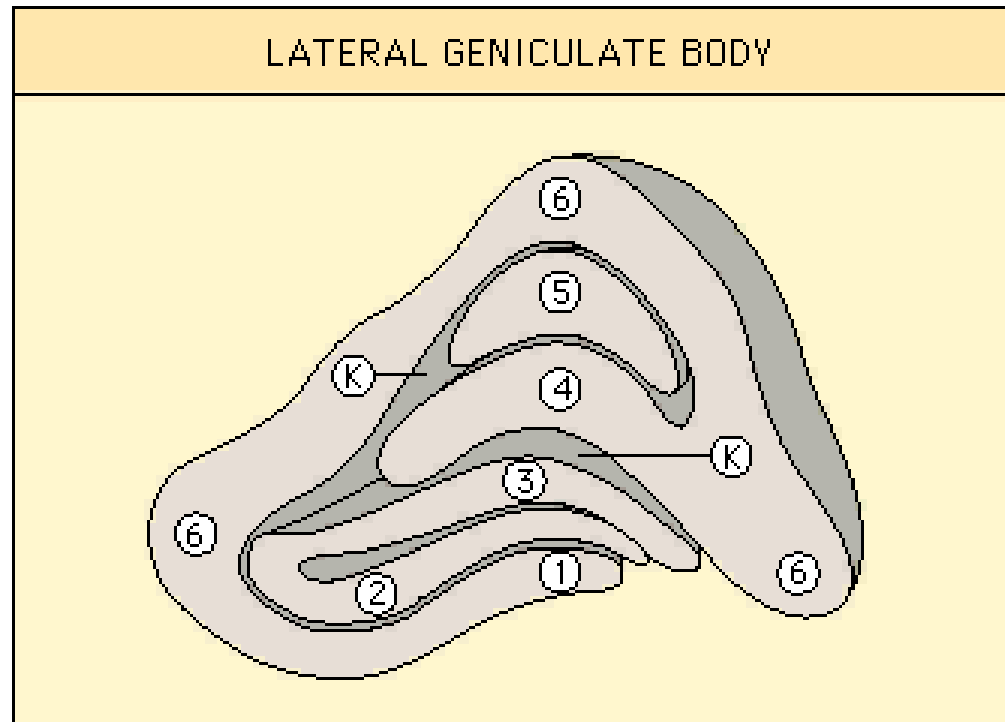


# Corpus geniculatum laterale

- **Primární, subkortikální zrakové centrum** - zakončení primární zrakové dráhy v thalamu mezimozku
- Gangliové bb. se zde přepojují na III. neuron zrakové dráhy
- Buněčná jádra tvoří **6 vrstev** šedé hmoty mozkové
- Každé aferentní nervové vlákno je spojeno s jádry 3 vrstev
- Makulární vlákna se napojují na větší počet buněk  
⇒ zesílení impulzů



# Corpus geniculatum laterale sagitální řez



- Vlákna K probíhají mezi lamelami
- Zkřížená vlákna jsou napojena na vrstvu 1, 4, 6
- Nezkřížená vlákna jsou spojena s vrstvami 2, 3 a



# Corpus geniculatum laterale

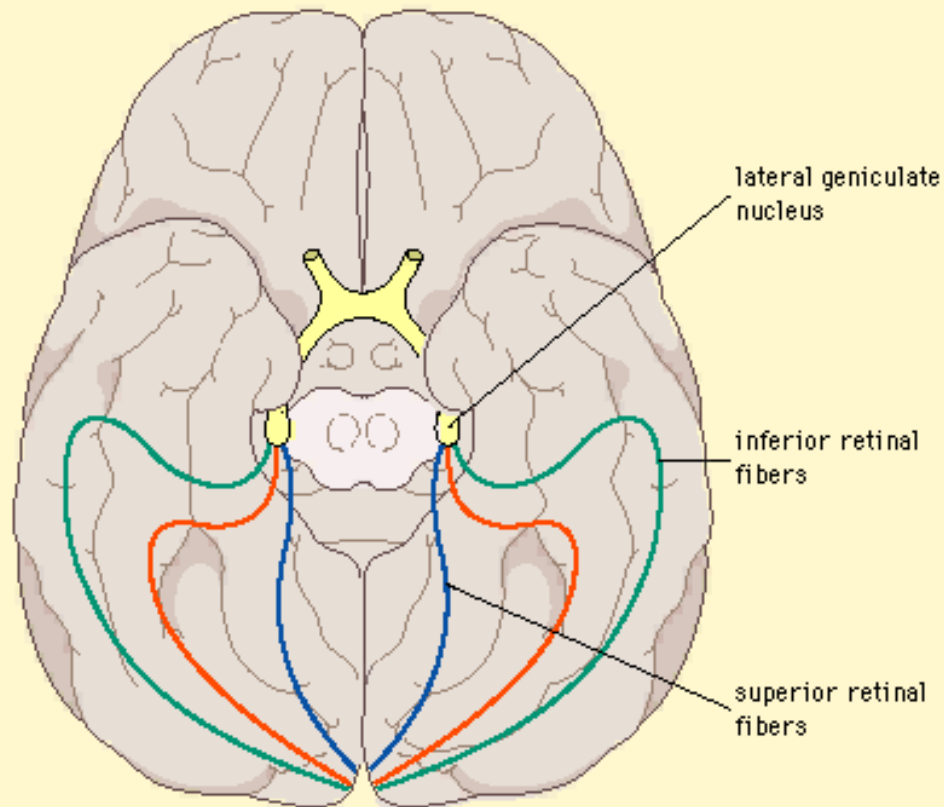
Dle velikosti neuronů lze vrstvy CGL rozdělit na:

- Magnicelulární neuroomy (buňky M) - nejvíce zastoupeny ve vrstvách 1 a 2. Snad nesou informace týkající se vnímání pohybu a nižšího kontrastu, nižší prostorové frekvence.
- Parvicelulární neurony (buňky P) - ve vrstvách 3-6. Snad nesou informace o vnímání barev a rozlišovací schopnosti zraku (kontrastní citlivost o vysoké prostorové frekvenci)
- Koniocelulární neurony (buňky K) se nacházejí v interlaminárních zónách a povrchových vrstvách CGL. Dostávají impulsy z retiny a colliculus superior. Zajišťují asi modulaci informací z obou systémů (P i M)

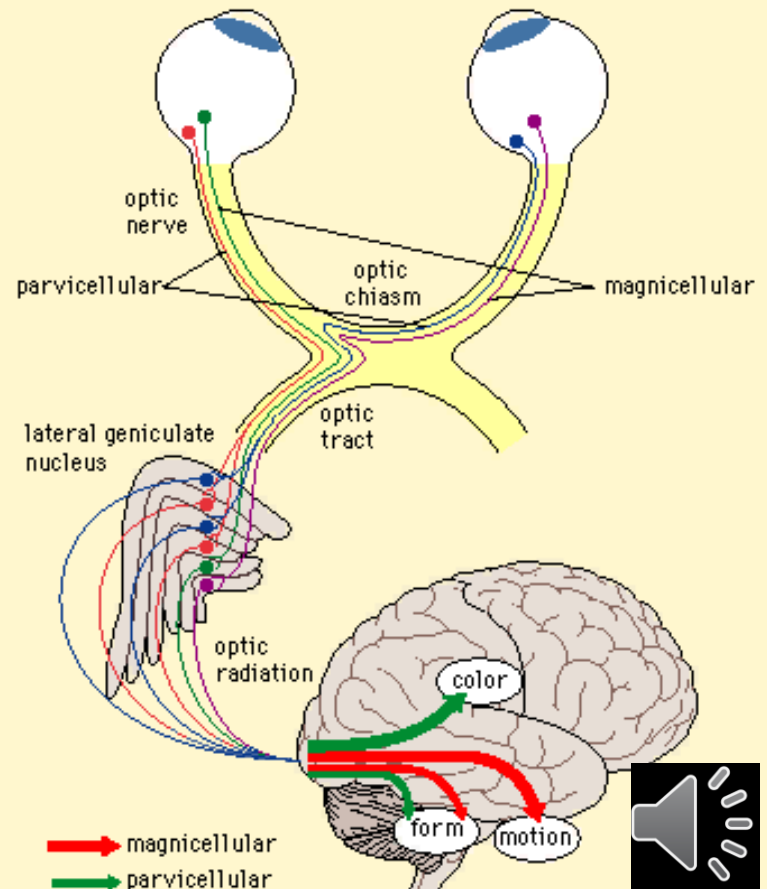


# Radiatio optica - Gratioletův svazeček – tractus geniculocorticalis

OPTIC TRACT PATHS



DISTRIBUTION OF HIGHER-ORDER VISUAL PROCESSING



**Corpus geniculatum  
mediale**

**Corpus geniculatum  
laterale**

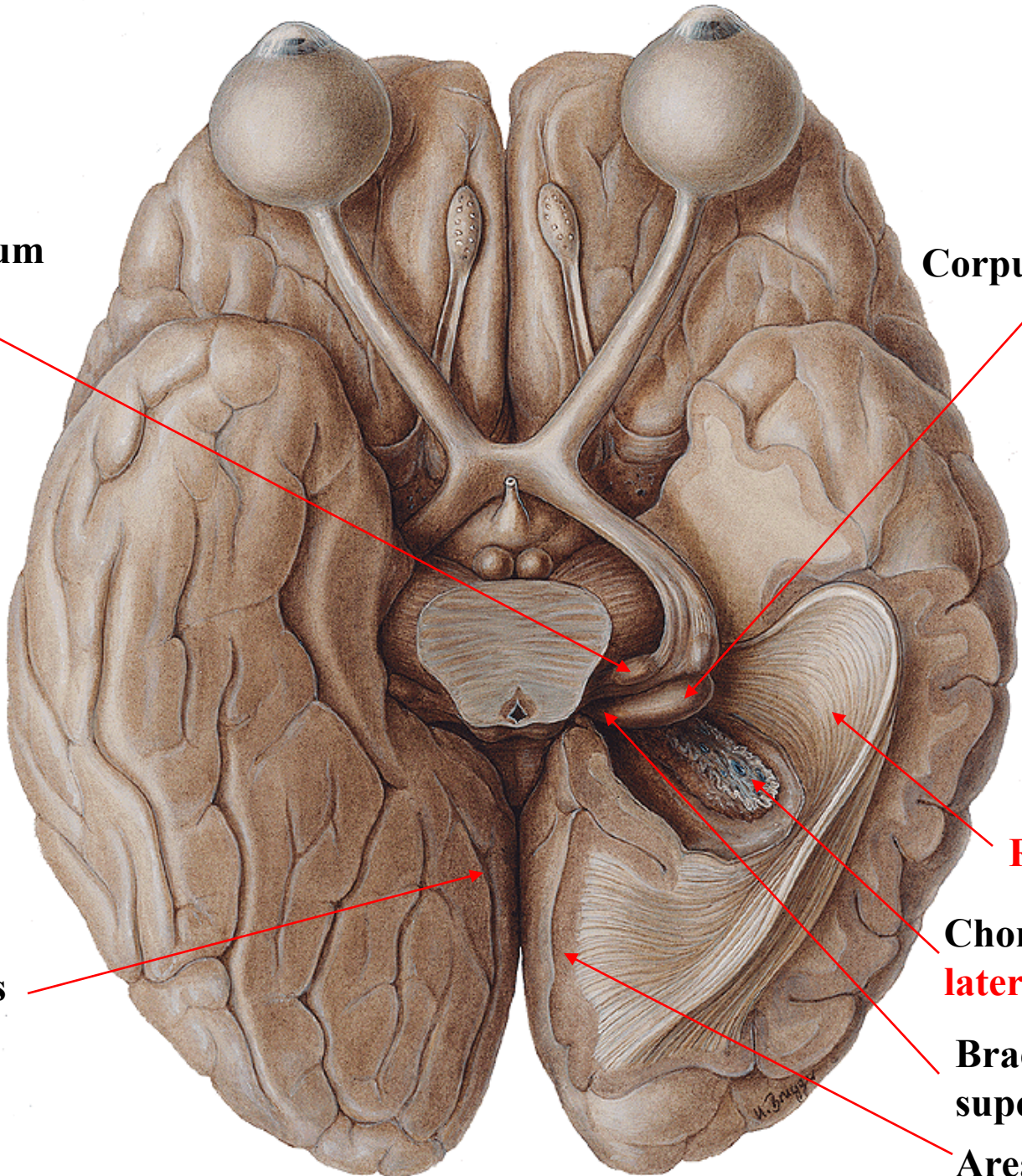
**Sulcus calcarinus**

**Radiatio optica**

**Choroidální plexus  
laterální komory**

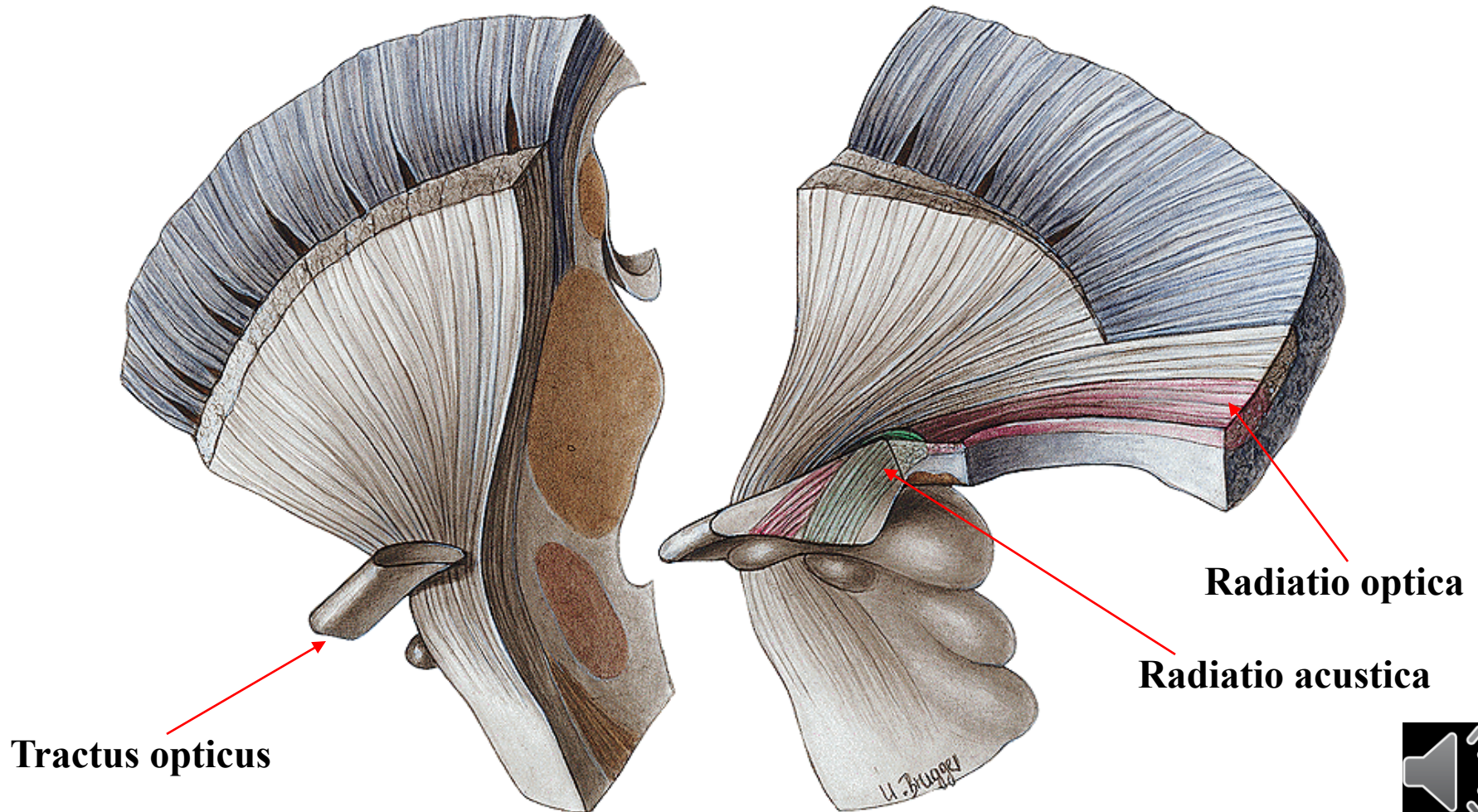
**Brachium  
superioris**

**Area striata**





# Radiace thalamu



# Korová zraková centra okcipitálního laloku

- **area striata (17; V1)**  
**area parastriata (18; V2, V3, VP)**  
**area peristriata (19; V3A, LO, V7, V8, V4v)**
- V area striata končí vlákna zrakové dráhy
- Area striata - informace z makuly se projekují do kaudální poloviny zrakového kortexu, informace z periferie zorného pole se projekují rostrálně
- Začíná zde zpracování zrakového vjemu: barvy, pohybu a tvaru



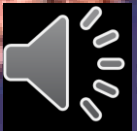
# V area striata končí vlákna zrakové dráhy

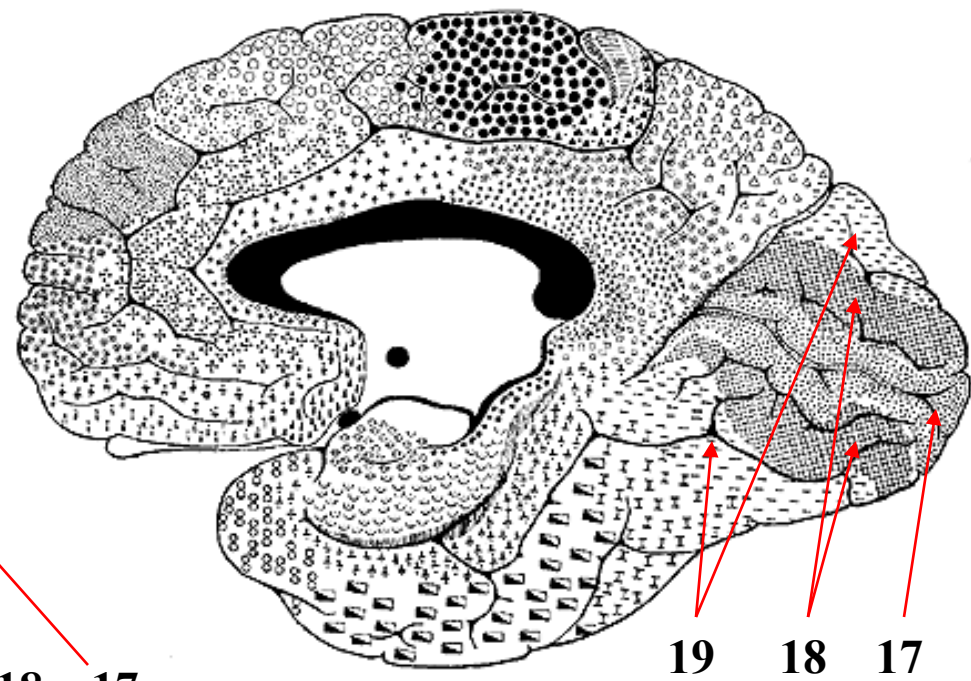
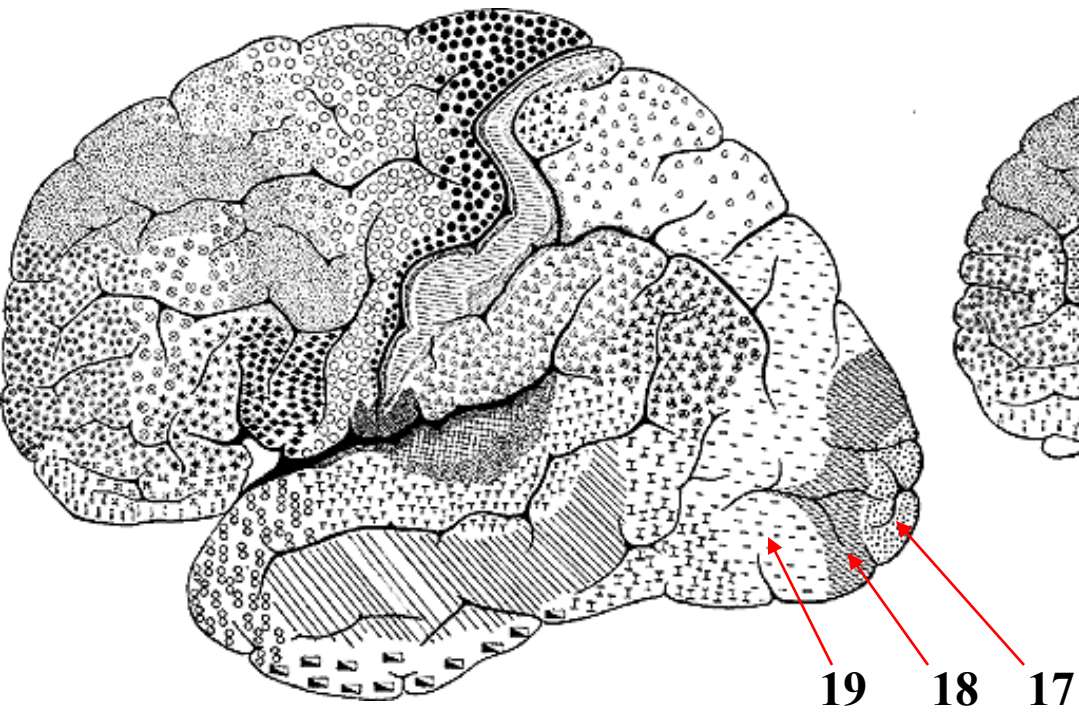
**Visual cortex - area 17**

Cuneus



Lingual gyrus





# Okcipitální korová zraková centra

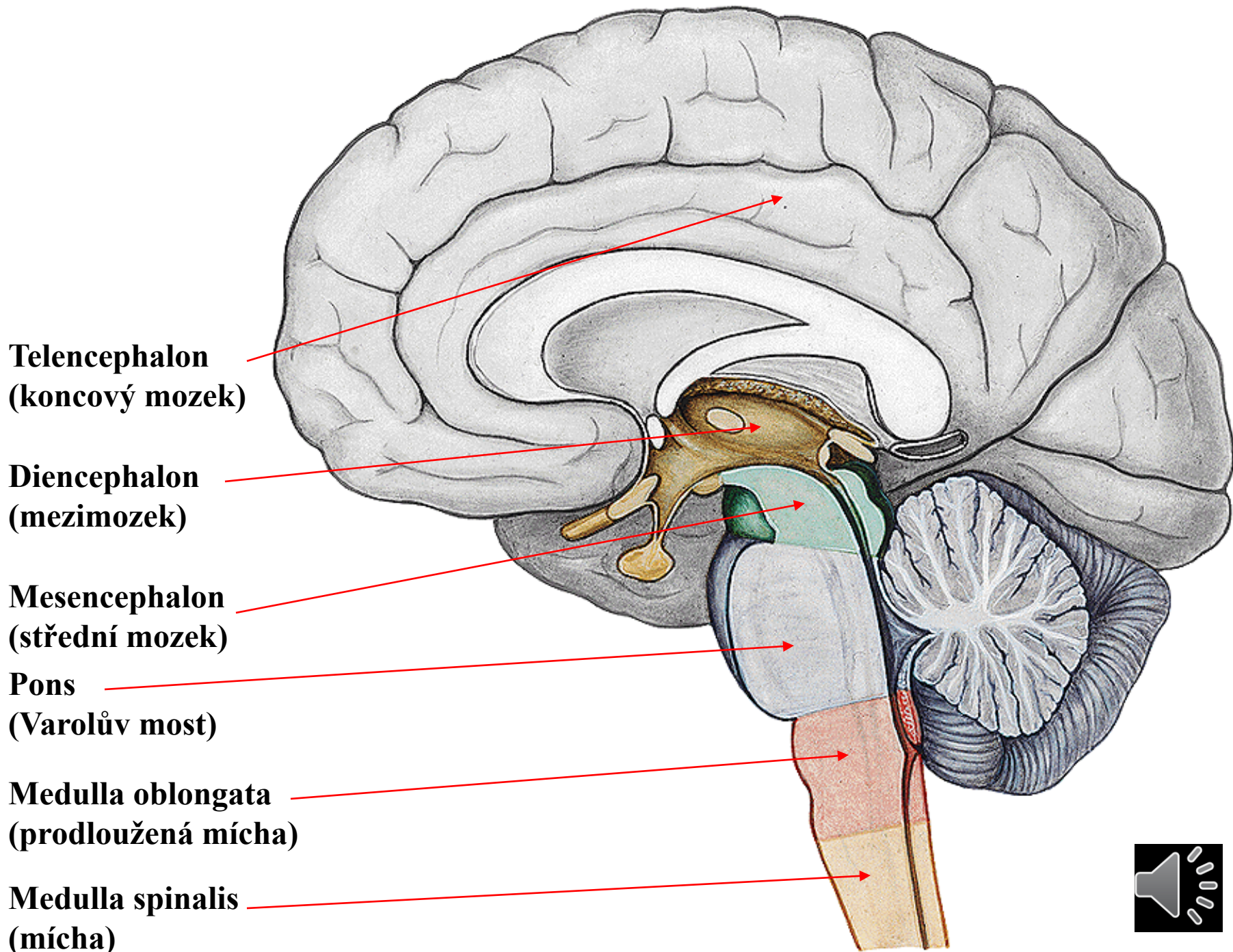
- **area parastriata a peristriata** slouží k integraci zrakových vjemů s dalšími korovými centry a funkcemi a k dalšímu zpracování zrakového vjemu.
- **Area parastriata** je vyhrazena optomotorické koordinaci očí
- **Area peristriata** slouží pro integraci zrakových informací s ostatními smyslovými, fatickými a mentálními aktivitami
- **V8** zpracování vnímání barev; **V3A** zpracování vnímání pohybu; **LO** percepce velkých objektů



# Nervové zásobení oka

- **Motorické nervy**
  - **n. oculomotorius (III)**
  - **n. trochlearis (IV)**
  - **n. abducens (VI)**
  - **n. facialis (VII)**
- **Senzitivní nervy**
  - **n. trigeminus (V) {n. ophthalmicus, n. maxillaris, n. mandibularis}**
- **Autonomní nervy**
  - **parasympaticus (n. III, n. VII), sympaticus, ganglion ciliare**





# Nervová jádra mozkového kmene





**Parasympatické Edinger  
Westphalovo jádro n. III**

**Jádro n. III**

**Jádro n. IV**

**Motorické jádro n. V**

**Jádro n. VI**

**Jádro n. VII**

**Nucleus salivatorius  
superior n. VII**

**Nucleus salivatorius  
inferior**

**Nucleus ambiguus**

**Nucleus dorsalis  
nervi vagi**

**IV. Komora  
mozková**

Corpus pineale

Pulvinar thalami

Corpus geniculatum  
mediale

**Corpus geniculatum  
laterale**

**Colliculuc superior**

Colliculuc inferior

**Jádro n.V (mesencefalické,  
pontinní, spinální)**



**Nucleus cochlearis  
posterior**



**Nucleus vestibularis  
medialis**

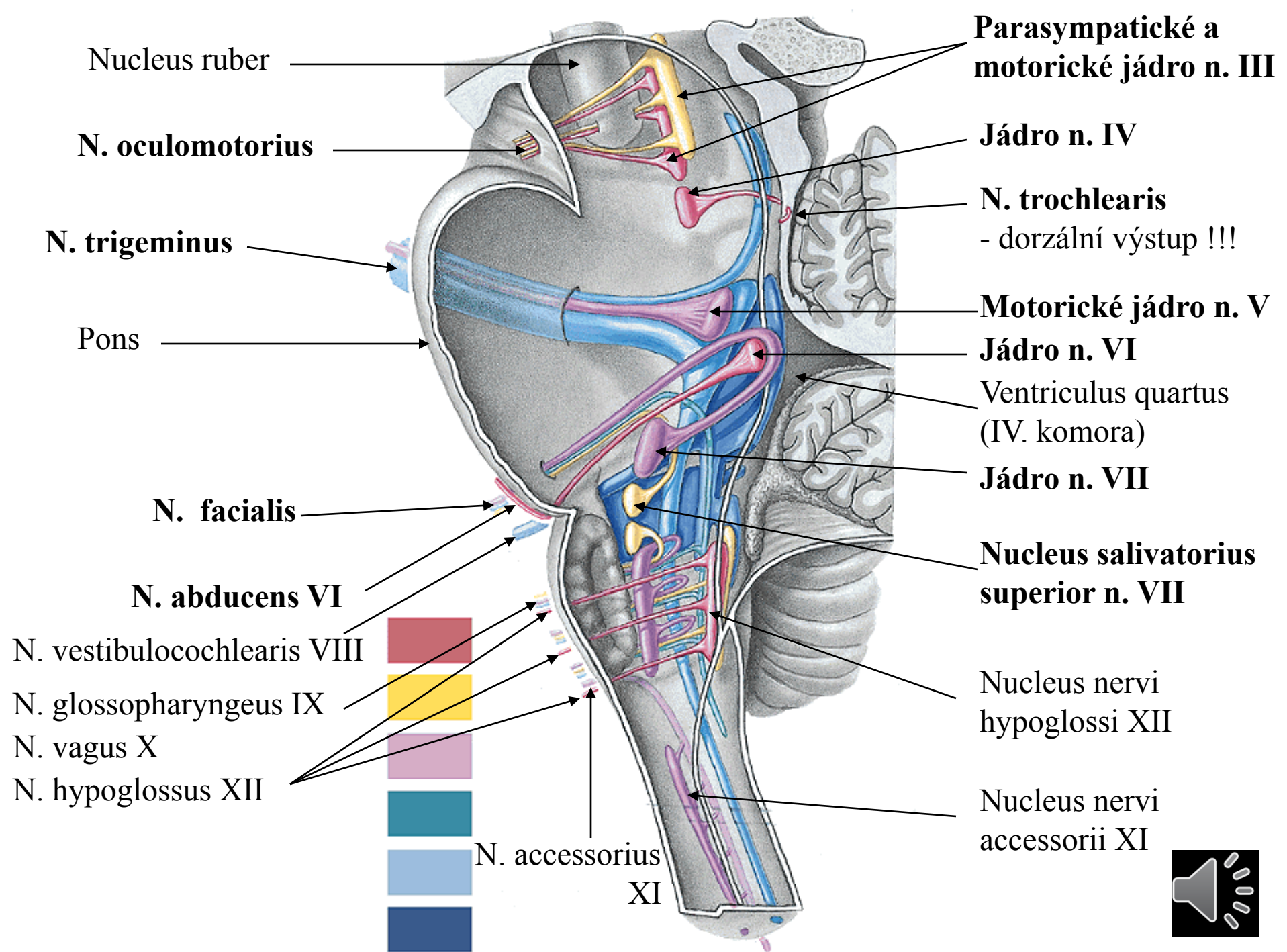


**Nucleus solitarius**



**Nucleus nervi accessorii**





# Motorická inervace oka

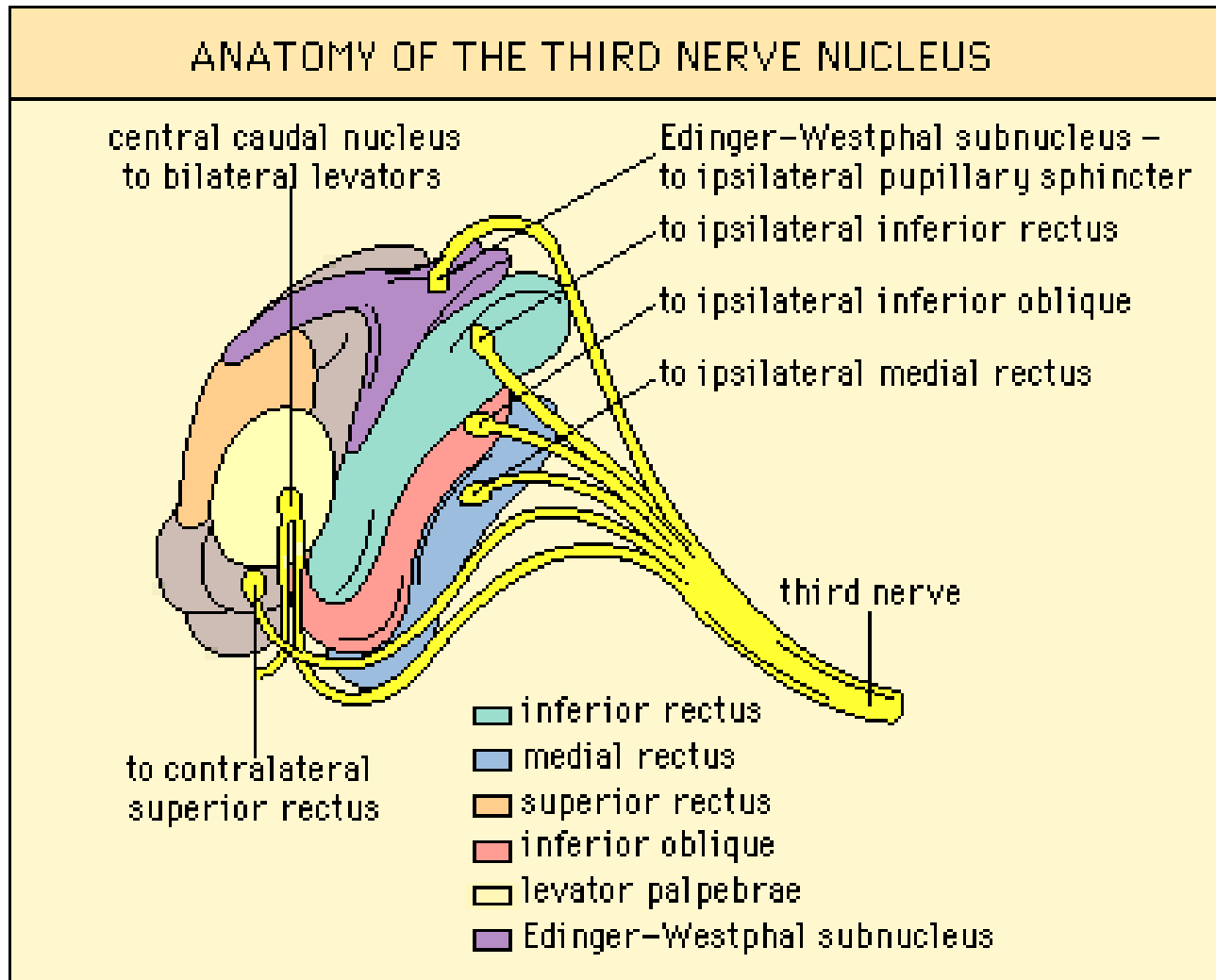


# N. oculomotorius (III)

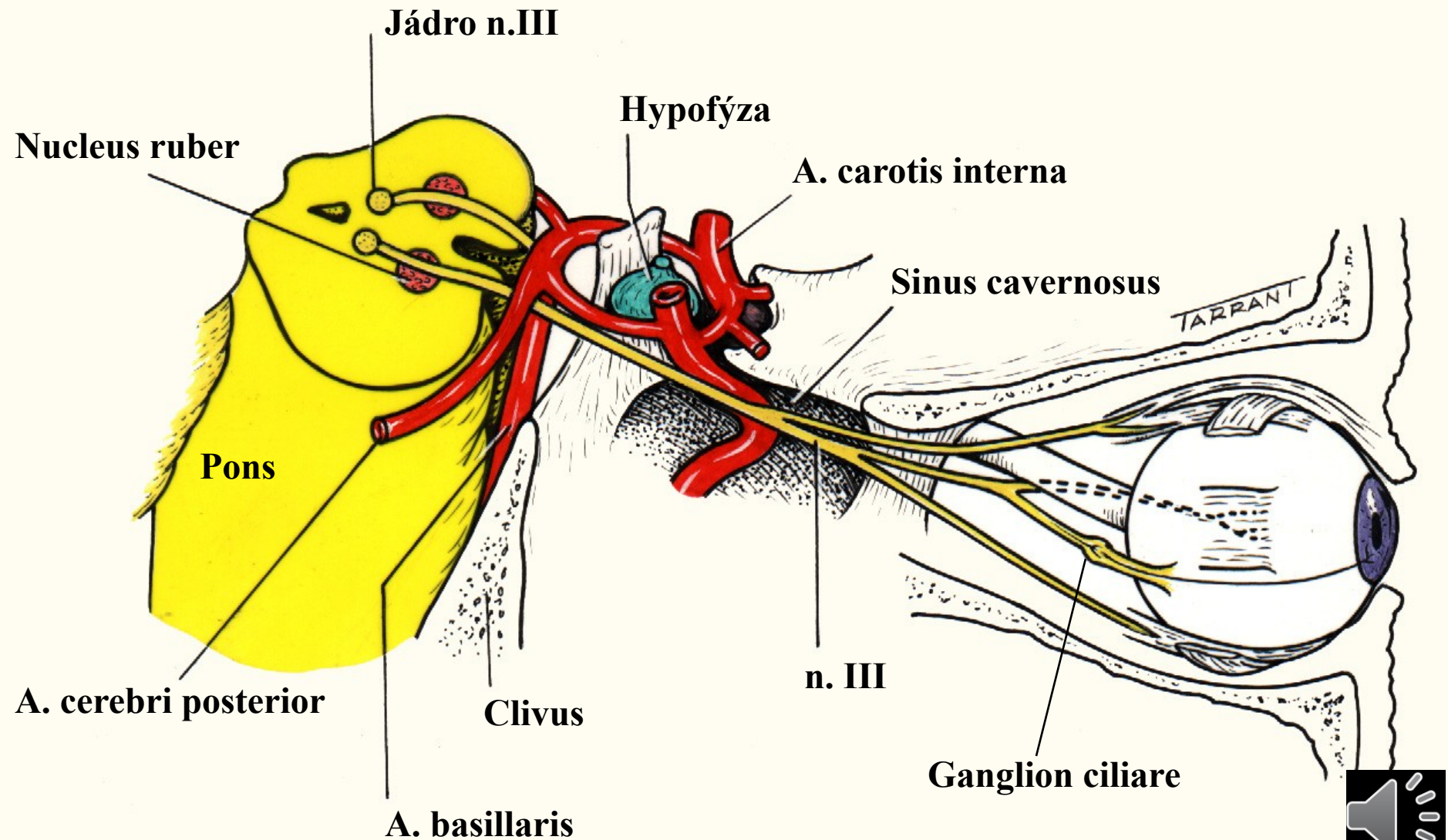
- **Jádrový komplex leží v mesencefalu na úrovni colliculus superior pod Silviovým akveduktem**
- **Podjádro pro m. levator palpebrae superioris je nepárová středová struktura, která inervuje oba levátory (pravého i levého oka) !!**
- **Podjádro pro m. rectus superior je párové a inervuje kontralaterální horní přímý sval**
- **Podjádra pro m. rectus medialis, inferior a m. obliquus inferior jsou párové a inervují stejnostranné svaly**



# Struktura jádrového komplexu n.III



# N. oculomotorius (III) - průběh nervu



# N. trochlearis (IV)

A. Carotis interna

A. Communicans post.

III

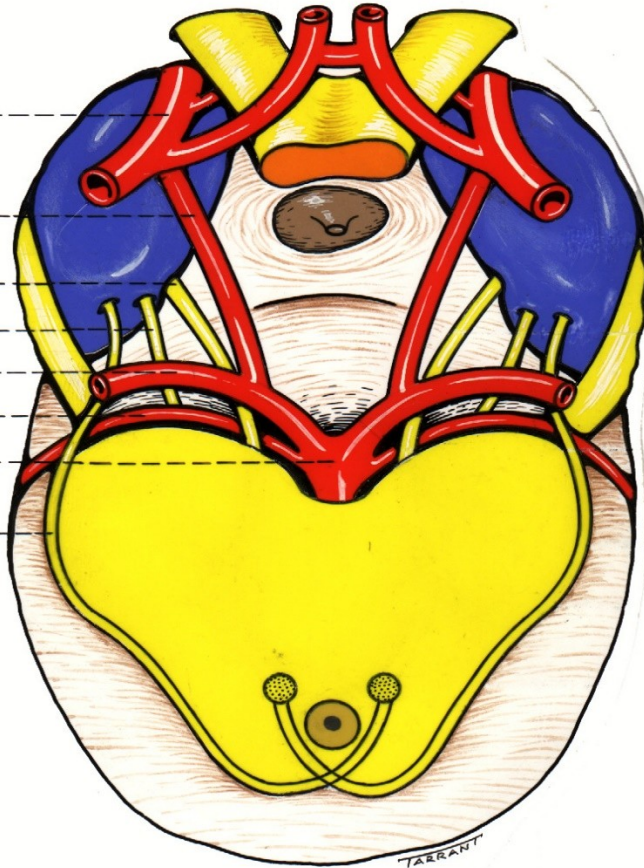
VI

A. cerebri post.

A. Cerebellaris super.

A. basillaris

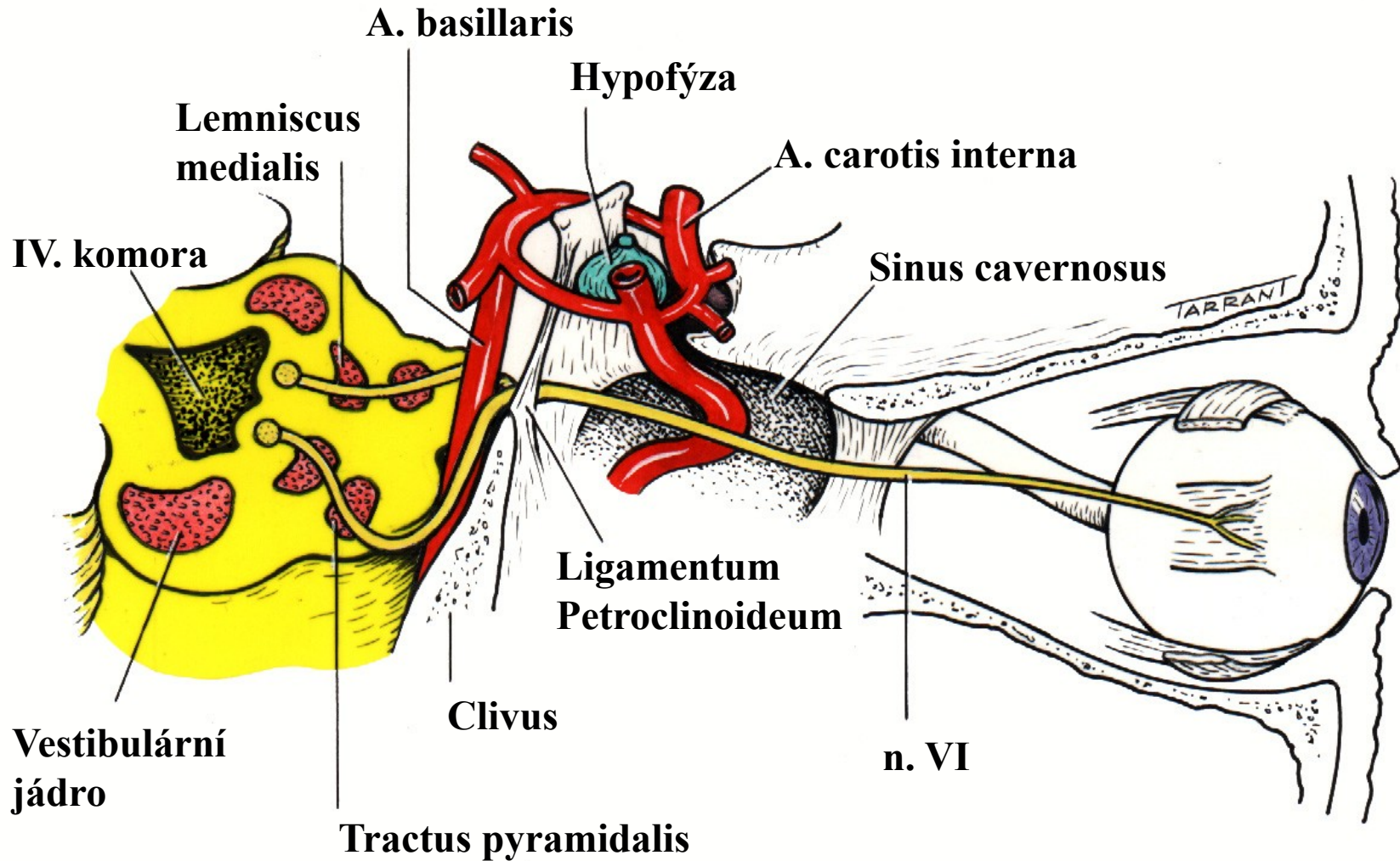
IV



- Jediný hlavový nerv, který vybíhá dorzálně !!!
- Zkřížený hlavový nerv !
- Velmi dlouhý průběh; tenký nerv



# N. abducens (VI)

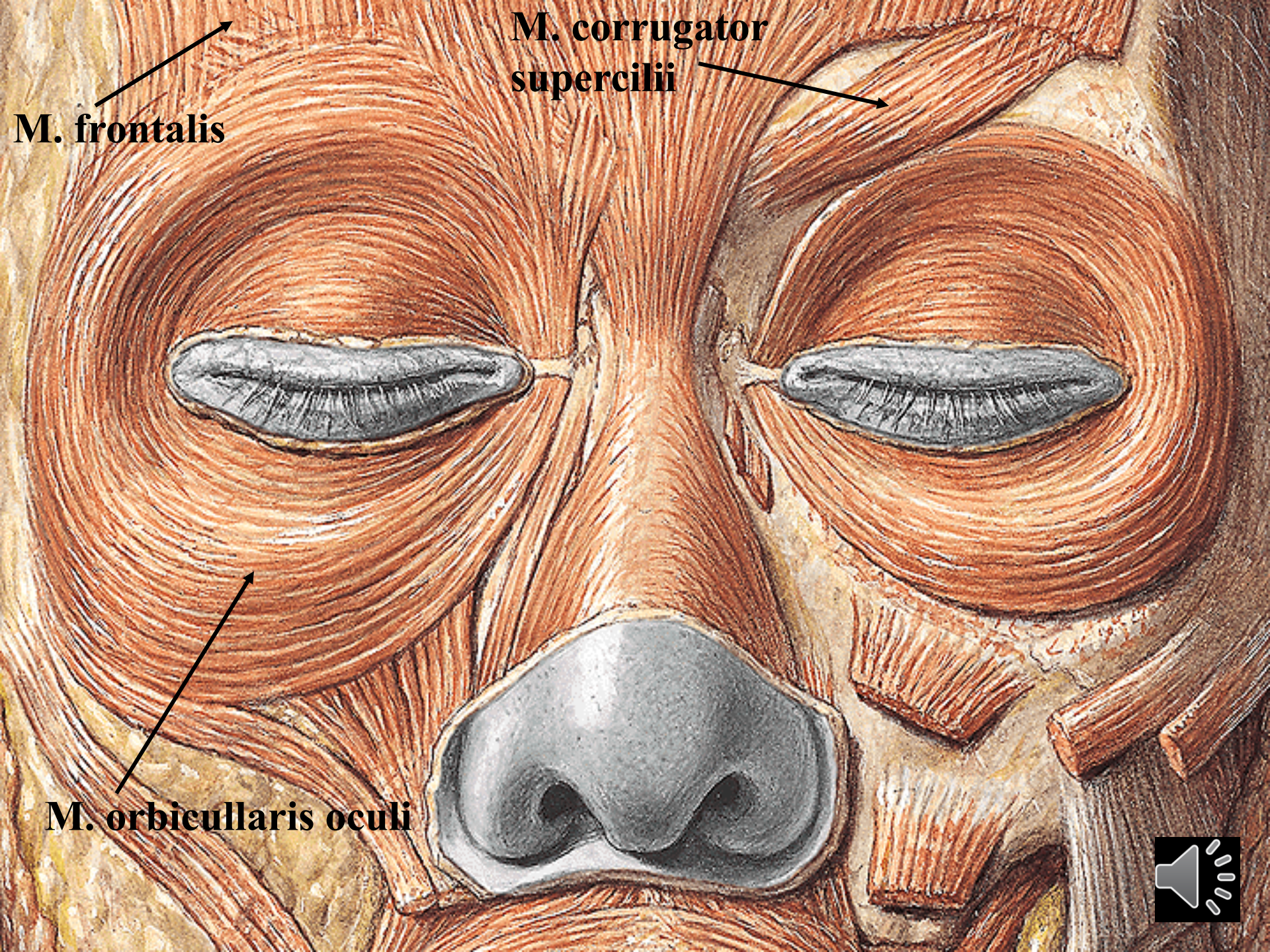




# N. facialis (VII)

- **Motorická inervace**
  - **M. orbicularis oculi**
  - **M. corrugator supercilii**
  - **M. frontalis**
- **Autonomní (parasymptická) inervace**
  - **Nucleus salivatorius superior → n. intermedius → ganglion pterygopalatinum (připojení na postsynaptické vlákno) → n. maxillaris (V/2) → n. zygomaticus → n. lacrimalis (V/1)**





**M. frontalis**

**M. corrugator  
supercilii**

**M. orbicularis oculi**



# Senzitivní inervace oka



**Parasympatické Edinger  
Westphalovo jádro n. III**

**Jádro n. III**

**Jádro n. IV**

**Motorické jádro n. V**

**Jádro n. VI**

**Jádro n. VII**

**Nucleus salivatorius  
superior n. VII**

**Nucleus salivatorius  
inferior**

**Nucleus ambiguus**

**Nucleus dorsalis  
nervi vagi**

**IV. Komora  
mozková**

Corpus pineale

Pulvinar thalami

Corpus geniculatum  
mediale

**Corpus geniculatum  
laterale**

**Colliculuc superior**

Colliculuc inferior

**Jádro n.V (mesencefalické,  
pontinní, spinální)**

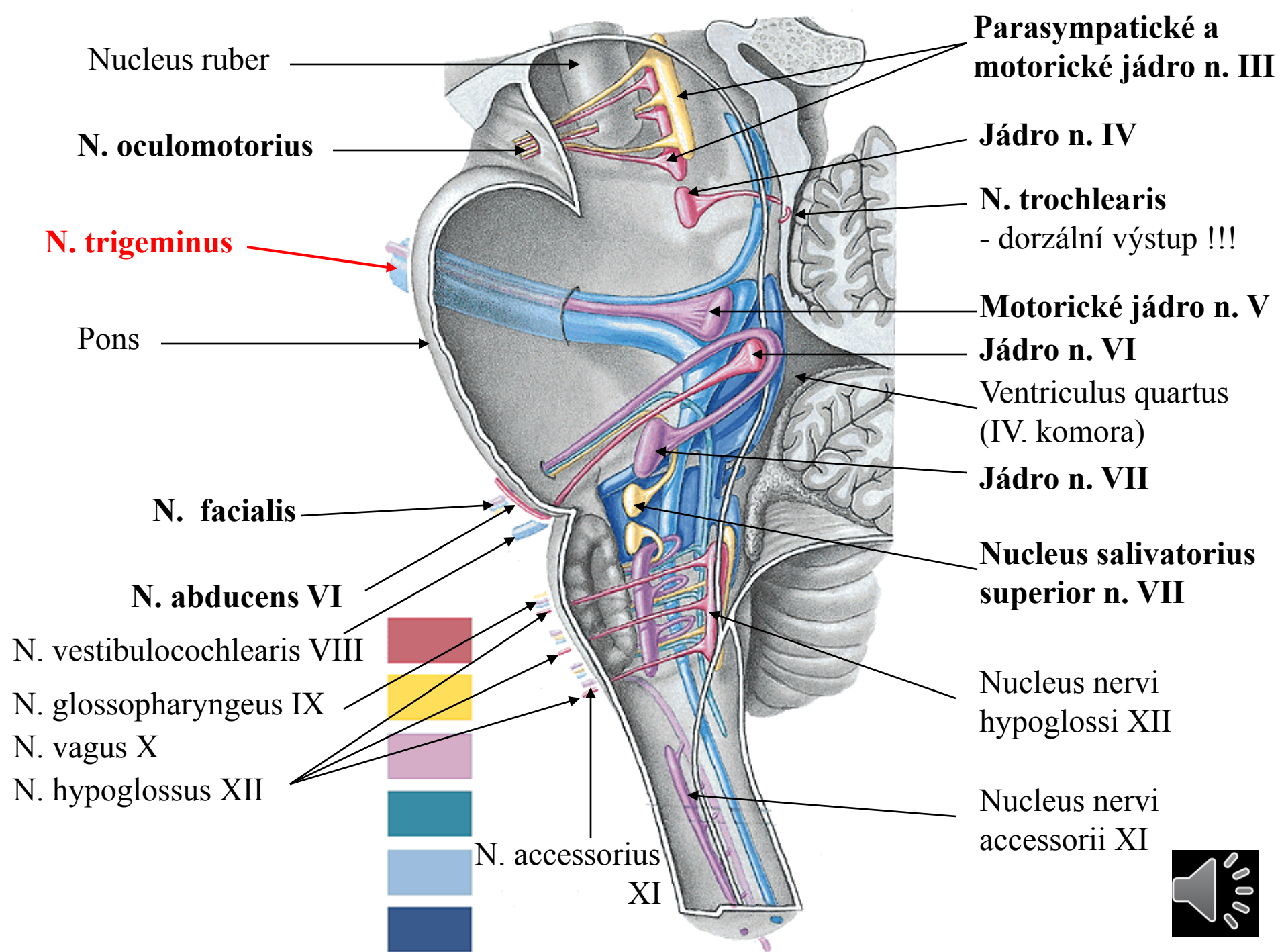
**Nucleus cochlearis  
posterior**

**Nucleus vestibularis  
medialis**

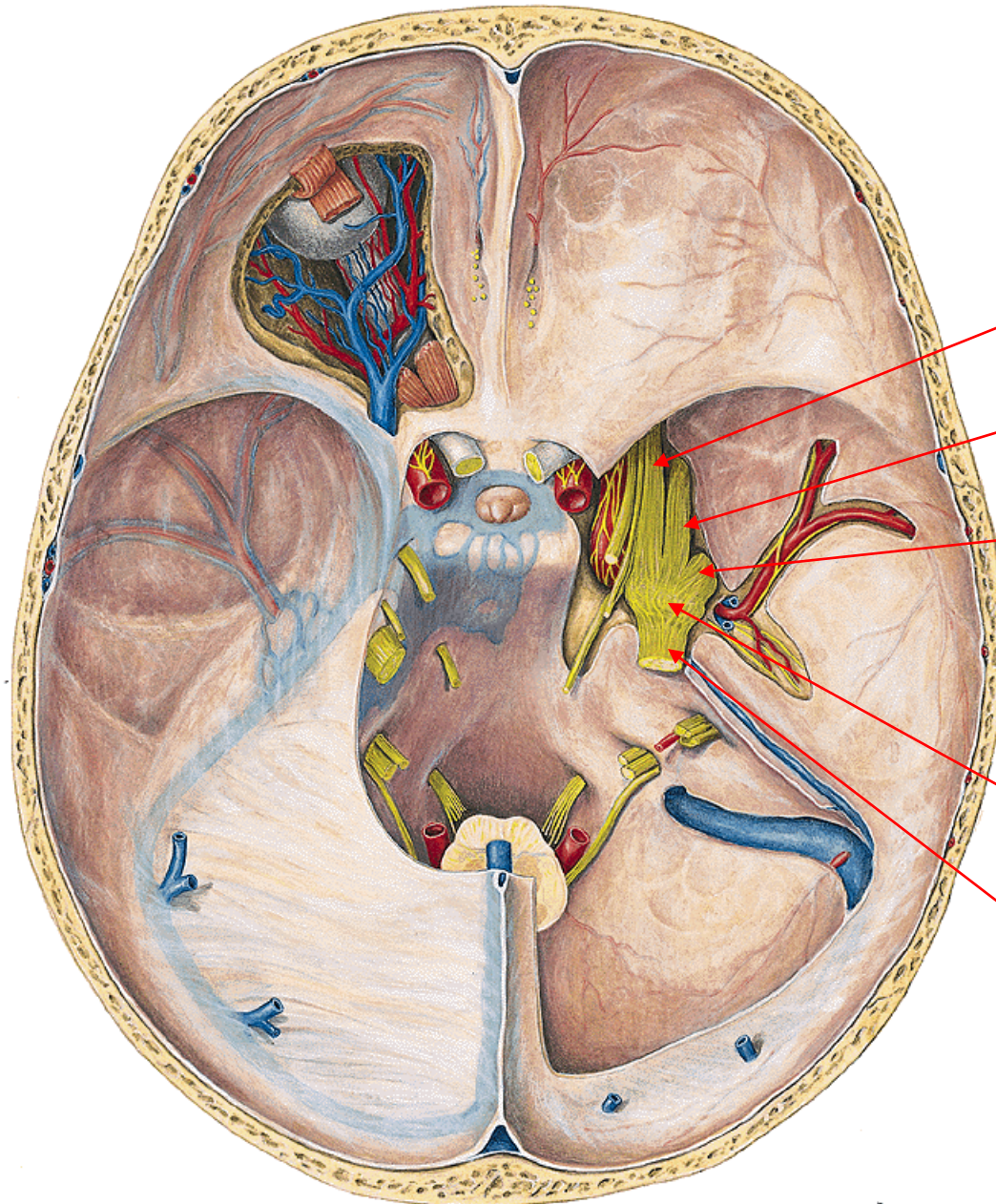
**Nucleus solitarius**

**Nucleus nervi accessorii**





# Ganglion trigeminale



**N. ophthalmicus (V/1)**

**N. maxillaris (V/2)**

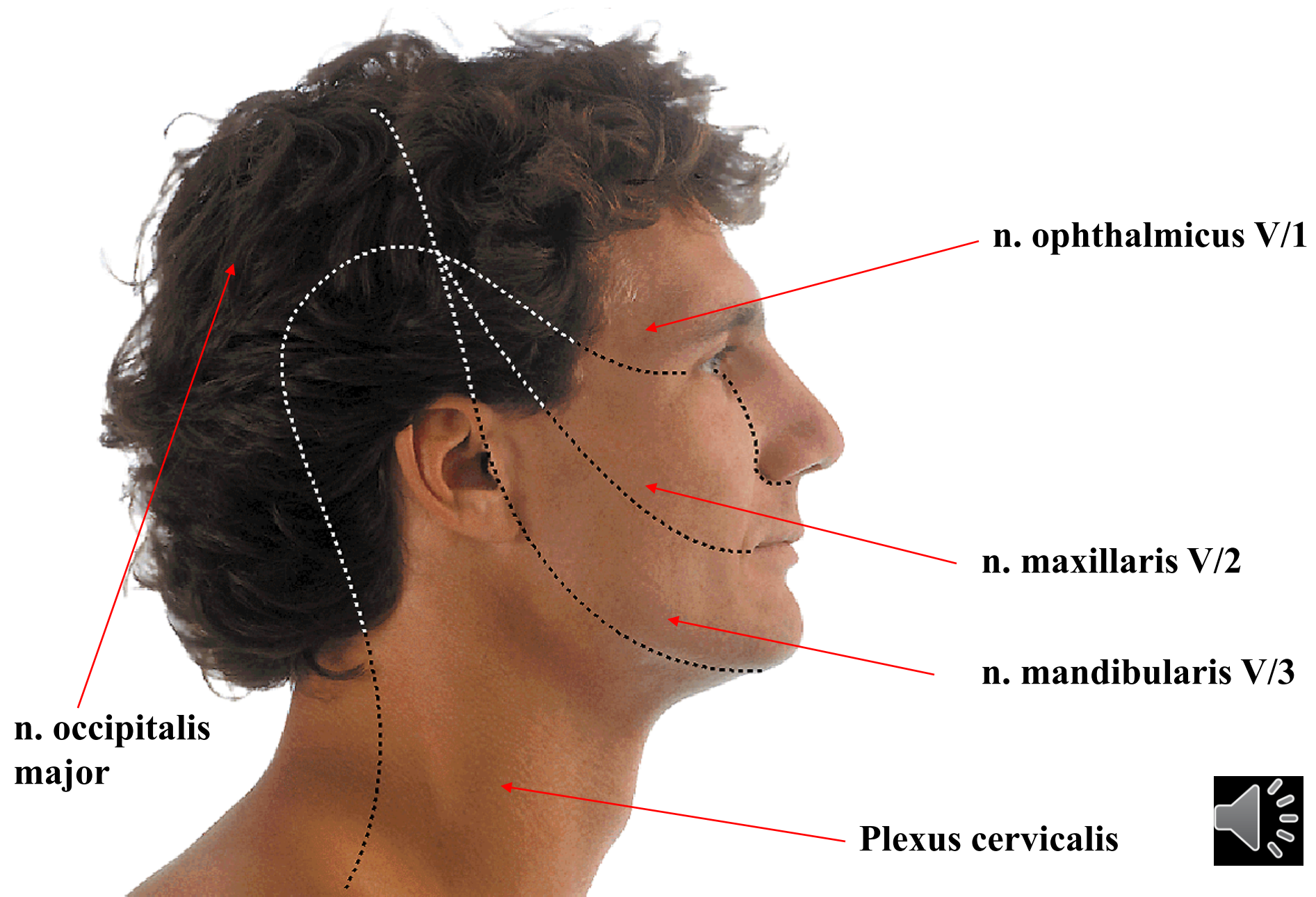
**N. mandibularis (V/3)**

**Ganglion semilunare**

**N. trigeminus (V)**



# Oblasti senzitivní inervace n. V



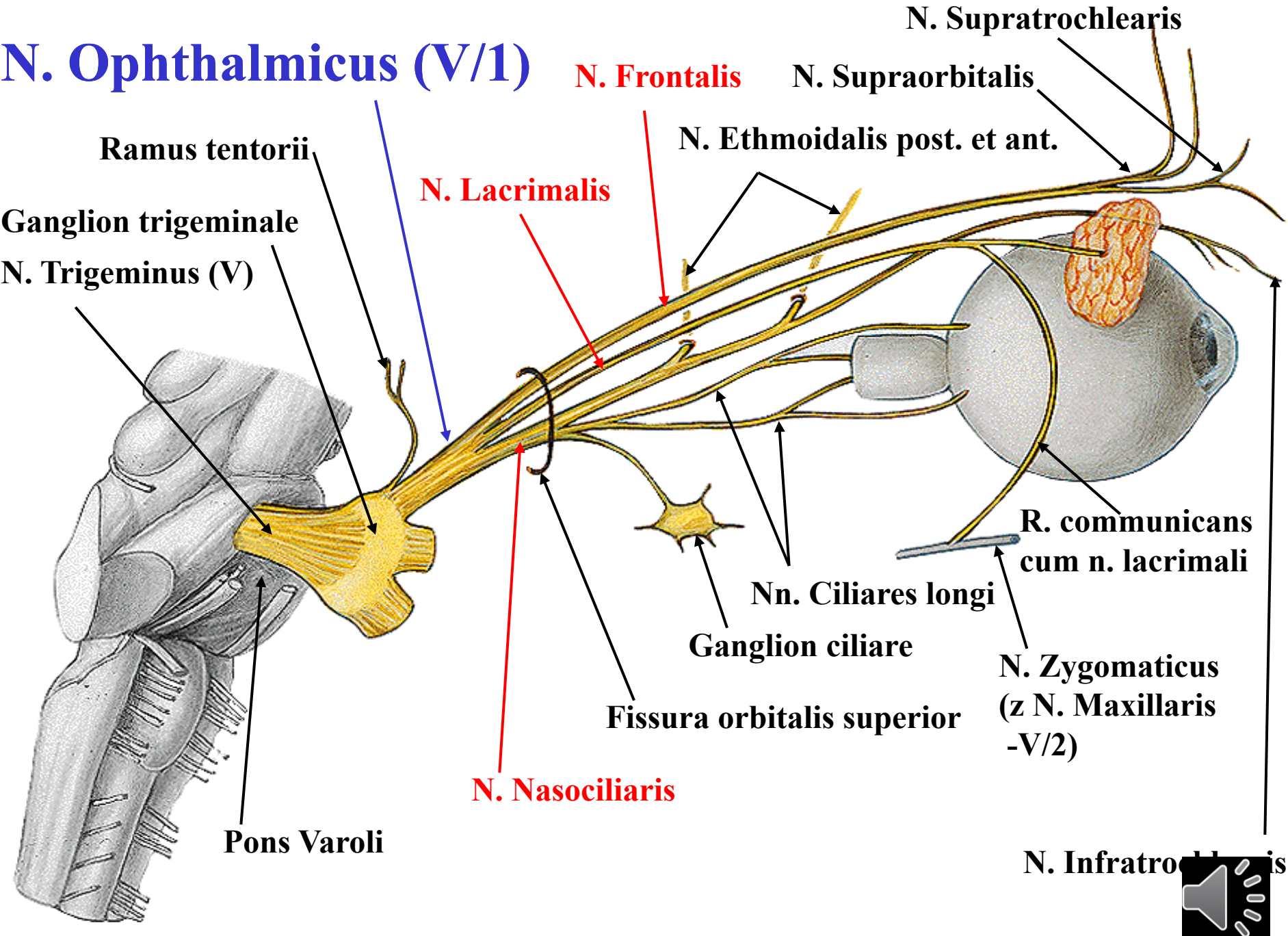
# Senzitivní inervace oka

- **N. ophthalmicus V/1** (čistě senzitivní větev)
  - **N. lacrimalis** – slzná žláza, zevní koutek, parasympaticus z n. VII (přes V/2) → sekrece slz
  - **N. frontalis** → **n. supraorbitalis, n. supratrochlealis** – čelo, horní víčko, kořen nosu, vnitřní koutek
  - **N. nasociliaris** → **n. ethmoidalis ant., n. ethmoidalis posterior, n. infratrochlearis**, senzitivní kořen k ciliárnímu gangliu – nosní sliznice, víčka, slzný váček, rohovka ...
- **N. maxillaris V/2** (čistě senzitivní větev)
  - **N. infraorbitalis** spojivka dolního víčka
  - **N. zygomaticus** – sekretorická parasympatická vlákna z n. VII pro slznou žlázu





# N. Ophthalmicus (V/1)



N. Frontalis

N. Supratrochlearis

N. Supraorbitalis

N. Ethmoidalis post. et ant.

N. Lacrimalis

Ramus tentorii

Ganglion trigeminale

N. Trigeminus (V)

R. communicans cum n. lacrimali

Nn. Ciliares longi

Ganglion ciliare

Fissura orbitalis superior

N. Zygomaticus (z N. Maxillaris -V/2)

N. Nasociliaris

Pons Varoli

N. Infratrochlearis



**A. supraorbitalis**

**N. supratrochlearis**

**N. supraorbitalis**

**N. nasociliaris**

**N. frontalis**

**N. trochlearis (IV)**

**N. oculomotorius (III)**

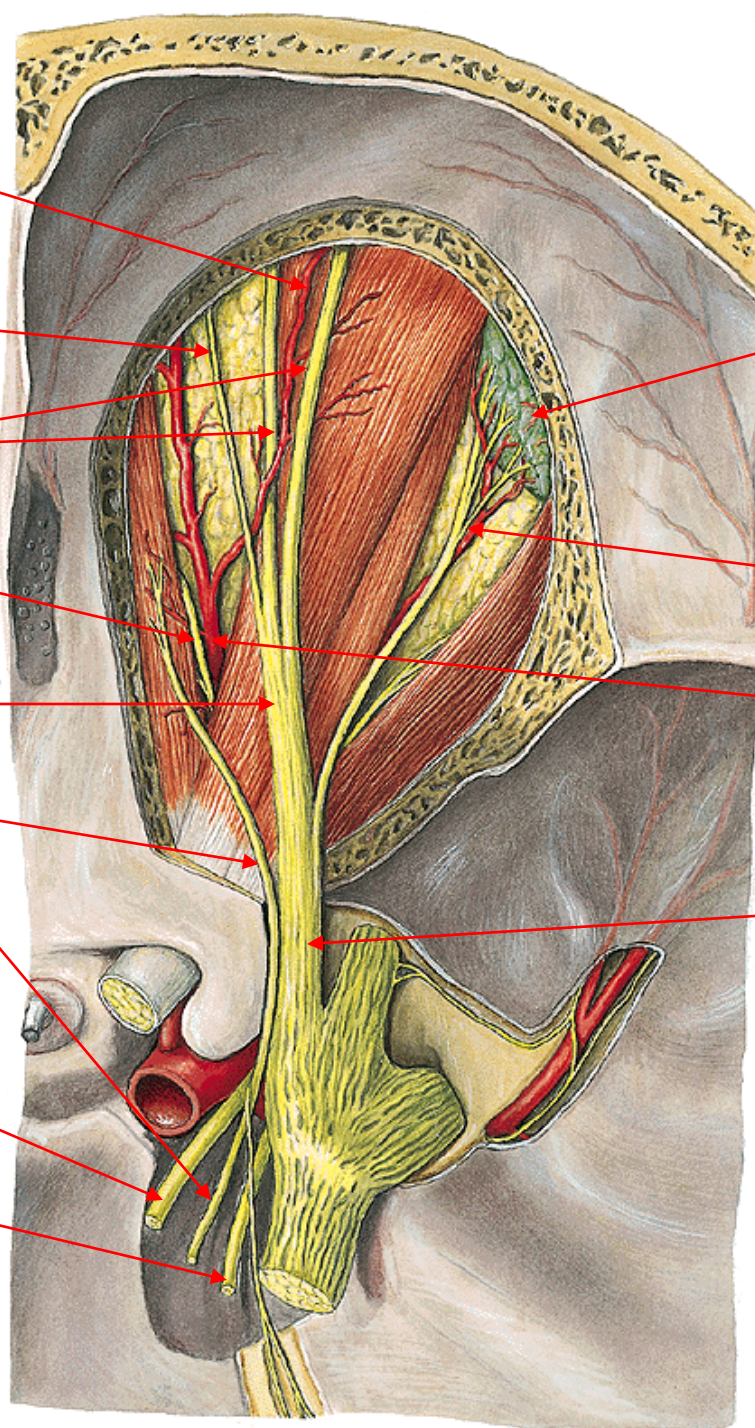
**N. abducens (VI)**

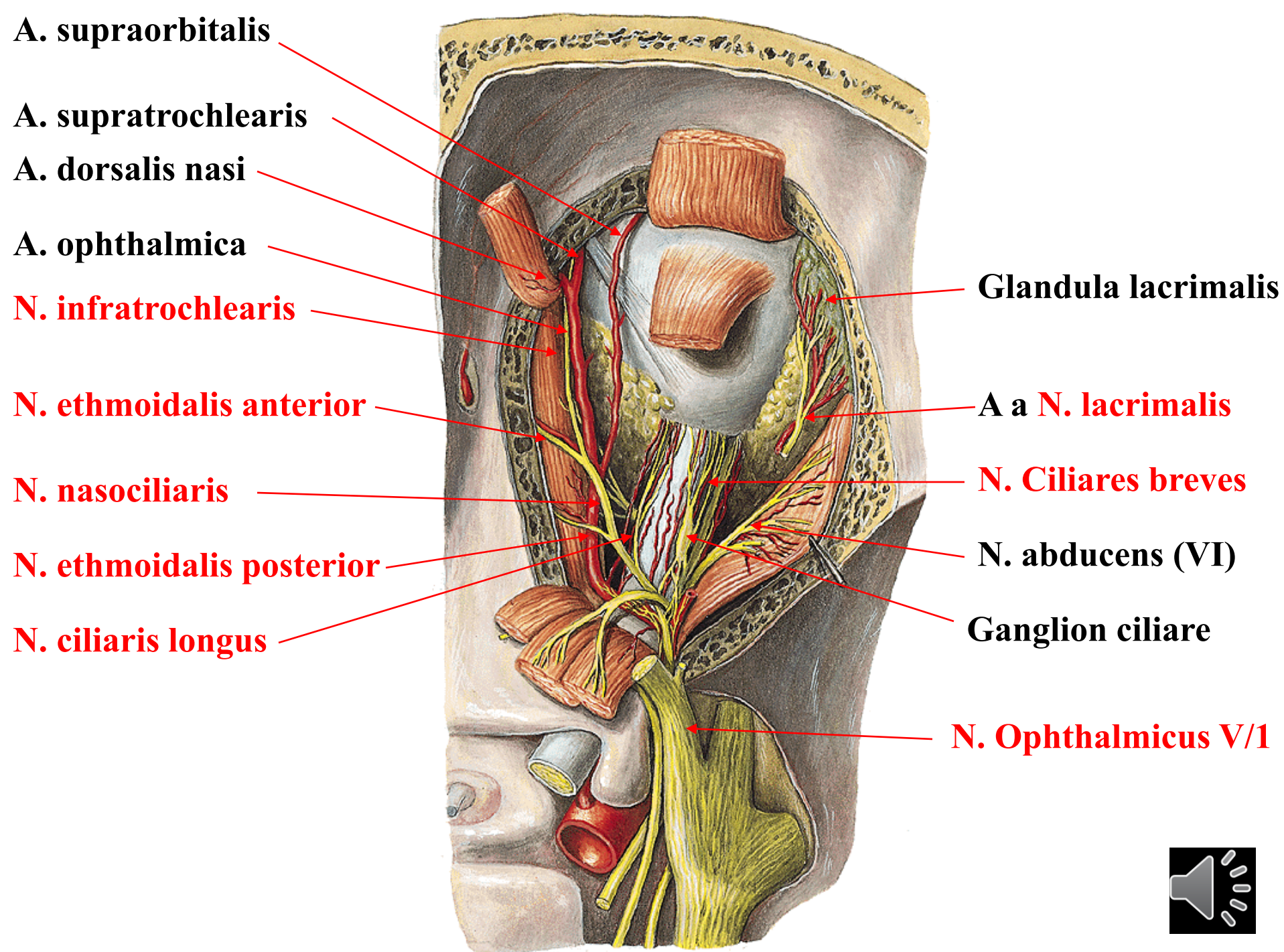
**Glandula lacrimalis  
- pars orbitalis**

**A a N. lacrimalis**

**A. ophthalmica**

**N. ophthalmicus V/1**





# Autonomní inervace oka



# Vegetativní (autonomní) nervová soustava

- Periferní nervový systém → převod vzruchů mezi CNS a tkáněmi nezávislymi na kontrole vůlí (hladké svaly, myokard, exokrinní žlázy...)
- Dělení - část motorická (eferentní) a sensorická (aferentní)
- Eferentní část – **sympatikus a parasympatikus**
- Eferentní dráhy –přepojení ve vegetativních gangliích → neurony pregangliové a postgangliové
- Mediátory- chemické látky, působí v nervové soustavě a přenášejí vzruchy v autonomním systému → **acetylcholin a noradrenalin**
- **pregangliová** vlákna parasympatiku i sympatiku – **cholinerní**,
- **postgangliová** vlákna parasympatiku **cholinerní**, postgangliová vlákna sympatiku **adrenergní**



**Parasympatické Edinger  
Westphalovo jádro n. III**

**Jádro n. III**

**Jádro n. IV**

**Motorické jádro n. V**

**Jádro n. VI**

**Jádro n. VII**

**Nucleus salivatorius  
superior n. VII**

**Nucleus salivatorius  
inferior**

**Nucleus ambiguus**

**Nucleus dorsalis  
nervi vagi**

**IV. Komora  
mozková**

Corpus pineale

Pulvinar thalami

Corpus geniculatum  
mediale

**Corpus geniculatum  
laterale**

**Colliculus superior**

Colliculus inferior

**Jádro n.V (mesencefalické,  
pontinní, spinální)**



**Nucleus cochlearis  
posterior**



**Nucleus vestibularis  
medialis**

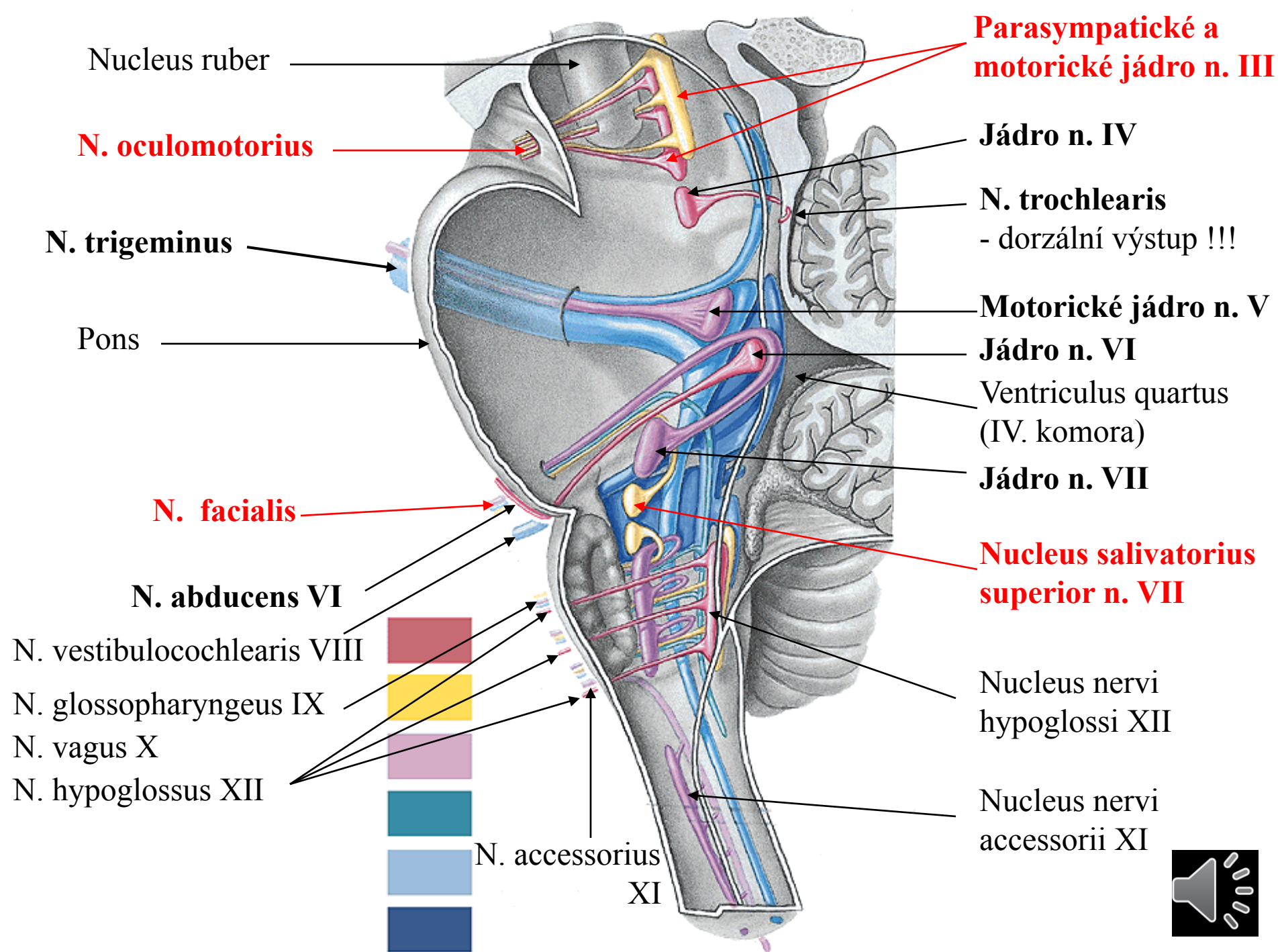


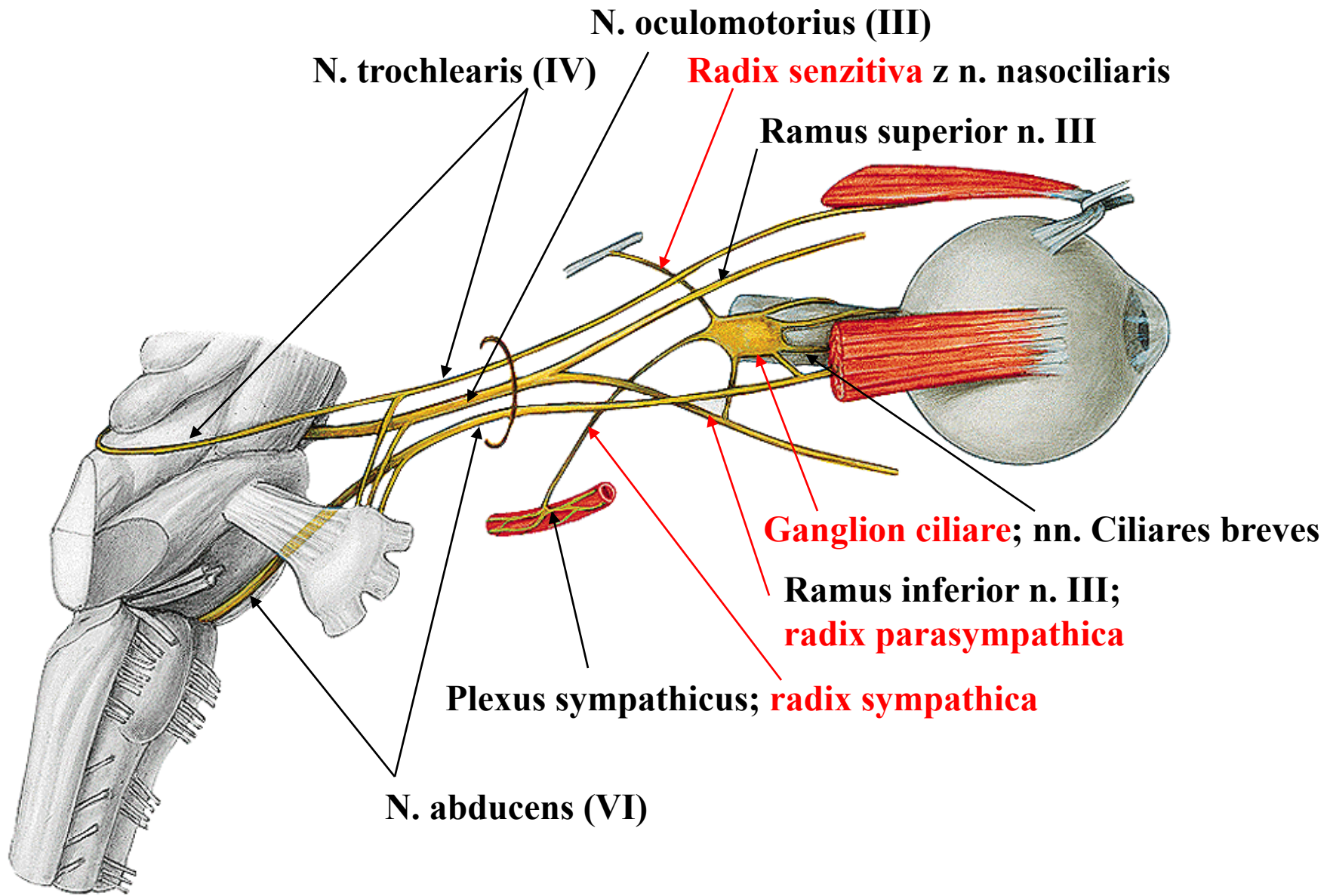
**Nucleus solitarius**



**Nucleus nervi accessorii**









# Parasympatická sekretorická vlákna pro slznou žlázu z n. VII

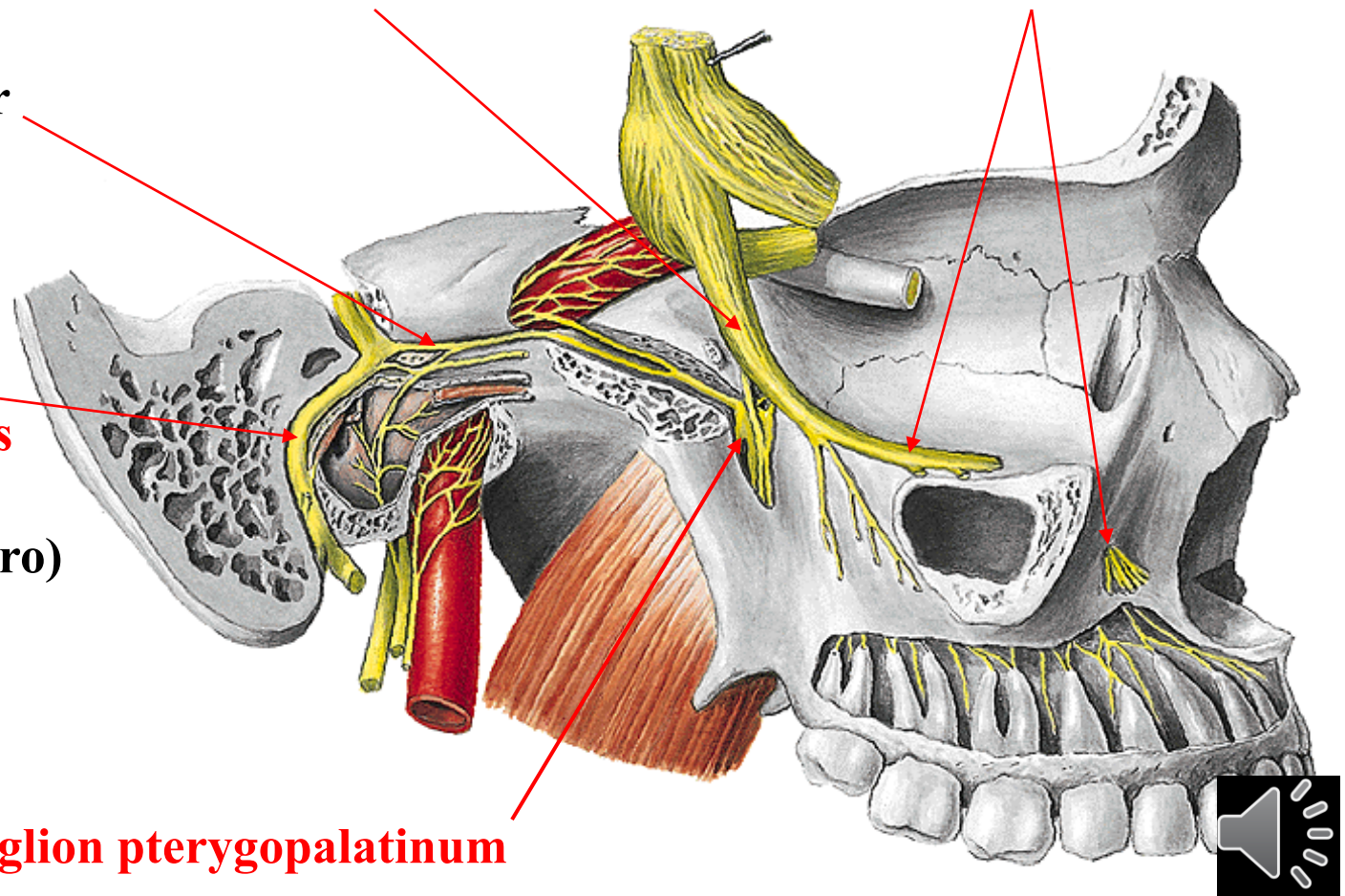
n. maxillaris V/2

n. infraorbitalis

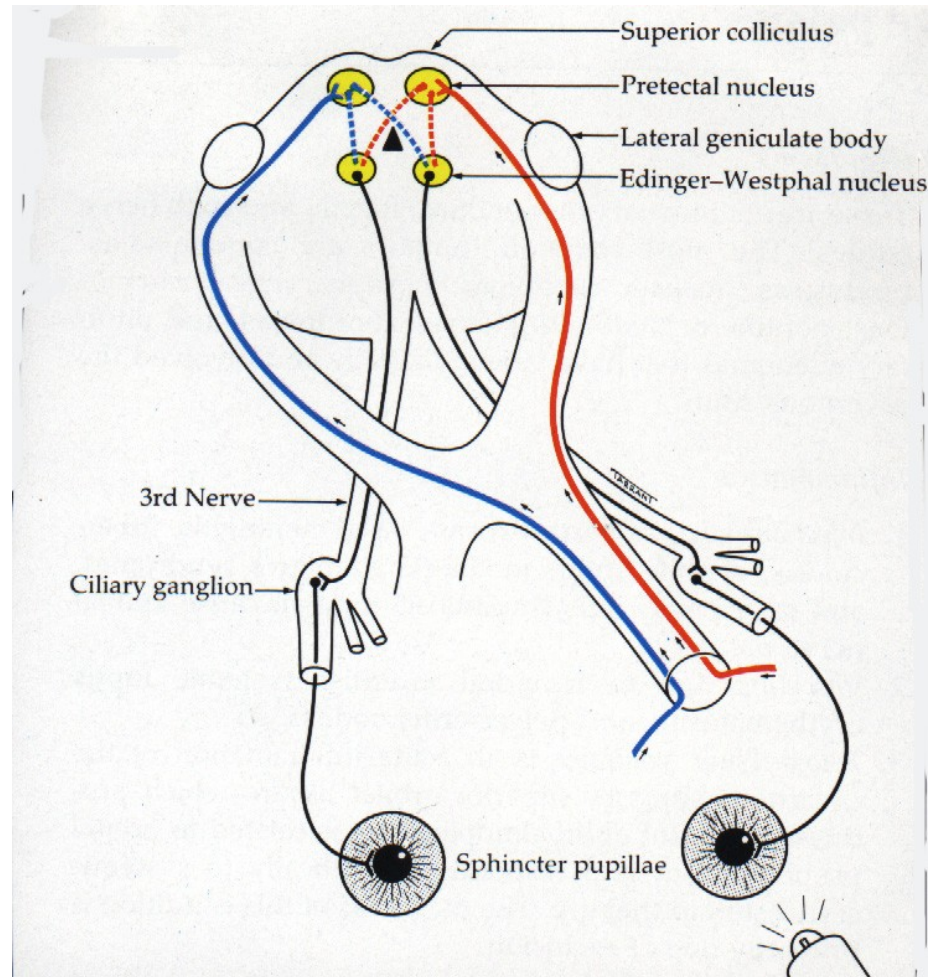
n. petrosus major

n. facialis VII  
(**nucleus salivatorius superior** –  
parasympatické jádro)

**Ganglion pterygopalatinum**



# Zornicové reakce - parasympatická pupilomotorická vlákna



# Autonomní nervový systém oka

## Sympaticus (nikde se nekříží)

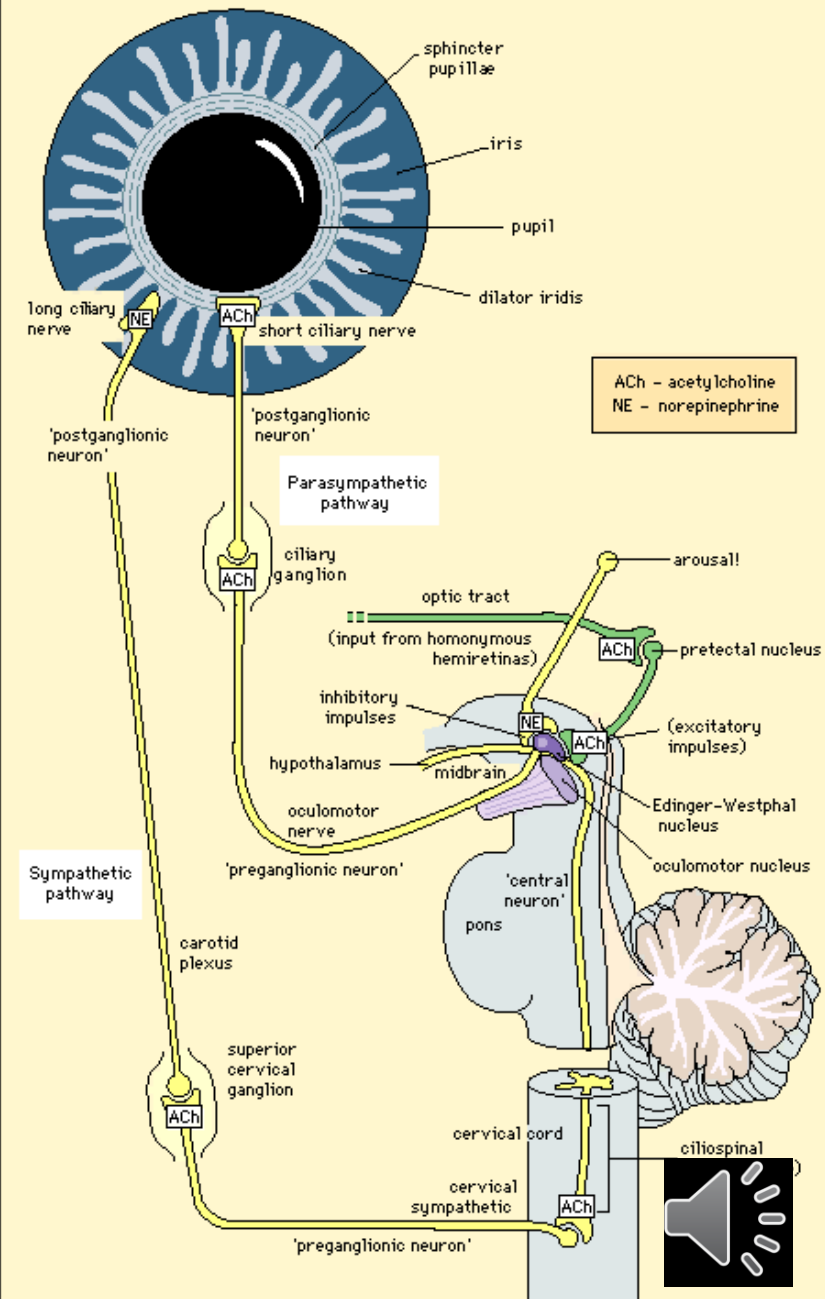
**1. Neuron (centrální)** začíná v zadním hypothalamu, sestupuje nezkříženě mozkovým kmenem a končí v Budgeho ciliospinálním centru míchy mezi C8 a Th2

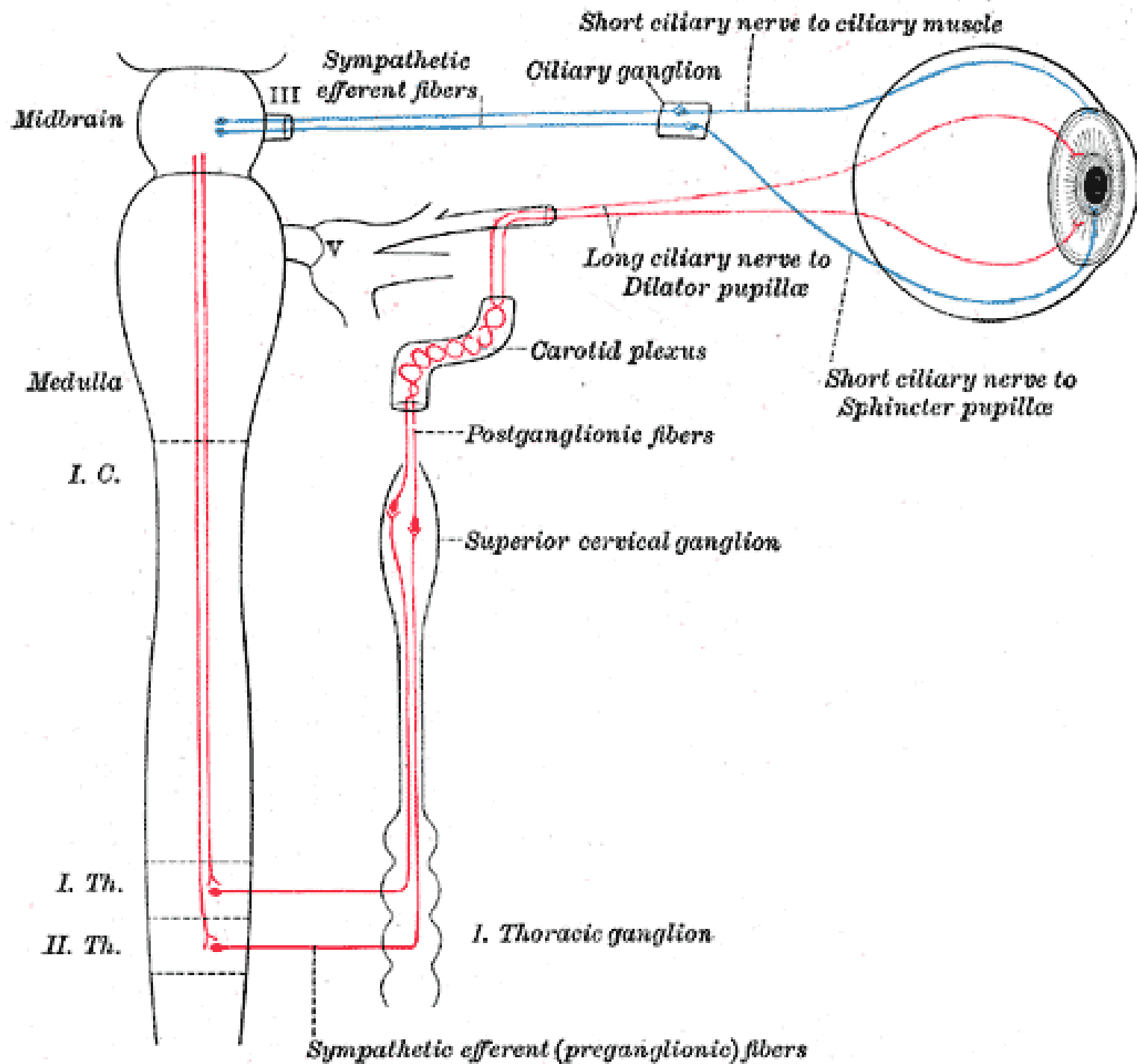
**2. Neuron (pregangliový)** vystupuje z Budgeova ciliospinálního centra míchy a končí v ganglion cervicale superius krku

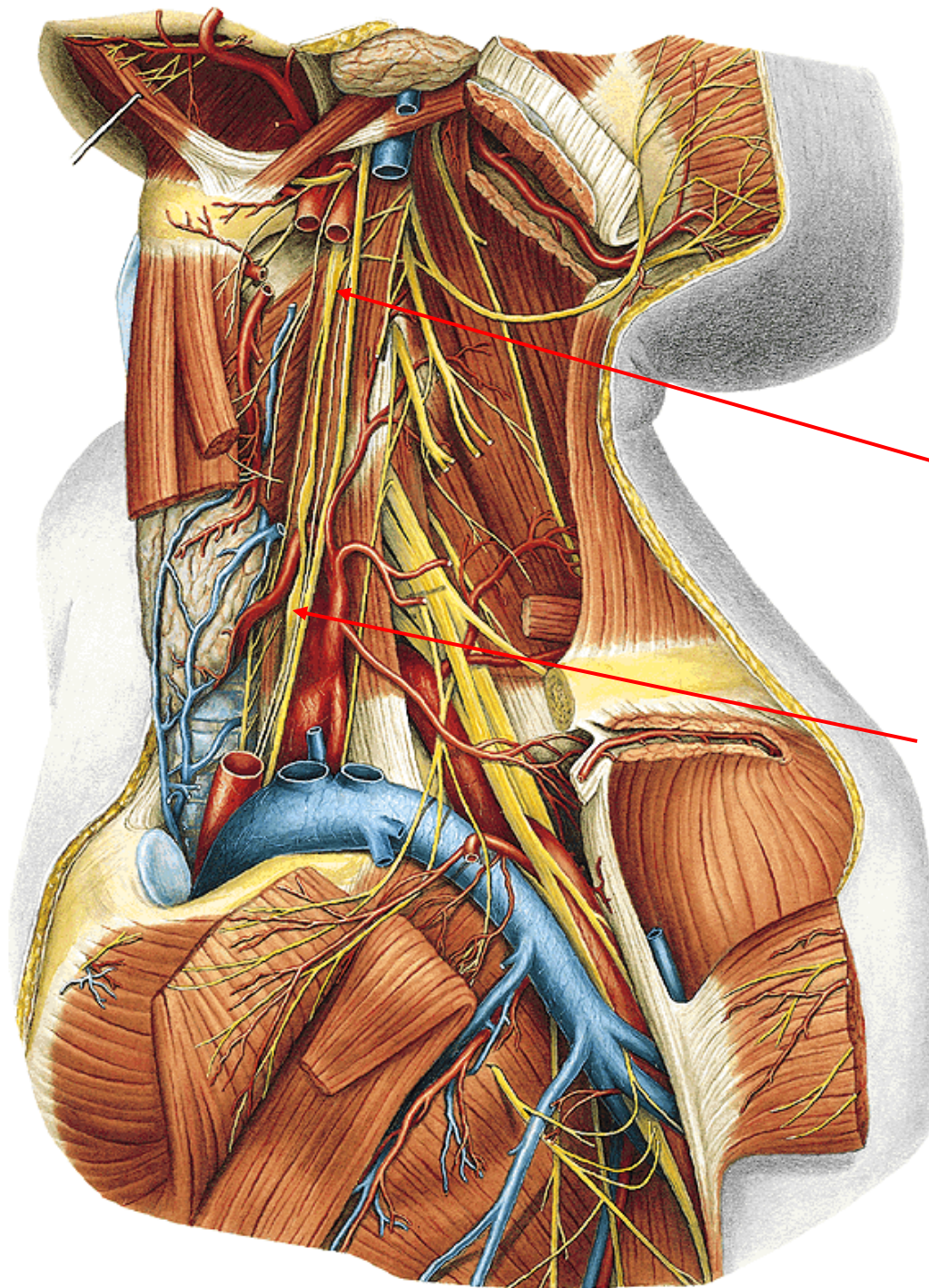
**3. Neuron (postgangliový)** vystupuje podél a. carotis a přidává se k oftalmické větvi n. trigeminus. Cestou n. nasociliaris a nn. ciliares longi dosahuje k dilatátoru zornice a corpus ciliare

Sympatická vlákna přes ganglion ciliare pouze probíhají, nepřepojují se zde!!

## PARASYMPATHETIC AND SYMPATHETIC INNERVATION OF THE IRIS MUSCLES







**Ganglion cervicale superius**

**Ganglion cervicale medium**



# Krevní zásobení oka



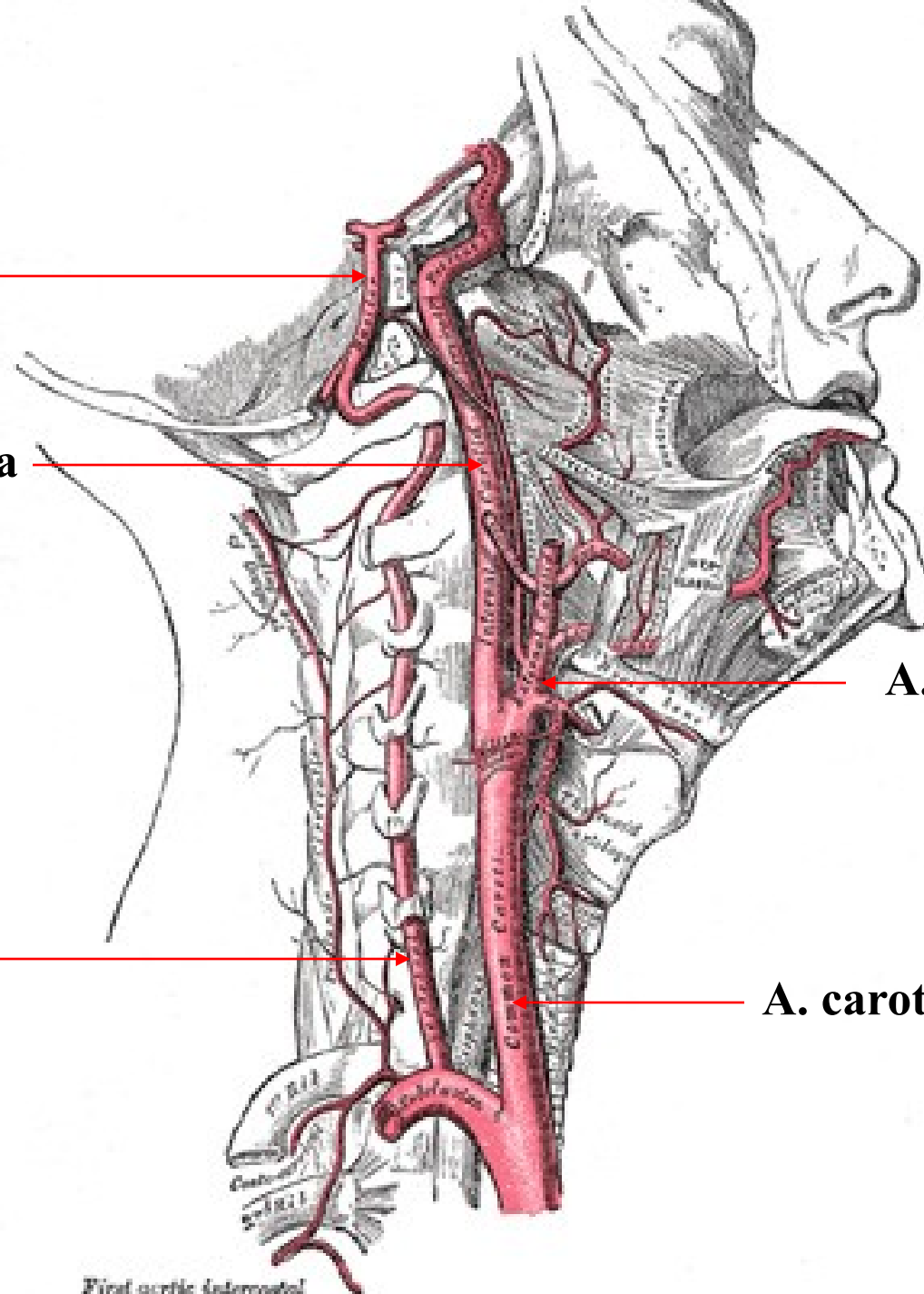
**A. basilaris**

**A. carotis interna**

**A. vertebralis**

**A. carotis externa**

**A. carotis communis**



*First aortic intercostal*



**N. opticus**

**A. cerebri anterior**

**A. ophthalmica**

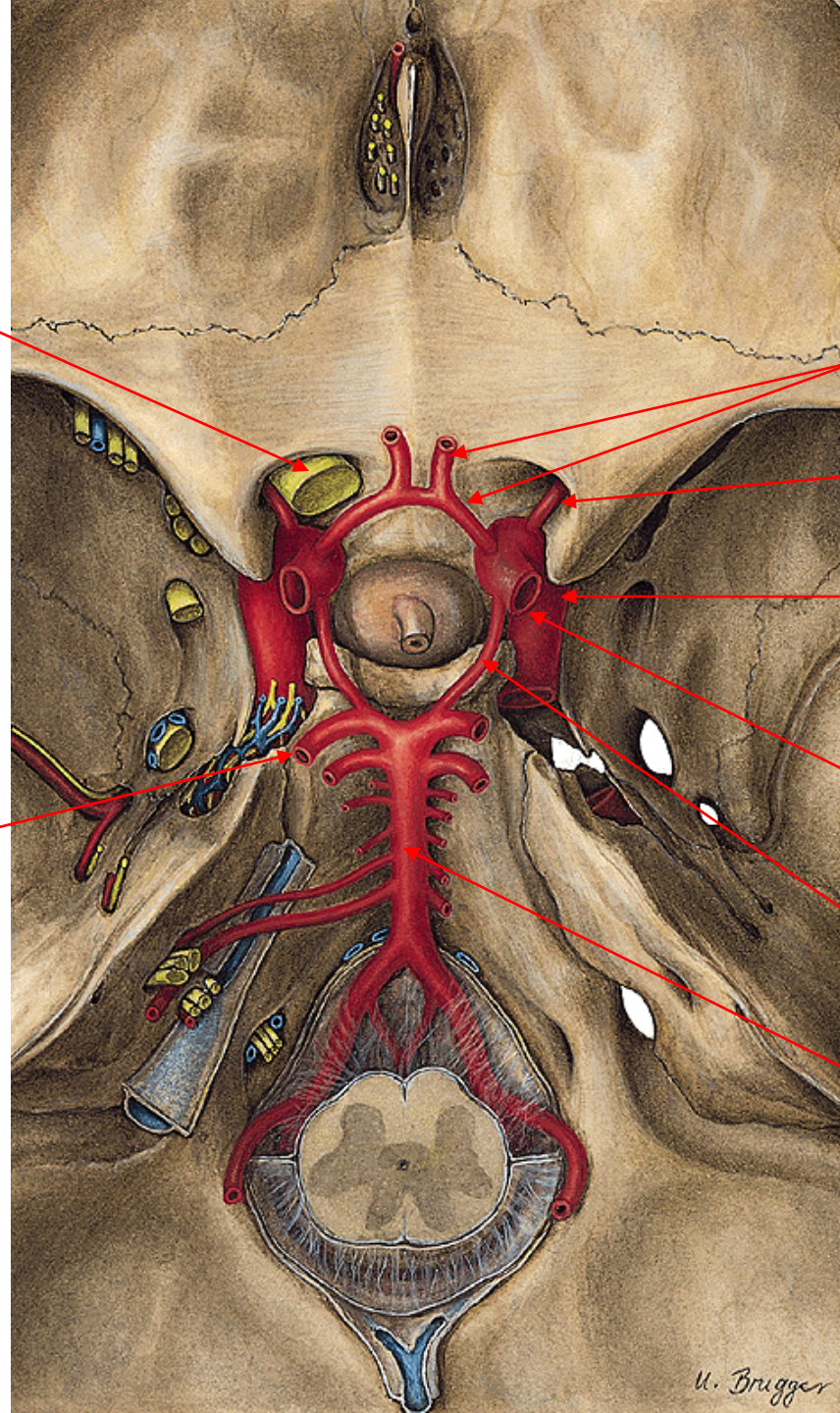
**A. carotis interna**

**A. cerebri media**

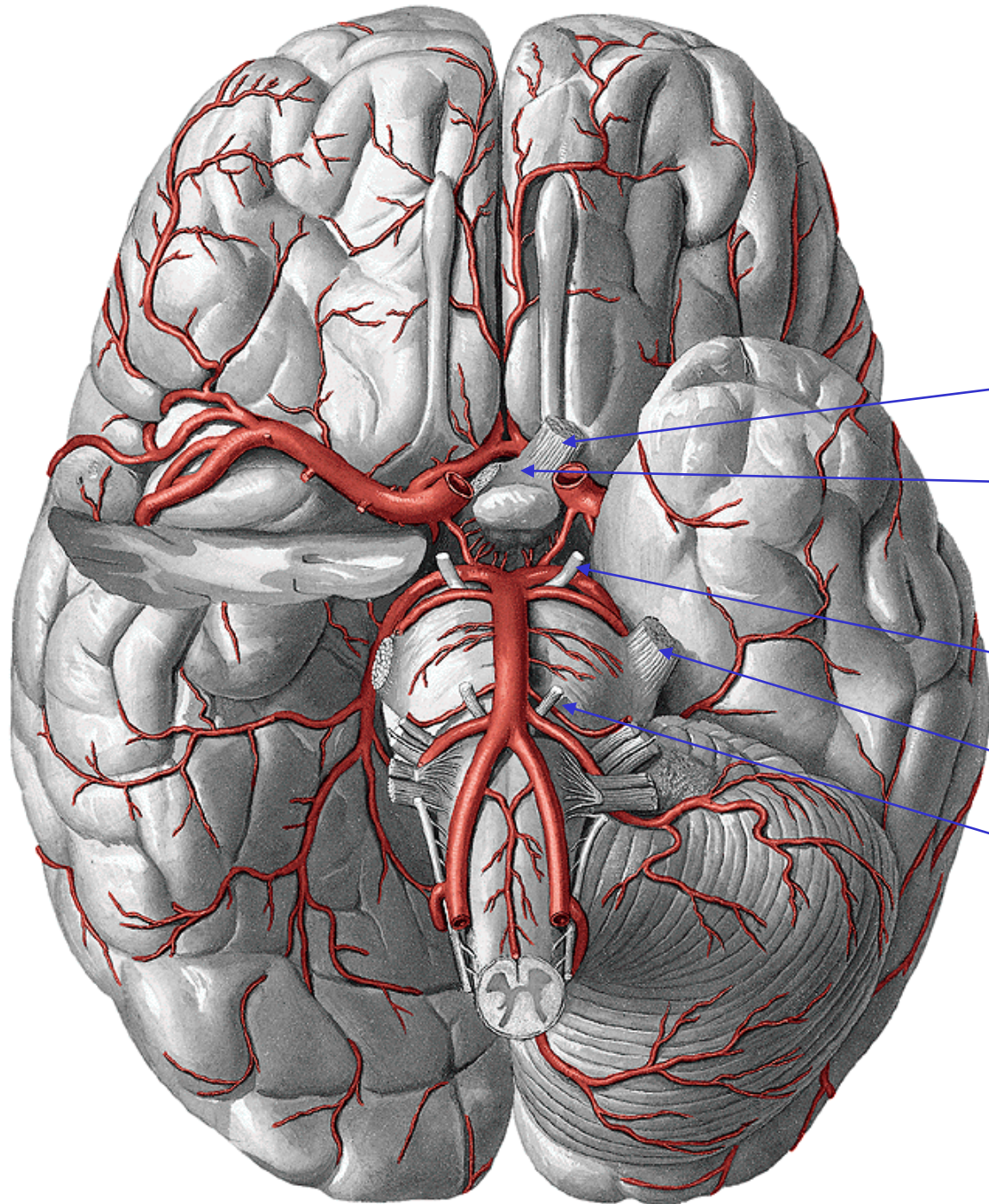
**A. communicans posterior**

**A. basilaris**

**A. cerebri posterior**







**N. opticus**

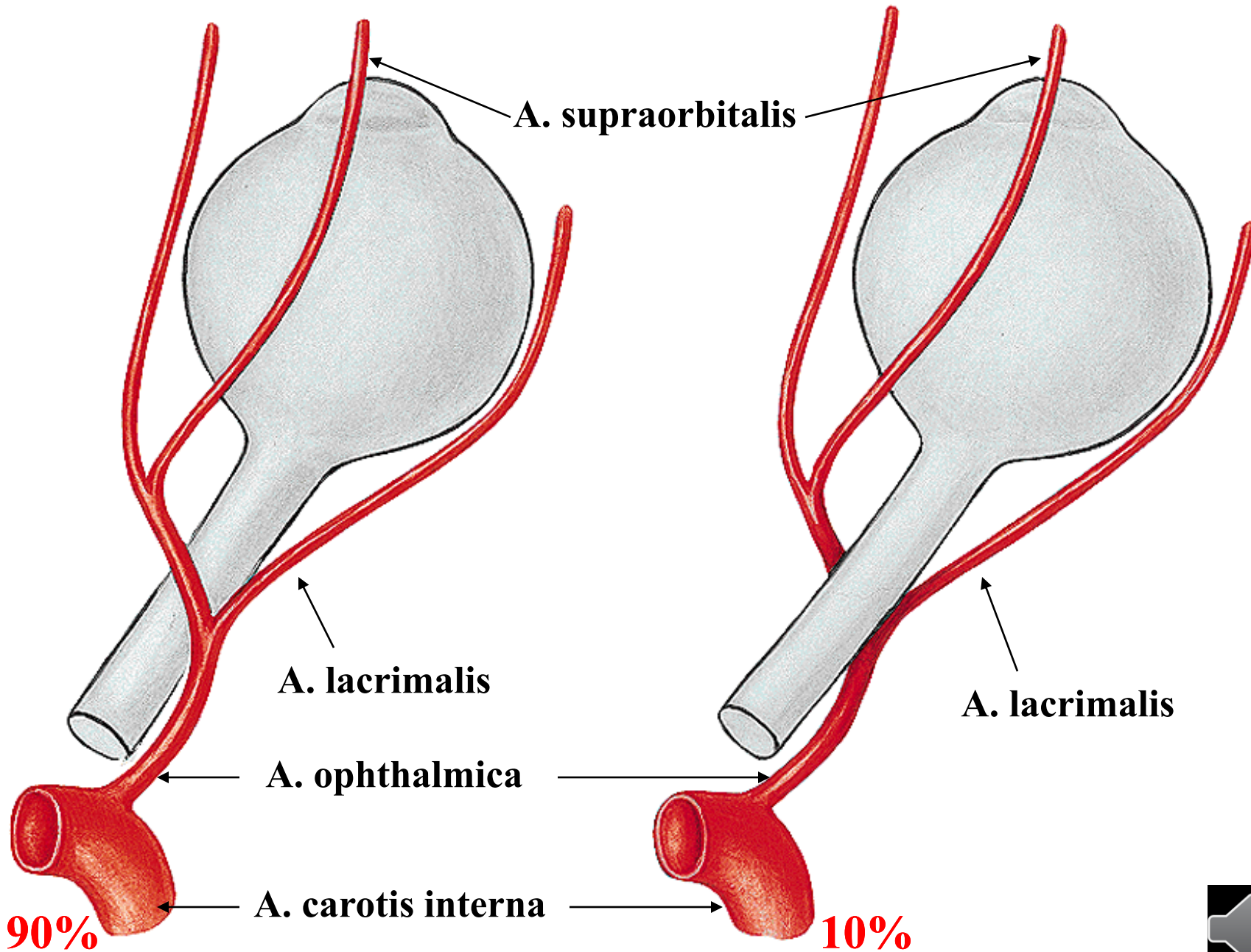
**Chiasma opticum**

**N. oculomotorius**

**N. trigeminus**

**N. abducens**





# Větve a. ophthalmica

- 1. A. centralis retinae** vstupuje ~ 1 cm za okem do n.opticus
- 2. A. lacrimalis** ke gland. lacrimalis; ➤ **rr. musculares** pro okolní okohybné svaly; konečné větve **aa.palpebrales laterales** pro laterální koutek oční (spojivka, víčka)
- 3. Rr. Musculares** k okohybným svalům; ➤ **aa.ciliares anteriores** ke corpus ciliare; **aa.episclerales**, **aa.conjunctivales**
- 4. Aa. ciliares posteriores breves** pro cévnatku



**5. Aa. ciliares posteriores longae nasal. et temporal.**

jdou po průchodu sklérrou ke corpus ciliare a spolu a aa. ciliares ant. tvoří **circulus arteriosus iridis major a minor**

**6. A. supraorbitalis** zásobuje oblast čela

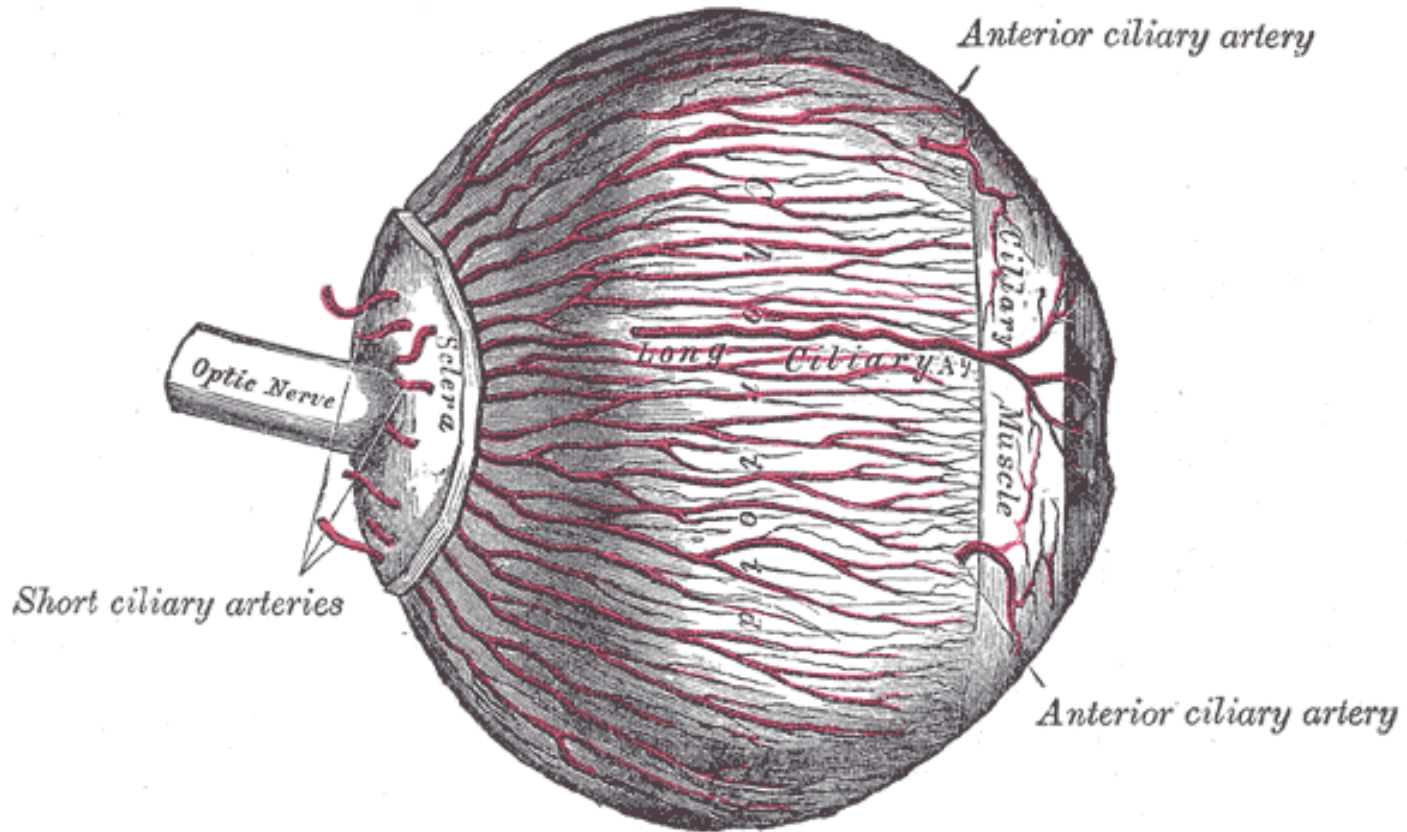
**7. A. ethmoidalis posterior** pro sliznici sinus sphenoidalis a cellulae ethmoidales posteriores

**8. A. ethmoidalis anterior** pro sliznici sinus frontalis a cellulae ethmoidales anteriores

**9. Aa. palpebrales mediales** jdou k víčkům. Při jejich volném okraji vytvářejí s aa. palpebrales laterales (z a. lacrimalis) **arcus palpebralis sup. et inf.**



# Průběh ciliárních artérií

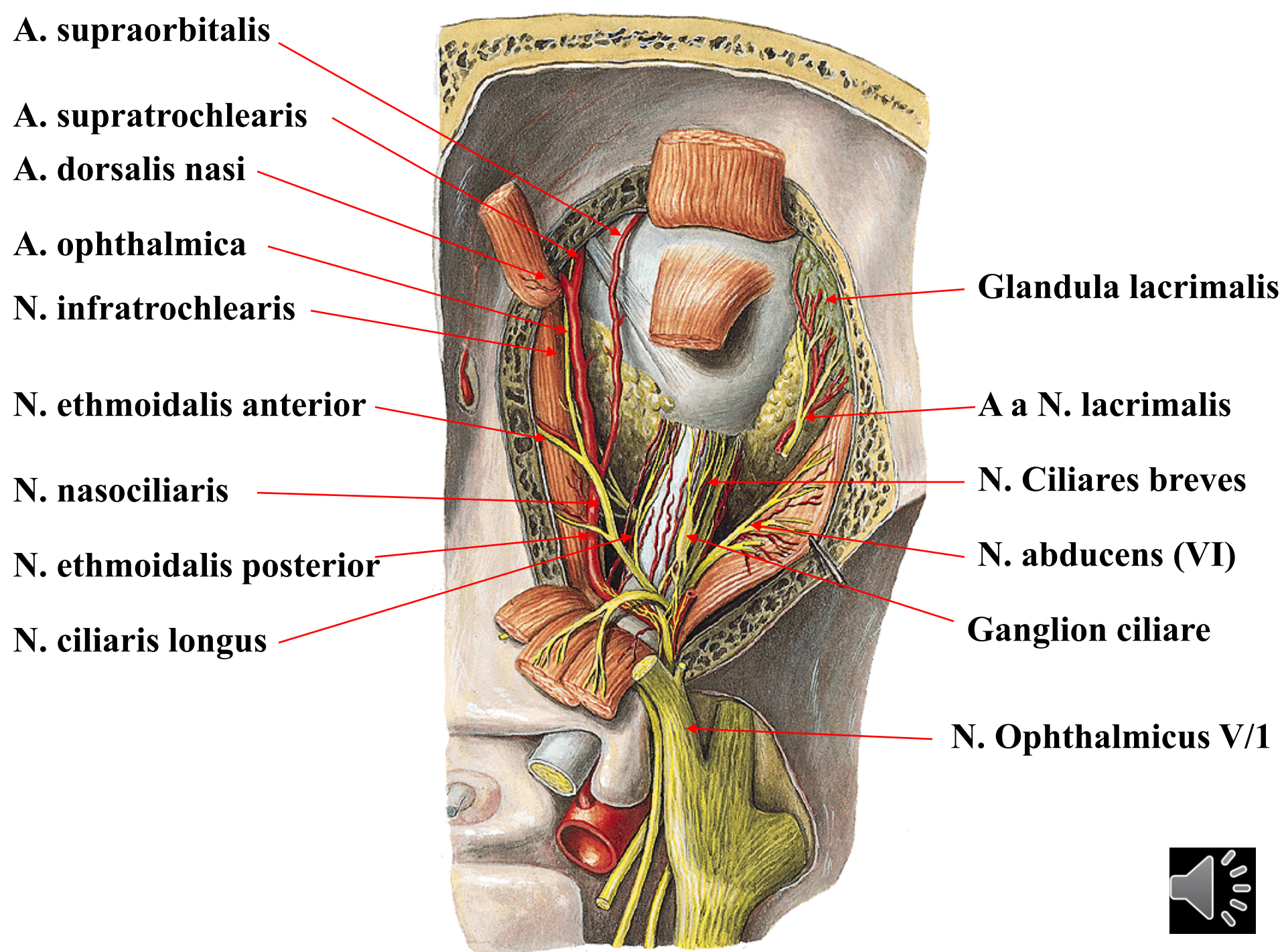


# Konečné větve a. ophthalmica

**10. A. supratrochlearis (a. frontalis)** přechází do kůže nad kořenem nosním

**11. A. dorsalis nasi** přechází na dorsum nosu a anastomozuje s **a. angularis** z **a. facialis!!!** (a. carotis externa)





# Odvod žilní krve z orbity

- V. ophthalmica superior** začíná v oblasti vnitřního očního koutku jako **v. nasofrontalis**. Anastomozuje s **v. angularis** (napojení na **v. facialis**). Přítoky: **vv. palpebrales, vv. ethmoidales ant. et post., v. lacrimalis, vv. ciliares, vv. musculares, vv. vorticosae, v. centralis retinae**. V. ophthalmica sup. jde přes fissura orbitalis superior a ústí do **sinus cavernosus**.
- V. ophthalmica inferior** vzniká z žilní pleteně na spodině orbity. Anastomozuje s v. ophthalmica sup. Orbitu opouští přes fissura orbitalis inf. a ústí do **plexus pterygoideus**.





**v. ophthalmica superior**

**v. angularis**

**v. ophthalmica inferior**

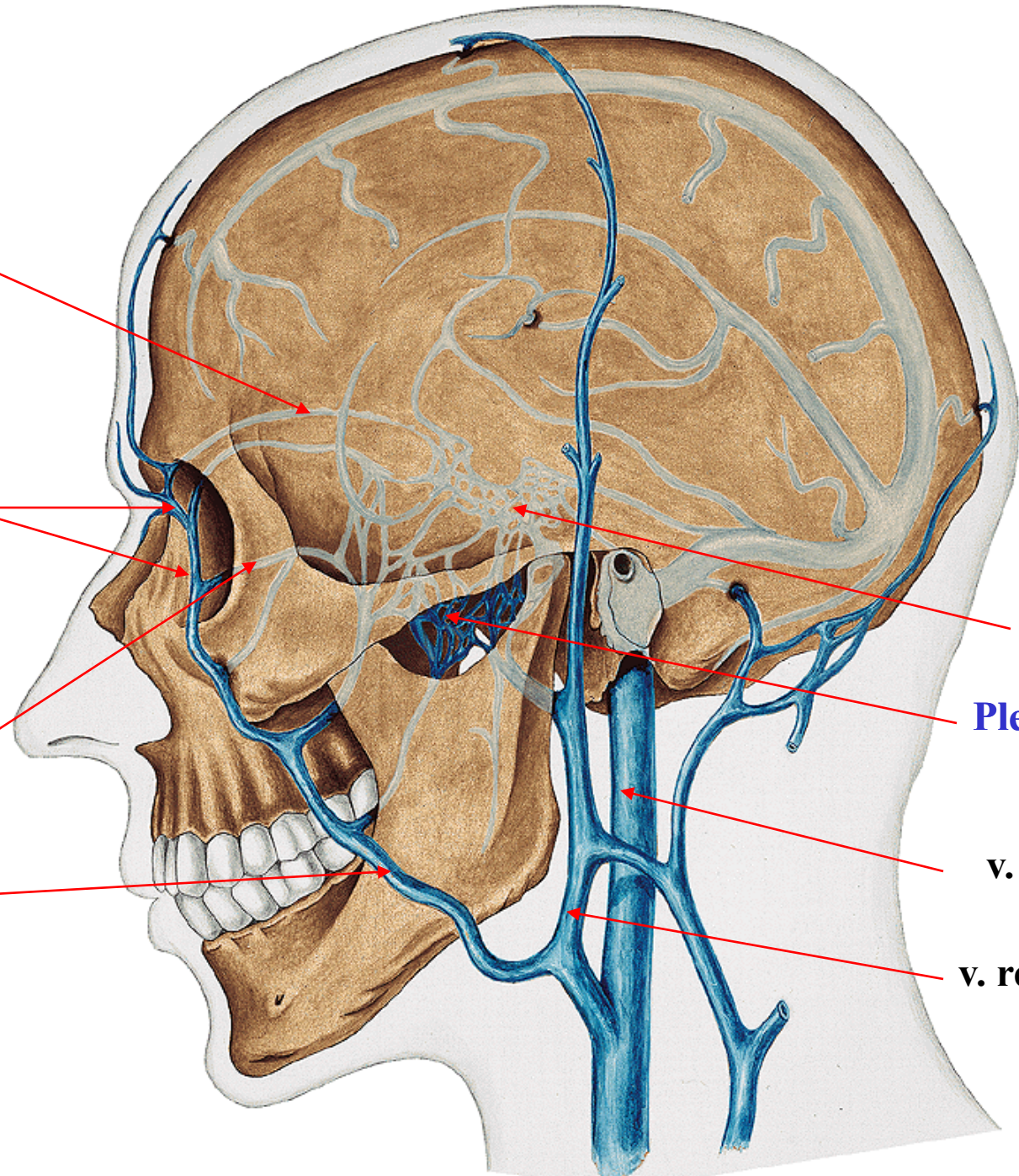
**v. facialis**

**Sinus cavernosus**

**Plexus pterygoideus**

**v. jugularis interna**

**v. retromandibularis**



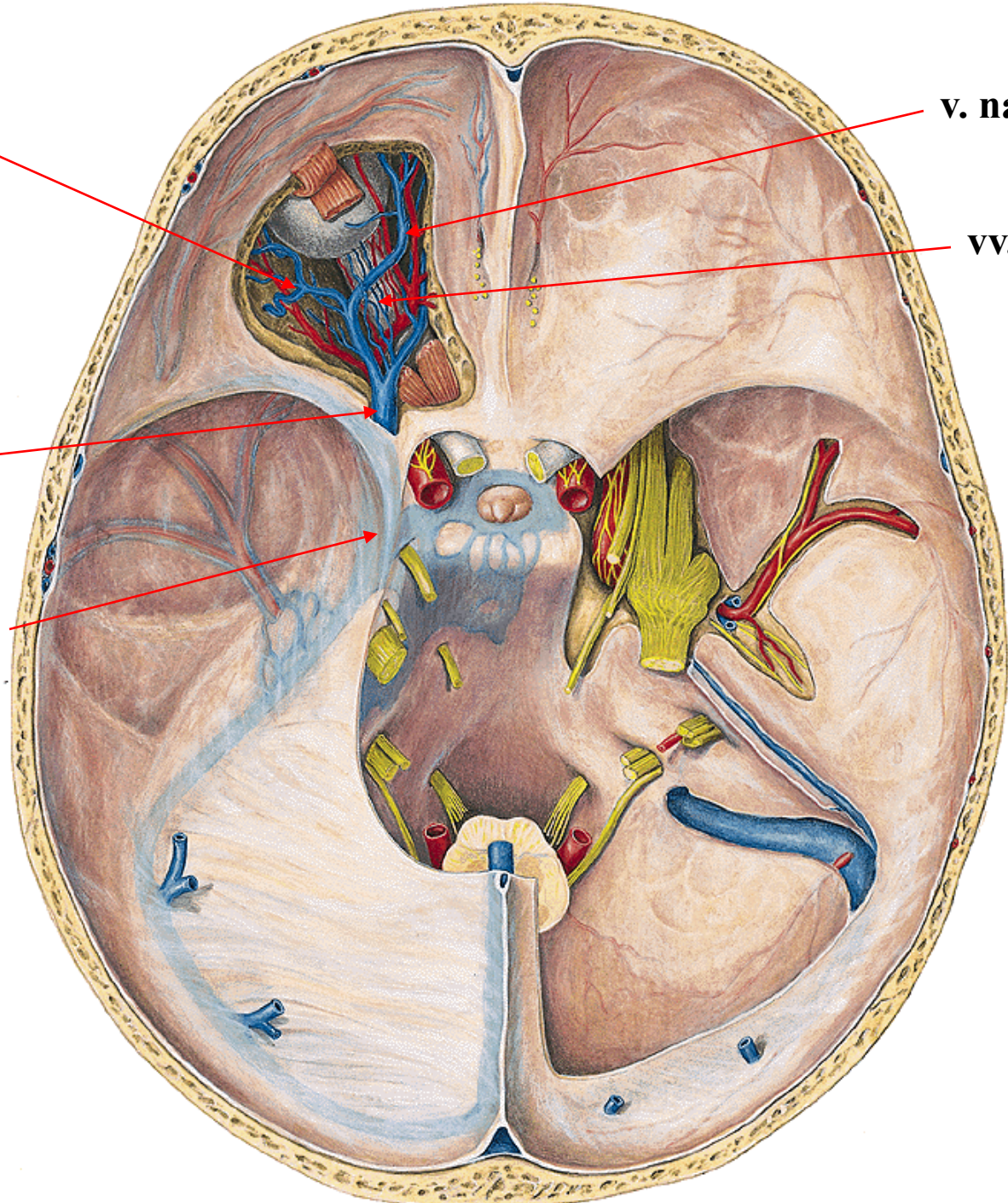
**v. lacrimalis**

**v. nasofrontalis**

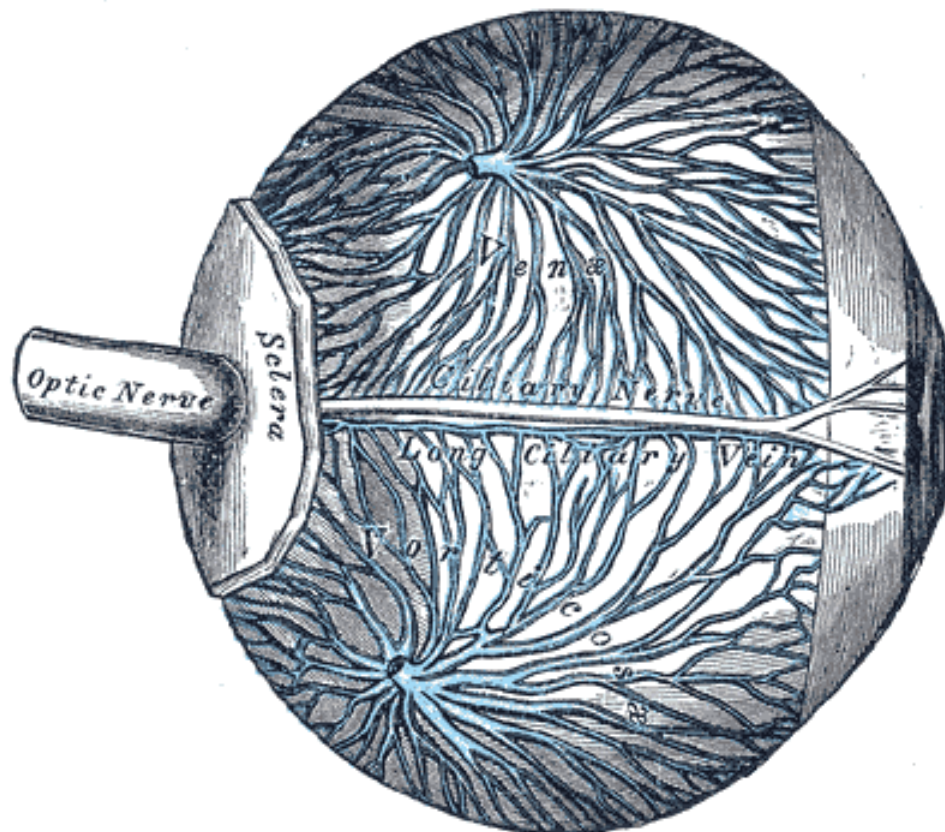
**vv. ciliares**

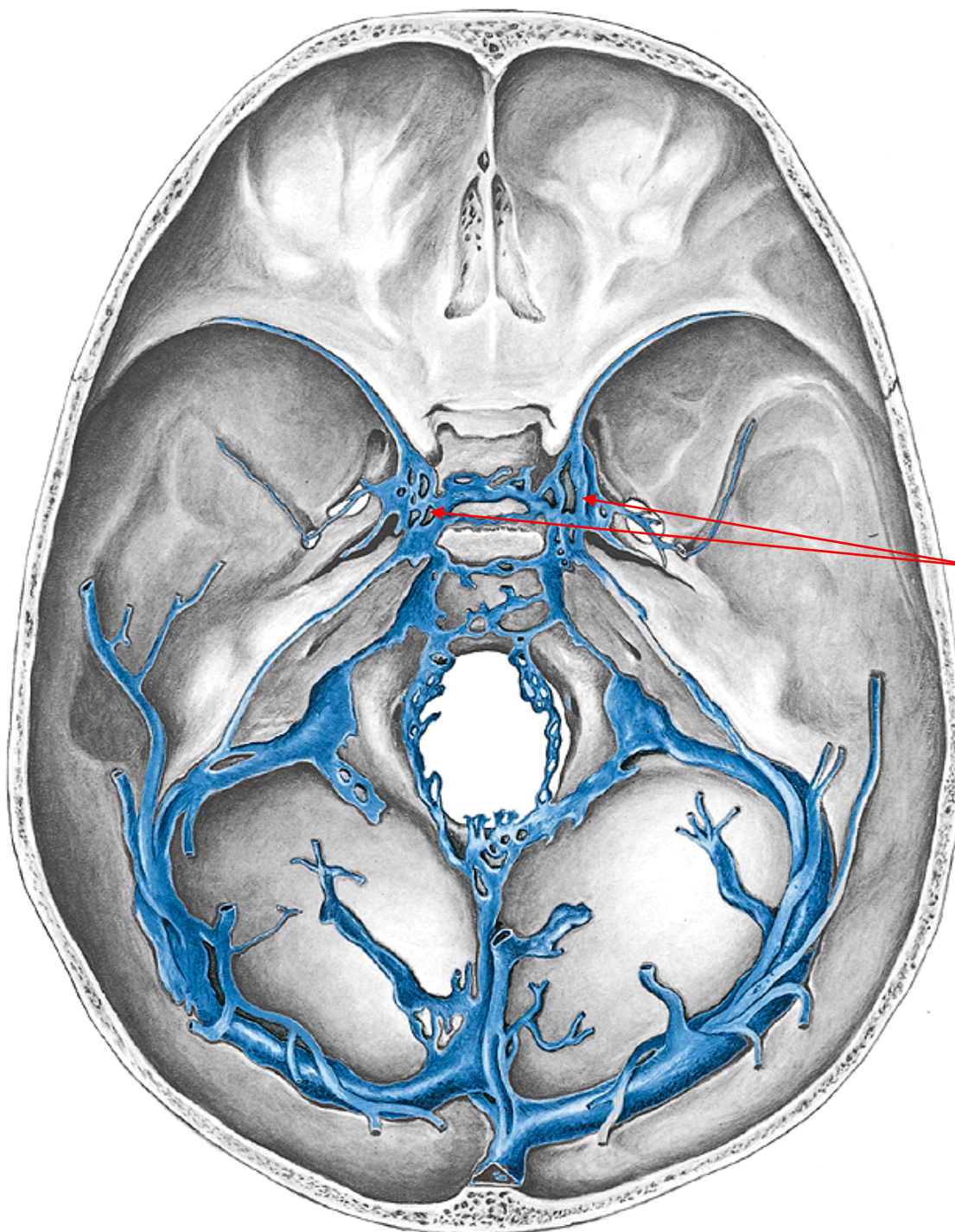
**v. ophthalmica superior**

**Sinus cavernosus**



# *Průběh vortikozních žil sklérou v oblasti ekvátoru*





**Sinus cavernosus**



# Koronární řez skrze *sinus cavernosus*

A. ophthalmica

A. carotis interna

III

IV

VI

V/1

V/2

Hypofýza

Sinus cavernosus

Sinus sphenoidalis

