



Универзитет у Крагујевцу
Факултет медицинских наука
Интегрисане академске студије фармације
Катедра за Хистологију и ембриологију

РЕСПИРАТОРНИ СИСТЕМ, СПЕЦИЈАЛНА ЧУЛА

петнаеста недеља наставе

Респираторни систем

- **Респираторни систем** обухвата све органе који су укључени у преузимање кисеоника и елиминацију угљен-диоксида.
- Основне функције респираторног система:
 - **Кондукција** (спровођење) гасова
 - **Филтрација, загревање и влажење ваздуха**
 - **Размена гасова** (респирација)

Респираторни систем

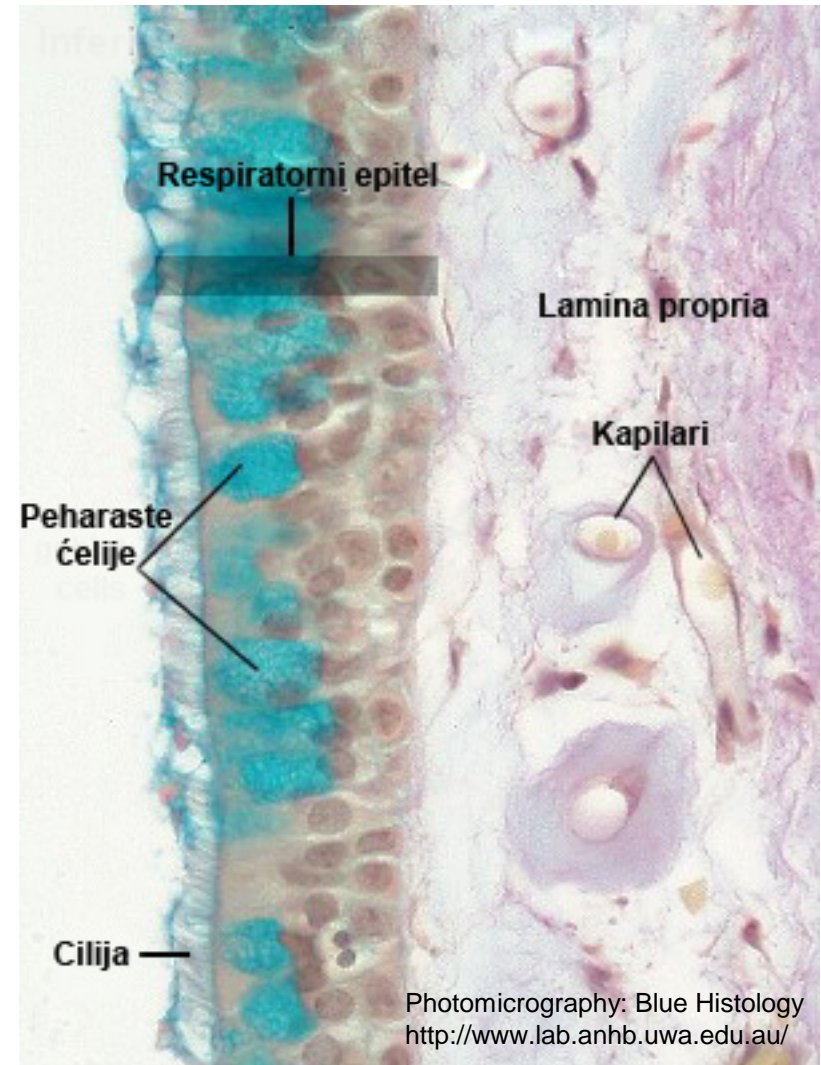
- Респираторни систем може да се подели на **две функционалне компоненте**:
- **Спроводни део**
 - Носна дупља
 - Назофаринкс, орофаринкс
 - Ларинкс
 - Трахеја
 - Бронхи
 - Претерминалне и терминалне бронхиоле
- **Респираторни део**
 - Респираторне бронхиоле
 - Алвеоларни сакулуси
 - Алвеоле

Носна дупља (cavitas nasi)

- Предворје носне дупље (вестибулум наси)
- Респираторни сегмент
- Олфакторни (мирисни) регион

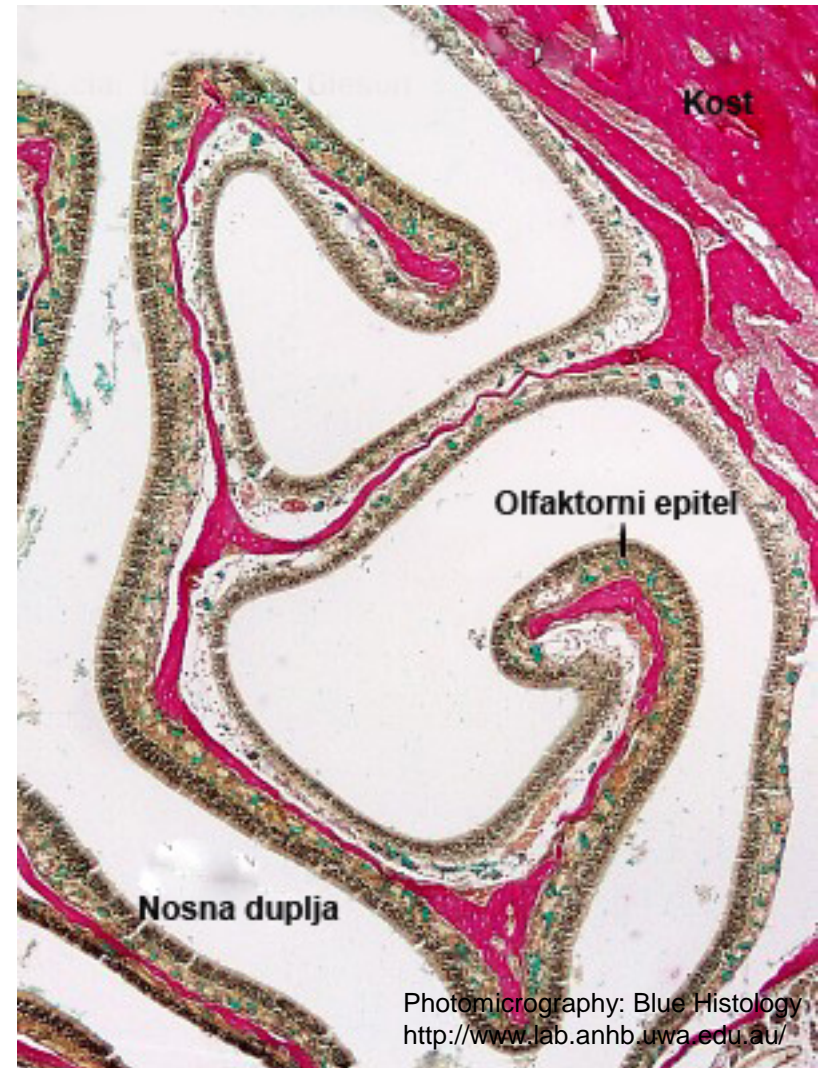
Респираторни сегмент носне дупље

- Захвата највећи део носне дупље.
- Унутрашњи зид – раван;
спољашњи зид – носне шкољке (*conhae nasales*).
- Слузница се састоји из:
- **Епитела**
 - Псеудослојеви троредни (респираторни епител)
- **Ламине проприје**



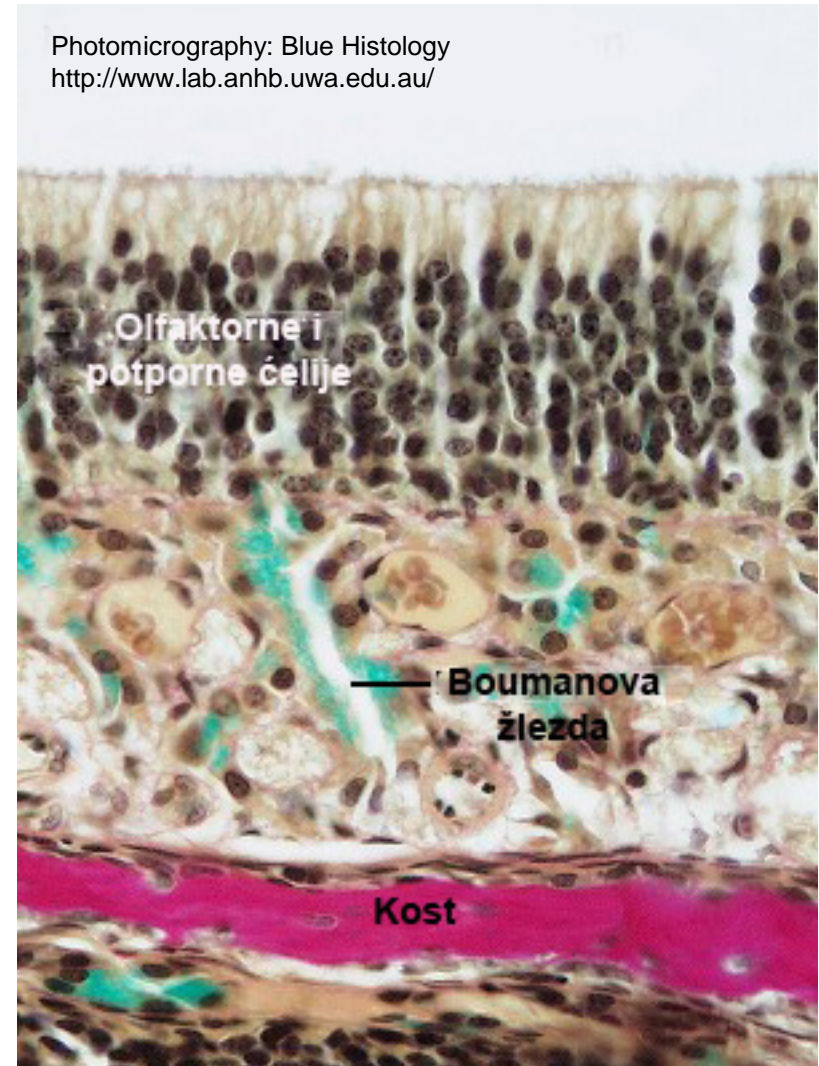
Олфакторни (мирисни) регион

- Смештен је на крову носне дупље.
- Овом региону припадају горња трећина назалног септума и део изнад горње носне шкољке.
- Слузница се састоји од олфакторног епитела и ламине проприје.



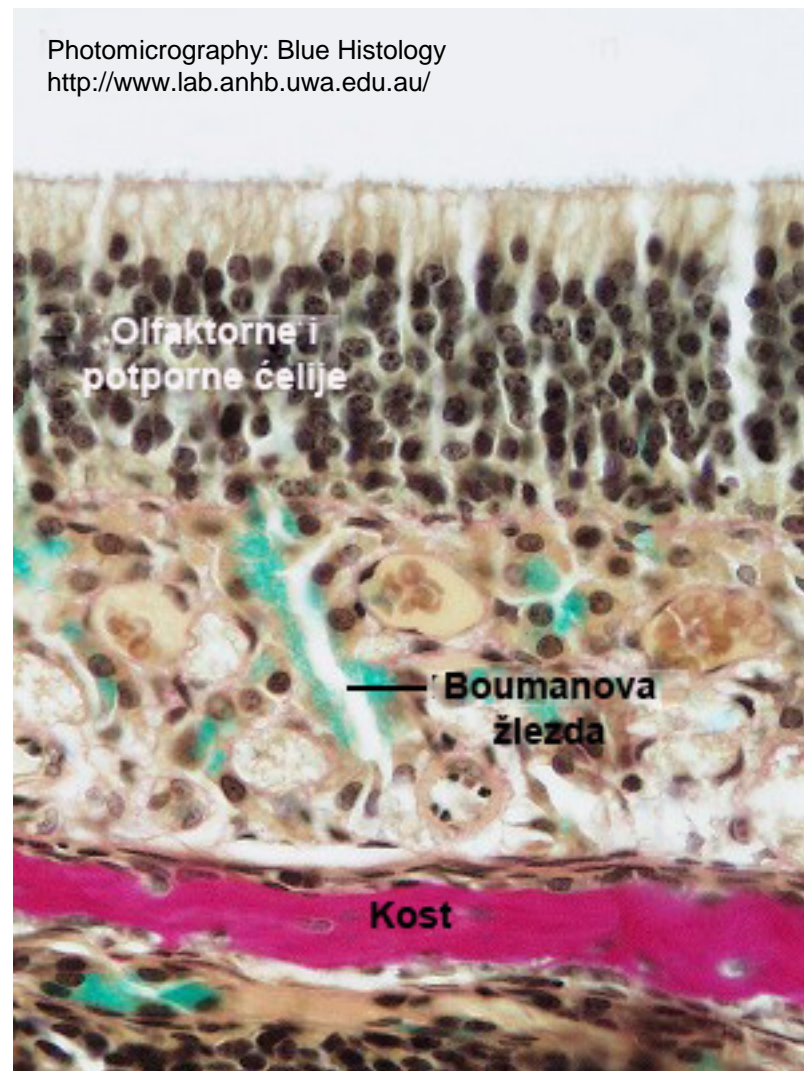
Олфакторни (мирисни) регион

- **Олфакторни епител** садржи следеће типове ћелија:
 - **Олфакторне ћелије** – биполарни неурони са рецепторском улогом.
 - Поседују **дендритски продужетак** – **олфакторну везикулу** на површини епитела, са **6-10 цилија** на чијој плазмалеми се налазе **рецептори за мирис**.
 - Са **базалног пола** полазе **аксонски продужеци** - образују **fila olfactoria** који улазе у олфакторни булбус и граде **синапсе са митралним ћелијама**.



Олфакторни (мирисни) регион

- **Потпорне ћелије** –
механичка и метаболичка
потпора мирисним
неуронима
- **Базалне ћелије** – матичне
ћелије олфакторног епитела.
- **Четкасте ћелије** – пријем
општих сензација; у контакту
са тригеминусом.
- **Лamina propriја** – растресито
везиво са бројним крвним и
лимфним судовима,
немијелинизованим мирисним
vlakнима и олфакторним
Боумановим жлездама.



Гркљан (larynx)

- Повезује орофаринкс и трахеју.
- Хистолошки се у ларинксу разликују три слоја:
- **Слузница** – састоји се од епитела и ламине проприје.
 - **Епител** је псеудослојевити троредни, само су праве гласне жице обложене плочастослојевитим епителом без орожавања.
 - **Лamina проприја** – састоји се од растреситог везивног ткива.
 - Формира наборе – лажне и праве гласне жице (између је ларингеална комора).

Гркљан (larynx)

- У ламини проприји налази се **ларингеална тонзила** и **мешовите жлезде**.
- Лмина проприја **правих гласних жица** садржи **вокални лигамент** и **вокални мишић**, у лажним нема мишићних влакана.
- **Фибромускулокартилагинозни слој** – састоји се од хијалиних и еластичних хрскавица, спољашњих мишића (акт гутања), унутрашњих мишића (регулишу дијаметар гркљана, говор) и везивног ткива.
- **Адвентиција** – растресито везивно ткиво.

Гркљански поклопац (epiglottis)

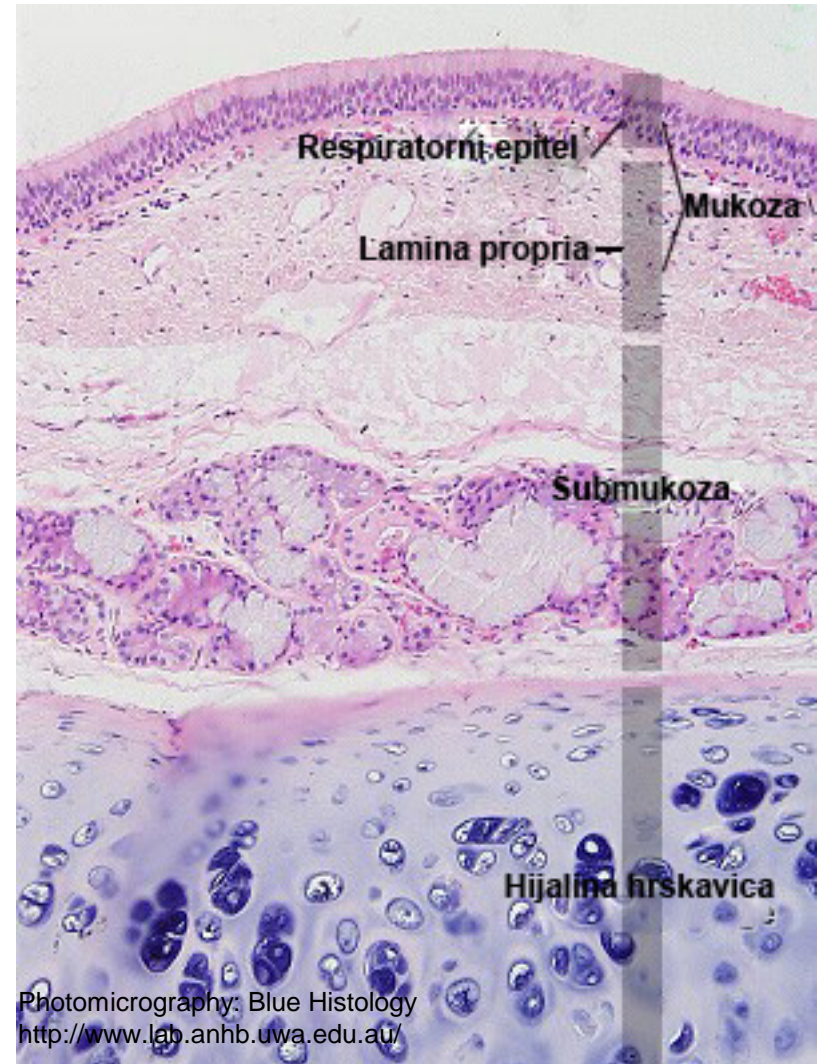
- Скелет епиглотиса чини **еластична хрскавица**.
- Хрскавица је са обе стране обложена **слузницом**.
- **Епител лингвалне** и већег дела ларингеалне стране је **плочастослојевит без орожавања**.
- У доњој трећини ларингеалне стране епител је **псеудослојевит троредни**.
- **Ламину propriју** гради растресито везивно ткиво које садржи **мешовите жлезде** (gll. epiglotticae), крвне и лимфне судове и нервна влакна.



Lačković V, Bumbaširević V, Vuzevski V. Histološki atlas. Data status, Beograd, 2006.

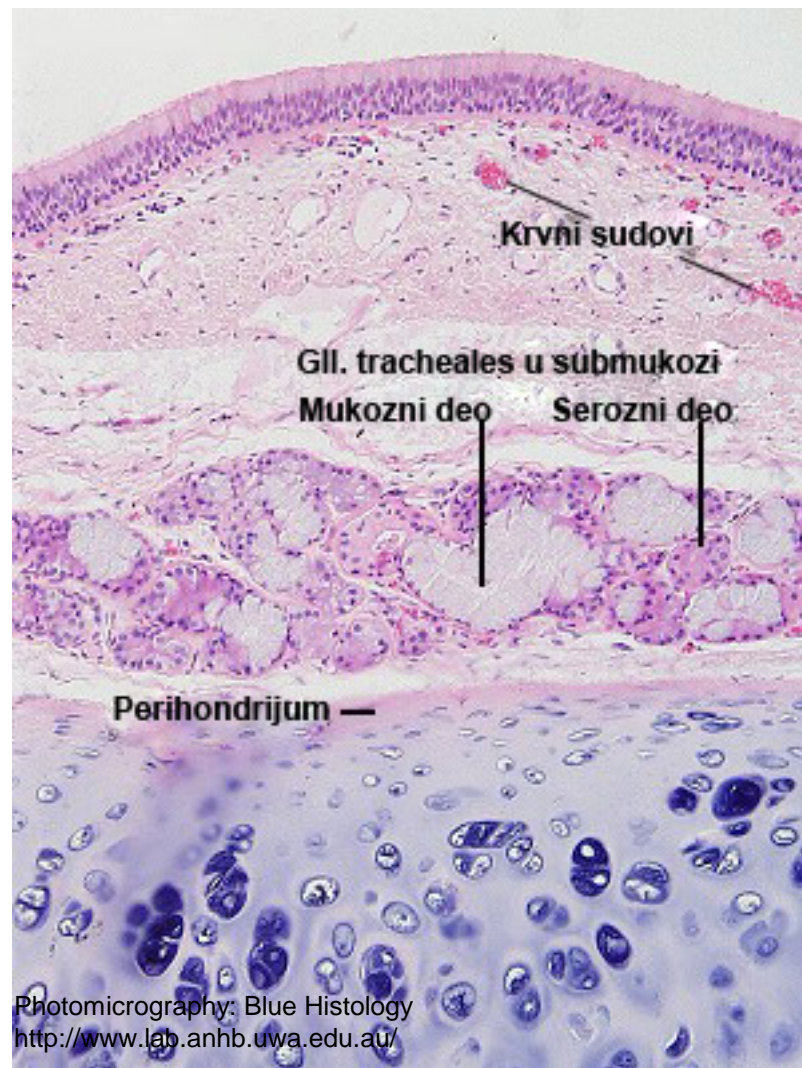
Душник (trachea)

- Зид трахеје састоји се из следећих слојева:
- **Туника мукоза** – састоји се из епитела и ламине проприје.
 - **Епител** – псеудослојевит троредни (90% чине трепљасте, пехарасте и базалне ћелије, 10% четкасте, клинасте и ендокрине ћелије).
 - **Изразито дебела базална мембрана.**
 - **Лamina проприја** – растресито целуларно везивно ткиво.
- **Туника субмукоза** – нешто гушће везивно ткиво одвојено од мукозе еластичном ламином.
- Садржи **мешовите трахеалне жлезде.**

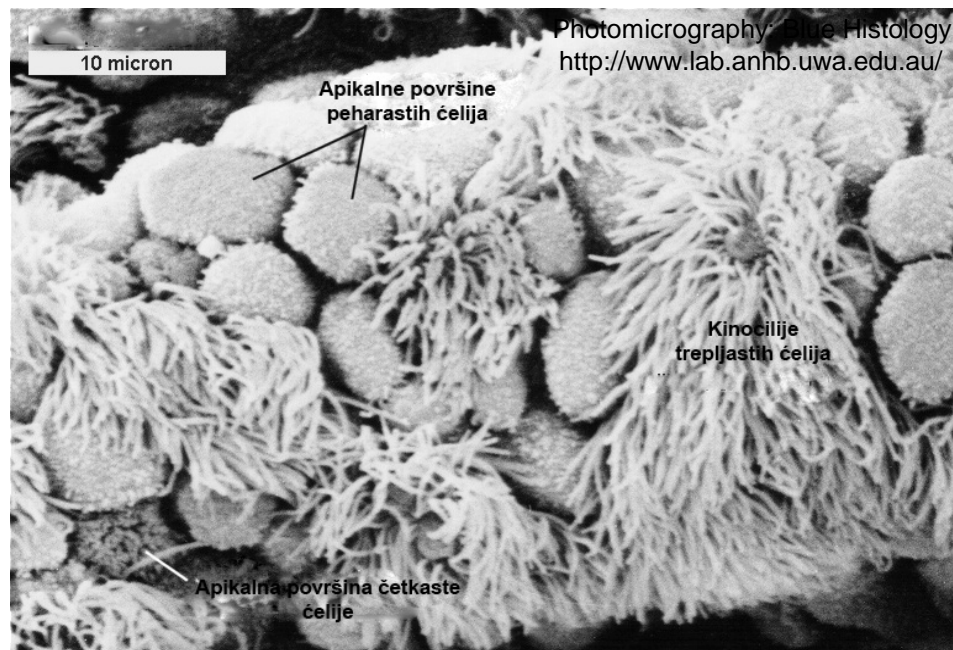


Душник (trachea)

- **Туника фибромискулокартилагинеа**
 - садржи фиброзно везиво, глатке мишићне ћелије и хијалину хрскавицу.
 - **Предње-бочни део зида** садржи 16-20 непотпуних прстенова **хијалине хрскавице** повезане фиброеластичним мембранама.
 - **Задњи (мембрански) део зида** – уместо хрскавице садржи **трахеални мишић** састављен из унутрашњег хоризонталног и спољашњег вертикалног подслоја.
- **Туника адвентиција** – растресито везивно ткиво

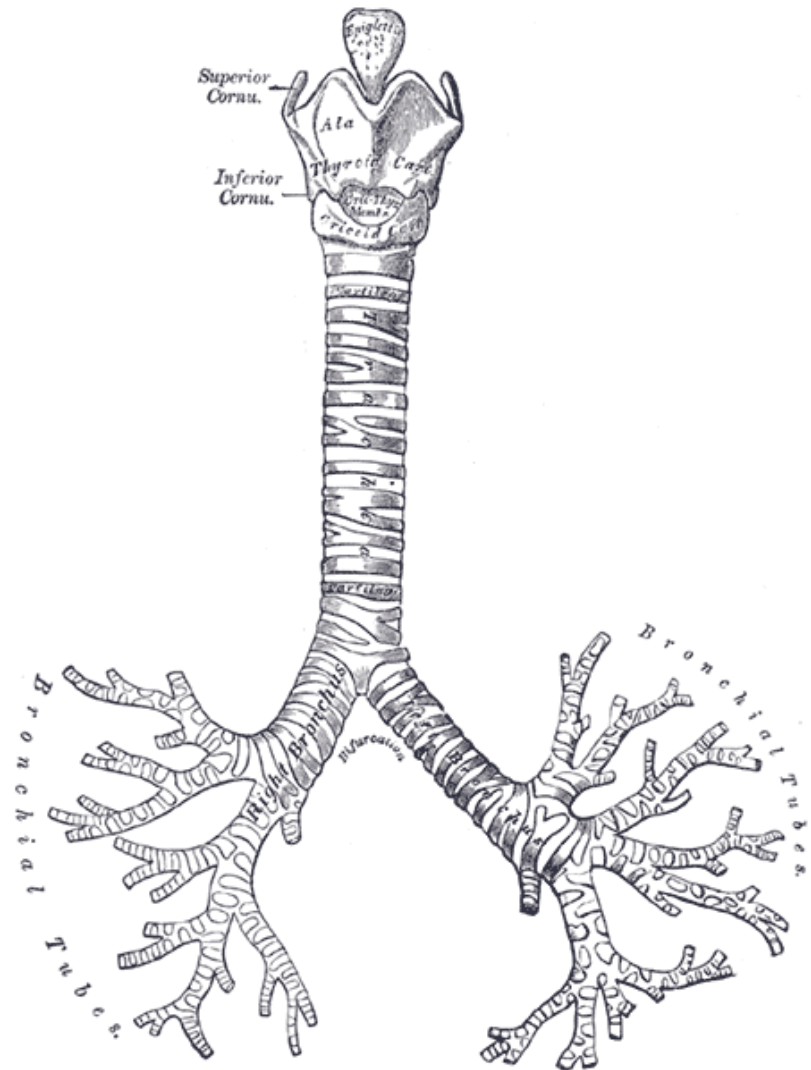


Респираторни епител



Бронхијално стабло

- Душник се грана на **десни и леви примарни бронх** који се налазе изван плућа.
- Сви остали бронхи су **интрапулмонални**.
- **Примарни** (главни или екстрапулмонални) бронхи имају идентичну **грађу као трахеја**, само им је дијаметар мањи, а **зид – тањи**.
- **Десни примарни бронх** грана се на три, а **леви на два секундарна бронха** (сваки секундарни бронх снабдева по један плућни лобус).

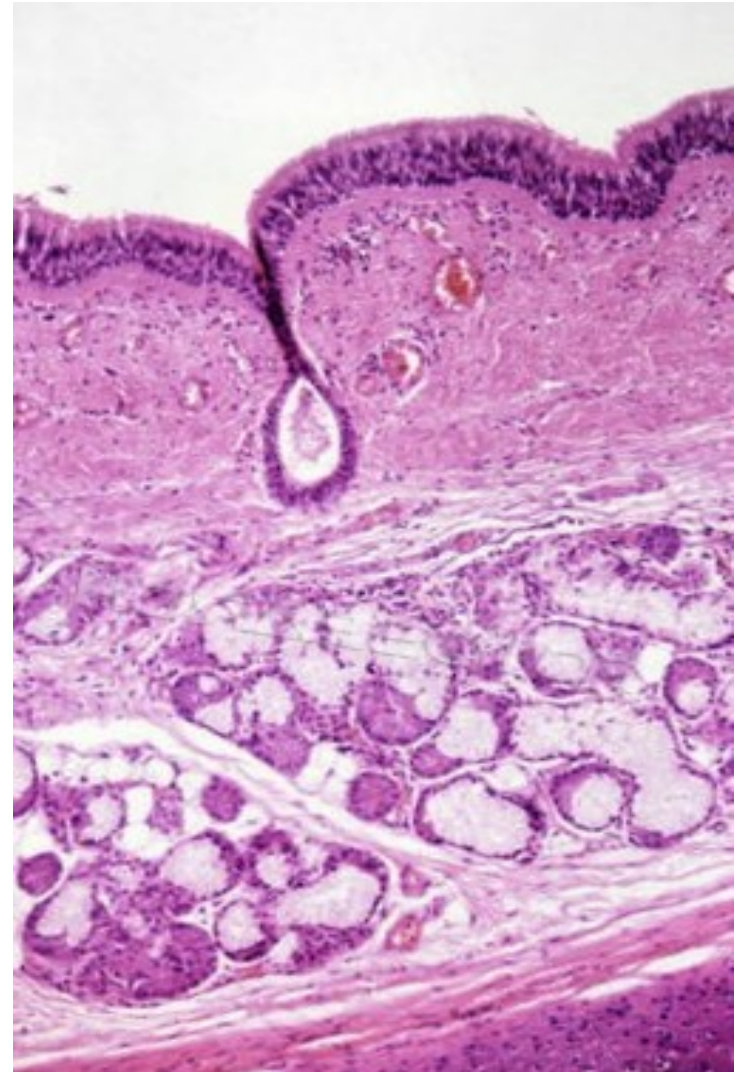


Бронхијално стабло

- **Секундарни бронхи десне стране** гранају се на **10**, а са **леве стране** на **8** терцијарних (сегментних) бронха који **обскрбљују бронхопулмоналне сегменте** (има их 10 у десном и 8 у левом плућном крилу).
- **Терцијарни бронхи** се дихотомо гранају **кроз 9 – 12** (најчешће 11 генерација бронха).
- **Рачвањем последње генерације терцијарних бронха** настају **претерминалне бронхиоле (ПБ)**.
- После 5-6 сукцесивних рачвања ПБ настају **терминалне бронхиоле**. Деобом терминалних бронхиола а настају **респираторне бронхиоле** (17. генерација). Деобама респираторних бронхиола настају **алвеоларни ходници** на чијим су крајевима **алвеоле**.

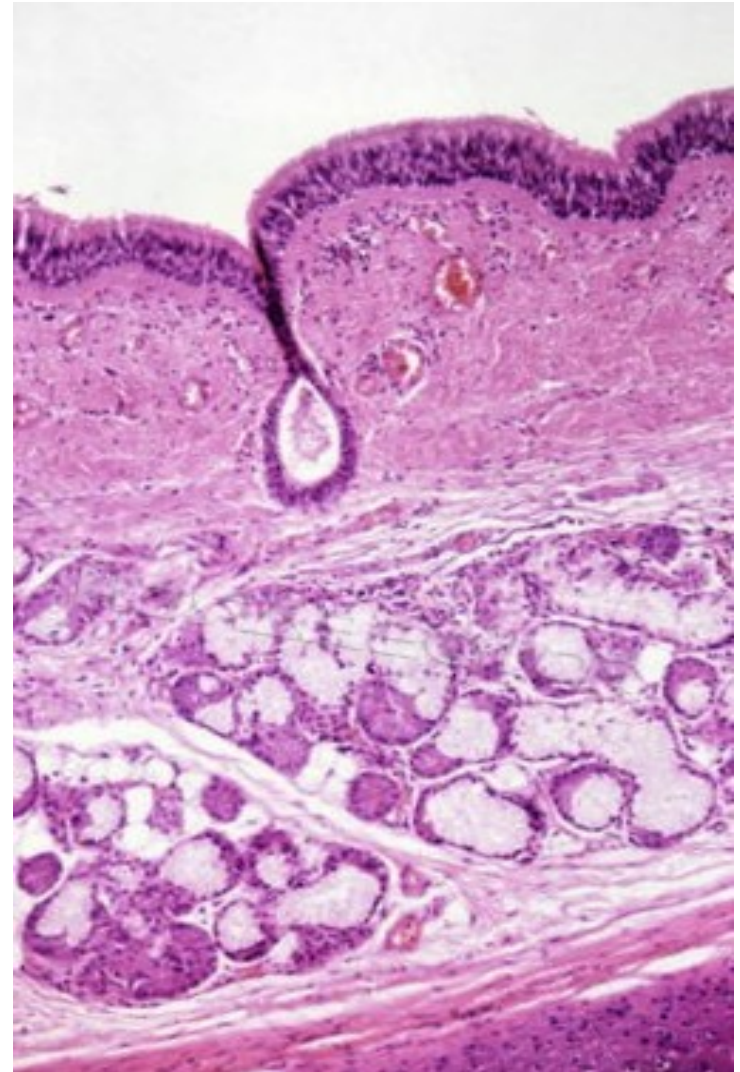
Интрапулмонални бронхи

- Дихотомим гранањем бронха редукује се њихов дијаметар и дебљина зида.
- У зиду бронха хрскавица се појављује у све мањим фрагментима.
- На нивоу бронха дијаметра 1мм, нестаје хрскавица и на том нивоу бронхи прелазе у бронхиоле.
- Упоредо са губљењем хрскавице, мишићни слој постаје израженији.



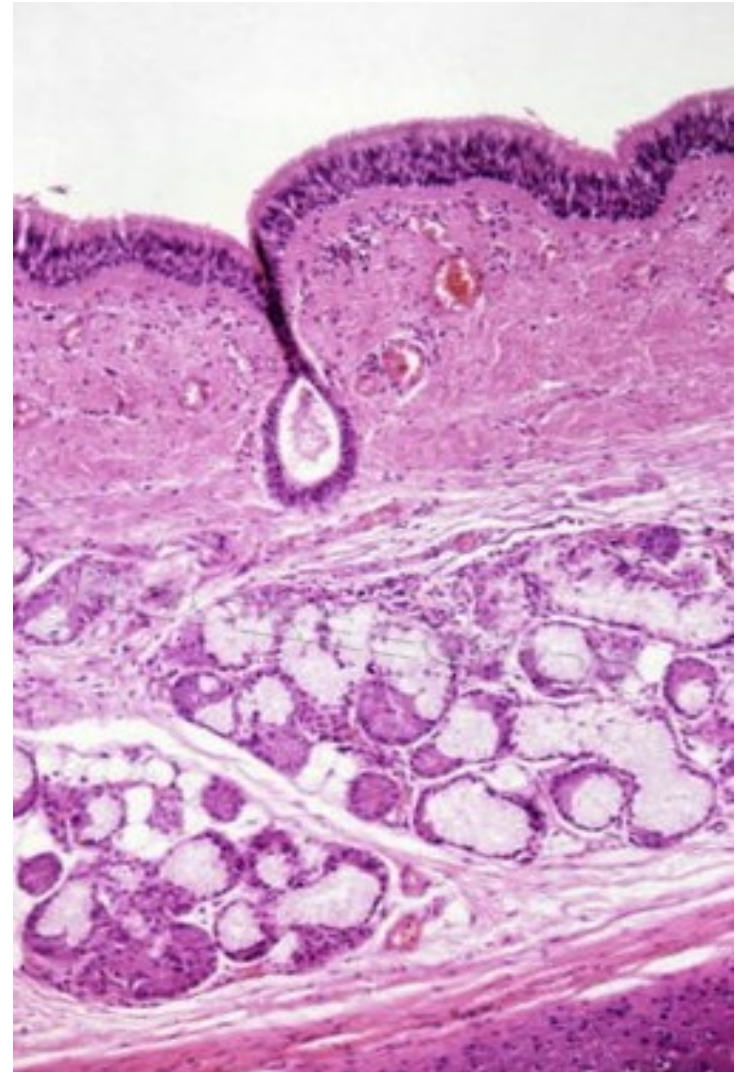
Интрапулмонални бронхи

- У зиду интрапулмоналних бронха, разликује се пет слојева:
- **Туника мукоза**
 - псеудослојевит троредни епител и ламина проприја (тања него код трахеје).
- **Туника мускуларис**
 - два подслоја спирално оријентисаних глатких мишића.



Интрапулмонални бронхи

- **Туника субмукоза**
 - Растресито везиво које садржи мешовите **gll. bronchiales**.
- **Туника фиброкартилагинеа**
 - Неправилне плоче **хијалине хрскавице** међусобно повезане густим везивним ткивом које садржи **бронхијалне жлезде**.
- **Туника адвентиција**
 - Танак слој растреситог везива



Претерминалне и терминалне бронхиоле

- Представљају завршне спроводне путеве респираторног система.
- Бронхиоле немају ни хрскавицу ни жлезде.
- Претерминалне бронхиоле имају пречник од 0,5 до 1mm.
- Састоје се из следећих слојева:
- **Туника мукоза** – епител и ламина проприја.
 - **Епител** се мења са смањењем дијаметра бронхиола – од псеудослојевитог троредног до једноредног цилиндричног.



Претерминалне и терминалне бронхиоле

- У епителу се смањује број пехарастих ћелија.
- Граде га **трепљасте, четкасте, неуроендокрине и Клара ћелије**.
- Клара ћелије посредством **цитохром 450 ензима** неутралишу токсине из удахнутог ваздуха и синтетишу **протеин Клара ћелија CC16**, гликопротеине и холестерол (садржај сличан плућном сурфактанту).
- **Туника мускуларис** – добро развијен спирални слој (PSY сужава, SY проширује лумен бронхиола)
- **Туника адвентиција** – танак слој растреситог везива.



Претерминалне и терминалне бронхиоле

- **Терминалне бронхиоле** имају исту грађу зида као претерминалне бронхиоле.
- Мањег су дијаметра (0,3 до 0,5mm) и тањег зида.
- Обложене су **једноредним коцкастим епителом**.
- Епител садржи **трепљасте** и **Клара ћелије**.
- **Претерминална бронхиола** и сви њени нисходни огранци чине **плућни лобулу** (врх је окренут ка хилусу, база ка плеури).
- Сваки лобулу садржи 2-3 ацинуса.
- **Ацинус** се састоји од **терминалне бронхиоле** и њених нисходних огранака.

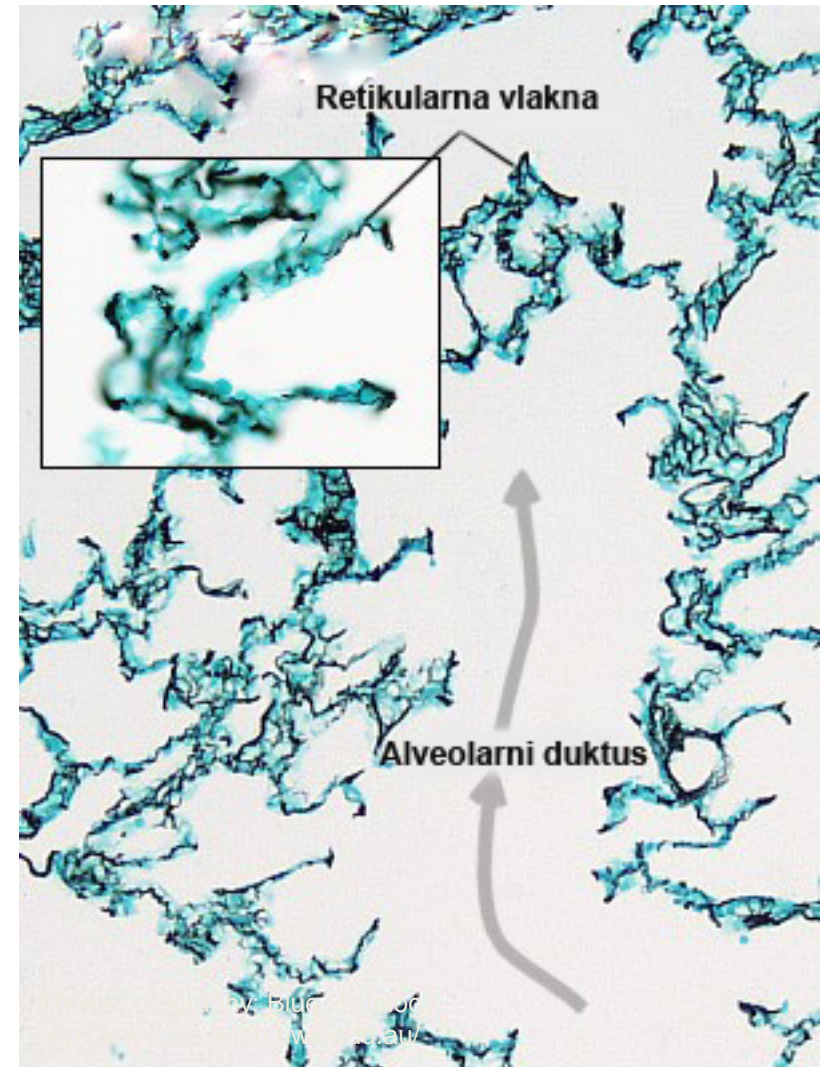


Респираторне бронхиоле

- Кратке дисајне цеви са **двојаком функцијом** – **кондукторном** и **респираторном**.
- **Зид респираторне бронхиоле** сличне је грађе као код терминалне бронхиоле.
- Граде га:
- **Туника мукоза** – епител и танка ламина проприја
 - **Епител** састављен од **једног реда коцкастих ћелија** са трепљама и **Клара ћелија**
 - Постепено **прелази у једноредан плочаст епител** алвеола.
- **Мишићни слој** – танак, присутан **само између алвеола** и на њиховом **слободном крају у виду прстена**.
- Након **три генерације**, респираторне бронхиоле гранају се **дихотомо или трихотомо у алвеоларне ходнике**.

Алвеоларни дуктуси и сакулуси

- **Алвеоларни дуктуси** гранају се на две или три рачве које се слепо завршавају формирајући **алвеоларне сакулусе**.
- **Алвеоларне дуктусе** граде алвеоле распоређене у низу.
- **Алвеоларне сакулусе** граде алвеоле распоређене у облику грозда.



Алвеоле

- Кесасте шупљине које се отварају у респираторне бронхиоле, алвеоларне дуктусе и алвеоларне сакулусе.
- Кроз њихов зид врши се размена гасова између ваздуха и крви.
- Међусобно су раздвојене алвеоларним септумима на којима се налазе алвеоларним (Коновим) порама (изједначавају притисак).
- Компоненте алвеоларног септума су:

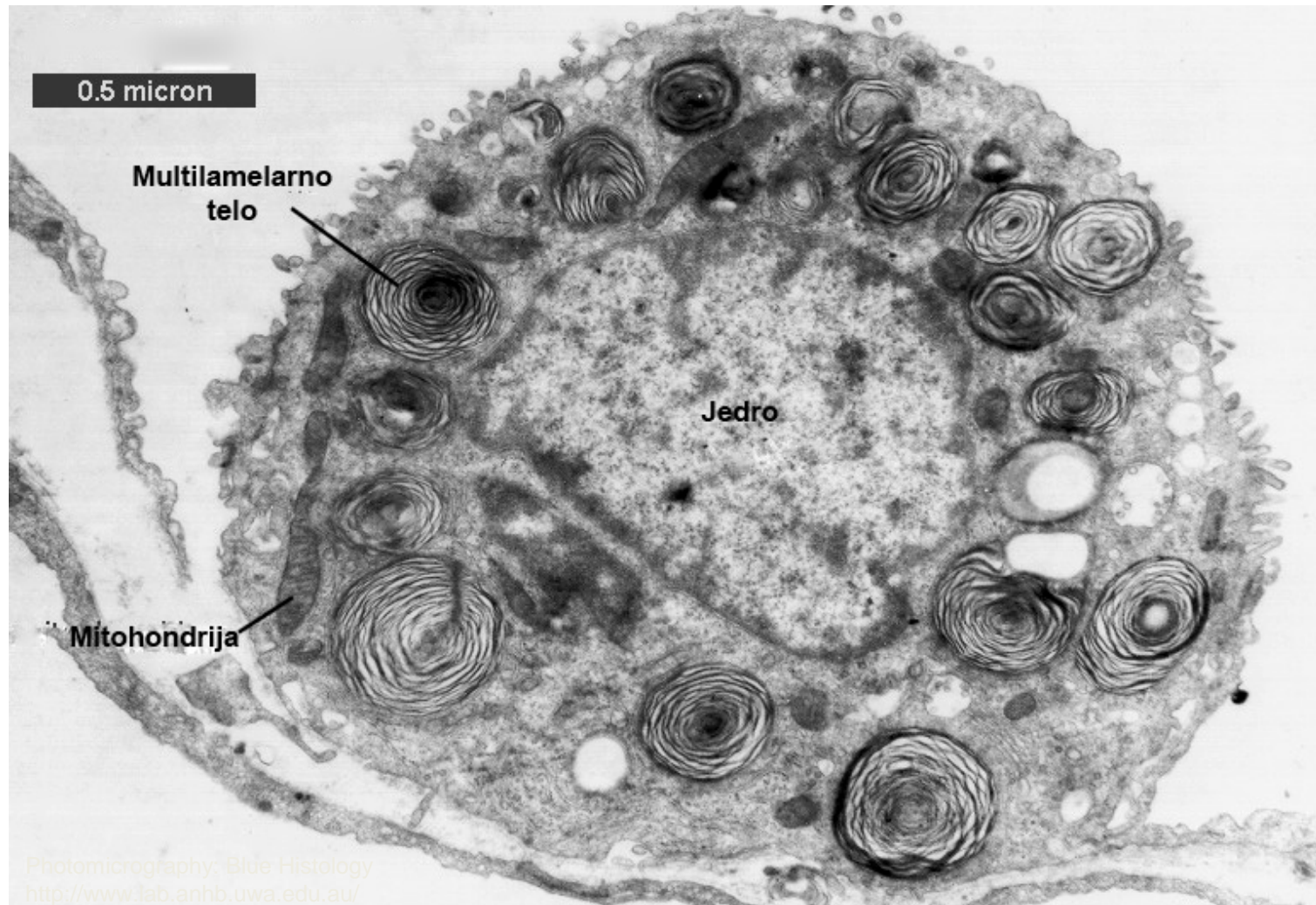


Алвеоле

- **Алвеоларни епител** – граде га две врсте пнеумоцита.
- **Пнеумоцити типа I** – плочасте ћелије повезане оклудентним везама специјализоване за размену гасова (чине 95% укупног епитела).
- **Пнеумоцити типа II** (септалне ћелије) – матичне и секретне ћелије (синтетишу **плућни сурфактант** или антиателектазни фактор).
- **Капилари** – континуираног типа граде најбогатију мрежу у телу.
- **Интерстицијумско везивно ткиво** – фиксне и лутајуће ћелије, везивна влакна и немијелинизована нервна влакна.



Пнеумоцит типа II



Респираторна баријера

- **Најтања је у оним деловима септума где су базалне мембране пнеумоцита тип I и ендотелних ћелија срасле у јединствену алвеоларну базалну мембрану.**
- У овим деловима септума, респираторну баријеру граде:
- **Пнеумоцити тип I**
- **Алвеоларна базална мембрана**
- **Ендотелне ћелије капилара**
- **У осталим деловима септума, баријера је знатно дебља јер су између базалних ламина ендотела и капилара уметнуте везивне ћелије и влакна.**
- Осим структурних елемената, у саставу респираторне баријере налази се и **плућни сурфактант.**



Рецептори

- **Периферни завршеци сензитивних неурона** који примају и трансформишу најчешће једну врсту стимулуса.
- Рецептор **открива стимулус** и преводи га у **акциони потенцијал**.
- Акциони потенцијал се **аферентним неуронима** преноси у ЦНС.
- У **ЦНС**-у се акциони потенцијал преводи у **информацију**.
- Информација се обрађује и особа постаје свесна датог стимулуса.
 - **Механорецептори**
 - **Хеморецептори**
 - **Терморецептори**
 - **Барорецептори**
 - **Фоторецептори**

ЧУЛО ВИДА

Чуло вида

- Орган вида чине:
- **око** (oculus)
- **помоћни органи ока** (organa oculi accessoria)
- **Око** се састоји од:
 - очне јабучице
 - очног живца
- У **помоћне органе** ока спадају:
 - мишићи очне дупље
 - очни капци
 - вежњача
 - сузни апарат

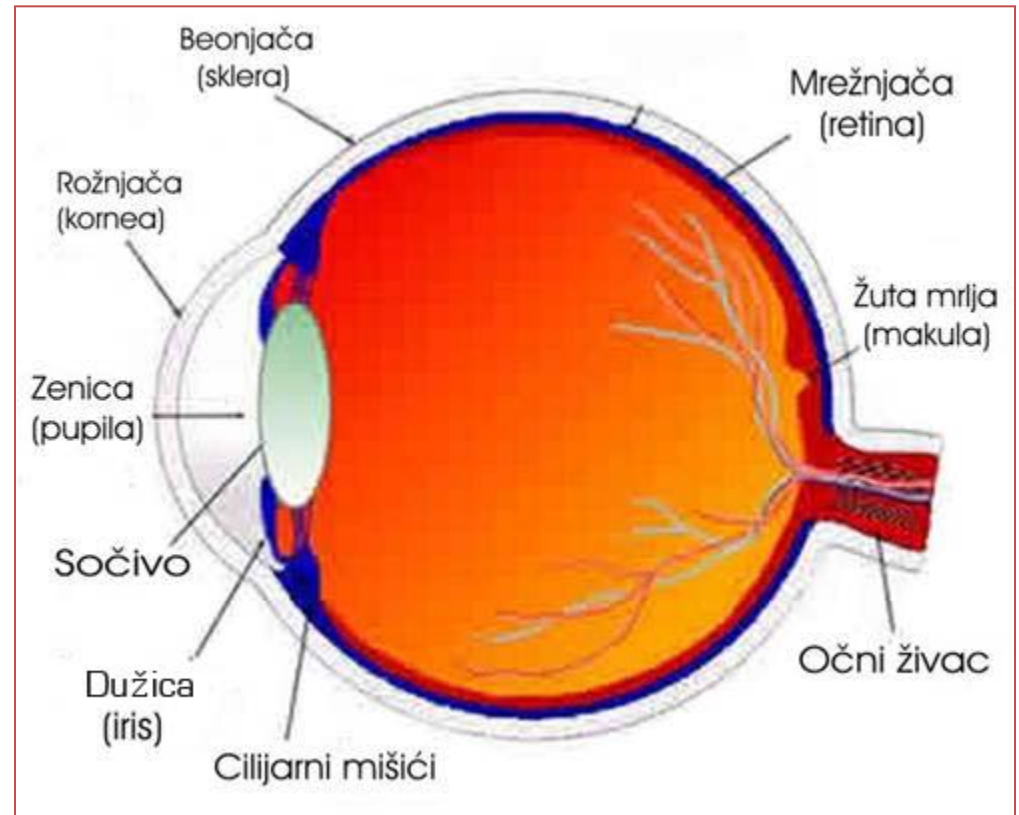
Очна јабучица (bulbus oculi)

n Око се састоји од **очне јабучице** и **очног живца**.

n **Очна јабучица** састављена је од:

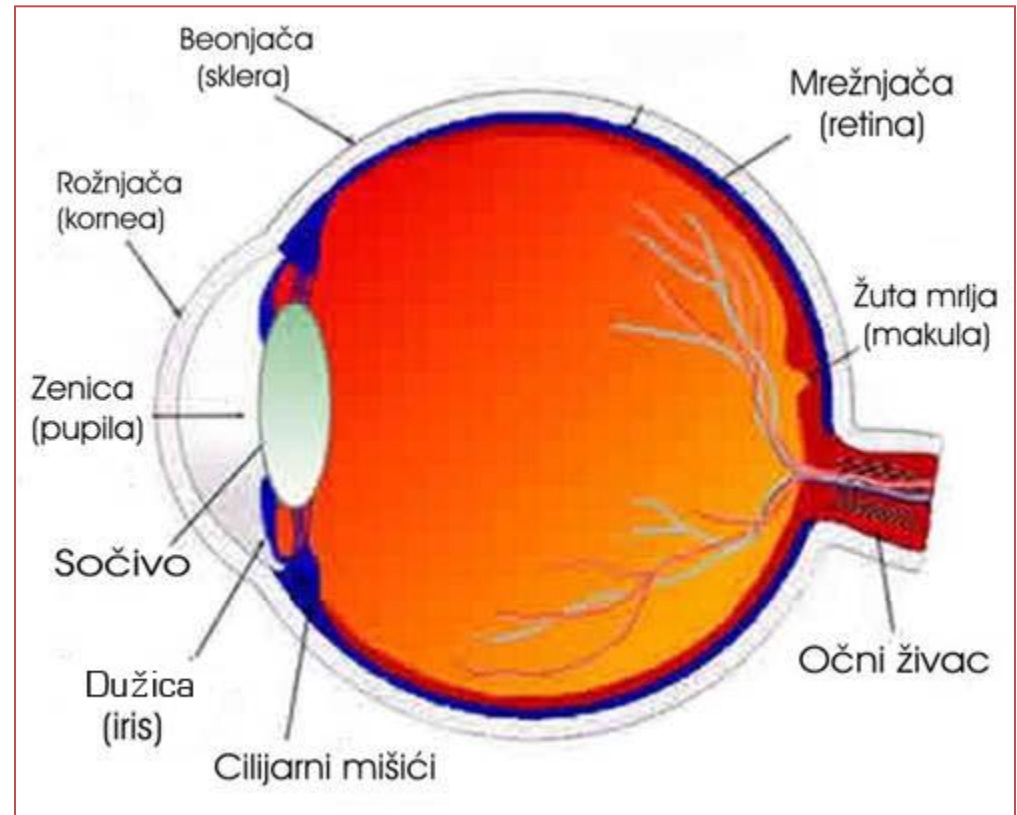
n **зида**

n **унутрашњег садржаја**



Очна јабучица (bulbus oculi)

- n **Зид** очне јабучице граде три концентрична слоја:
- n **спољашњи** – фиброзни омотач
- n **средњи** – васкуларни омотач
- n **унутрашњи** – сензорни омотач

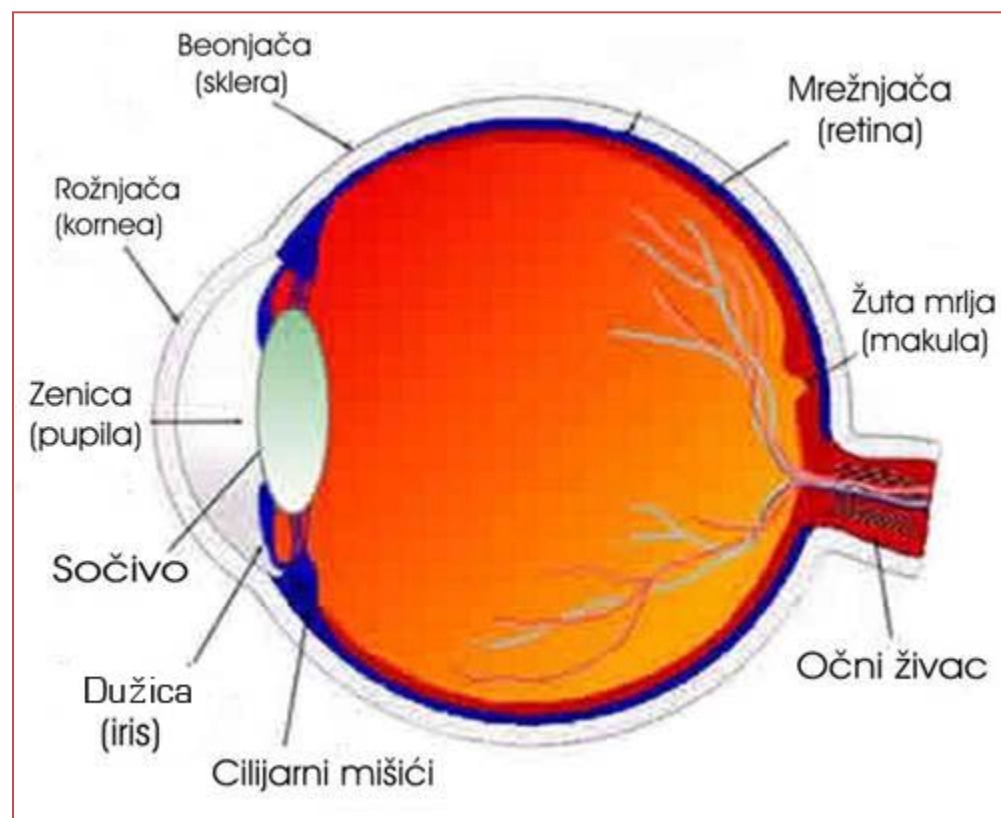


Очна јабучица (bulbus oculi)

n **Спољашњи** – фиброзни
омотач (**tunica fibrosa bulbi**)
чине:

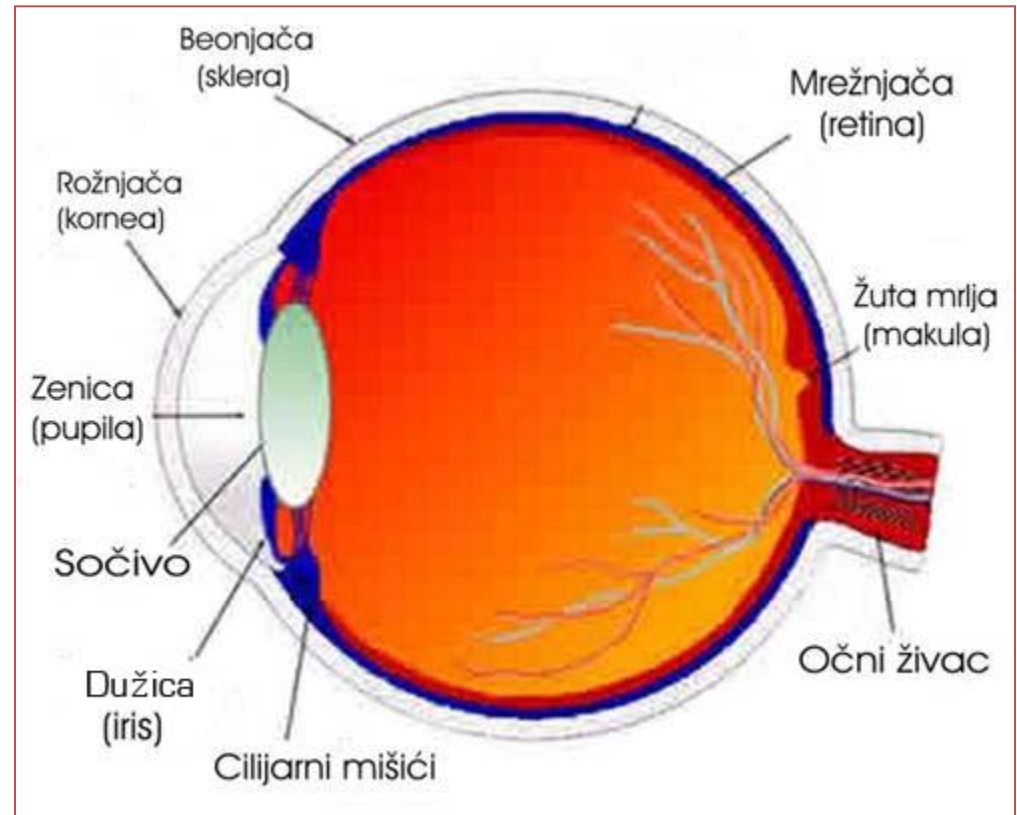
n Рожњача (**cornea**)

n Беоњача (**sclera**)



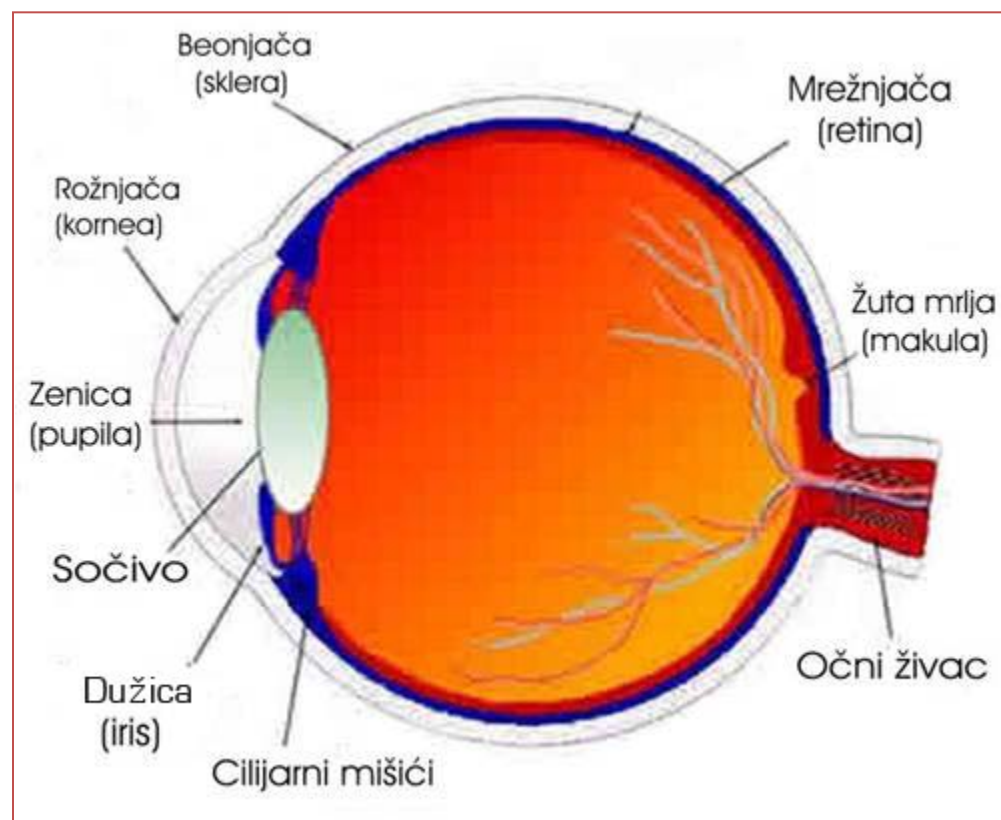
Очна јабучица (bulbus oculi)

- n **Средњи** – васкуларни омотач (**tunica vasculosa bulbi** s. **uvea**) изграђен је из три компоненте:
 - n Судовњача (**choroidea**)
 - n Цилијарно тело (**corpus ciliare**)
 - n Дужица (**iris**)



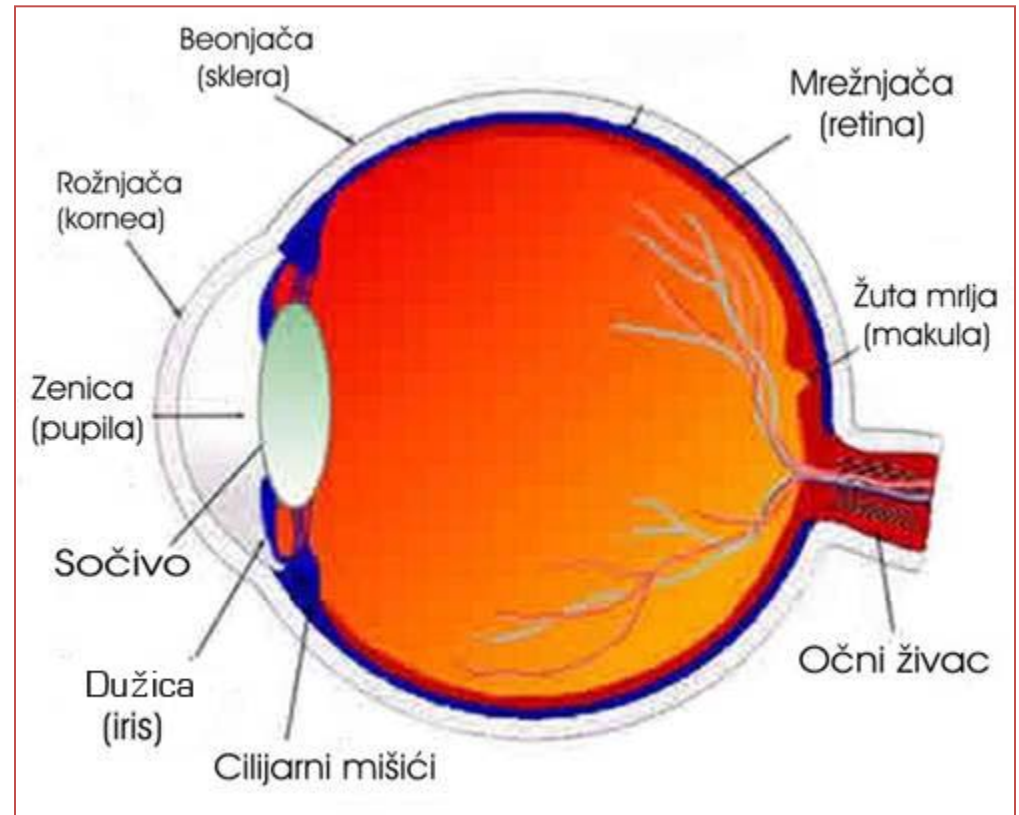
Очна јабучица (bulbus oculi)

- Унутрашњи омотач (**tunica nervosa oculi**) представља ретина.



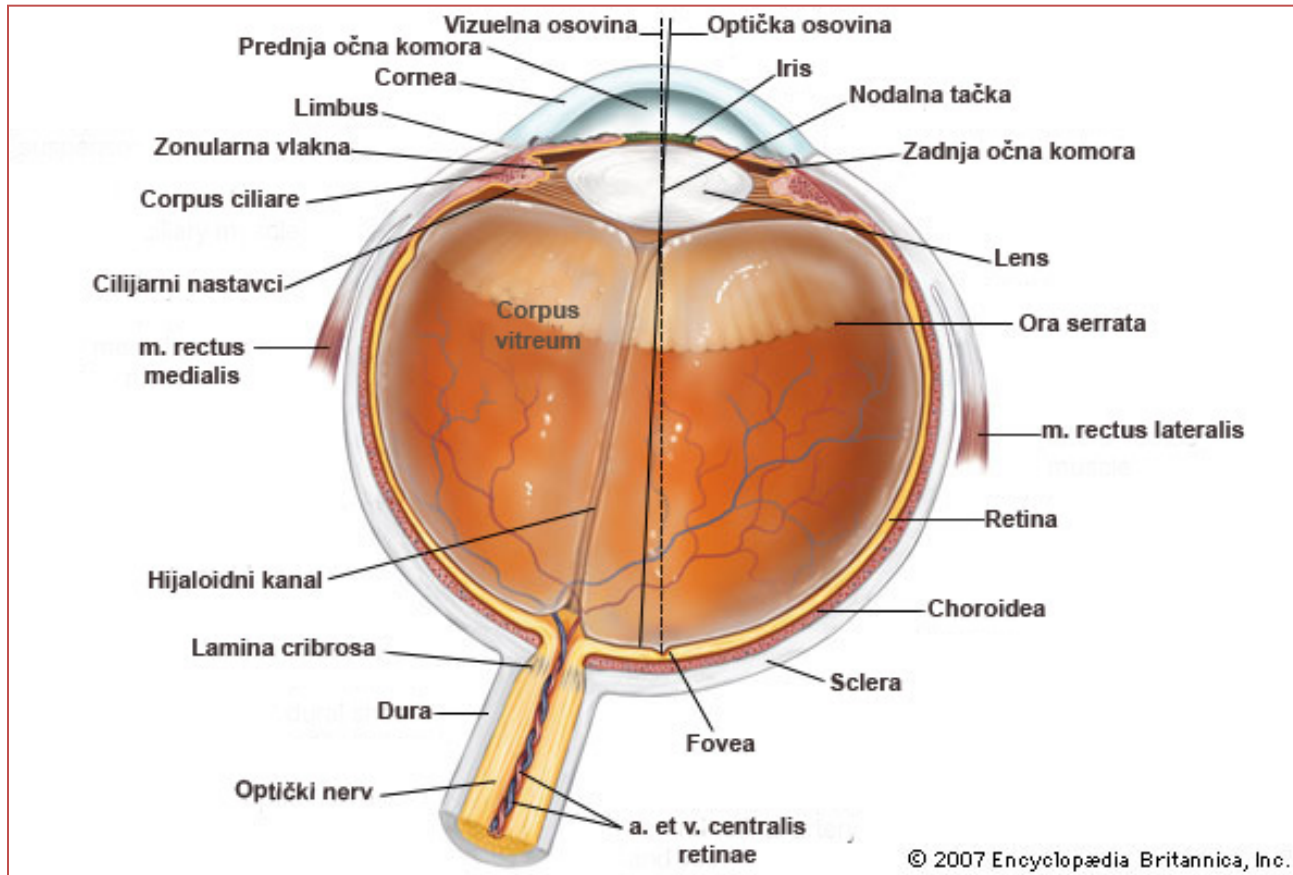
Очна јабучица (bulbus oculi)

- n Садржај очне јабучице сачињавају:
- n Очна водица (**humor aquosus**)
- n Сочиво (**lens**)
- n Стакласто тело (**corpus vitreum**)



Tunica fibrosa bulbi

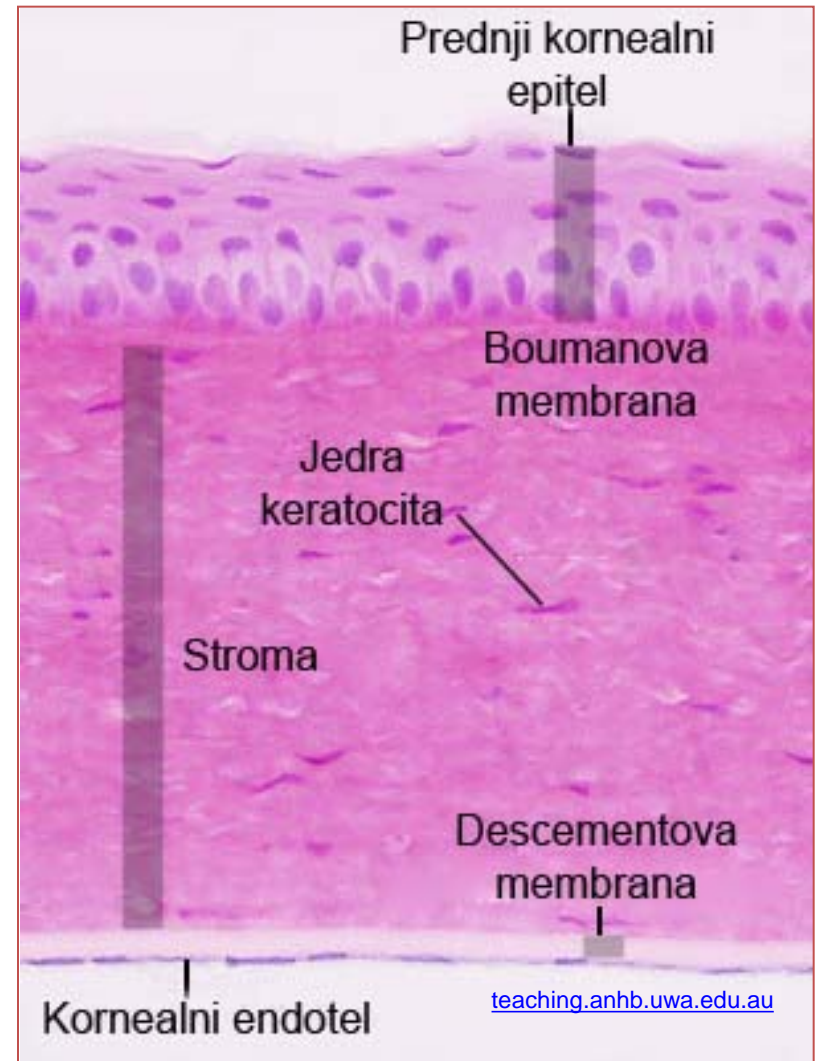
Tunica fibrosa bulbi



- n Спољашњи или фиброзни омотач ока граде **cornea** и **sclera**.
- n **Cornea** захвата предњу шестину, а **sclera** остатак фиброзног омотача.

Cornea

- Прозрачна, испупчена опна изграђена од **пет слојева**:
- Епител
 - Плочастослојевити без орожавања
- Боуманова мембрана
 - Кондензовани део строме
- Строма
 - Паралелна колагена влакна у ламелама, између су ћелије – кератоцити.
- Десцементова мембрана
 - Базална мембрана корнеалног ендотела
- Ендотел
 - Једноредан плочаст епител

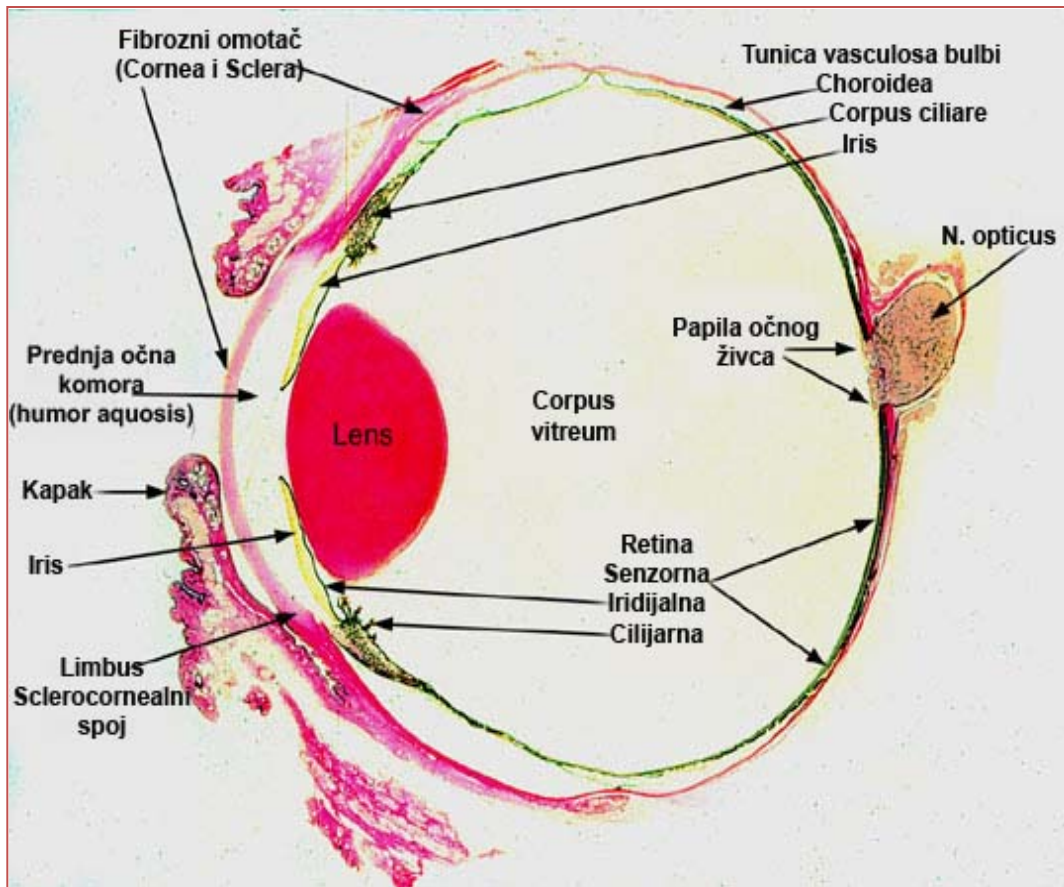


Беоњача (sclera)

- **Непрозирни део** фиброзног омотача ока.
- Грађена је од **густог везива** - влакна су неједнаке дебљине и неправилне оријентације (непровидна).
- Састоји се од три слоја:
- **Еписклера** (Тенонов простор)
 - Пукотина испуњена **растреситим везивним ткивом**.
 - Раздваја фиброзни слој склере од Тенонове чауре.
- **Склера у ужем смислу**
 - Састављена од колагених влакана неправилног распореда (непровидна) са мало фибробласта и **међућелијске супстанце** и **ретких фибробласта**.
- **Пигментни слој** склере
 - **Најдубљи слој** беоњаче има мрку боју - **црна опна беоњаче** (*lamina fusca scleare*).
 - Садржи **растресито везивно ткиво** са мноштвом пигментних ћелија (**меланоцита**).

Tunica vasculosa bulbi

Средњи омотач ока (tunica vasculosa bulbi)



faculty.une.edu/com

- **Средњи (судовни)** омотач ока богат је крвним судовима различитог калибра.
- Налази се између склере и ретине.
- Дели се на три сегмента:
- **Задњи део** или судовњача (**choroidea**)
- **Средњи део** или цилијарно тело (**corpus ciliare**)
- **Предњи део** или дужица (**iris**)

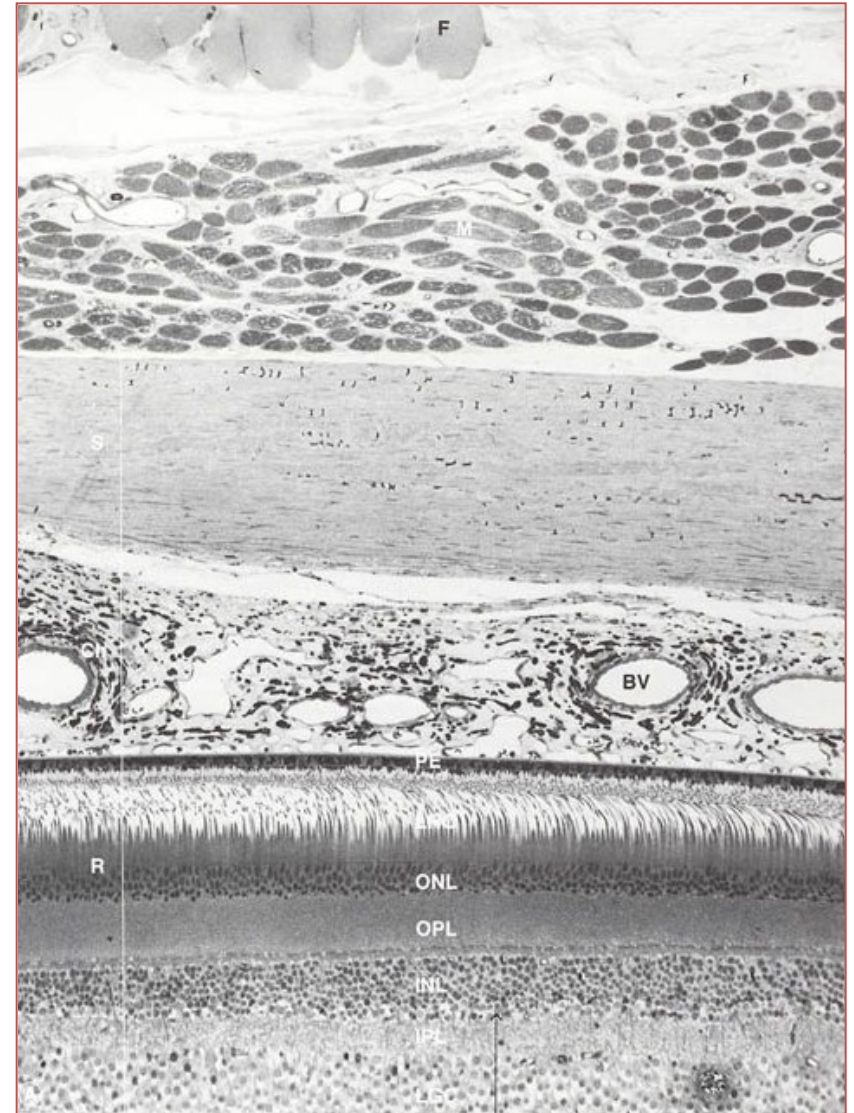
Choroidea

- Представља 2/3 судовног омотача ока.
- Пружа **од очног живца** до зупчасте линије (**ora serrata**), која је дели од цилијарног тела.
- Изграђена је од **растреситог везива** кроз које пролазе **крвни судови**.
- Изузетно добро васкуларизована.
- Дијаметар крвних судова опада од склере ка ретини.

Choroidea

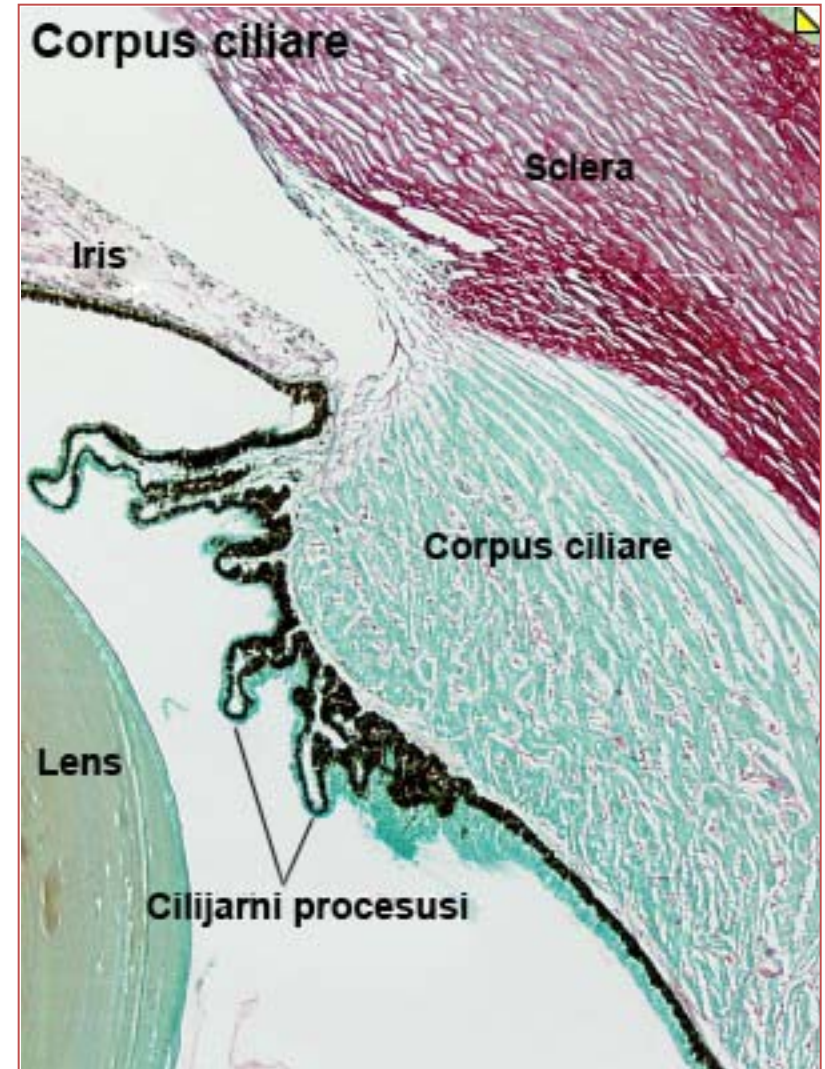
- Од склере ка ретини издвајају се следећи слојеви:
- **Lamina suprachoroidea** – **растресито везиво са меланоцитима**; велики крвни судови – aa. ciliares posteriores longae (за дужицу и цилијарно тело).
- **Lamina vasculosa** – **артерије и вене већег и средњег калибра** чији огранци продиру у хориокапиларни слој.
- **Хориокапиларни слој** – густа мрежа **фенестрованих капила** (за спољашње слојеве ретине).
- **Брухова мембрана** – раздваја хориоиду од пигментног слоја ретине.

Задњи зид очне јебучице. BV – крвни судови у хориоидеи; Ch – хориоидеа; F – масне ћелије; IPL – str. reticulare internum; LGC – str. ganglionare; LRC – str. bacillorum et conorum; M – мишић; NFL – str. filorum n. optici; ONL – str. granulosum externum; OPL – str. reticulare externum; PE – str. pigmentosum; R – ретина; S – sclera; V – corpus vitreum. Стрелица показује смер светлости кроз ретину.



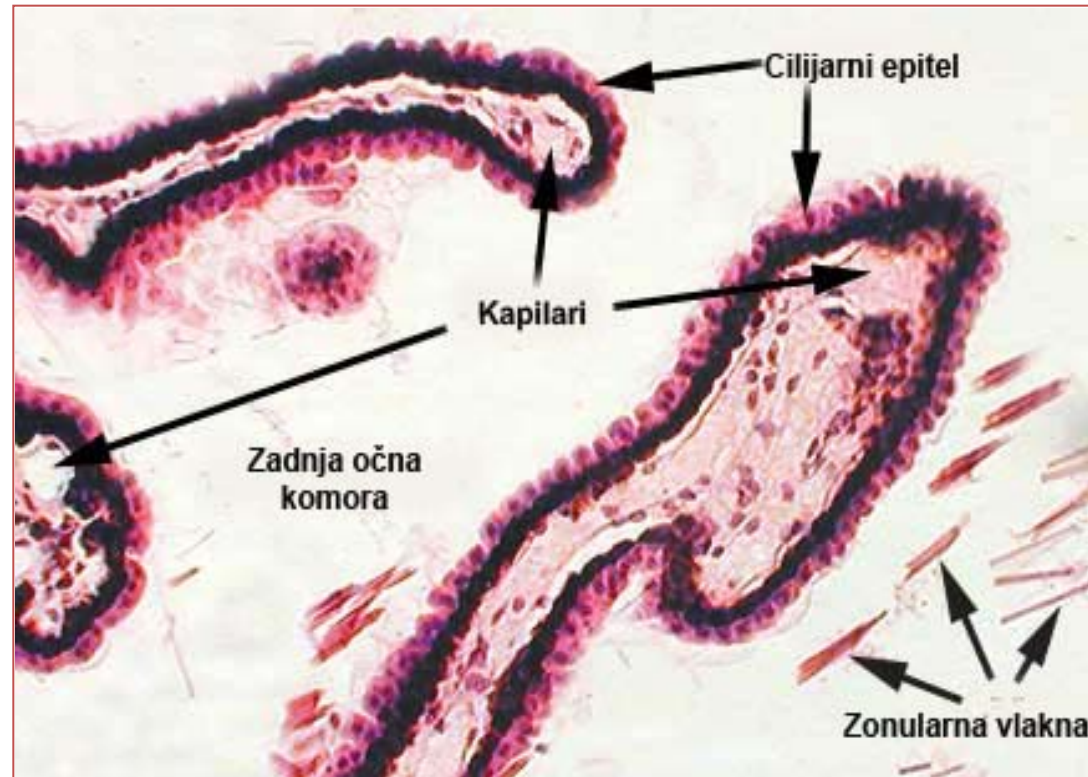
Цилијарно тело (corpus ciliare)

- Гради средњи, задебљани део судовног омотача ока.
- На уздужном пресеку ока цилијарно тело има облик троугла.
- Предњи, испупчен део цилијарног тела зове се **цилијана круна**, а задњи и ужи део зове се **цилијарни колут**.



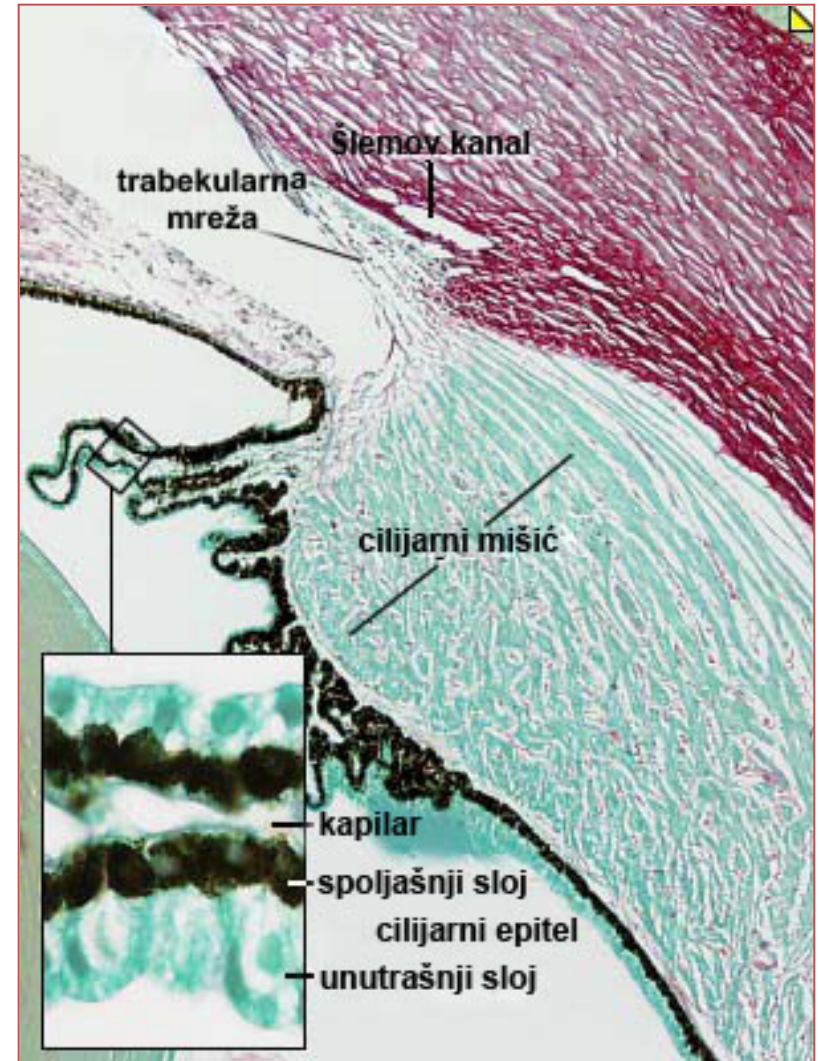
Corpus ciliare

- **Цилијарна круна** носи 70-80 **цилијарних наставка** од којих се према очном сочиву пружају **зонуларна влакна** која учествују у акомодацији ока.
- **Зонуларна влакна** полазе од **цилијарних наставка** и заривају се у **екваторијалну раван сочива**.
- То су окситаланска влакна од протеина фибрилина.



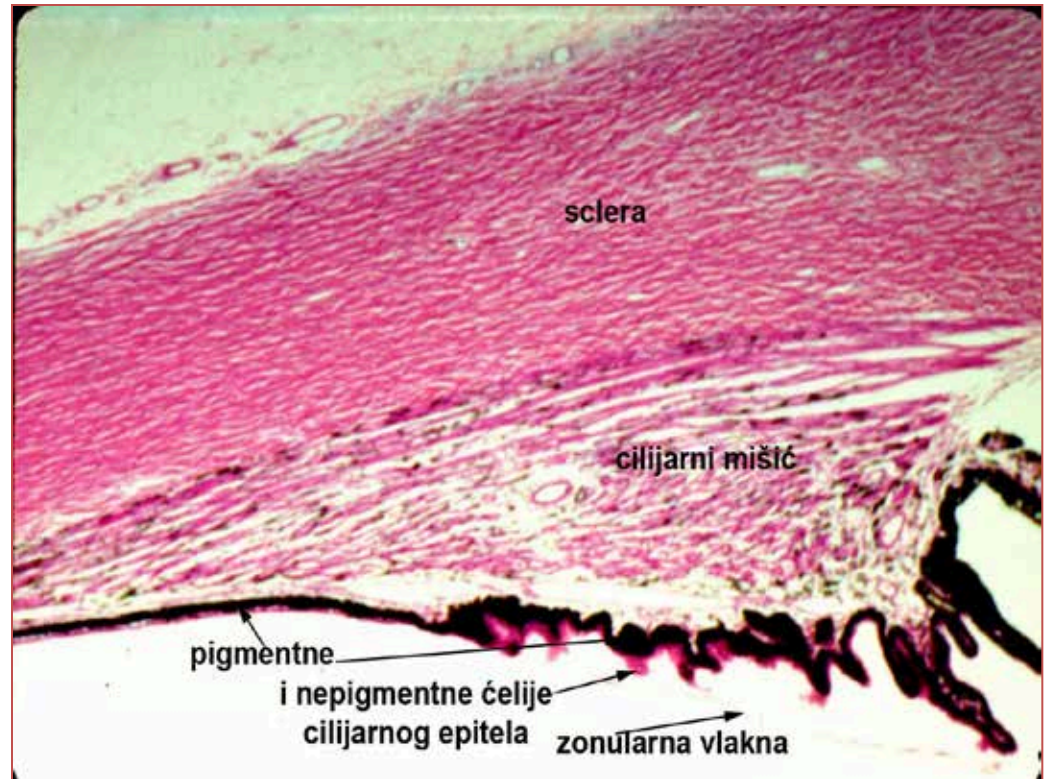
Corpus ciliare

- Цилијарно тело је са унутрашње стране обложено **епителом**.
- Испод епитела налази се **растресито везиво** и у њему **цилијарни мишић**.
- **Епител** цилијарног тела је **двослојан кубичан**.
- Према ембрионалном пореклу припада **ретини**.
- **Нема способност** пријема светлосних стимулуса.
- Ћелије два слоја се **додирују апикалним половима**.
- У међућелијским просторима епитела филтрира се **очна вода** која затим отиче у **задњу очну комору**.

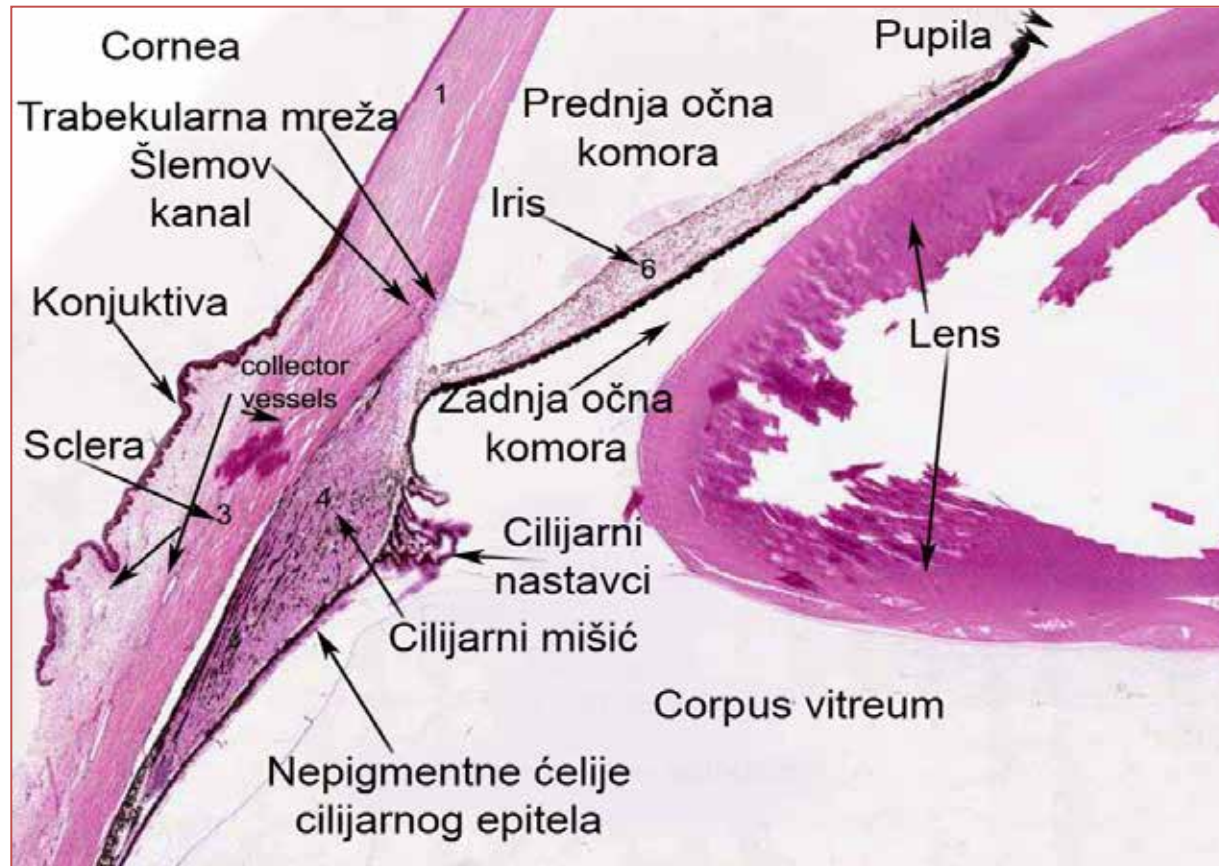


Corpus ciliare

- **Цилијарни мишић** изграђен је од **два снопа** глатких мишићних ћелија.
- **Један сноп** ћелија у односу на осу ока има **меридијанску оријентацију** – **регулише отицање очне водице из предње очне коморе** преко Шлемовог канала.
- **Други сноп** има **екваторску оријентацију** – променом тонуса **затеже или лабави зонуларна влакна** (**омогућава акомодацију ока**).

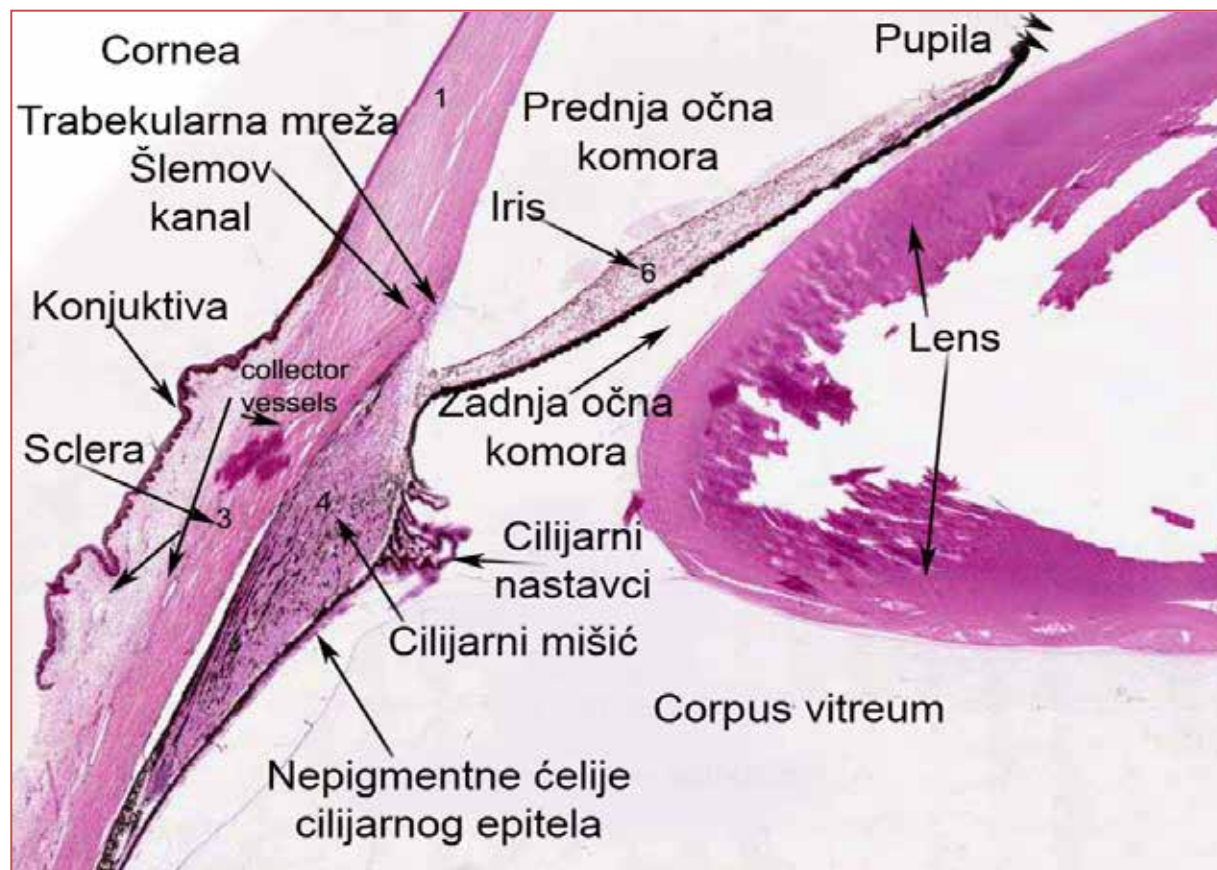


Акомодација ока



Контракцијом унутрашњег снопа цилијарног мишића **зонуларна влакна се олабаве** - сферичан облик сочива (близина). **Релаксацијом се затежу**, смањују конвексност сочива и акомодирају за даљину. Старењем опада контрактилна способност цилијарног мишића.

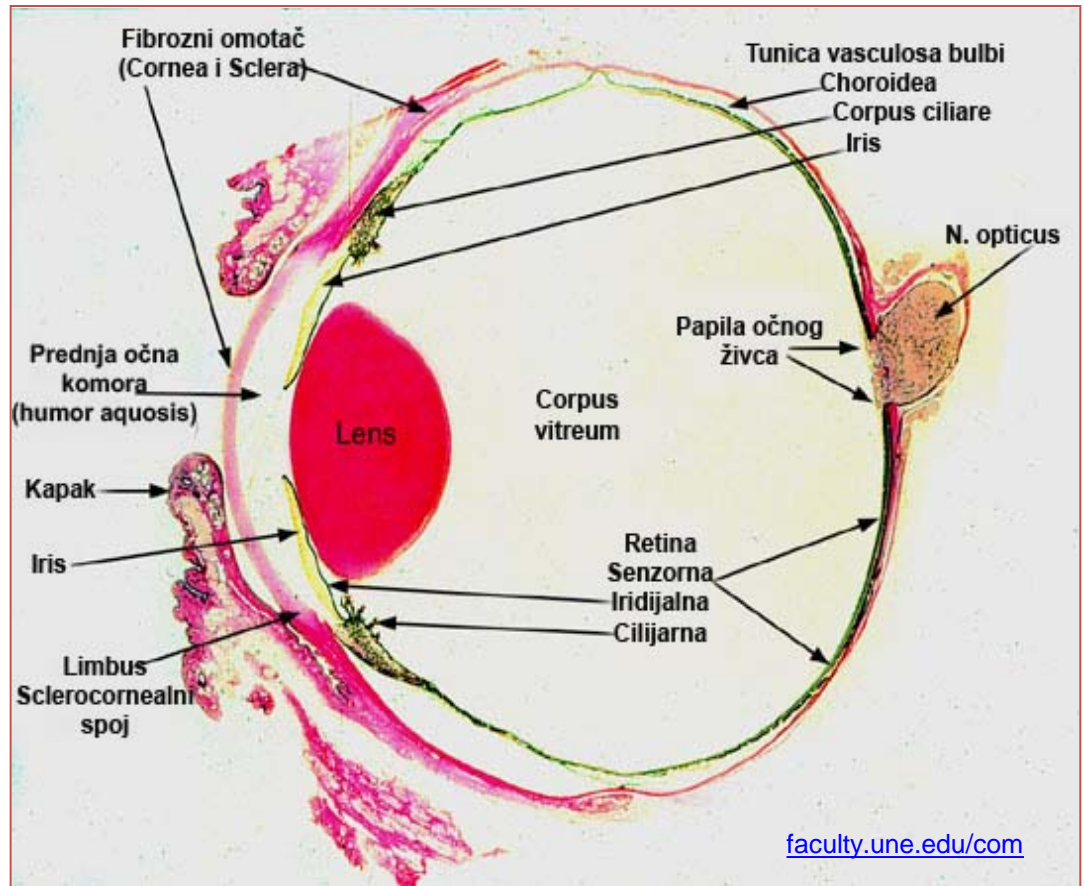
Отицање очне водице



- **Спољашњи сноп** цилијарног мишића налази се непосредно **испод склере**.
- Код **Шлемовог канала** причвршћен је **за склеру**, другим крајем **за различите регионе цилијарног тела**.
- **Контракцијом** се затеже хороида и **отвара Шлемов канал** – отицање очне водице из предње очне коморе (PSY влакна окуломоторног нерва.)

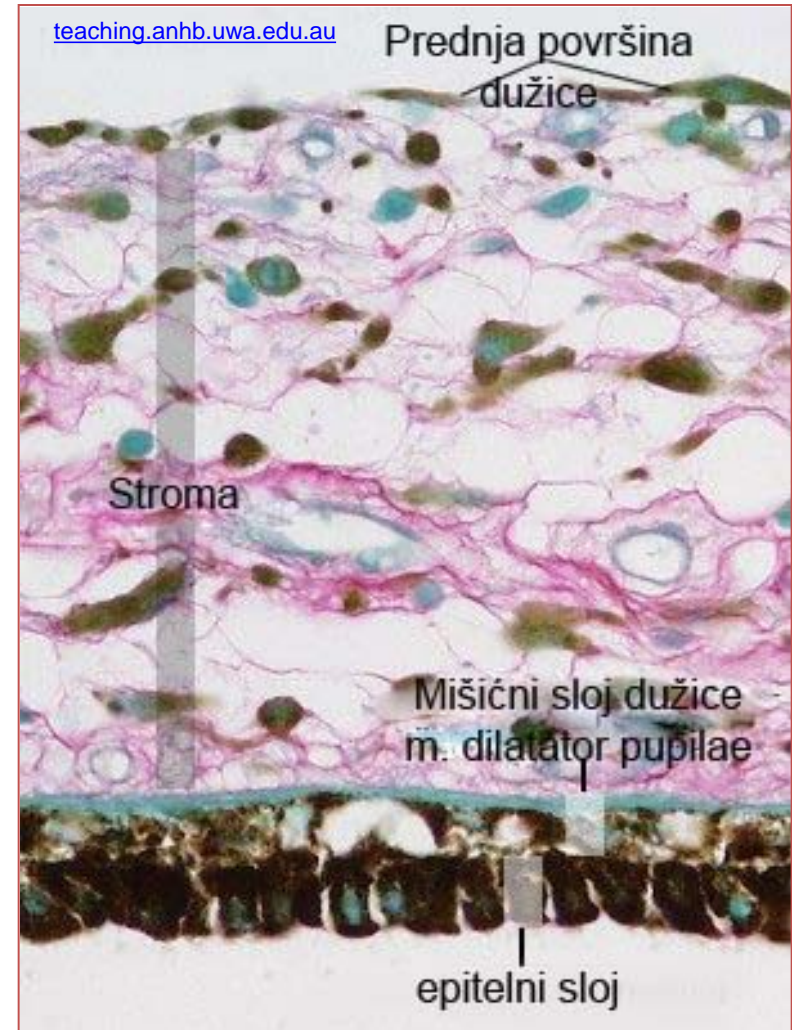
Дужица (iris)

- Гради **предњи**, слободни **део васкуларног слоја** очне јабучице.
- Има облик **округле плочице са централним отвором** који одговара **зеници**.
- **Одваја** предњу од задње очне коморе.
- **Формира** контрактилну дијафрагму испред сочива.



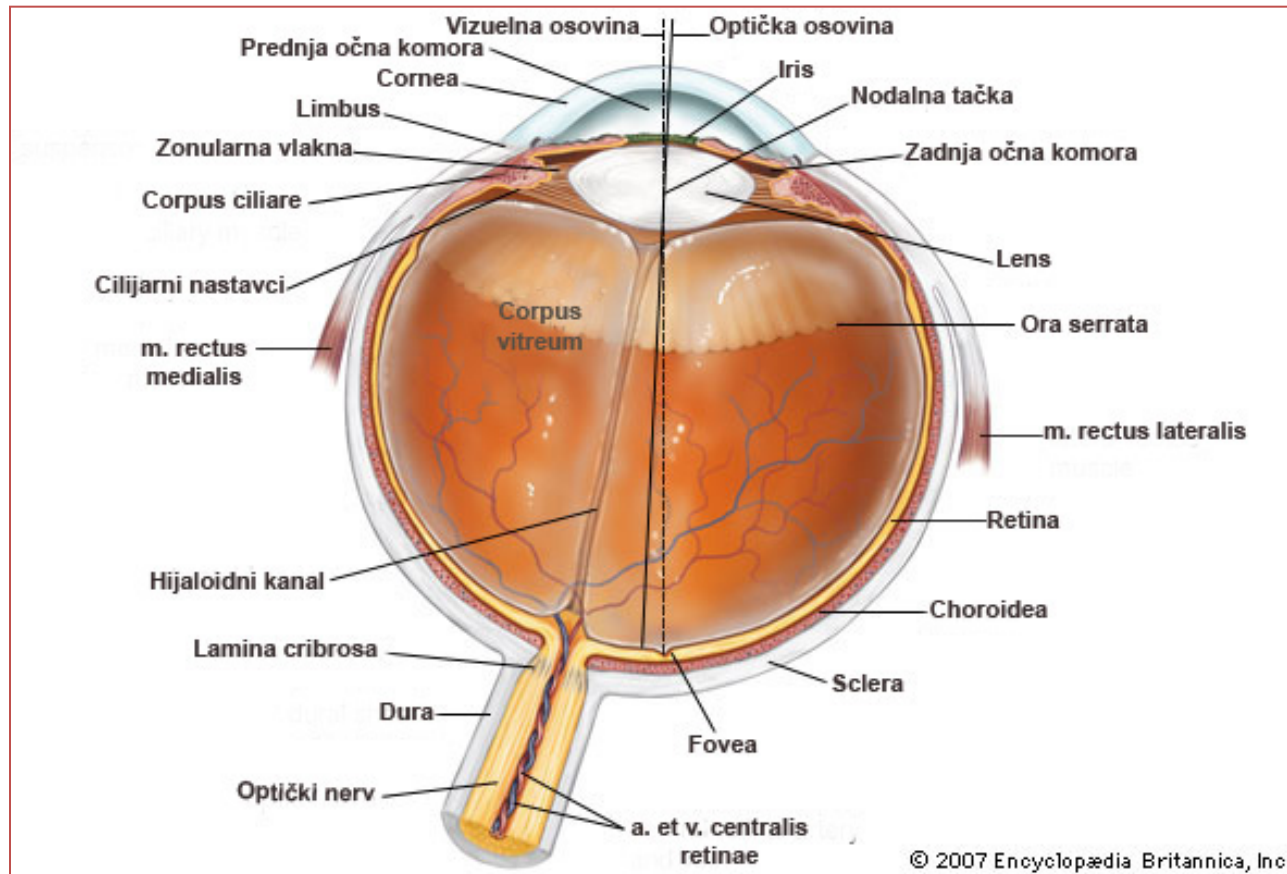
Iris

- Од предње ка задњој комори, формирају је следећи слојеви:
 - Слој фибробласта
 - Строма дужице (пигментно везивно ткиво)
 - Мишићни слој дужице (m. sphincter pupillae и m. dilatator pupillae)
 - Епителни слој
- Предња површина дужице обложена је звездастим фибробластима и меланоцитима, а задња двослојним пигментисаним епителом.



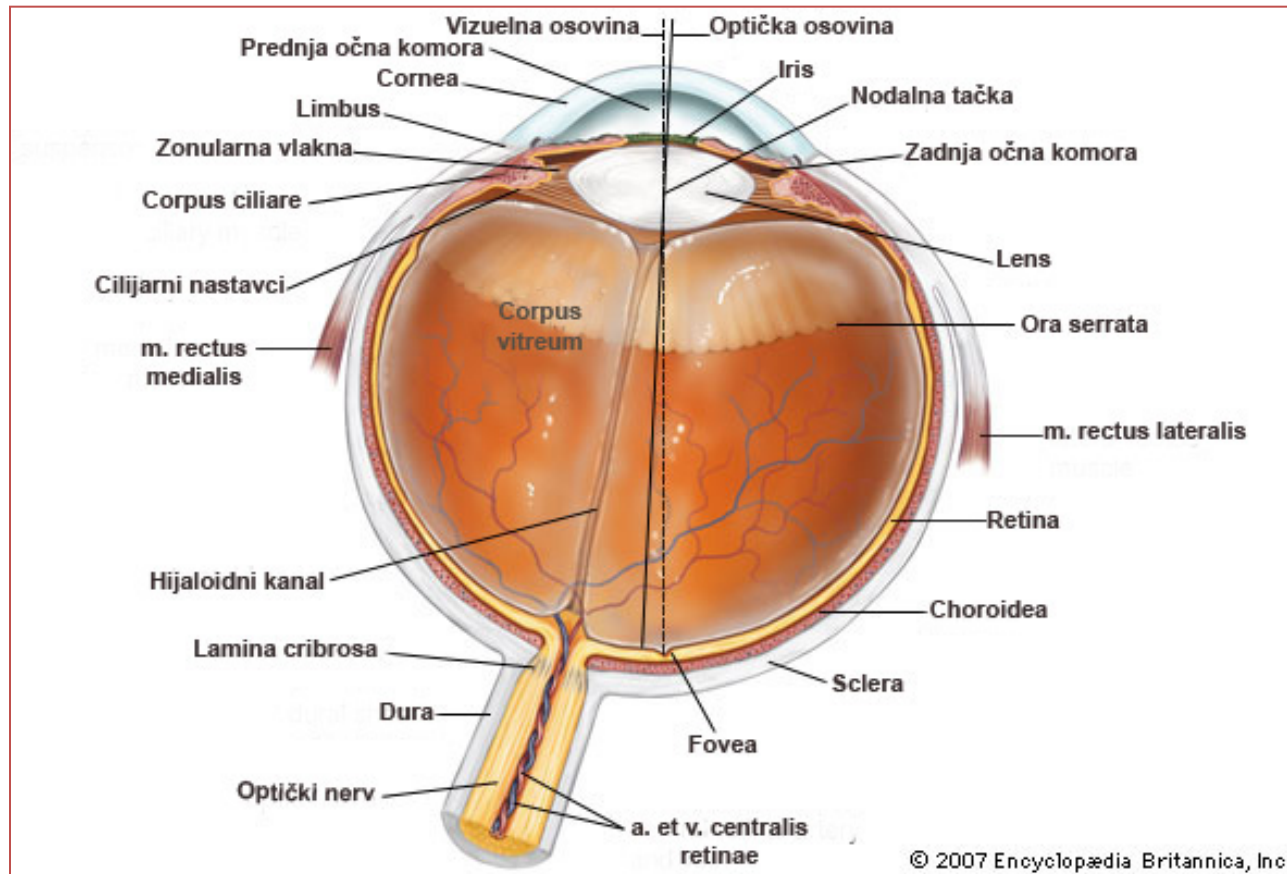
Tunica nervosa oculi

Унутрашњи омотач ока (tunica nervosa oculi s. retina)



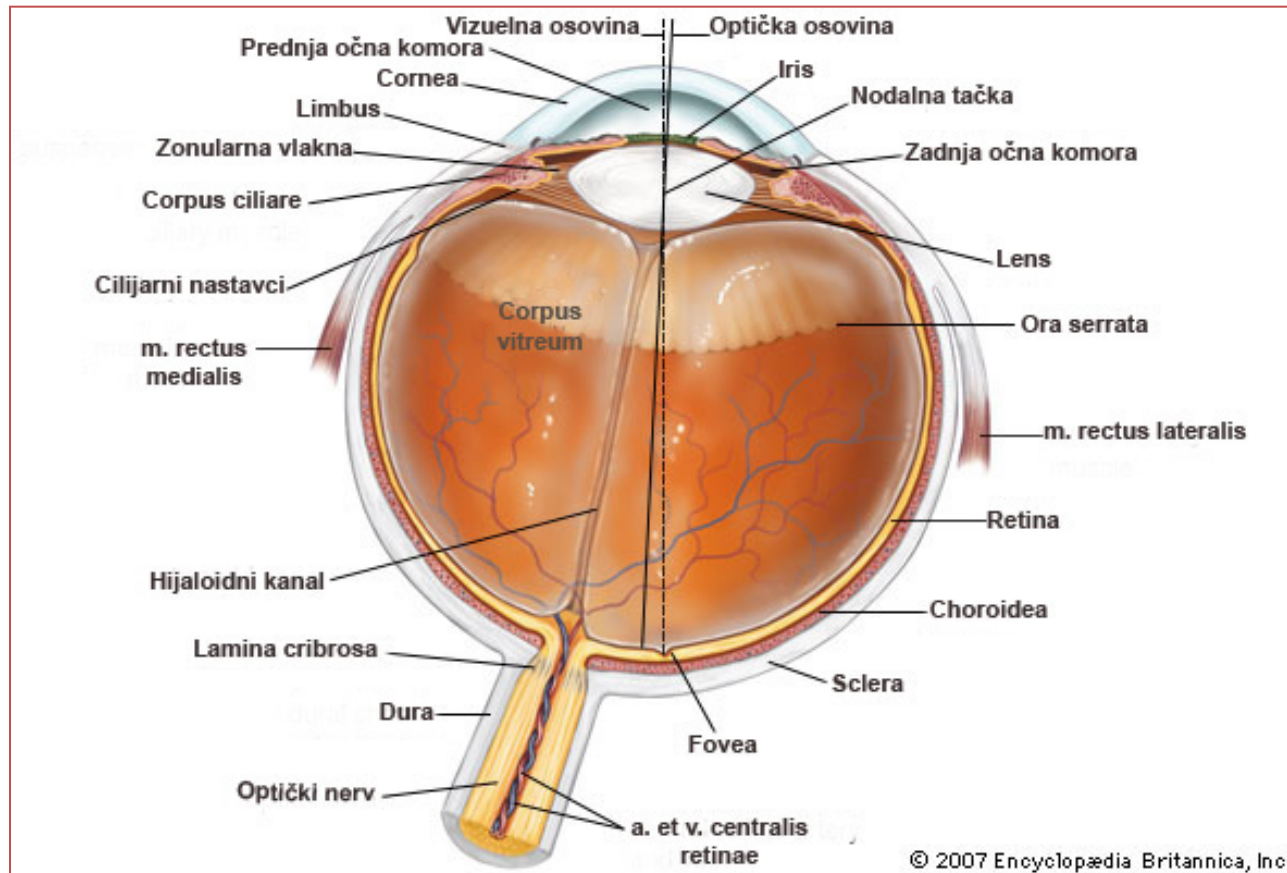
- Унутрашњи или сензорни слој очне јабучице гради **мрежњача (ретина)**.
- Својом **унутрашњом страном** ретина облаже **шупљину очне јабучице**.
- **Спољашњом страном** налаже на **iris**, **corpus ciliare** и **choroideu**.

Унутрашњи омотач ока (*tunica nervosa oculi s. retina*)



- Делови који належу на **iris** и **corpus ciliare** нису оспособљени за пријем фотосензација – **pars caeca retinae**.
- Задњи део је фотосензитиван – **pars optica retinae**
- Граница слепог и оптичког дела – **ora serrata**.

Унутрашњи омотач ока (tunica nervosa oculi s. retina)

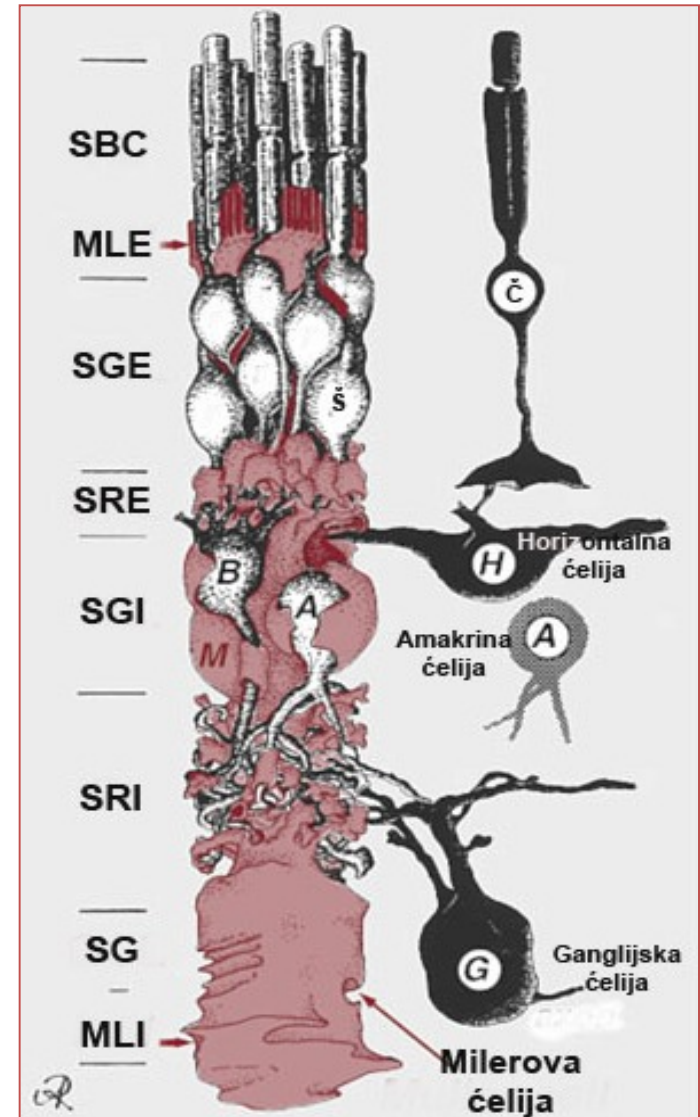


- **Оптички део мрежњаче** је фотосензитиван, а чине га **пигментни епител** и **вишеслојни неуроепител**. У неуроепителу се разликује **неколико типова неурона** и две врсте потпорних ћелија – **астроцити** и **Милерове ћелије**.
- **Слепи део мрежњаче** није осетљив на светлост и **садржи искључиво пигментни епител**.

Pars optica retinae

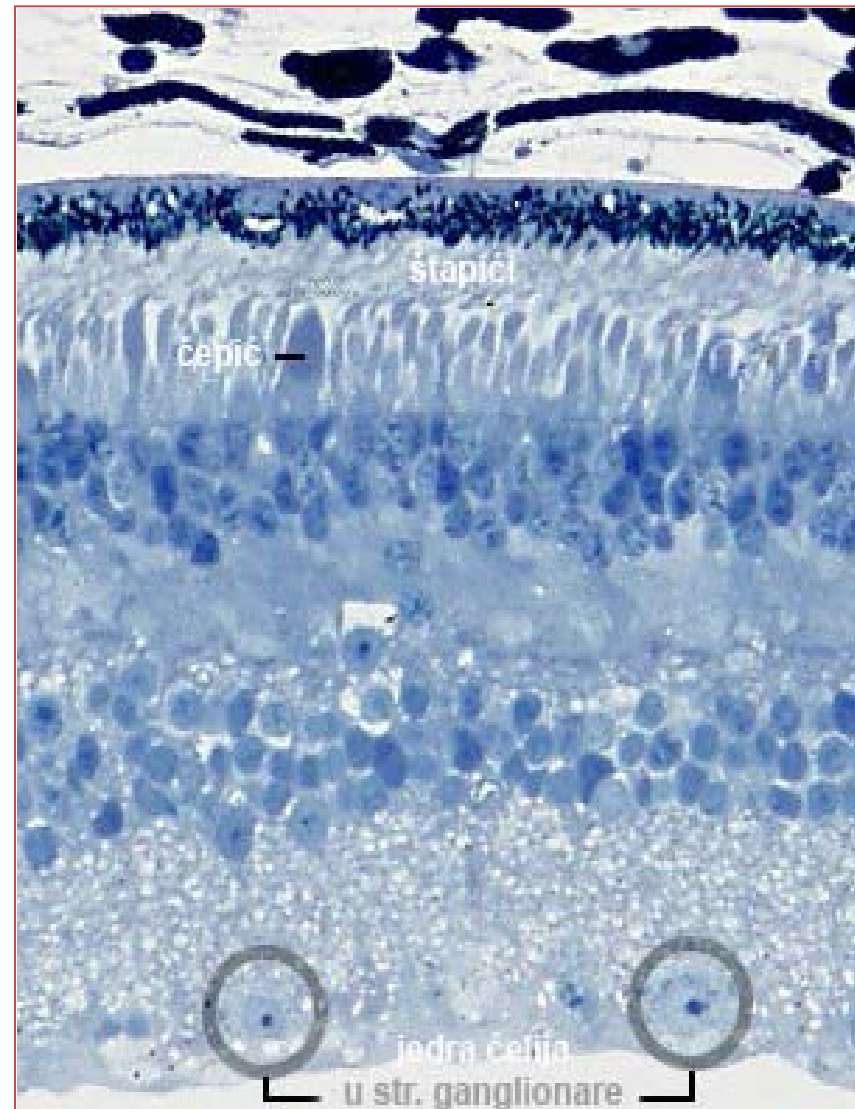
webvision.med.utah.edu

- **Pars optica retinae** дели се на **пигментну** и **сензорну** ретину.
- **Пигментна ретина** настаје од спољашњег листа очног пехара.
- Садржи **један слој** кубичних, пигментних ћелија.
- **Сензорна ретина** настаје од унутрашњег листа очног пехара.
- Садржи неуроне у **три слоја**:
- **спољашњи** (**чепићи** и **штапићи**)
 - у **str. granulosum externum**
- **средњи** (**биполарне**, **хоризонталне** и **амакрине ћелије**)
 - у **str. granulosum internum**
- **унутрашњи** (**ганглијске ћелије**)
 - у **str. ganglionare**



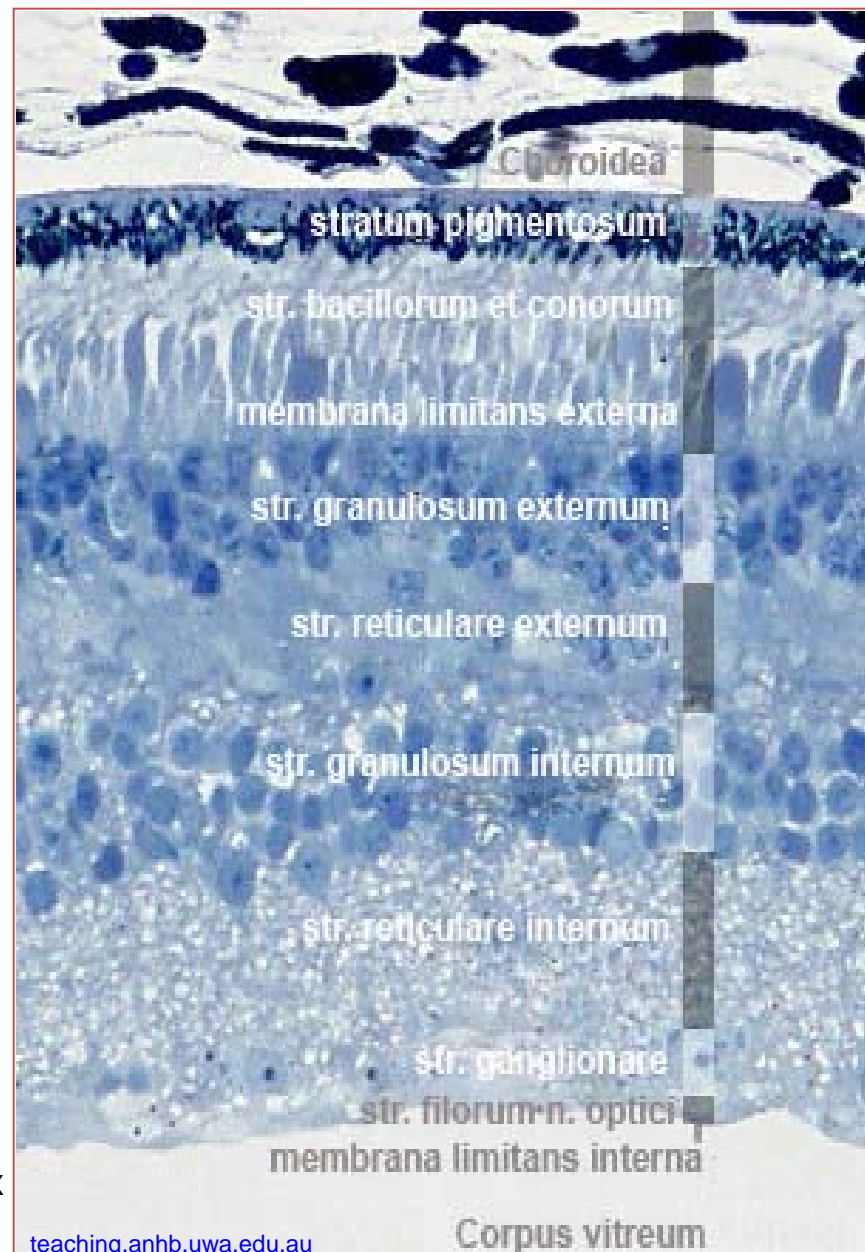
Pars optica retinae

- У ретини постоје следећи типови неурона:
- **Фоторецептори**
 - **чепићи и штапићи**
(први неурон оптичког пута)
- **Кондукторни неурони**
 - **биполарни неурони** који повезују фоторецепторе са ганглијским ћелијама (други неурон оптичког пута)
 - **ганглијске ћелије**
(трећи неурон оптичког пута)
- **Асоцијативни неурони**
 - **хоризонталне ћелије** које повезују фоторецепторне ћелије
 - **амакрине ћелије** које повезују ганглијске ћелије
- Неурони су распоређени **у три слоја** (**stratum granulosum externum, internum, str. ganglionare**).
- Граде **синапсе** са неуронима суседних слојева формирајући **stratum granulosum externum** и **internum**.

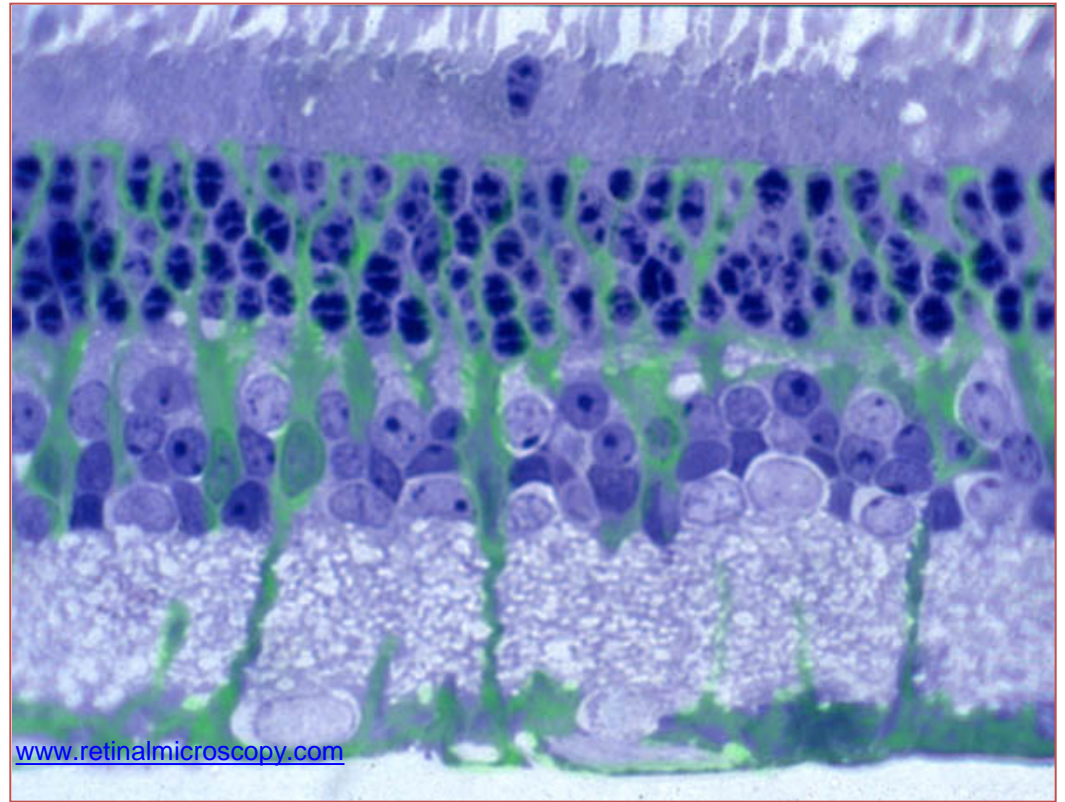
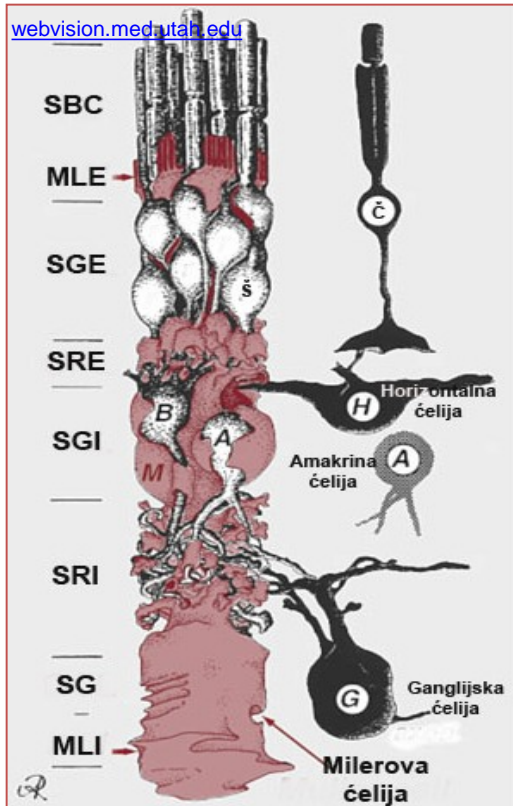


Ретина

- **Stratum pigmenti retinae** - један слој коцкастих ћелија испуњених меланинским гранулама који належе на Брухову мембрану.
- **Stratum bacillorum et conorum** - садржи спољашњи и унутрашњи сегмент неуроепителних ћелија штапића и чепаћа.
- **Membrana limitans externa** - формирају је зонуле адхеренс између апикалних делова Милерових ћелија и база унутрашњих сегмената чепаћа и штапића.
- **Stratum granulosum externum** - садржи тела првог неурона оптичког пута одн. фоторецепторних ћелија чепаћа и штапића.
- **Stratum reticulare externum** - садржи синапсе аксона чепаћа и штапића (првог неурона оптичког пута) са дендритима биполарних ћелија (другог неурона оптичког пута).
- **Stratum granulosum internum** - садржи тела другог неурона оптичког пута – биполарних ћелија, као и тела хоризонталних, амакриних и Милерових ћелија.
- **Stratum reticulare internum** - садржи синапсе биполарних и амакриних ћелија са дендритима ганглијских ћелија (трећи неурон оптичког пута).
- **Stratum ganglionare** - садржи тела ганглијских ћелија (трећи неурон оптичког пута).
- **Stratum filorum n. optici** – садржи аксоне ганглијских ћелија.
- **Membrana limitans interna** – базална ламина Милерових ћелија.



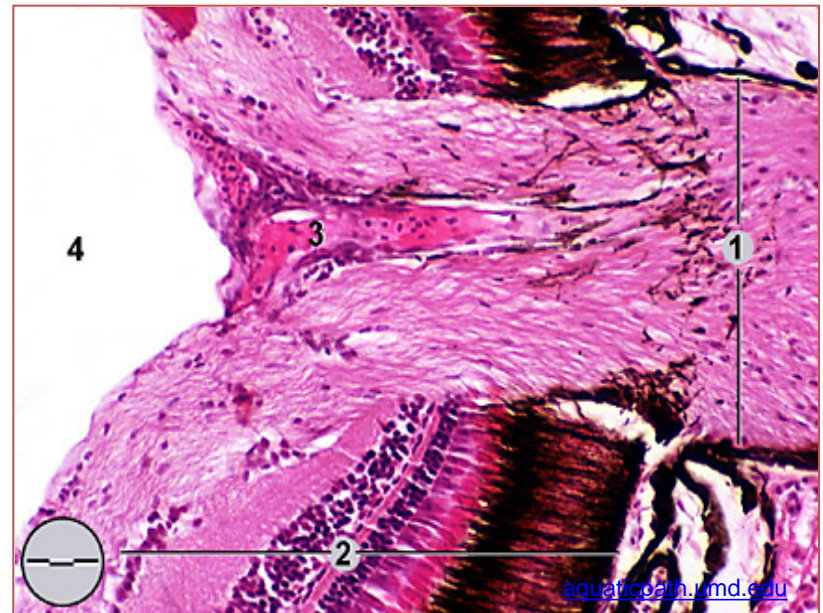
Милерове ћелије



- **Милерове ћелије** су дугачке разгранате ћелије које се пружају од унутрашње до спољашње граничне мембране.
- Једро је еухроматично, централно постављено, добро развијен глЕР, слабије грЕР.
- **Аналогне неуроглији**, исхрањују, изолиују и пружају потпору неуронима ретине.

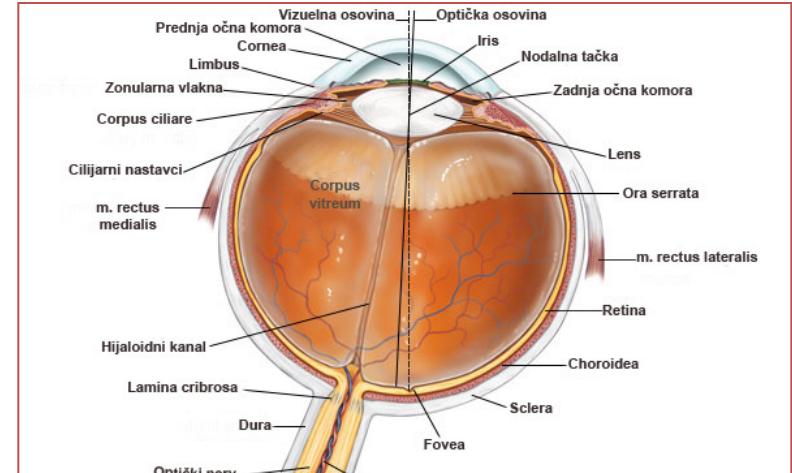
Папила очног живца (слепа мрља ретине)

- У оптичком делу ретине налазе се два специјализована поља – **слепа** и **жута мрља ретине**.
- **Слепа мрља ретине** је округло поље пречника око 1,5 мм.
- У **слепој мрљи** аксони ганглијских ћелија **напуштају ретину** формирајући очни живац.
- Овај део мрежњаче **не садржи неуроне** и **није осетљив на светлост**.

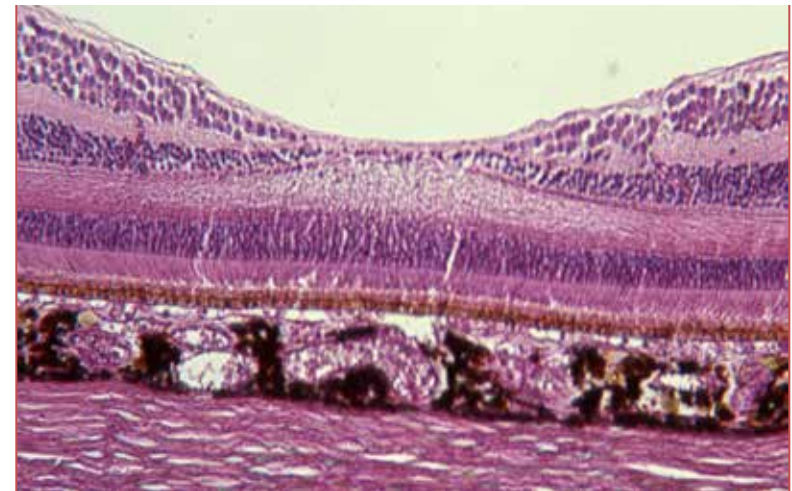


Macula lutea retinae (жута мрља мрежњаче)

- Споља и испод слепе мрље налази се жућкасто поље исте величине названо **macula lutea**.
- **Маргине** жуте мрље су **задебљале**.
- У нервним ћелијама депонован је жути пигмент **ксантофил**.
- Центар жуте мрље је удубљен попут левка – **fovea centralis** (централна јамица) – **визуелна осовина ока**.
- Од неурона садржи **једино чепиће**.
- Сви слојеви фоторецептора померени су у страну – **светлост директно погађа фотосензитивне ћелије**.
- Представља тачку са **највећом оштрином вида**.
- Нема крвних судова – исхрана из хориокапиларног слоја хороидее.

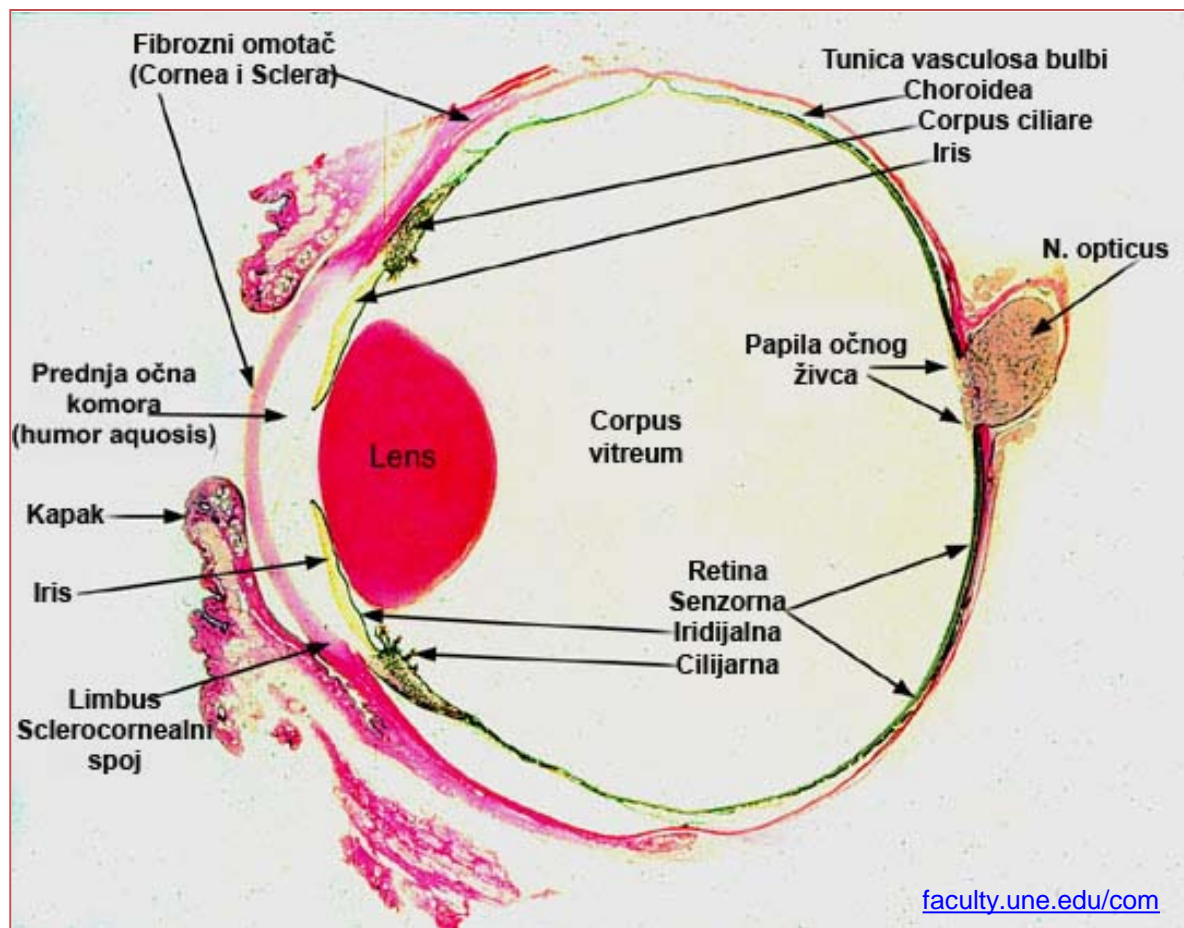


Оптичка осовина – замишљена линија која пролази кроз центре предње и задње површине сочива. Визуелна осовина – имагинарна линија која пролази кроз средиште видног поља до фовее централис.



Садржај очне јабучице

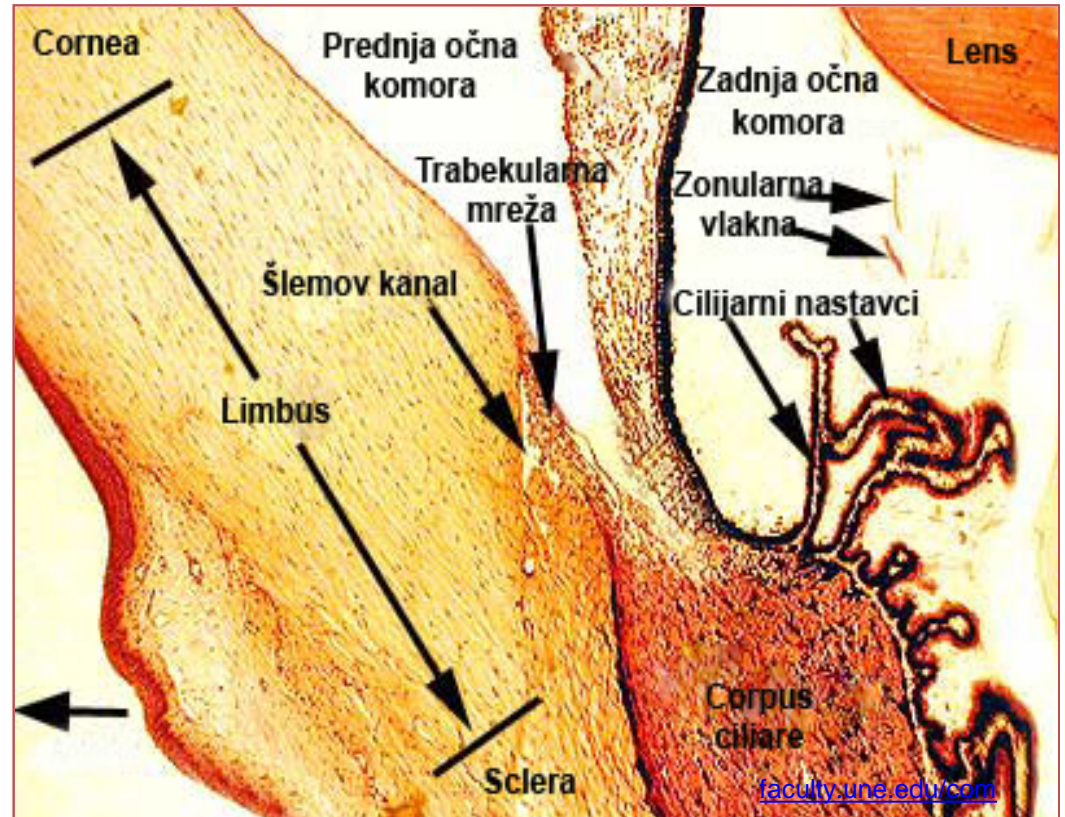
Садржај очне јабучице



- **Садржај** очне јабучице чине:
- **очна водица** (**humor aquosus**)
- **очно сочиво** (**lens**)
- **стакласто тело** (**corpus vitreum**)

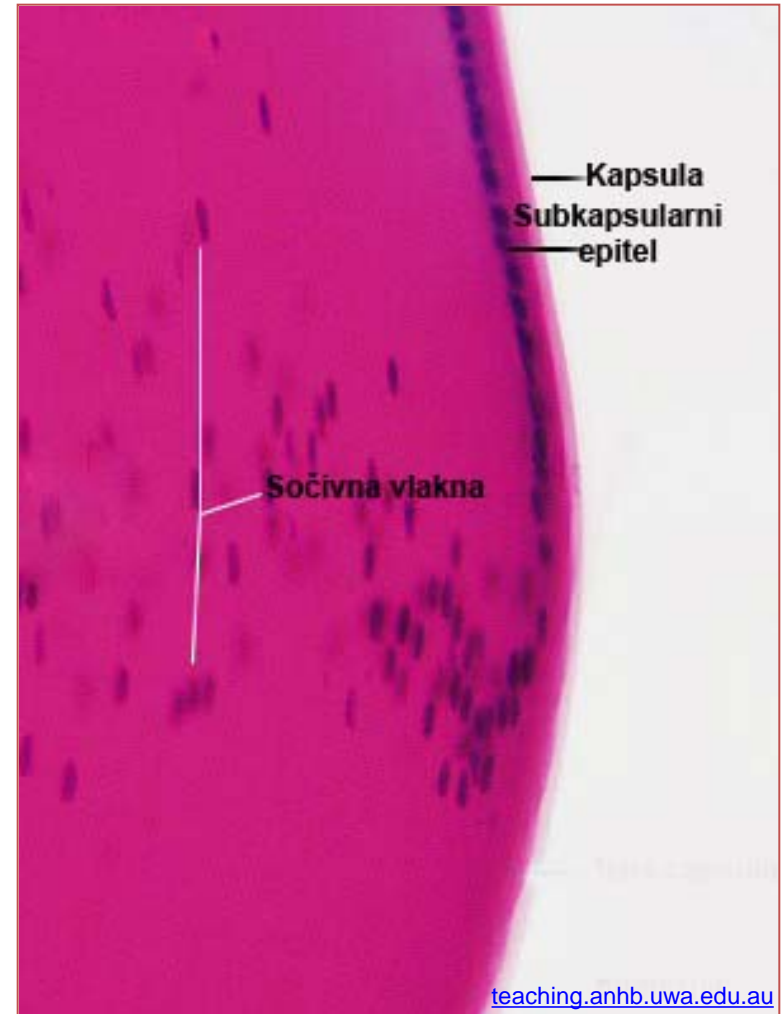
Очна водица (humor aquosus)

- **Бистра течност** која испуњава **предњу** и **задњу очну комору**.
- Секретује се преко **цилијарног епитела** у **задњу** очну комору.
- Одводи се из **предње очне коморе** у крвоток преко **Шлемовог канала**.
- Преко очне водице **исхрањују** се **рожњача** и **сочиво**.



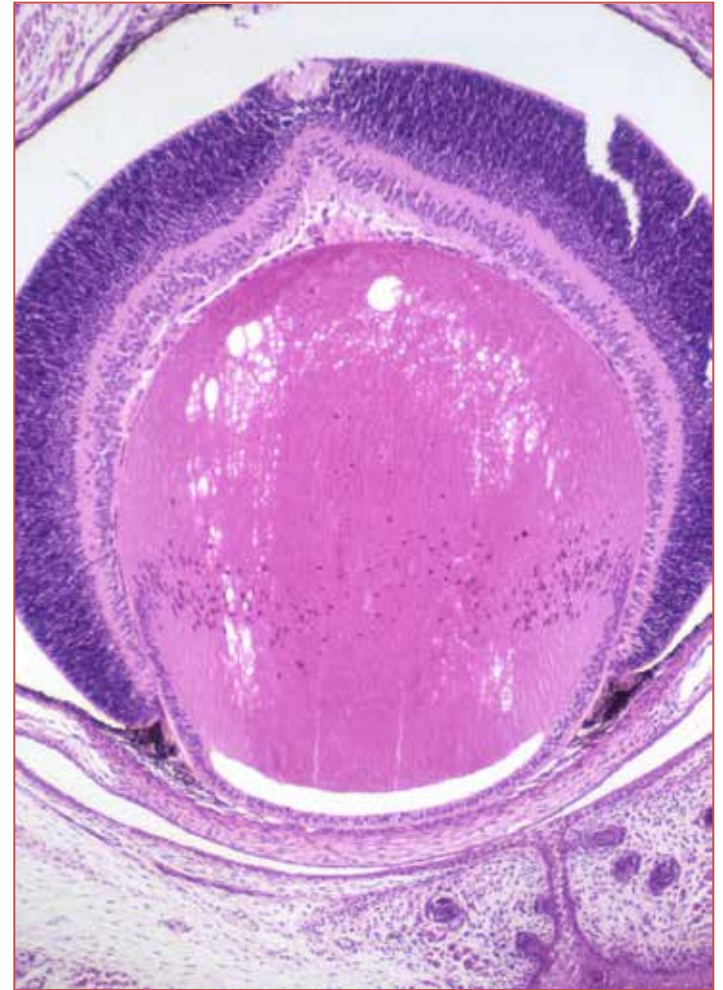
Сочиво (lens)

- Провидна, двоструко испупчена структура сачињена од **капсуле**, **субкапсуларног епитела** и **сочивних влакана**.
- **Капсула** комплетно обавија сочиво.
- Необично дебела **епителна базална ламина**.
- **Најдебља у подручју екватора** (заривају се зонуларна влакна).
- **Субкапсуларни епител** чини **један слој кубичних ћелија** (облажу само предњу површину сочива).
- **У близини екватора** ћелије се издужују и **трансформишу у сочивна влакна**.



Стакласто тело (corpus vitreum)

- Прозрачна **желатинозна сустанца**.
- Испуњава део очне јабучице **ограничен сочивом и мрежњачом**.
- Највећи део стакластог тела чини **вода** у којој је растворена **хијалуронска киселина**.
- Мањи део садржаја на периферији стакластог тела чине **хијалоцити** - ћелије сличне фибробластима које синтетишу колагена влакна.
- Стакласто тело **одржава облик очне јабучице** и притиска сензорну ретину уз пигментни епител **спречавајући одлубљивање ретине**.

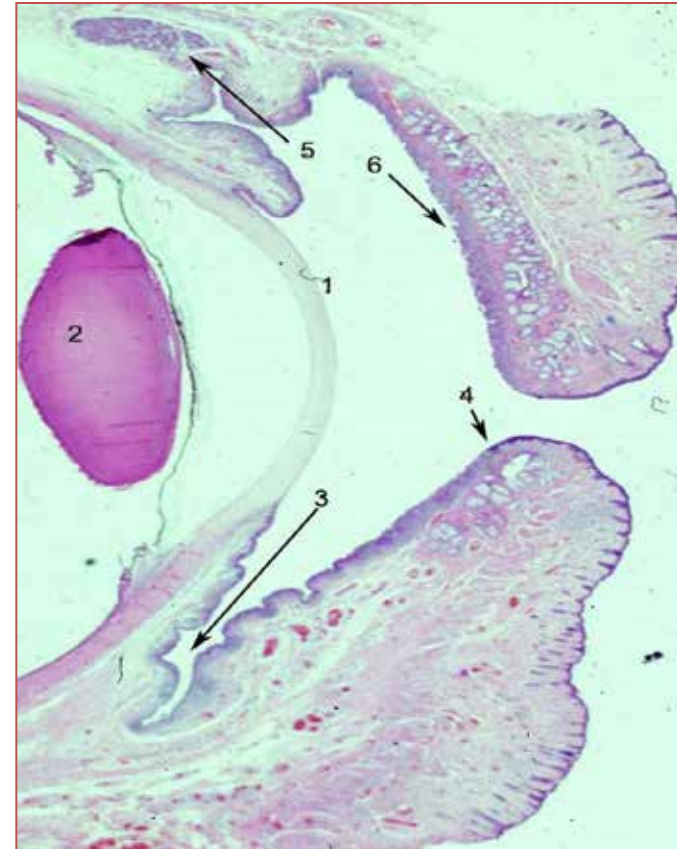


Organa oculi accessoria

Помоћни органи ока

www.missionforvisionusa.org

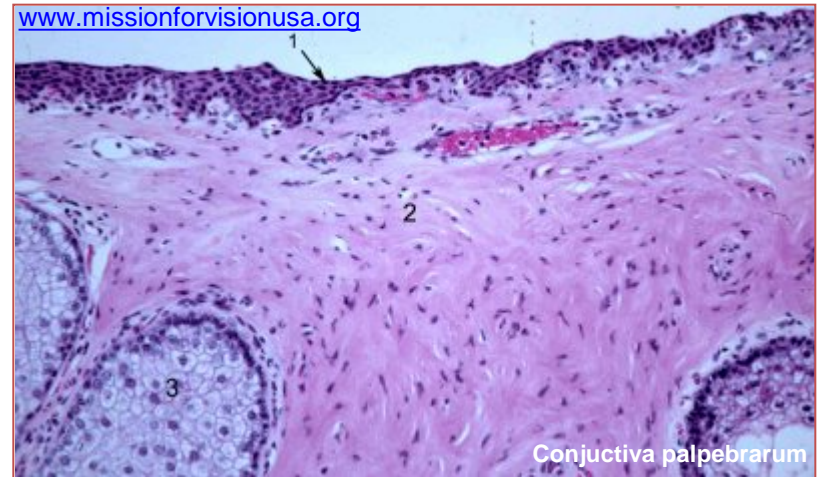
- Очни капци (**palpebrae**)
- Вежњача (**conjunctiva**)
- Сузни апарат (**apparatus lacrimalis**)



1. корнеа; 2. сочиво; 3. форникс; 4. ивична коњунктива; 5. сузна жлезда; 6. коњунктива тарзуса.

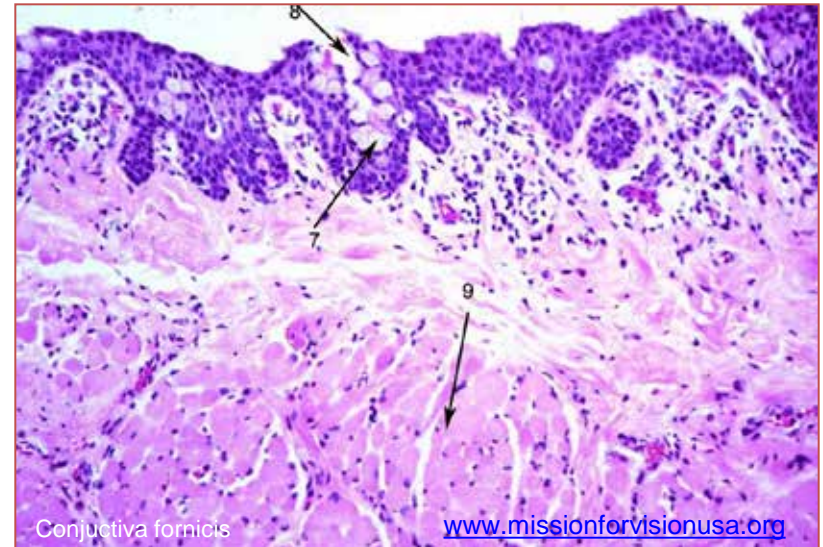
Вежњача (conjunctiva)

- **Conjunctiva** је танка, провидна опна која облаже:
- Задњу стану очних капака (**conjunctiva palpebrarum**)
- Очну јабучицу (**conjunctiva bulbi**)
– покрива откривени део склере све до ивице корнее.
- При прелазу са капака на беоњачу, коњуктива гради по један набор - **горњи и доњи СВОД КОЊУКТИВЕ**.



Conjunctiva

- Слободна површина коњуктиве покривена је **вишеслојним цилиндричним епителом** са **пехарастим ћелијама** на површини.
- **Слузави секрет** пехарастих ћелија формира **заштитни слој** који облаже слободну површину очне јабучице.
- Испод епитела налази се богато васкуларизовано **растресито везивно** ткиво са лимфним фоликулима, нарочито бројним у подручју сводова коњуктиве.



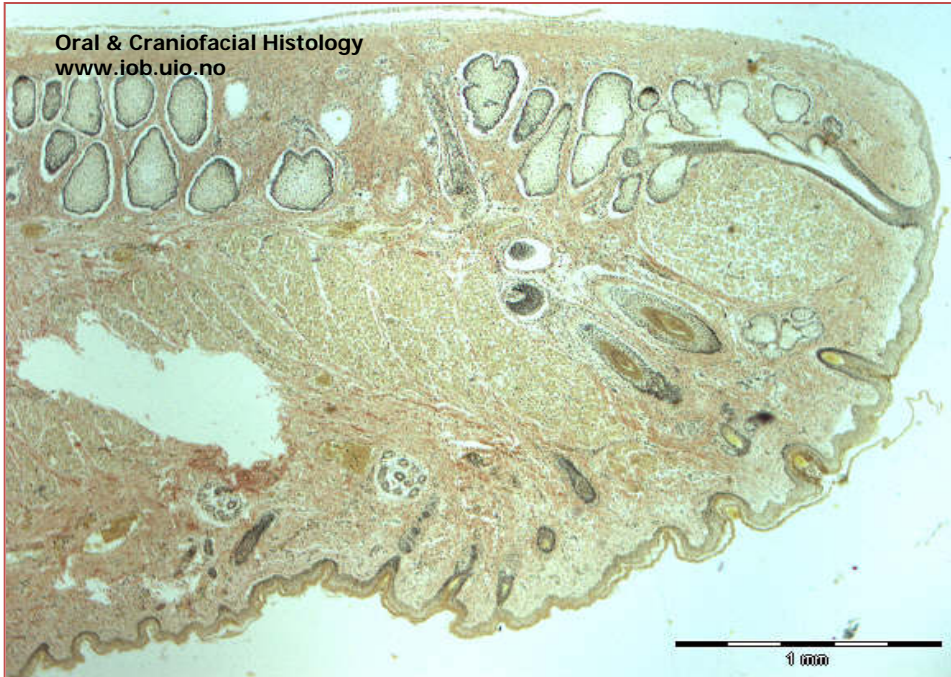
Очни капци (palpebrae)

- **Кожно-мишићни набори** који прекривају очну јабучицу са предње стране.
- Идући од споља унутра, код очних капака описују се:
 - **Кожа** (танка и еластична)
 - **M. orbicularis oculi** (затварач очних капака)
 - **Тарсус** са капачним мишићима, модификованим **лојним** и **апокриним знојним** жлездама
 - **Палпобрална коњуктива**

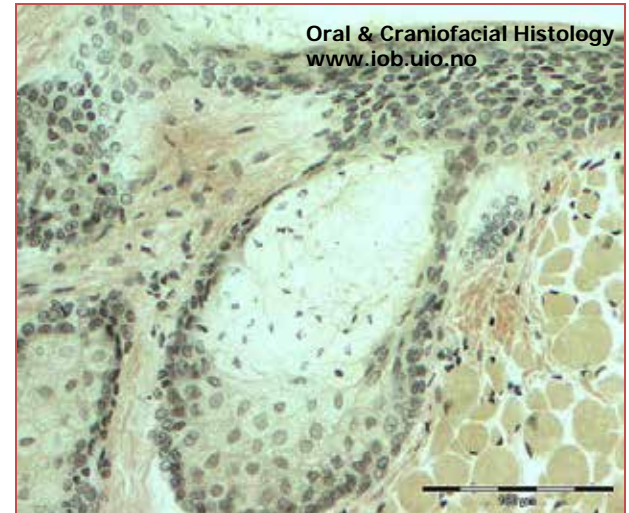


- n **Тарзус** – фиброзна плочица са 12-30 Мајбомових (**Meibom**) модификованих лојних жлезда (секрет спречава испаравање суза).
- n **Тарзусни мишићи** – глатки мишићи инервисани **SY**, тонусом одржавају отвореним капачни отвор.

Очни капци (palpebrae)

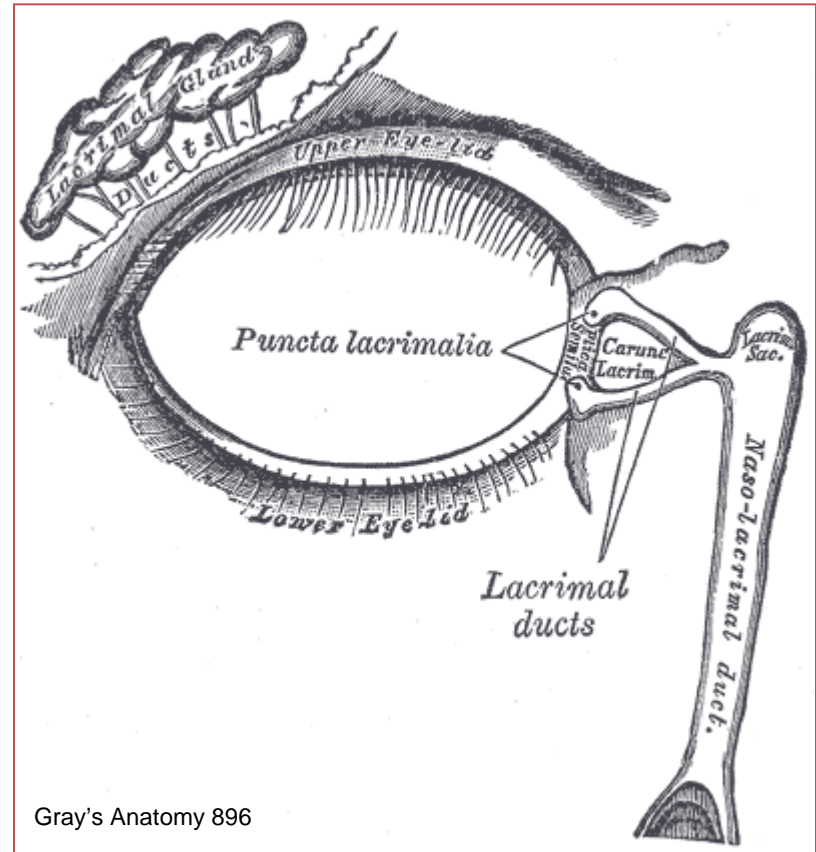


- Тrepавице не поседују еректорни мишић.
- У њихове фоликуле отварају се Цајсове (**Zeiss**) модификоване лојне жлезде и Молове (**Moll**) модификоване апокрине знојне жлезде.
- Секрет има сличан састав и улогу као код Мајбомових жлезда.



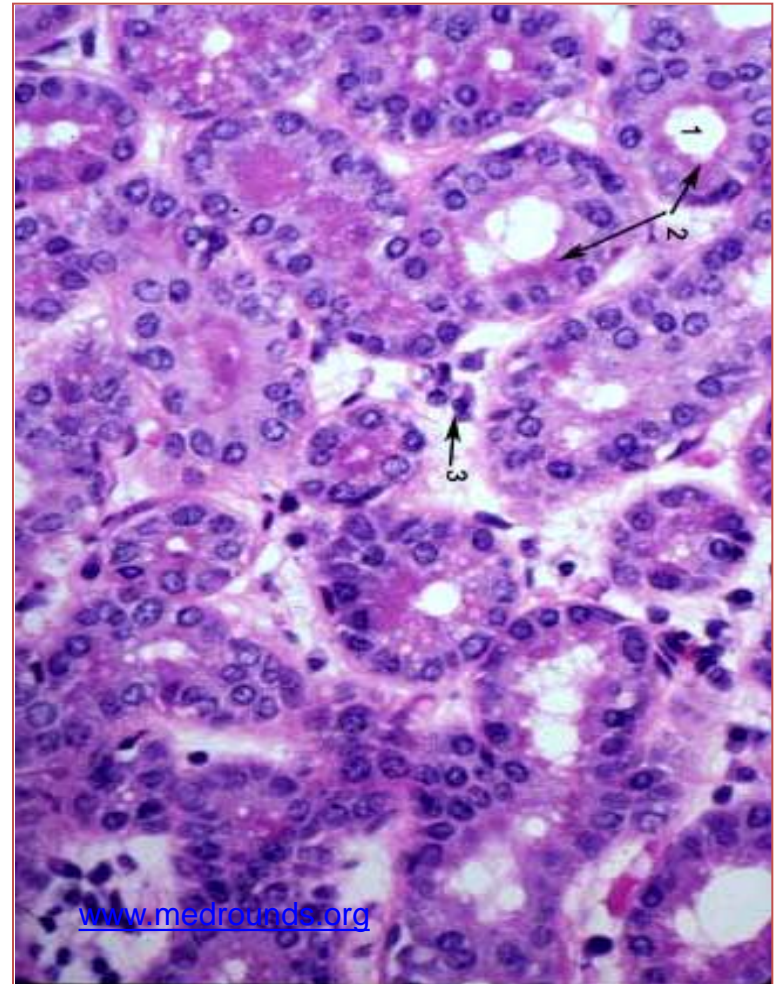
Сузни апарат (apparatus lacrimalis)

- n Apparatus lacrimalis обухвата:
- n сузну жлезду
- n сузне каналиће
- n сузну кесицу
- n носни сузни канал



Сузна жлезда (gl. lacrimalis)

- n Сузна жлезда сличне хистолошке грађе као **серозна** пљувачна жлезда.
- n Има ниже ћелије – **лакримоците** и шири лумен ацинуса.
- n Из тубулоацинуса се сузе одводе преко **интралобуларних** канала, одакле преко **интерлобуларних** канала доспевају до **главних екскретних дуктуса**.
- n Сузна жлезда има 6-12 главних одводних канала који се отварају у горњи свод вежњаче.

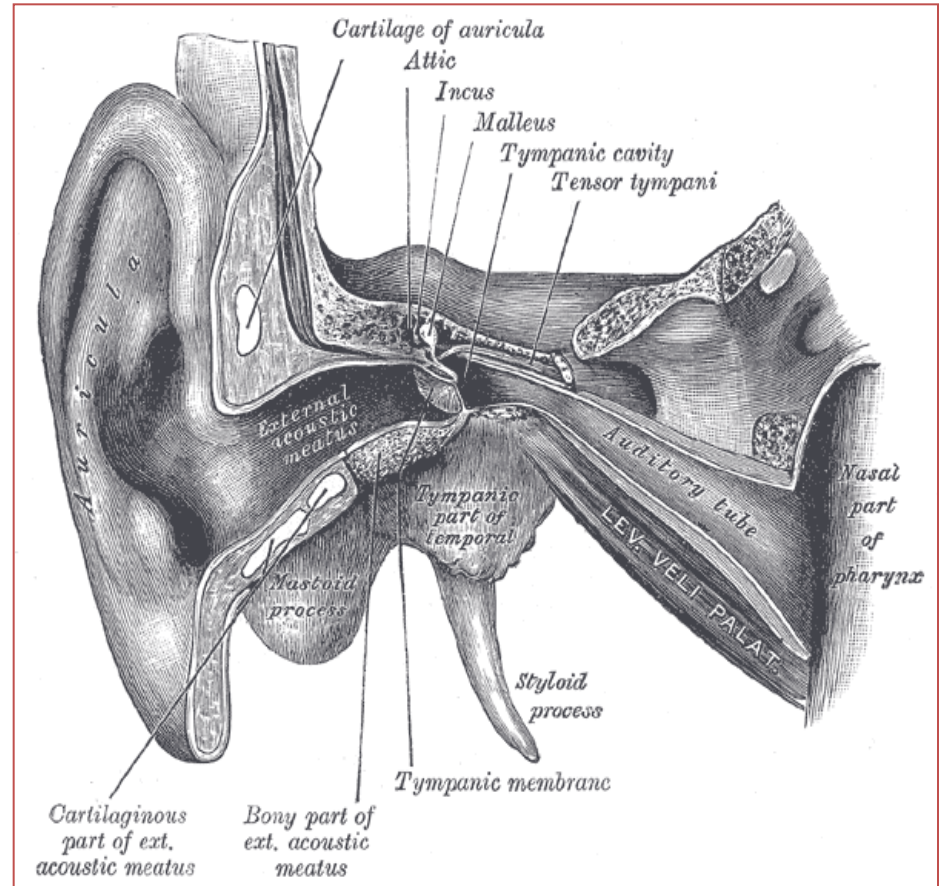


1 – лумен ацинуса; 2 – ацинуси;
3 – плазмоцити у интерстицијуму

ЧУЛО СЛУХА И РАВНОТЕЖЕ

Чуло слуха и равнотеже

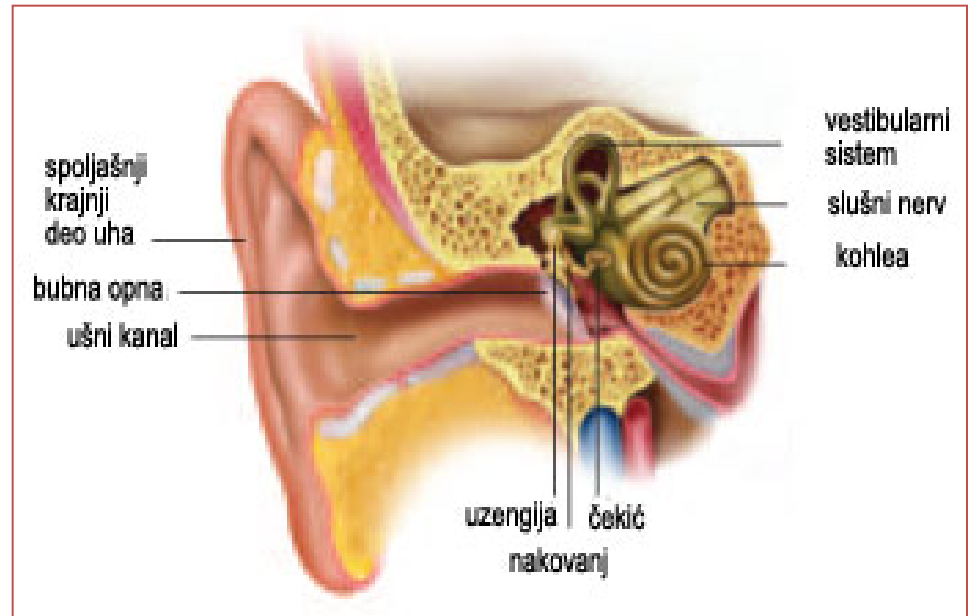
- Пријем **статичких** и **акустичких** сензација остварује се посредством **вестибулокохлеарног апарата**.
- Овај апарат смештен је у унутрашњости ува.
- Уво је комплексан сензорни систем саставијен из три повезане целине: **спољашњег, средњег** и **унутрашњег ува**.
- **Спољашњи и средњи део ува** укључени су једино у **пренос звучних сигнала**.
- **Унутрашње уво** има двојаку функцију - служи за **пријем звучних таласа** и за **одржавање равнотеже**.



Спољашње уво

Спољашње уво

- Спољашње уво чине **ушна шкољка** (**auricula**) и **спољашњи ушни канал** (**meatus acusticus externus**).
- **Ушна шкољка** - еластична хрскавица обложена танком кожом.
- На унутрашњој страни трагуса - ситне длаке (**траги**).
- **Лојне жлезде** заступљеније су од знојних.
- Доњи део усне шкољке (**ушна ресица**) уместо хрскавице садржи **поткожно масно ткиво**.

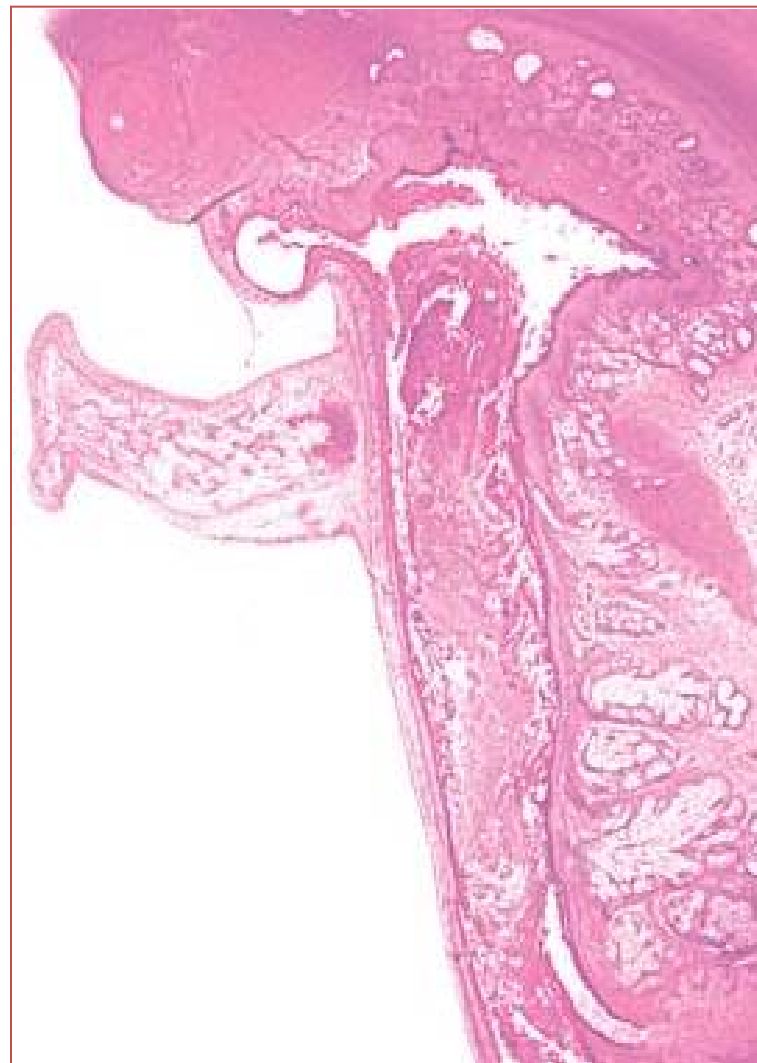


У састав ушне шкољке улазе и **три лигамента** (веза за периост лобање) и снопови закржљалих **скелетних мишића**.

Аурикула **прикупља звучне таласе** и усмерава их ка ушном каналу.

Спољашњи ушни канал

- Пружа се од ушне шкољке до бубне опне.
- Спољна трећина има **хрскавичаву**, а две унутрашње трећине **коштану потпору**.
- Зид канала облаже **танка кожа**.
- У **дермису** су смештени фоликули длака, лојне жлезде и модификоване апокрине знојне жлезде (**gll. ceruminosae**).
- Секрет апокриних жлезда, са лојем и десквамисаним ћелијама епидермиса, чини **ушну маст** (**церумен**).



Бубна опна (membrana tympani)

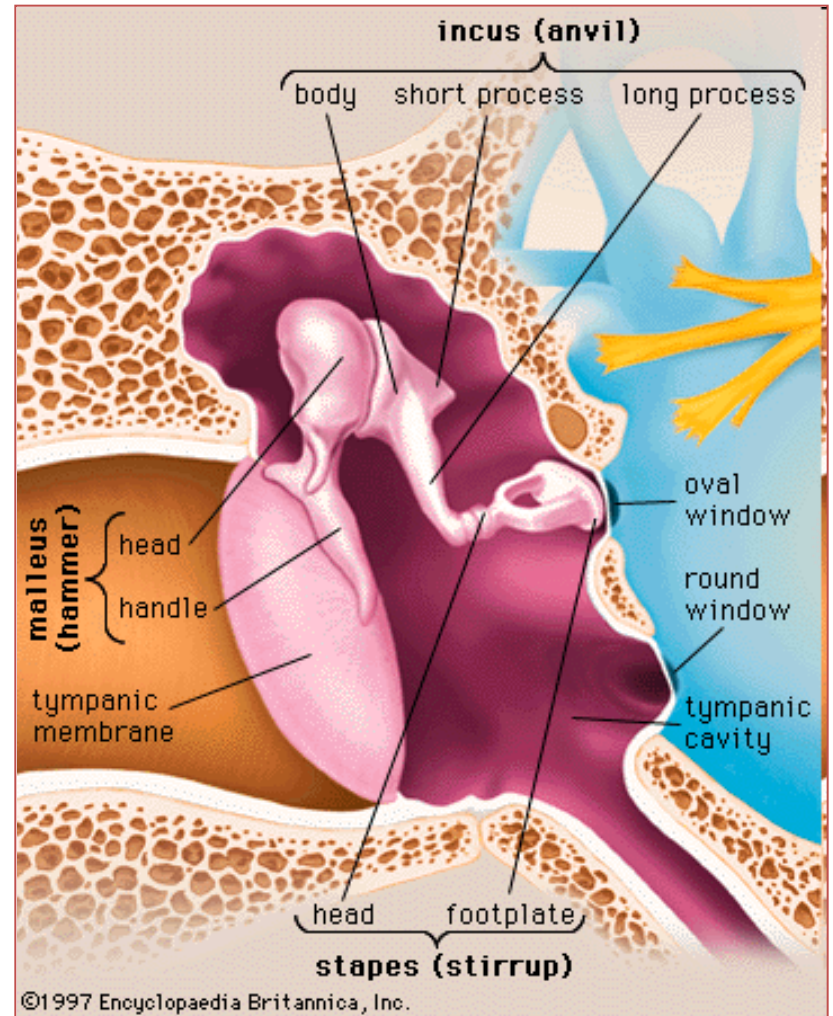
- Танка, полупрозрачна **трослојна мембрана**.
- **Спољашња страна** бубне опне обложена је **кожом**, а **унутрашња слузницом**.
- У **среди**ни се налази **фиброзни слој** (колагена влакана са еластинском мрежом).
- **Кожа** је танка, без длака, епидермисних набора, знојних и лојних жлезда.
- **Епидермис** - десетак слојева ћелија.
- **Дермис** - мноштво фибробласта и развијену васкуларну мрежу.
- **Слузница** бубне опне - **једнослојни кубични епител** и ламина проприја са сопственом васкулатуром.



Средње уво

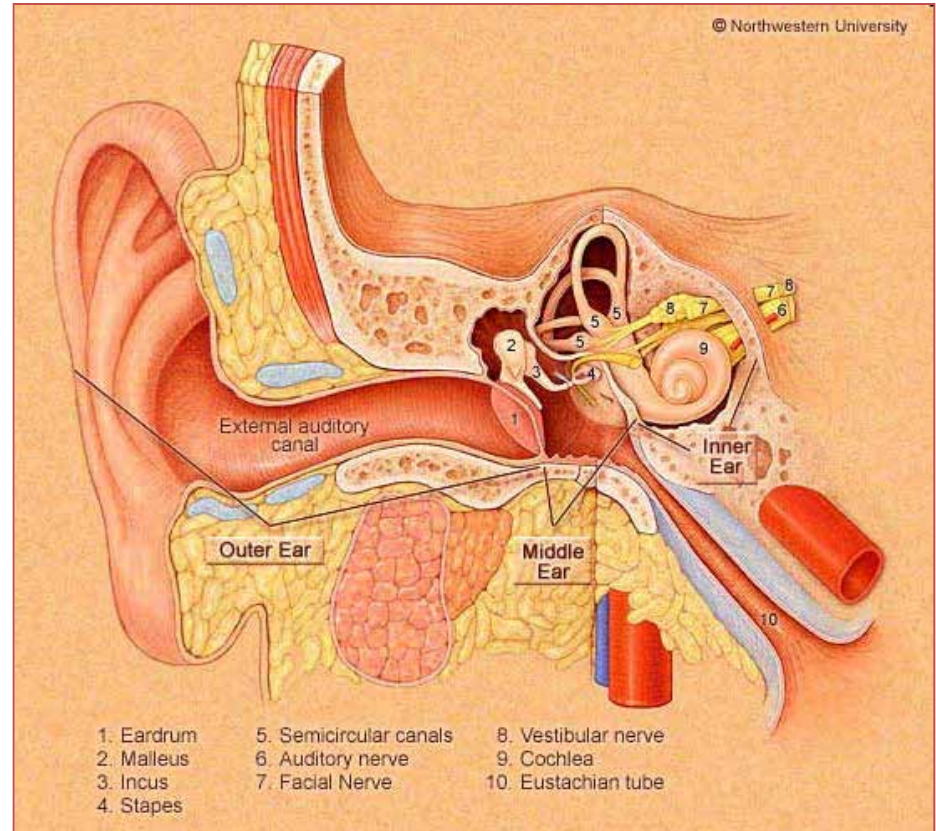
Средње уво

- Средње уво састоји се из три дела:
- **средњи део** или бубна дупља (*cavum tympani*)
- **задњи део** (*мастоидна пећина* и мастоидне ћелије)
- **предњи део** или Еустахијева туба (*tuba auditiva*).



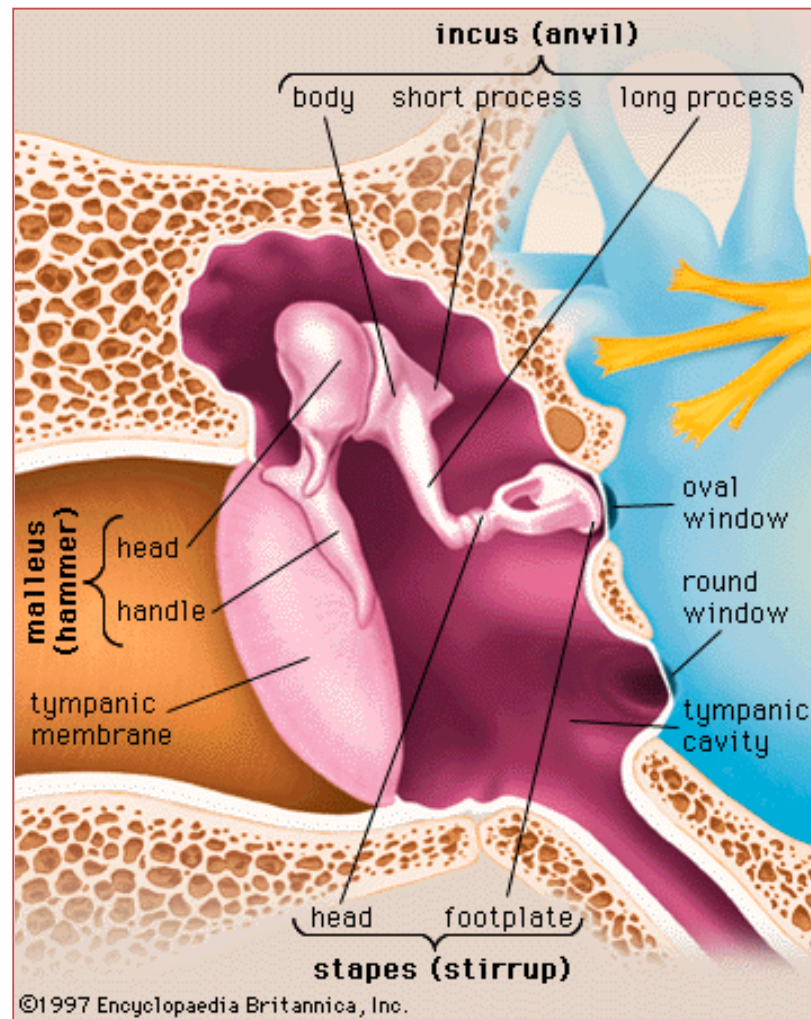
Бубна дупља (cavum tympani)

- Мала и уска коштана шупљина облика биконкавног сочива.
- У унутрашњости слепоочне кости.
- Има **четири зида**:
- На **задњем зиду** – улаз у мастоидну пећину.
- На **предњем** – бубни отвор Еустахијеве тубе.
- **Спољашњи зид** гради бубна опна.
- Унутрашњи зид - спољни зид унутрашњег уха - овални (**fenestra ovalis**) и округли прозор (**fenestra rotunda**).



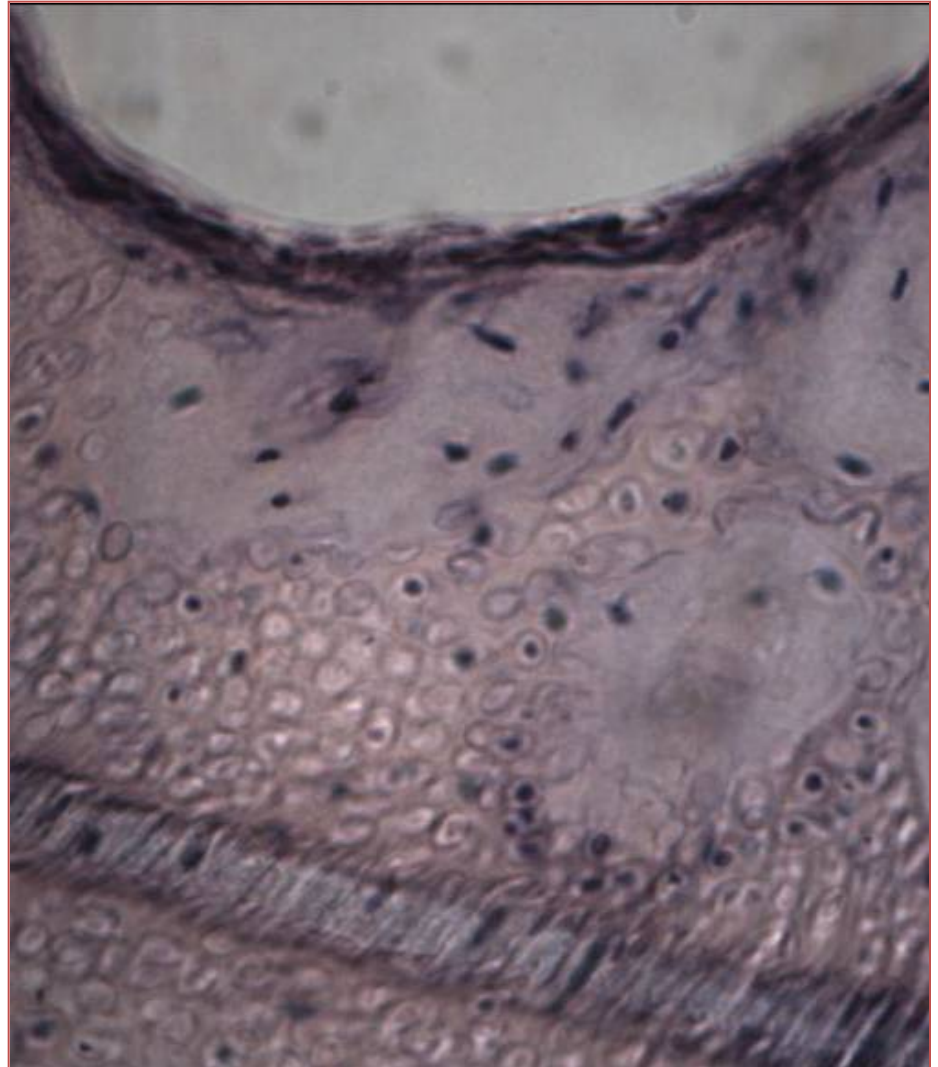
Бубна дупља (cavum tympani)

- У бубној дупљи налазе се три међусобно зглобљене кошчице: **чекић** (**малеус**), **наковањ** (**инкус**) и **узенгија** (**стапес**).
- Преко овог ланца слушних костију **преносе се вибрације са бубне опне на перилимфу унутрашњег ува.**
- Садржи два попречнопругаста мишића:
- **М. тенсор тумпани** припаја се за **чекић** (затеже бубну опну).
- **М. стапедиус** (најмањи скелетни мишић) припаја се за **узенгију**.



Бубна дупља (cavum tympani)

- Бубна дупља је испуњена ваздухом.
- Обложена је **једнослојним љуспастим** или **кубичним епителом**.
- Испод епитела – танка **ламина propriја** (чврсто везана за периост темпоралне кости).
- Исти тип слузнице облаже и **мастоидне шупљине, слушне кошчице, бубну опну и овални прозор**.
- У близини отвора **тубе аудитиве** епител постепено постаје **псеудослојевит троредан**.



Еустахијева туба

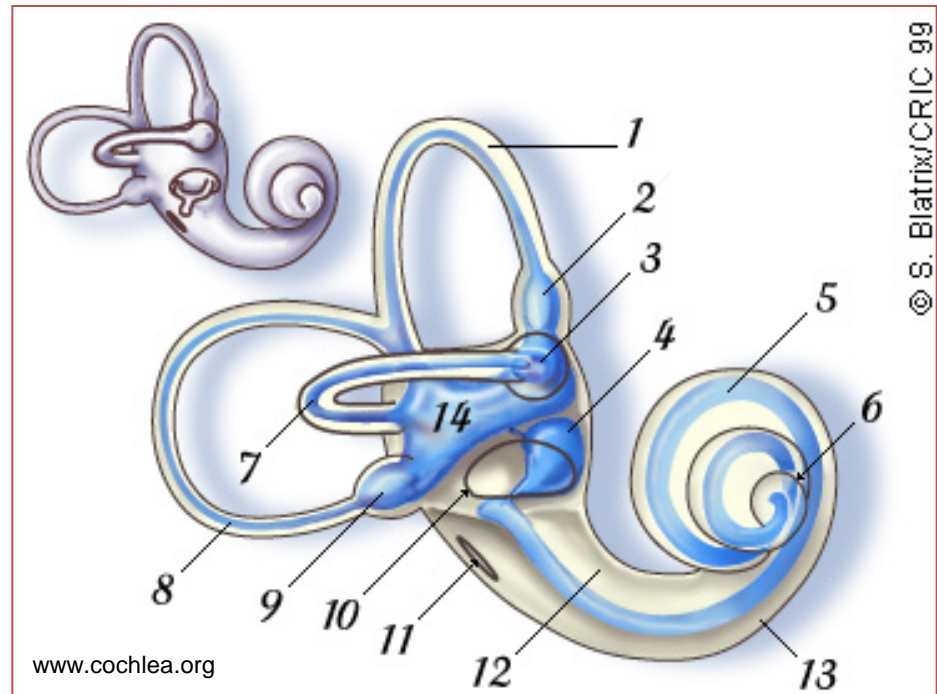
- Коштано-хрскавичави канал, обложен **слузницом**.
- Спаја **средње уво** са **назофаринксом**.
- Латералној трећини тубе потпору пружа **темпорална кост**.
- Медијалним трећинама потпору дају **еластична и хијалина хрскавица**.
- **Слузницу слушне тубе** чине **епител и ламина проприја**.
- **Епител** је **псеудослојевити троредни**.
- У близини ждрелног ушћа тубе у л. проприји – **мешовите пљувачне жлезде и лимфни фоликули (тубарна тонзила)**.



Унутрашње уво

Унутрашње уво

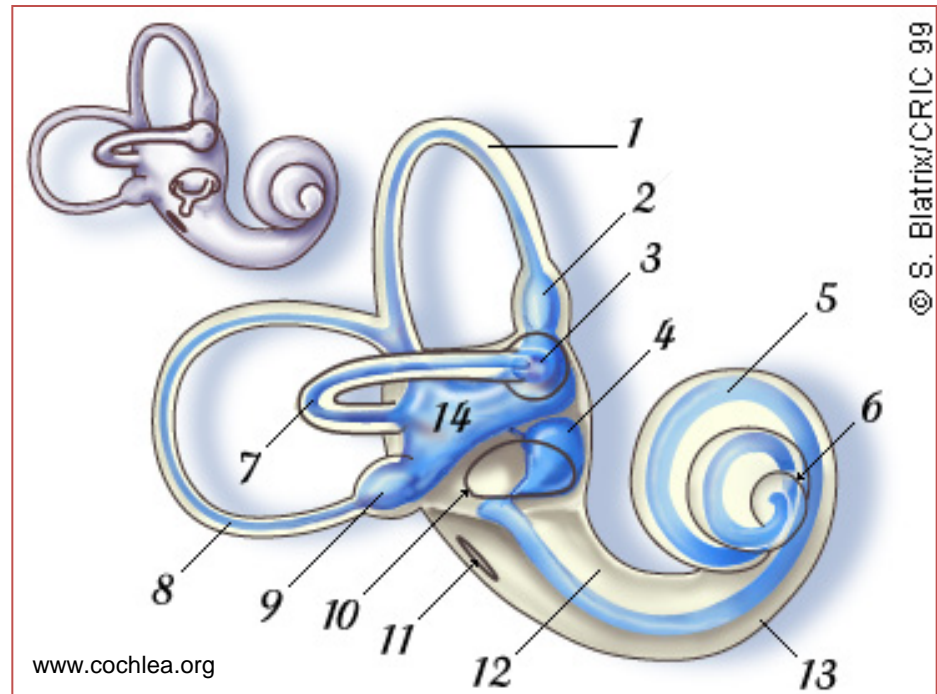
- Унутрашње уво састоји се из две компоненте - **коштаног** и **опнастог лабиринта**.
- У појединим деловима два лабиринта су срасла.
- У највећем делу ува раздваја их узани простор испуњен бистром течношћу — **перилимфом**.



1. Предњи полукружни канал; 2. Ампула горњег полукружног канала; 3. Ампула бочног полукружног канала; 4. Сакулус; 5. Дуктус кохлеарис; 6. Хеликотрема; 7. Бочни (хоризонтални) полукружни канал; 8. Задњи полукружни канал; 9. Ампула постериорног канала; 10. Овални прозор; 11. Округли прозор; 12. Scala vestibuli; 13. Scala tympani; 14. Утрикулус

Коштани лабиринт

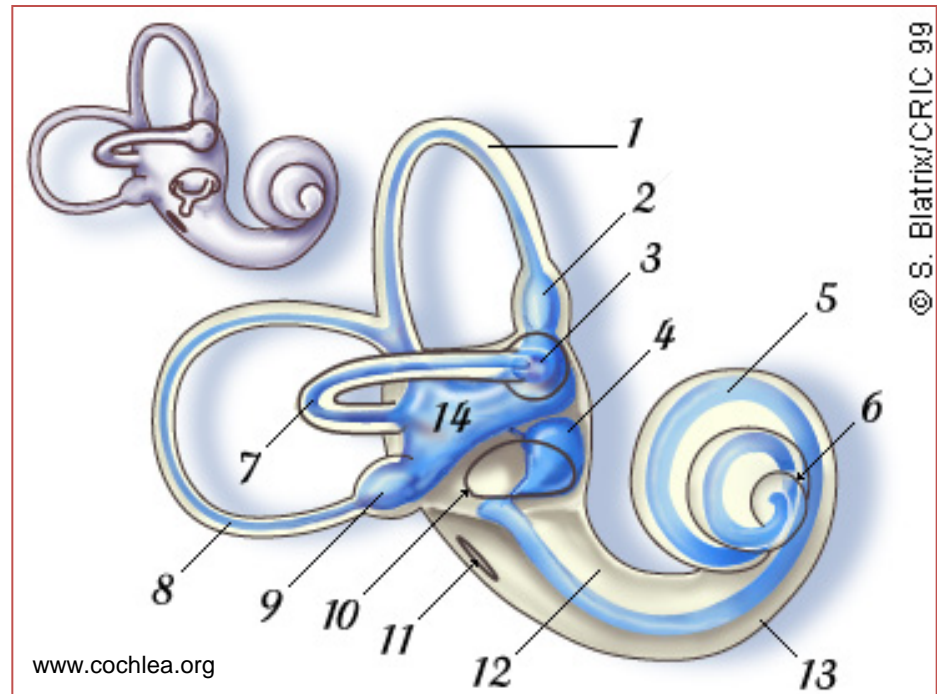
- **Коштани лабиринт** чине три међусобно повезане целине:
- **Предворје** (вестибулум)
- **Полукружни канали**
- **Коштани пуж**
- Сви ови елементи смештени су у **петрозном делу слепоочне кости**.



1. Предњи полукружни канал; 2. Амбула горњег полукружног канала; 3. Амбула бочног полукружног канала; 4. Сакулус; 5. Дуктус кохлеарис; 6. Хеликотрема; 7. Бочни (хоризонтални) полукружни канал; 8. Задњи полукружни канал; 9. Ампулла постериорног канала; 10. Овални прозор; 11. Округли прозор; 12. Scala vestibuli; 13. Scala tympani; 14. Утрикулус

Вестибулум и полукружни канали

- Вестибулум је јајаста шупљина која заузима **централни положај** у унутрашњем уву.
- На његовом **бочном зиду** налазе се **овални** и **округли прозор**.
- **Иза вестибулума** смештени су полукружни канали.
- **Зид вестибулума и полукружних канала** формира **компактна кост**, на коју належе **периост** обложен простим љуспастим епителом (**мезотелом**).



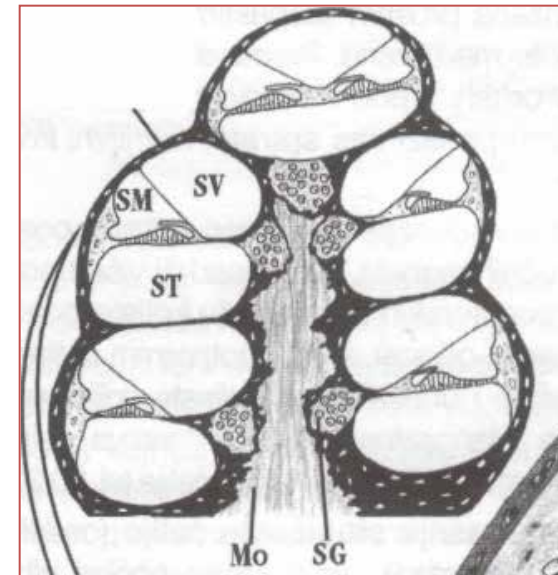
1. Предњи полукружни канал; 2. Ампула горњег полукружног канала; 3. Ампула бочног полукружног канала; 4. Сакулус; 5. Дуктус кохлеарис; 6. Хеликотрема; 7. Бочни (хоризонтални) полукружни канал; 8. Задњи полукружни канал; 9. Ампула постериорног канала; 10. Овални прозор; 11. Округли прозор; 12. Scala vestibuli; 13. Scala tympani; 14. Утрикулус

Коштани пуж

- У саставу **коштаног пужа** налазе се:
- **Стожер** (**модиолус**) спонгиозна кост облика шупље купе - садржи **тела неурона** који граде **Кортијев ганглион** и крвне судове.
- **Коштани канал** (**canalis spiralis cochleae**) се **спирално омотава** око стожера правећи два и по навоја (дијаметар се смањује од базе ка врху пужа).
- **Спирална коштана плочица** (**lamina spiralis ossea**) - једним крајем причвршћена за модиолус, слободном ивицом штрчи у коштани кохлеарни канал (**дели га непотпуно** на два спрата).

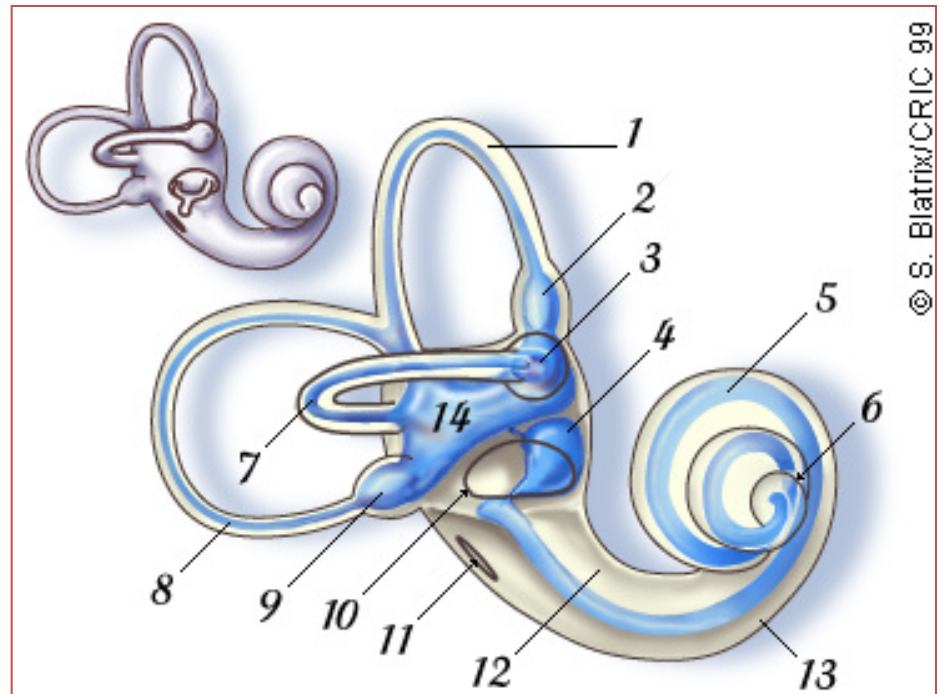


www.cochlea.org



Мембрански (опнасти) лабиринт

- Мембрански (опнасти) лабиринт - лебди **у перилимфи** коштаног лабиринта.
- У великој мери му одговара по облику.
- Чини га **систем затворених, међусобно повезаних опнастих целина** испуњених **ендолимфом**.
- Око опнастог лабиринта циркулише **перилимфа** коју ствара **мезотел** над периостом коштаног лабиринта.
- У склопу опнастог лабиринта разликују се **утрикулус**, **сакулус**, **три полукружна канала** и **кохлеарни дуктус**.

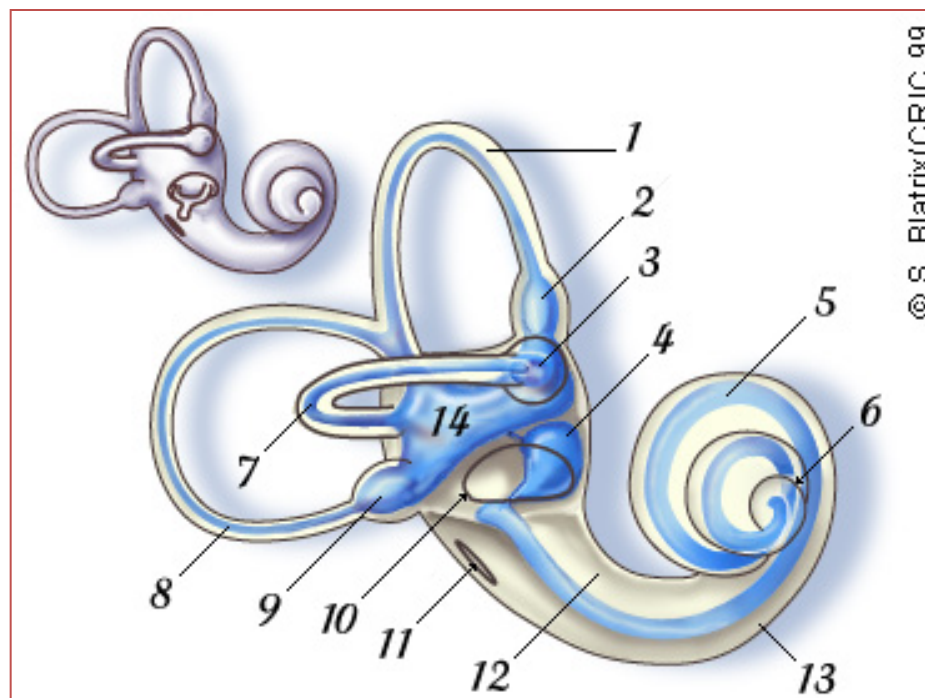


1. Предњи полукружни канал; 2. Амбула горњег полукружног канала; 3. Амбула бочног полукружног канала; 4. Сакулус; 5. Дуктус кохлеарис; 6. Хеликотрема; 7. Бочни (хоризонтални) полукружни канал; 8. Задњи полукружни канал; 9. Ампула постериорног канала; 10. Овални прозор; 11. Округли прозор; 12. Scala vestibuli; 13. Scala tympani; 14. Утрикулус

Орган равнотеже и оријентације

Орган равнотеже и оријентације

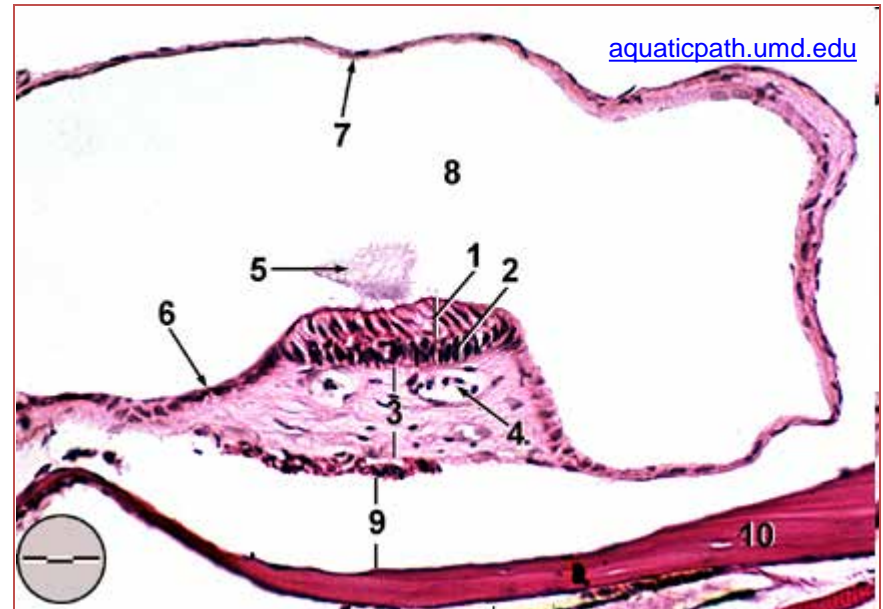
- Са структурног и функционалног аспекта **мембрански лабиринт** садржи два дела.
- У једном је смештен **орган равнотеже и оријентације** (статички и кинетички орган), а у другом **слушни орган**.
- **Орган равнотеже и оријентације** смештен је у **утрикулусу, сакулусу и полукружним каналима**.



1. Предњи полукружни канал; 2. Амбула горњег полукружног канала; 3. Амбула бочног полукружног канала; 4. Сакулус; 5. Дуктус кохлеарис; 6. Хеликотрема; 7. Бочни (хоризонтални) полукружни канал; 8. Задњи полукружни канал; 9. Ампула постериорног канала; 10. Овални прозор; 11. Округли прозор; 12. Scala vestibuli; 13. Scala tympani; 14. Утрикулус

Орган равнотеже и оријентације

- **Зид** утрикулуса, сакулуса и полукружних канала састављен је од **љускастог епитела**, **базалне ламине** и **танког везивног ткива**.
- Везиво опнастог лавиринта фиксирано је за периост коштаног лавиринта **трабекулама** (садрже крвне судове опнастог лавиринта)
- На појединим местима у епителу налази се специјално диференцирани **неуроепител** (којем приступају гране вестибуларног живца) – **неуроепителна поља**.



Ампула полукружног канала. 1. неуроепителне ћелије са стереоцилијама; 2. потпорне ћелије; 3. везивно ткиво кристе ампуларис; 4. крвни суд; 5. отолитна мембрана; 6. глобуларне сензорне ћелије ампуларног епитела; 7. љускасти епител ампуле; 8. лумен ампуле; 9. везивно ткиво; 10. кост.

Орган равнотеже и оријентације

- Постоји **пет неуроепителних поља**:

- **Macula utriculi**

- региструје линеарно померање главе у правцу напред-назад

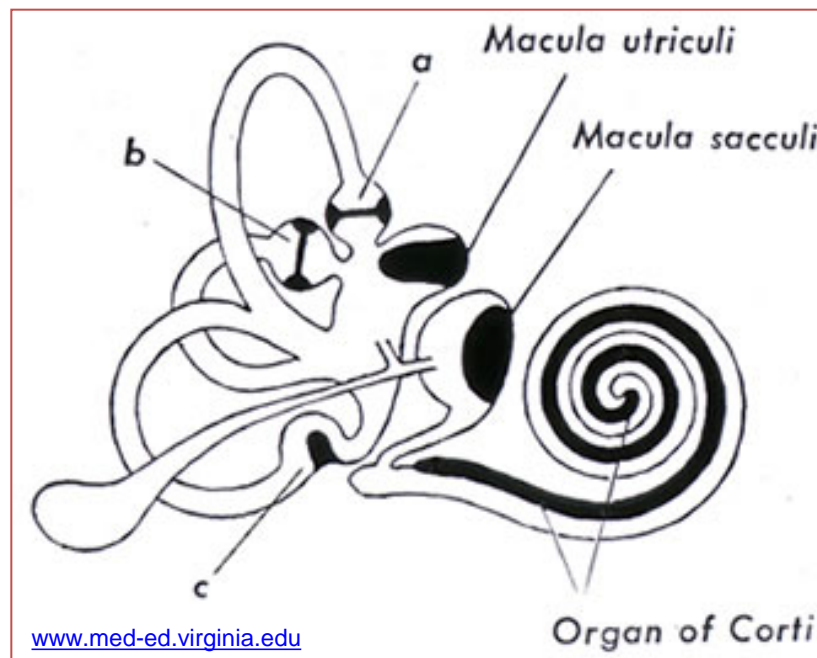
- **Macula sacculi**

- региструје померање главе у страну

- **три cristae ampulares**

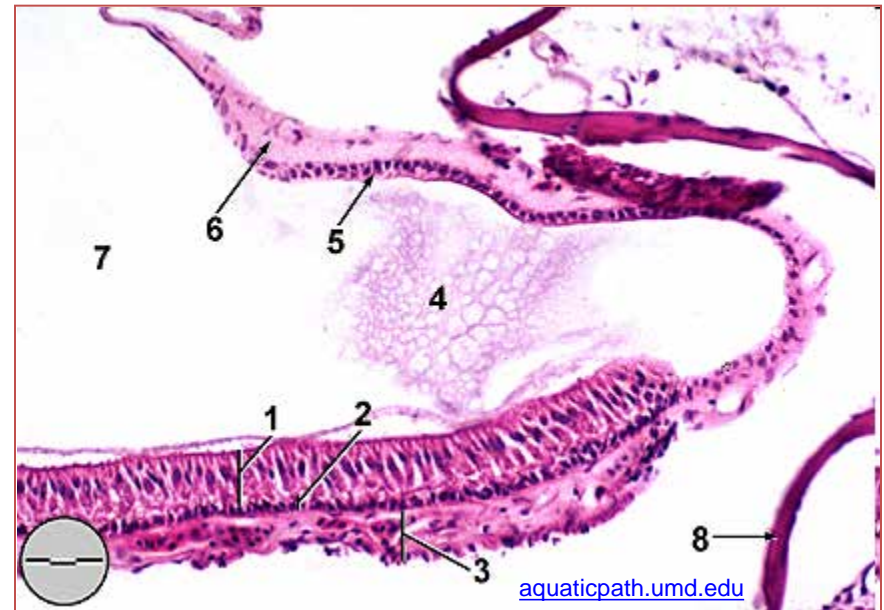
- региструју ротационе покрете главе

- налазе се у ампуларним деловима опнастих полукружних канала



Macula utriculi et macula sacculi

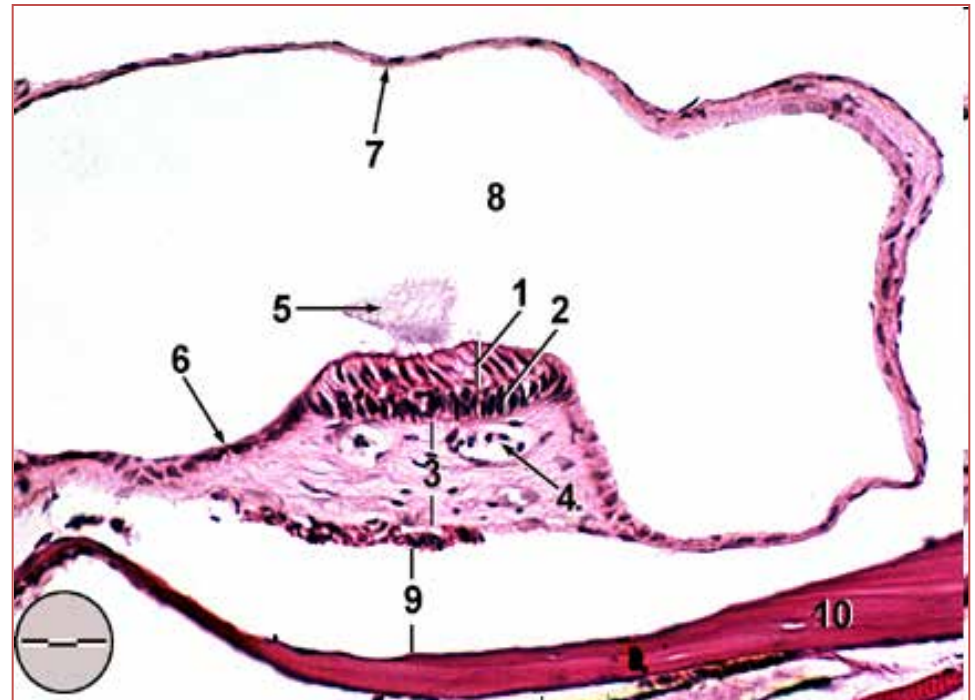
- **Епител** макула је специфичан.
- Садржи **неуроепителне** и **потпорне ћелије**.
- **Неуроепителне ћелије:**
- **Вестибуларне ћелије тип I.**
 - **Крушкастог облика** са централно постављеним нуклеусом.
 - **Базалне и бочне површине** ћелија обухваћене су крупним, чашоликим аферентним **нервним продужецима**.
- **Вестибуларне ћелије тип II.**
 - **Цилиндричног облика** са једрима у апикалном делу.
 - Аферентни **нервни завршеци** им приступају само у **базалном домену**.



На **апикалној површини** вестибуларних ћелија налази се мноштво **стереоцилија** и једна **киноцилија** – **чулне длачице**. Потпорне ћелије стварају **отолитну мембрану** богату гликопротеинима која прекрива епител макуле.

Cristae ampullares

- Гради их **неуроепител** и добро прокрвљено задебљало **растресито везиво**.
- **Епител** је идентичан епителу макула - **два типа неуроепителних ћелија** и **потпорне ћелије**.
- **Чулне длачице** неуроепителних ћелија су **дуже** него код макула.
- **Отолитна мембрана** је **дебља** – досеже до супротног зида ампуле - **купола** (cupula).

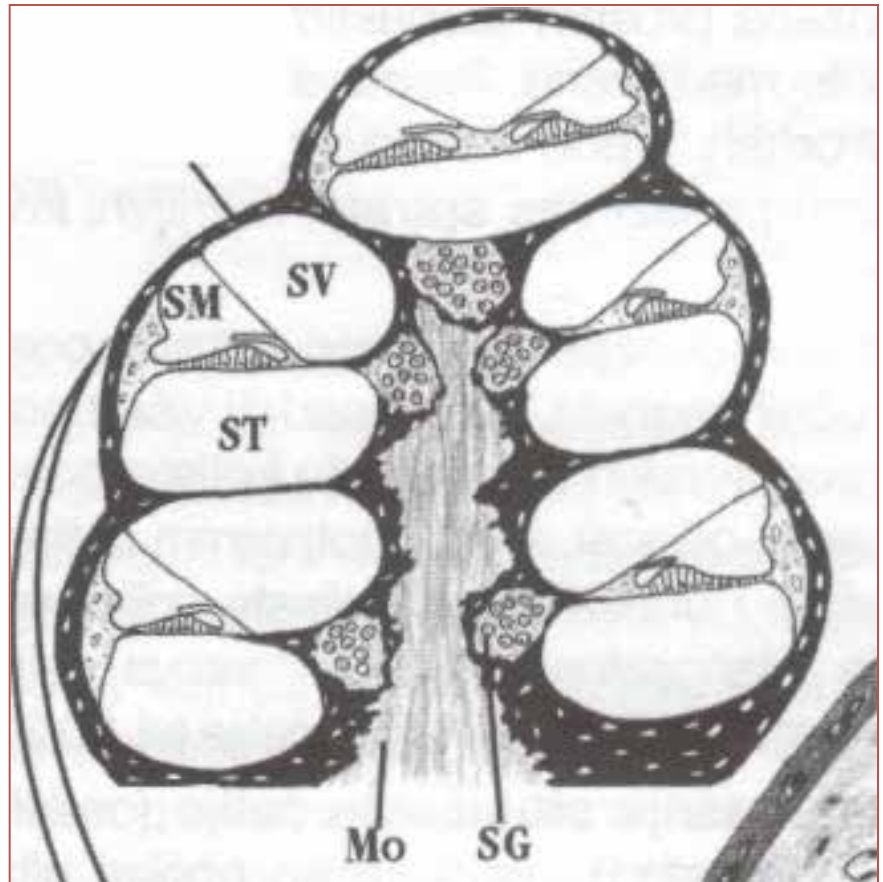


Ампула полукружног канала. 1. неуроепителне ћелије са стереоцилијама; 2. потпорне ћелије; 3. везивно ткиво кристе ампуларис; 4. крвни суд; 5. отолитна мембрана; 6. глобуларне сензорне ћелије ампуларног епитела; 7. љуспасти епител ампуле; 8. лумен ампуле; 9. везивно ткиво; 10. кост.

**Орган слуха
(Organum spirale Corti)**

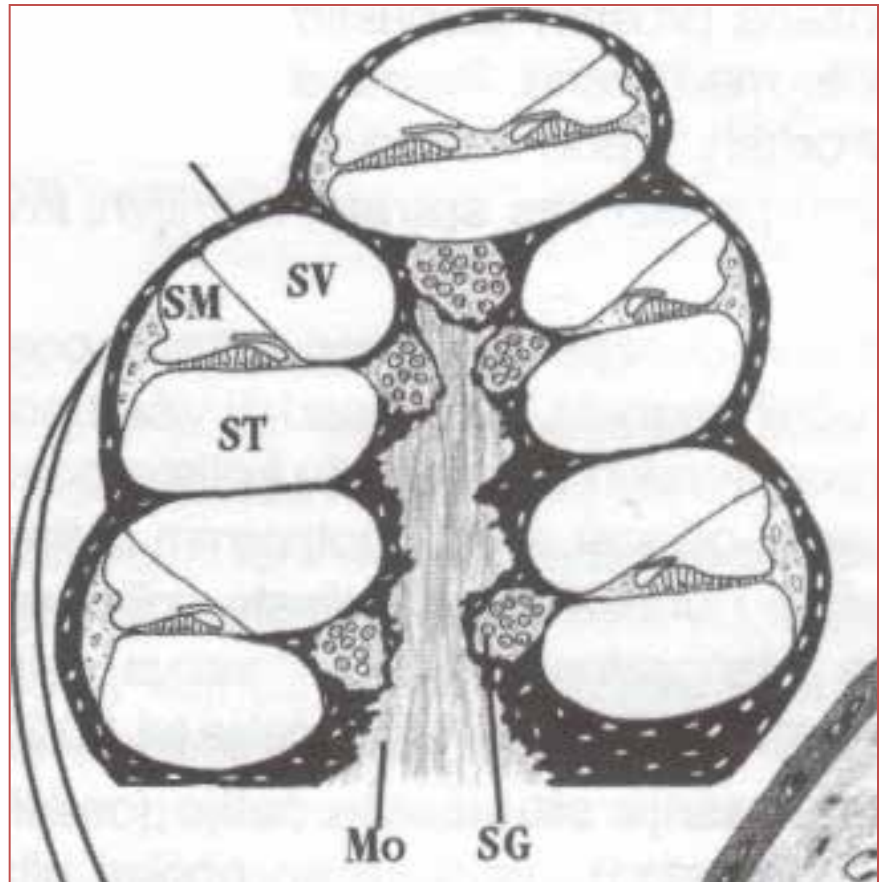
Орган слуха (organum spirale Corti)

- Смештен је у **опнастом кохлеарном дуктусу** (углављеном у спирални коштани канал).
- Спирално је завијен око **модиолуса** правећи два и по навоја.
- На дужном пресеку коштаног пужа завоји **кохлеарног дуктуса** виде се **попречно пререзани**.
- На таквом пресеку **опнасти кохлеарни дуктус** има облик **троугла**, док је спирални коштани канал подељен на **три спрата (ске)**.



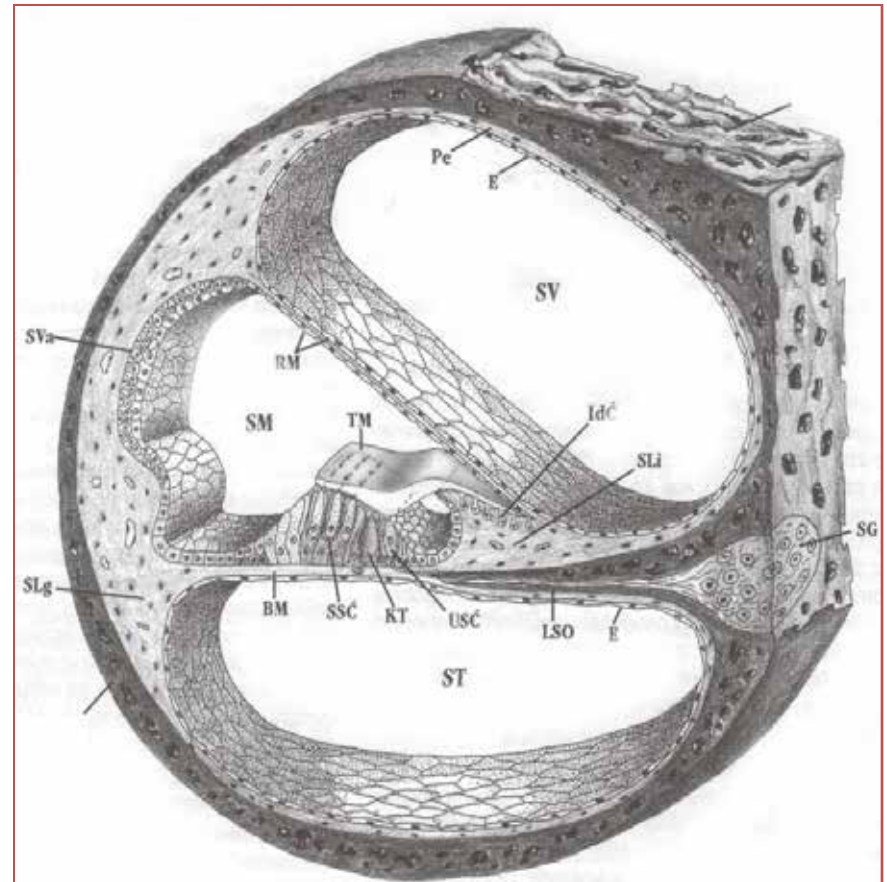
Орган слуха (organum spirale Corti)

- **Средњи спрат** (*scala media*) је **кохлеарни дуктус** који се на врху пужа слепо завршава.
- **На бази** комуницира са **сакулусом** преко танког **дуктуса реуниенса**.
- **Скалу медију** испуњава **ендолимфа**.
- **Горњи спрат** (*scala vestibuli*) и **доњи спрат** (*scala tympani*) испуњени су **перилимфом**.
- Ова два спрата **комуницирају на врху пужа** преко сићушног отвора званог **хеликотрема**.



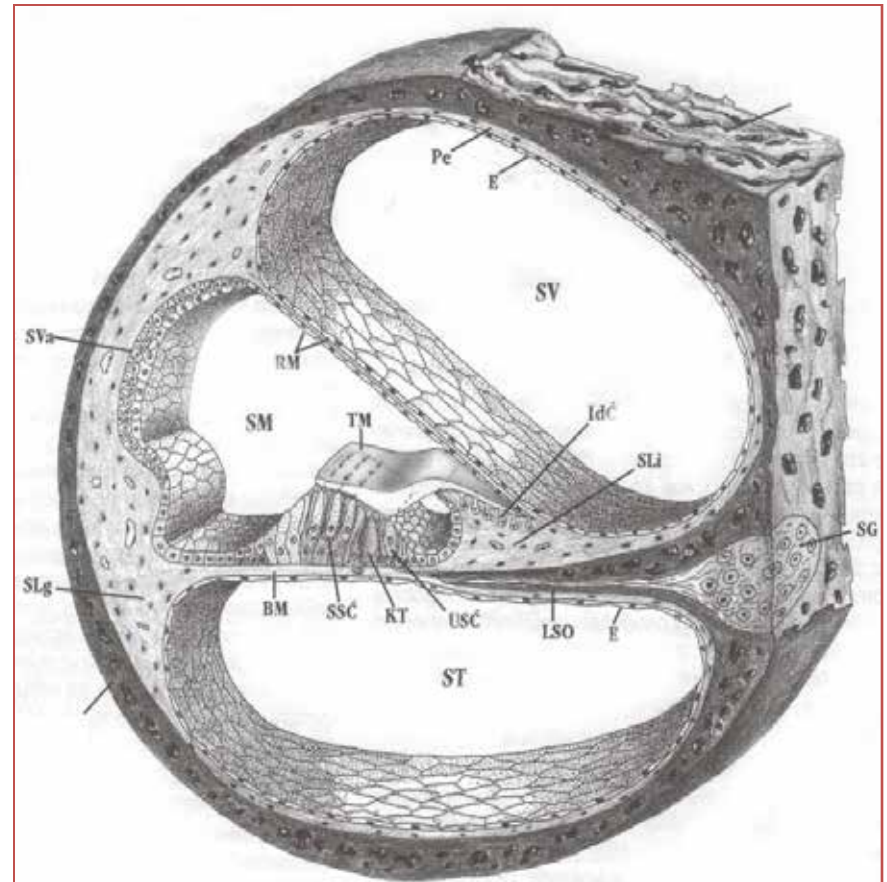
Кохлеарни дуктус

- н **Скала вестибули** се на **бази пужа** слободно отвара у предворје коштаног лабиринта.
- н Скалу тимпани, на истом нивоу од бубне дупље дели **округли прозор** (**membrana tympani secundaria**) разапета над њим.
- н **Кохлеарни дуктус** има три зида: **вестибуларни, спољашњи и тимпанични**.
- н Сваки од зидова има различиту хистолошку грађу.



Вестибуларни зид кохлеарног дуктуса

- Вестибуларни зид дели кохлеарни дуктус од скале вестибули.
- Веома танка и напета **Рајснерова** (Reissner) мембрана.
- Мембрана је са обе стране обложена **слојем љуспастих ћелија** (оклудентне везе - висок концентрацијски градијент изм. ендолимфе и перилимфе).
- У средини је нежно и танко везиво.



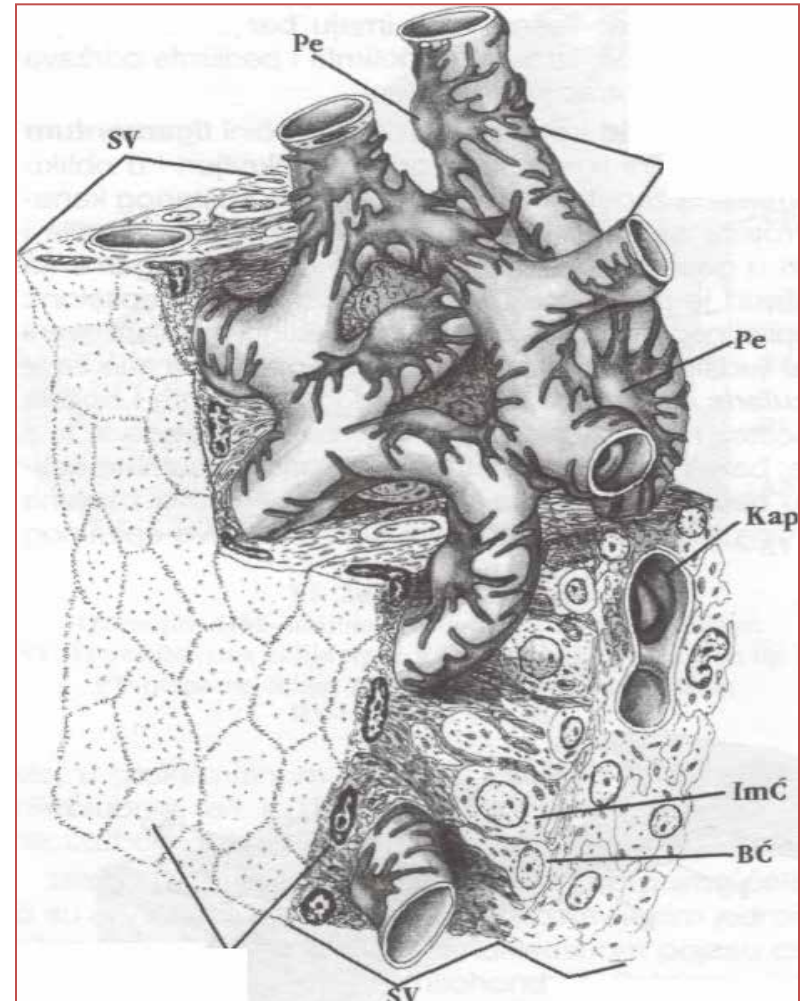
Спољашњи зид кохлеарног дуктуса

- Гради га **ligamentum spirale**.
- **Спирални лигамент** је задебљао полумесечасту **ендост спиралног коштаног канала**.
- Протеже се целом латералном ширином **скале медије** и залази у **обе суседне скале**.
- **Везиво** спиралног лигамента је **добро васкуларизовано**.
- Обложено је **специфичним слојевитим цилиндричним епителом** – **stria vascularis**.



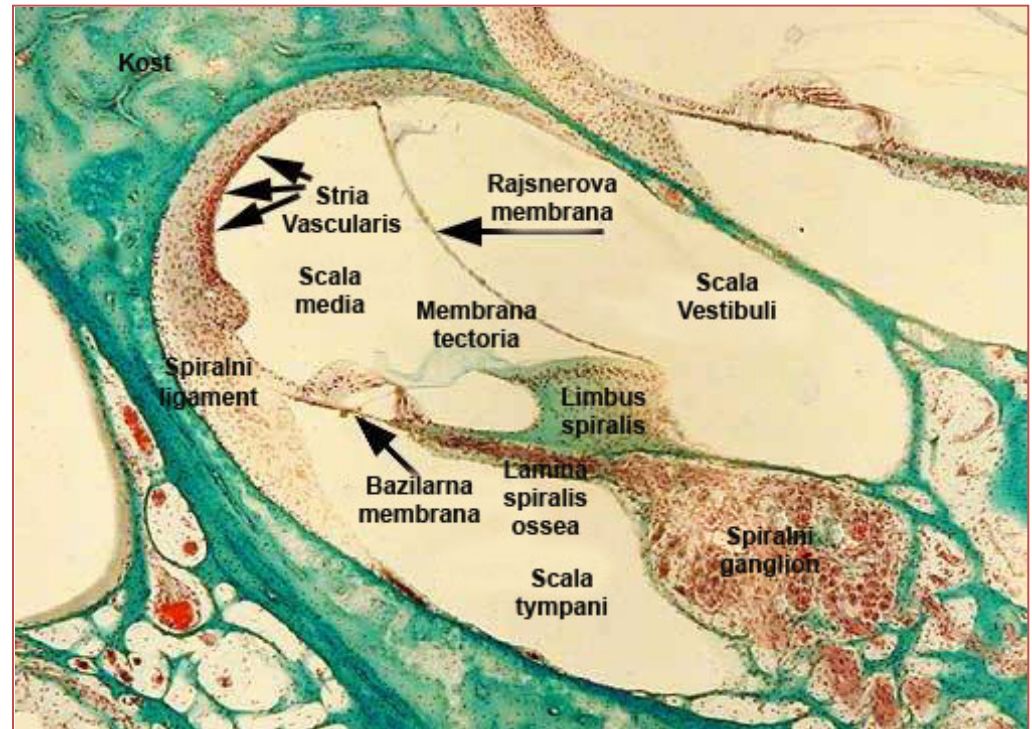
Stria vascularis

- **Епител** спиралног лигамента је васкуларизован – **stria vascularis**.
- Не поседује базалну ламину.
- **Стрију васкуларис** граде три типа ћелија:
 - Базалне
 - Интермедијарне
 - Маргиналне



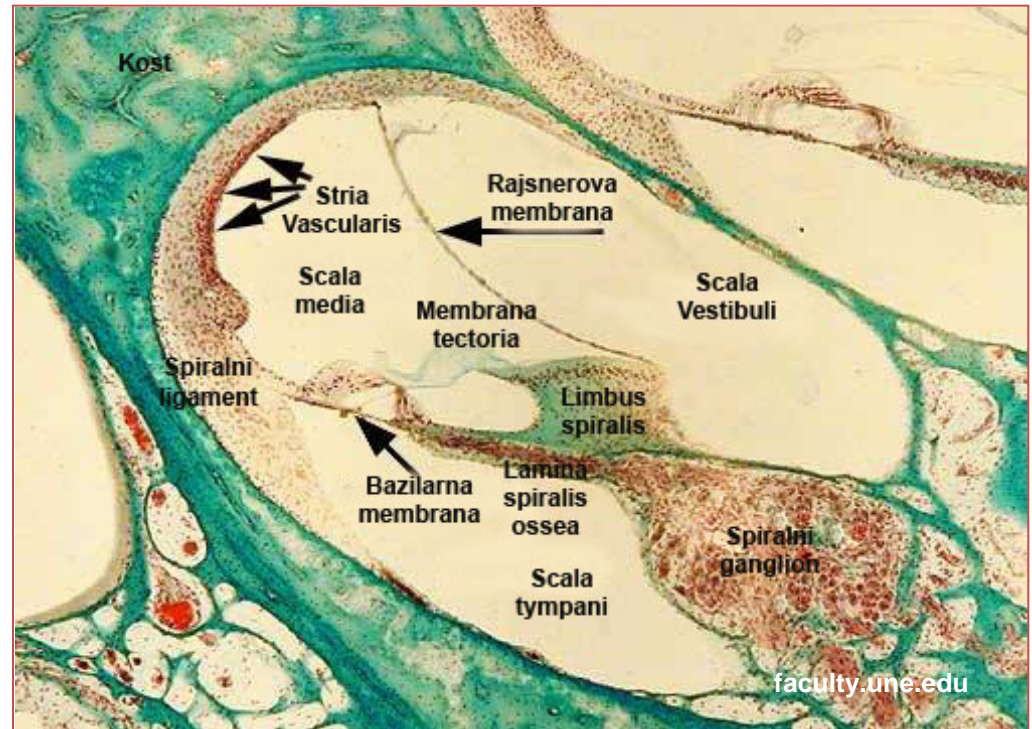
Тимпанични зид кохлеарног дуктуса

- Тимпанични зид одваја кохлеарни дуктус од скале тимпани.
- На њему се налази **Кортијев орган**.
- Тимпанични зид се састоји из унутрашњег и спољашњег дела.
- Унутрашњи део чини спирална коштана плочица – **lamina spiralis ossea**.
- Спољашњи део тимпаничног зида чини **базиларна мембрана**, чврста опна смештена између **lamina spiralis ossea** и **lig. spirale**.



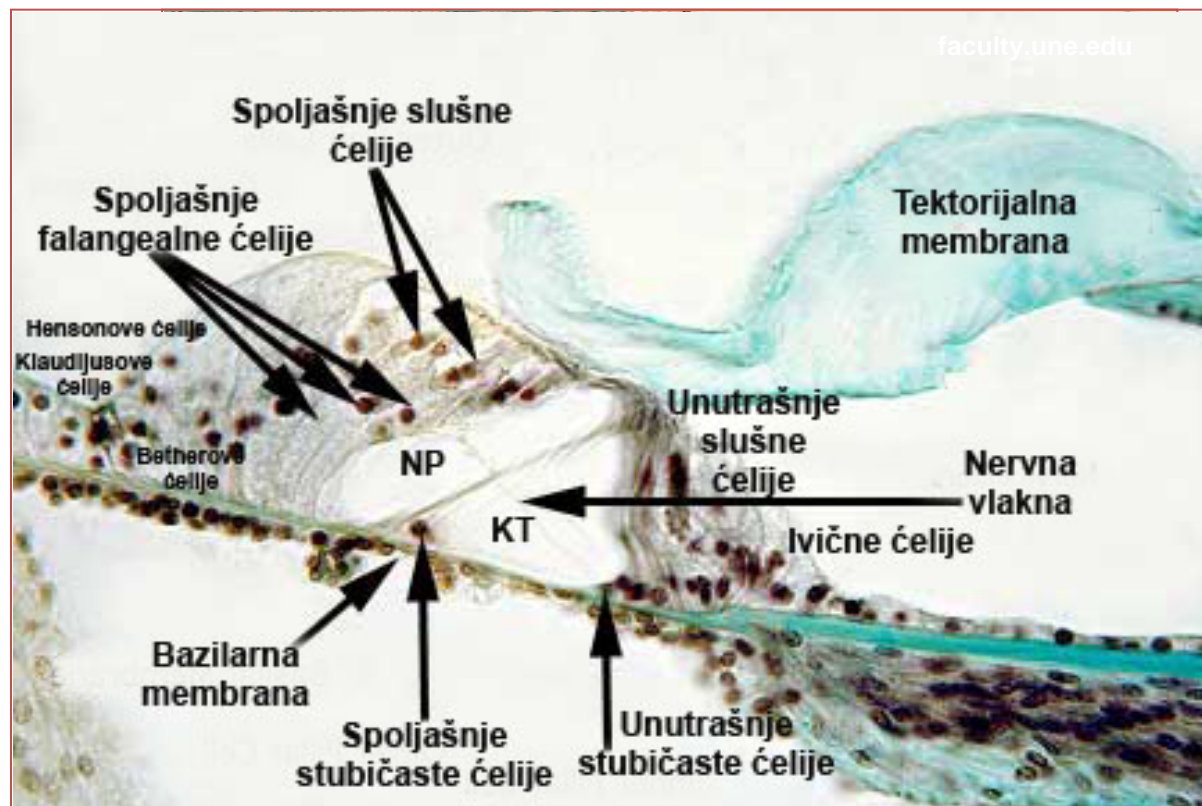
Базиларна мембрана

- Према **скали тимпани** базиларна мембрана је обложена **простим љуспастим епителом** (излучује компоненте мембране).
- Према **скали медији** базиларна мембрана носи **Кортијев орган**.
- Испод **Кортијевог органа** кроз базиларну мембрану пролази **vas spirale** (нутритивни крвни суд органа слуха).



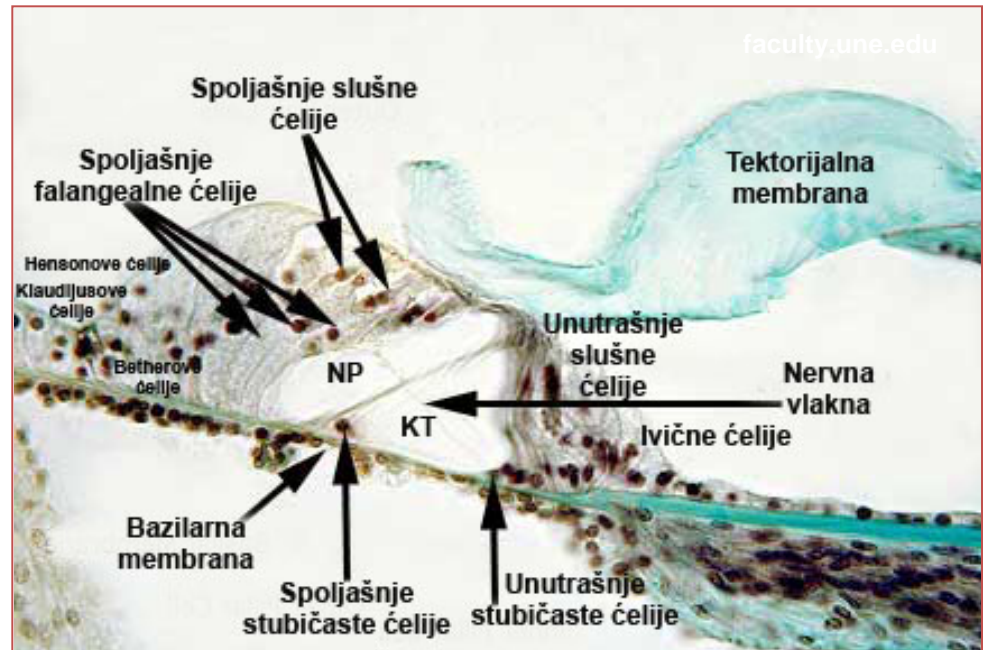
Кортијев орган

- Високоспецијализован епител оспособљен за пријем звучних сигнала.
- Садржи **више типова** потпорних и **аудиорецепторских** ћелија.
- Међу **потпорним** ћелијама разликују се:
- Спољашње и унутрашње стубичасте ћелије
- Спољашње и унутрашње фалангеалне (Дајтерсове) ћелије.
- Хенсенове, Бечерове, Клаудијусове и ивичне ћелије.



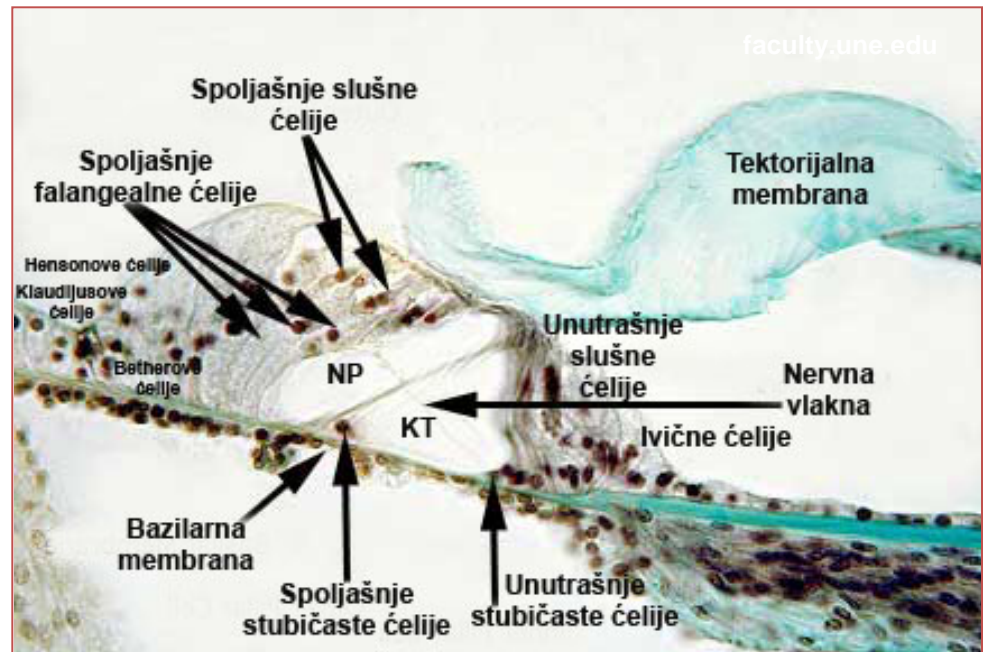
Аудиорецепторске (слушне) ћелије Кортијевог органа

- Немају контакт са базиларном мембраном.
- „Седe" на фалангеалним ћелијама.
- Врхови су им углављени између фаланги Дајтерсових ћелија (ретикуларна мембрана).
- На слободној површини носе "длачице" у неколико редова.
- Дужина длачица расте у правцу спиралног лигамента.



Аудиорецепторске (слушне) ћелије Кортијевог органа

- "Длачице" су изразито дуги **микровили** и обично се означавају као **стереоцилије**.
- **Код деце** на свакој ћелији постоји и **једна киноцилија** која касније ишчезава.
- **Њени остаци** заостају у виду **базалног зрна** у основи **најдуже стереоцилије**.
- Разликују се **унутрашње** и **спољашње слушне ћелије**.



Унутрашње и спољашње слушне ћелије

- **Унутрашње слушне ћелије** -
крушколики
механорецептори (3500
ћелија по 60 стереоцилија).
- Распоређене **у једном низу** (од
базе до врха кохлеарног
дуктуса).
- **Спољашње слушне ћелије** -
цилиндричан облик (15000
ћелија са по 100-200
стереоцилија).
- У бази кохлеарног дуктуса
образују **3**, при врху пужа **5**
редова.

