



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

НЕРВНИ СИСТЕМ И СПЕЦИЈАЛНА ЧУЛА

једанаеста недеља наставе

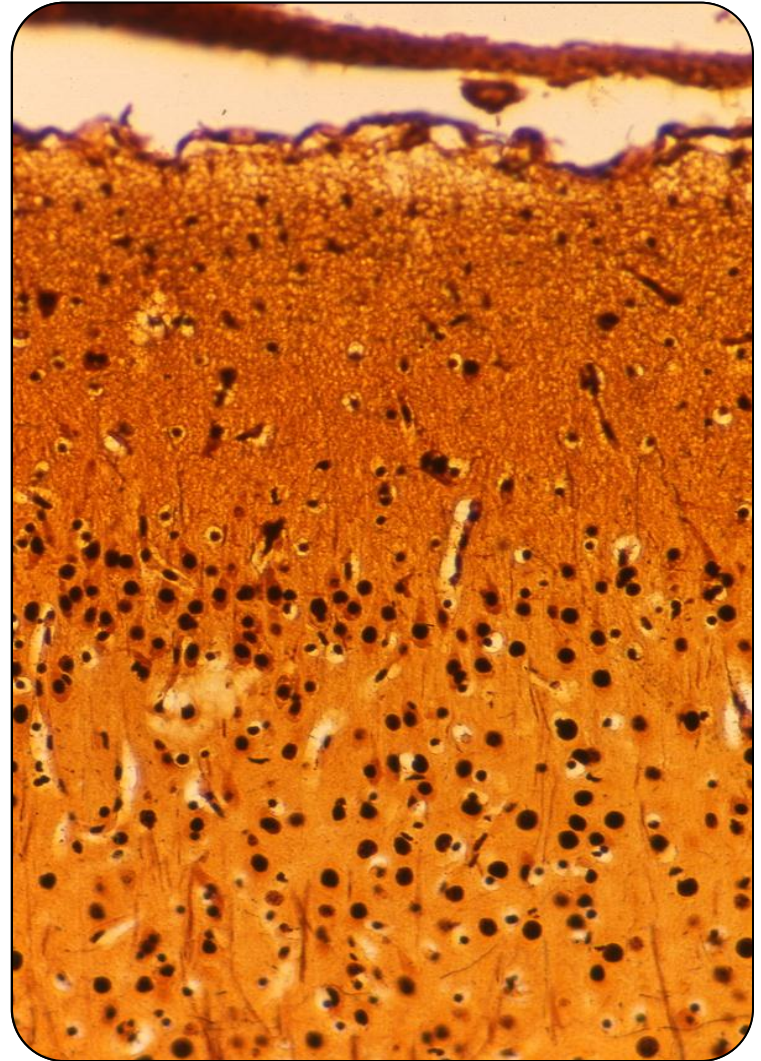
ЦЕНТРАЛНИ НЕРВНИ СИСТЕМ

Cerebrum

- **Cortex cerebri** састоји се од нервних ћелија, нервних влакана, глија ћелија и капилара.
- **Неурони** у кори разликују се према облику и величини перикариона и по дужини, броју и оријентацији дендрита и аксона.
- **Medulla cerebri** смештена је испод коре.
- Састоји се од мијелинизованих нервних влакана, глија ћелија и капилара.
- У односу на правац кретања, влакна се деле на пројекциона, комисурална и асоцијативна.
- **Пројекциона влакна** улазе у кортекс или излазе из њега.
- **Комисурална влакна** повезују различита подручја десне и леве хемисфере.
- **Асоцијативна влакна** спајају различите делове исте хемисфере.

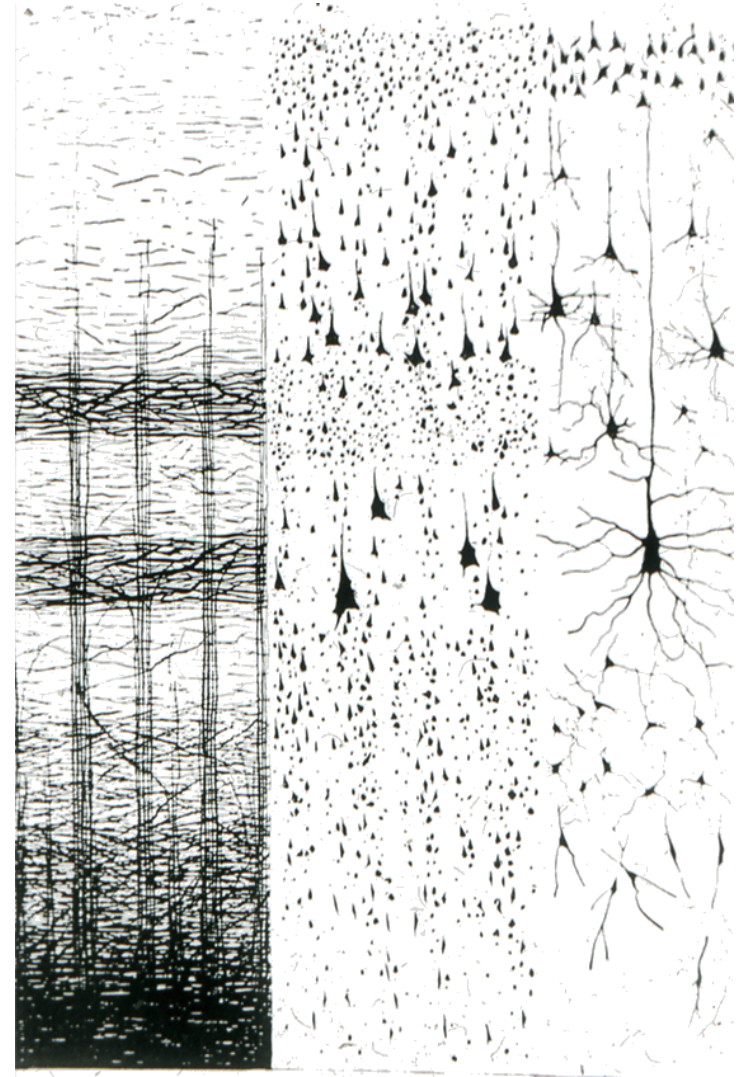
Cortex cerebri

- **Пирамидне ћелије** - облик пирамиде, врх ка површини коре; величина варира, највеће су Бетз-ове ћелије у петом слоју коре (моторна зона).
Аксони великих и средњих формирају кортикоспинални и кортикобулбарни пут.
- **Звездасте (грануларне) ћелије** – интернеурони, модулаторна улога, сви продужеци се завршавају у кори.
- **Вретенасте ћелије** – дуги дендрити и аксон ка површини мозга који даје хоризонталне колатерале.
- **Мартинотијеве ћелије** – полигоналне ћелије са кратким дендритима и дугим аксоном ка површини мозга (нема их само у површинском слоју мозга)
- **Хоризонталне (Кахалове) ћелије** – сличне вретенастим, налазе се само у површинском слоју – синапсе са продужецима ћелија из дубљих слојева.



Велики мозак - цитоархитектоника

- Тела неурона у кортексу великог мозга распоређена су тако да формирају **6 паралелних слојева (ламина)**.
- Према филогенетским својствима кортекс се дели на **алокортекс** и **изокортекс**.
- **Алокортекс** је филогенетски старији, има три слоја и налази се у саставу **олфакторног кортекса** и **лимбичког система**.
- **Изокортекс** је филогенетски млађи (чини 90% кортекса) и има шест слојева.



Слојеви коре великог мозга

Lamina molecularis (plexiformis)

Дендрити и аксони неурона из дубљих слојева и Кахалове ћелије.

Lamina granularis externa

Звездасте (грануларне) и мале пирамидне ћелије – синапсе са аксонима и дендритима ћелија из дубљих слојева.

Lamina pyramidalis externa

Пирамидне ћелије средње величине, у мањем броју звездасте, вретенасте и Мартинотијеве ћелије.

Lamina granularis interna

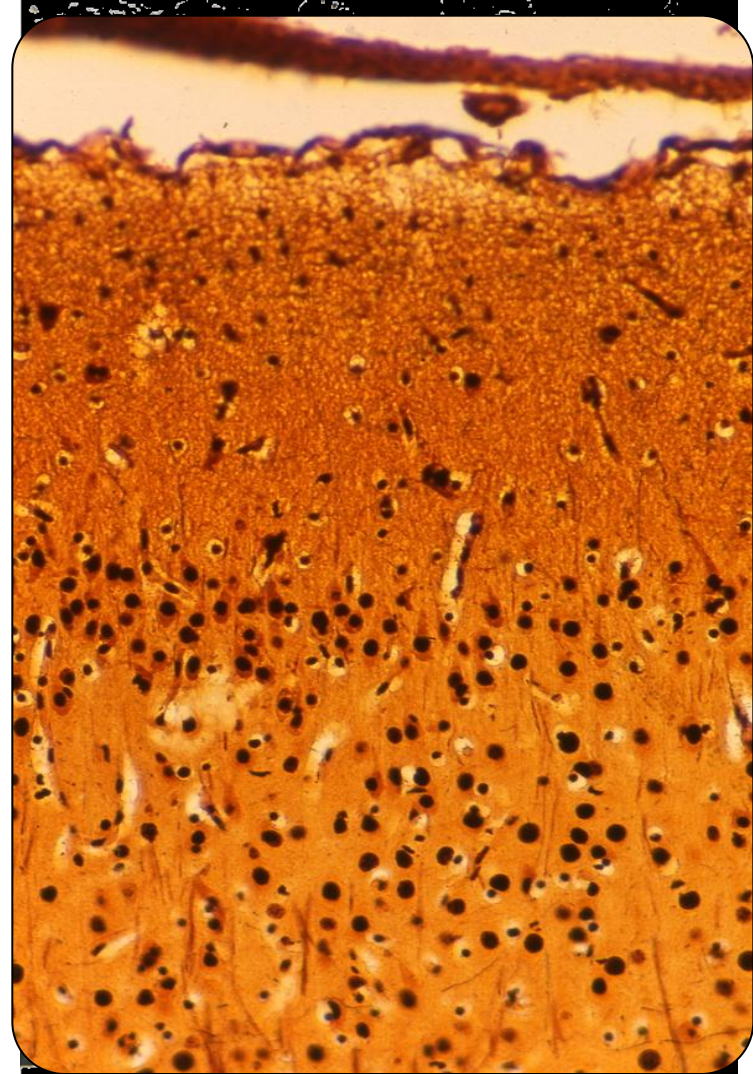
Главни рецепторски слој, звездасте ћелије.

Lamina pyramidalis interna

Велике пирамидне ћелије, у мањем броју и звездасте, вретенасте и Мартинотијеве ћелије.

Lamina multiformis (polymorphis)

Пирамидне, звездасте, вретенасте и Мартинотијеве ћелије.

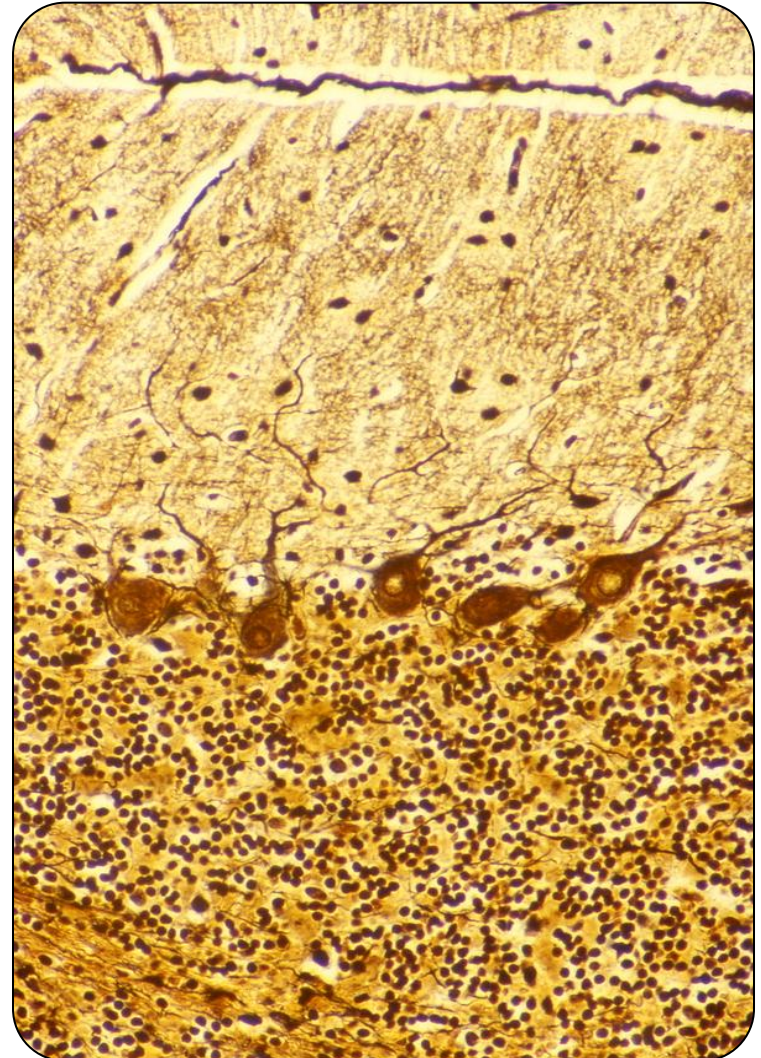


Cerebellum



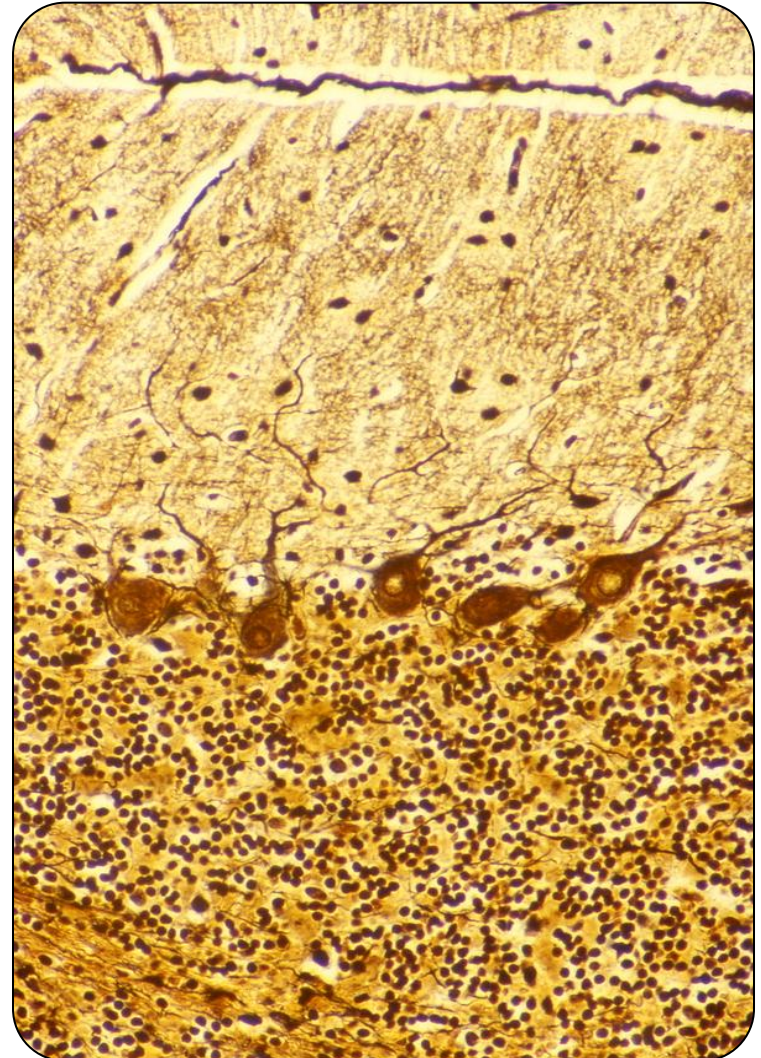
Слојеви коре малог мозга

- **Stratum moleculare**
– најдебљи слој; звездасти и котарастни неурони
- **Stratum ganglionare**
– најтањи слој; Пуркињеови неурони
- **Stratum granulosum**
– унутрашњи слој; мали зрнасти неурони (најситније ћелије у телу) и велики зрнасти неурони (Голџи тип II)



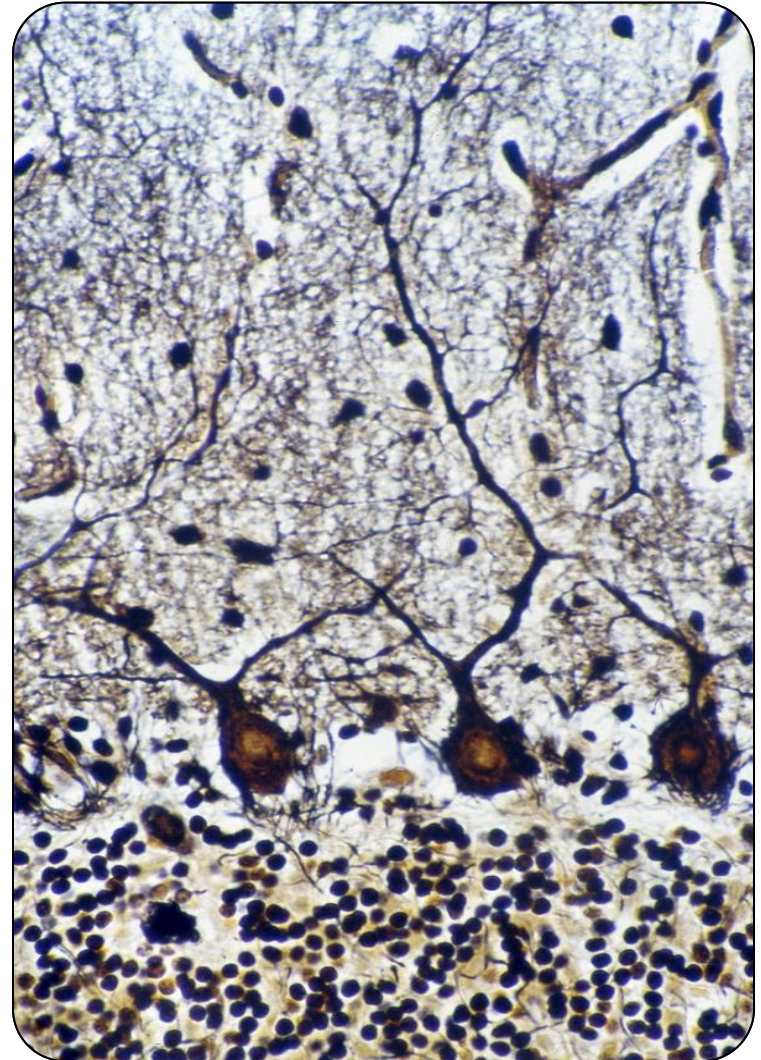
Stratum moleculare

- Најдебљи слој.
- Дендрити Пуркињеових ћелија и немијелинизована влакна.
- Присутне су две врсте неурона:
- **Звездасти** – ситни, постављени уз површину коре.
- **Аксони** се гранају испод коре, **дендрити** праве синапсе са дендритима Пуркињеових неурона.
- **Котарасти** – крупнији мултиполарни неурони у дубљим слојевима.
- **Дендрити** се гранају на површини коре, **аксони** паралелно са ганглијским слојем, колатерале праве “корпице” око Пуркињеових ћелија.



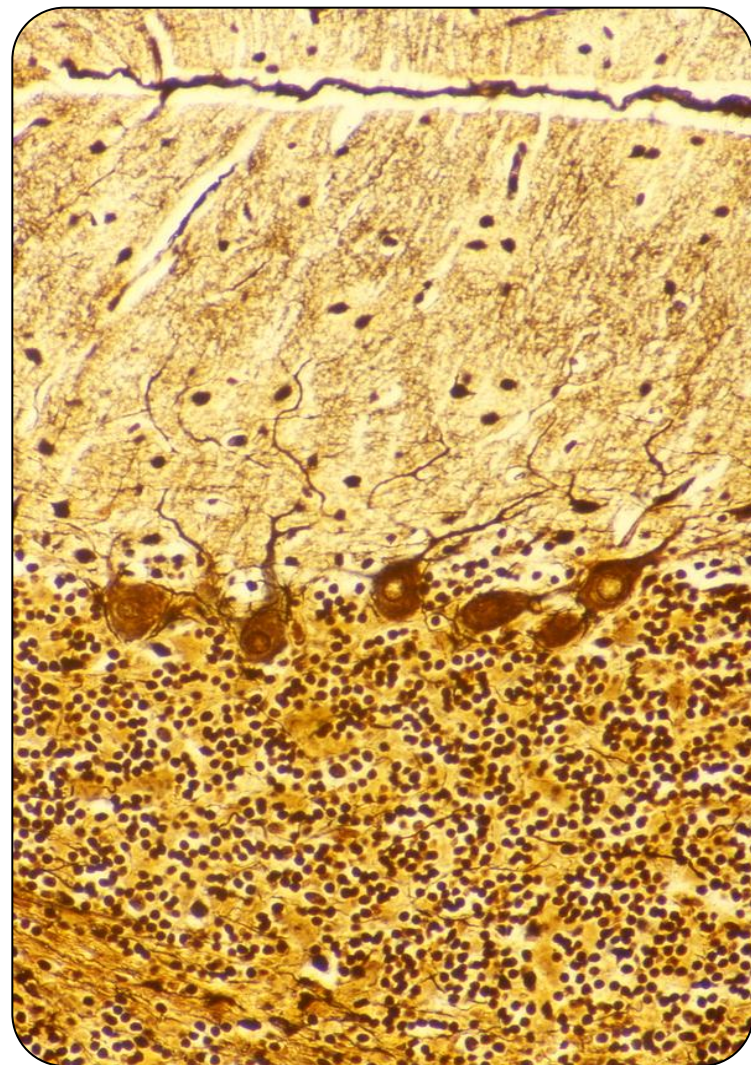
Stratum ganglionare

- **Најтањи слој** – садржи један ред крушкастих **Пуркињеових неурона**.
- **Пуркињеови неурони** – еухроматско једро, изражено једарце, развијене органеле синтетског пута.
- Поседују **1-3 дендритска стабла** са великим бројем огранака **у сагиталној равни**.
- **Аксони** губе мијелински омотач, **улазе у белу масу** и долазе **до једара малог мозга** и делимично, до вестибуларних једара.
- **Од проксималног дела аксона** одвајају се **колатерале** за **молекуларни слој** или за тела околних Пуркињеових неурона.
- На Пуркињеовим ћелијама се завршавају **сва аферентна влакна малог мозга**.
- Две посебне врсте глиоцита – **Бергманове** и **Фанансове ћелије** – шаљу бројне продужетке у молекуларни слој; **Бергманове** **омотавају Пуркињеове неуроне**.



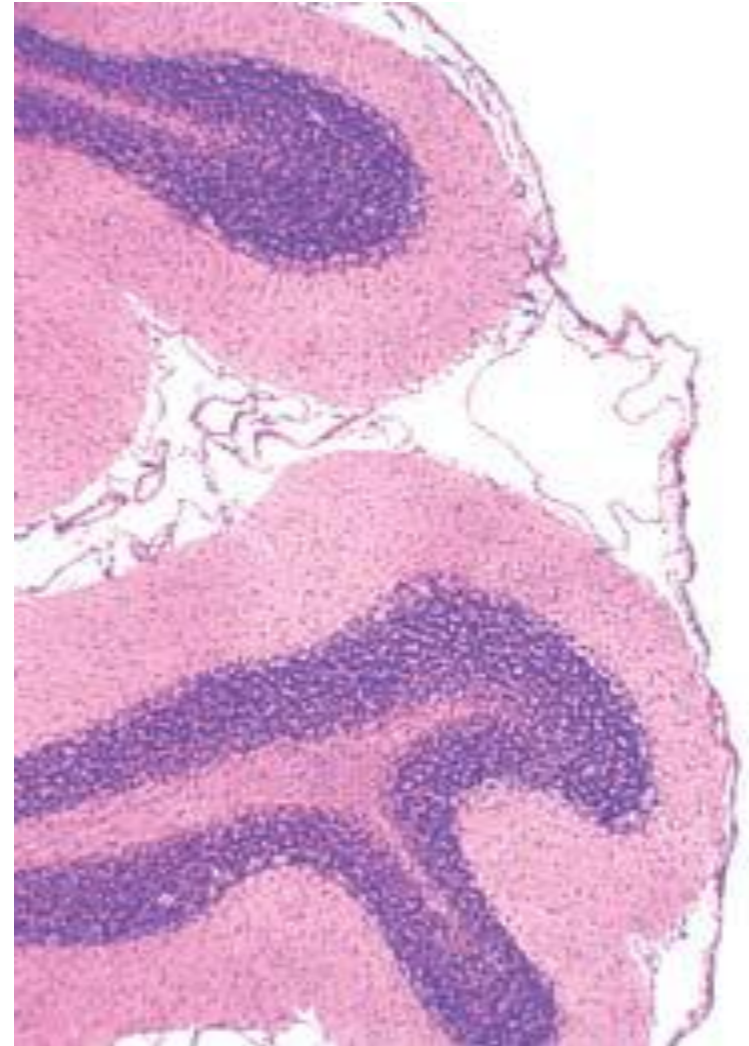
Stratum granulosum

- Садржи зрнасте ћелије, нервна влакна и гломерула церебелларија.
- **Мали зрнасти неурони** – најситније ћелије у телу.
- Садрже **3-4 дендрита** (“канџе”), **аксон** се у молекуларном слоју рачва у **облику слова Т** (“паралелна влакна”).
- **Велики зрнасти неурони** (Голџи тип II) – малобројни, **кратки аксони** у близини перикариона, **дендрити се гранају у молекуларном слоју**.
- **Гломерула церебелларија** – у центру су **маховинаста влакна** – проширени терминали аферентних влакана са митохондријама и синаптичким везикулама.
- Око маховинастих влакана налазе се **дендрити малих и аксони великих зрнастих ћелија** – синапсе са маховинастим влакнима.

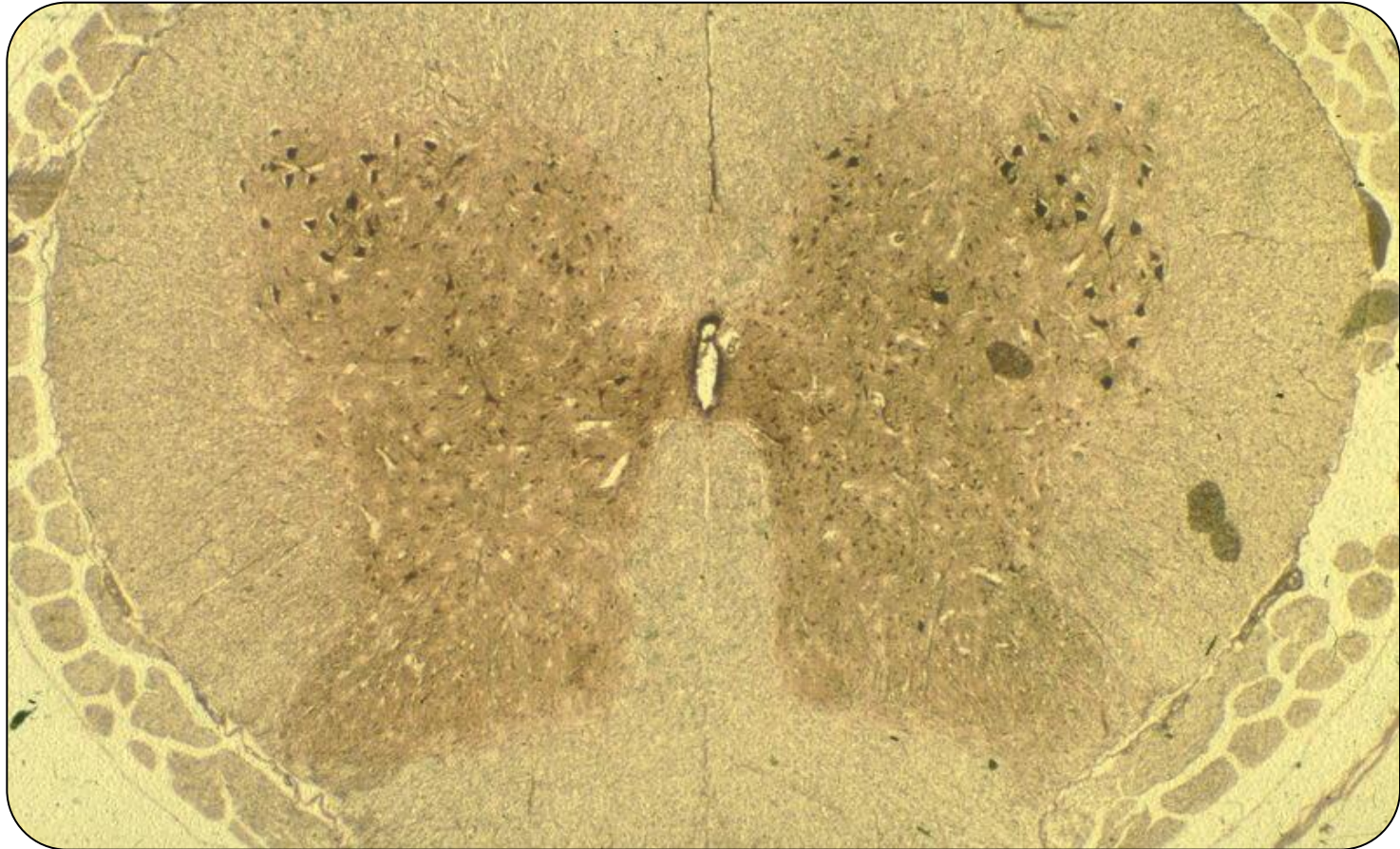


Бела маса малог мозга

- Мијелинизована нервна влакна и глија ћелије.
- Мањи део чине **еферентни аксони** Пуркињеових ћелија.
- **Већи део** чине **аферентни аксони** неурона смештених у кичменој мождини и možданом стаблу.
- Већина влакана завршава се огранцима у **st. granulosum** (маховинаста влакна).
- Мањи део стиже **до Пуркињеових ћелија** (“пузајућа влакна”) и **st. Moleculare**.

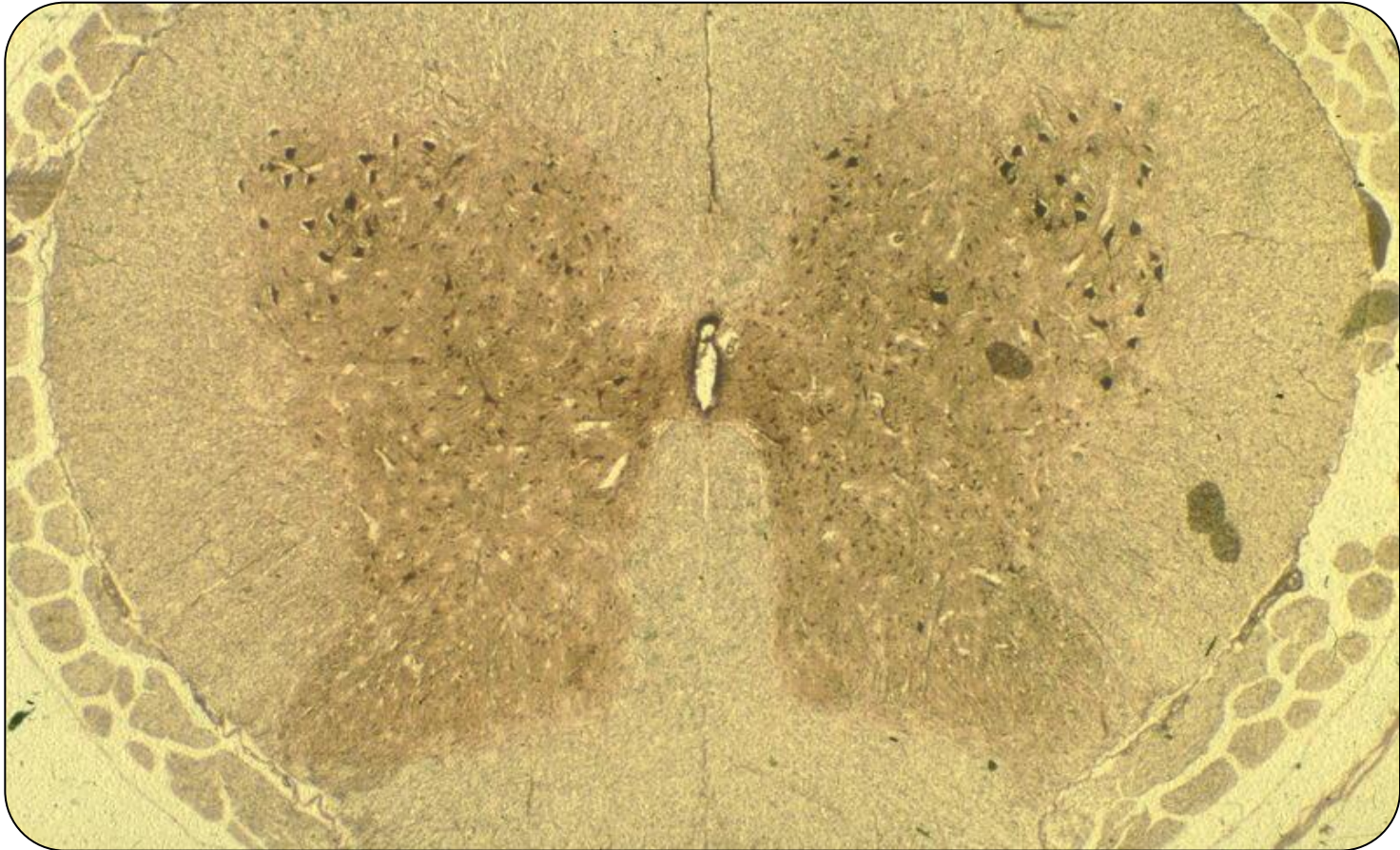


Medulla spinalis



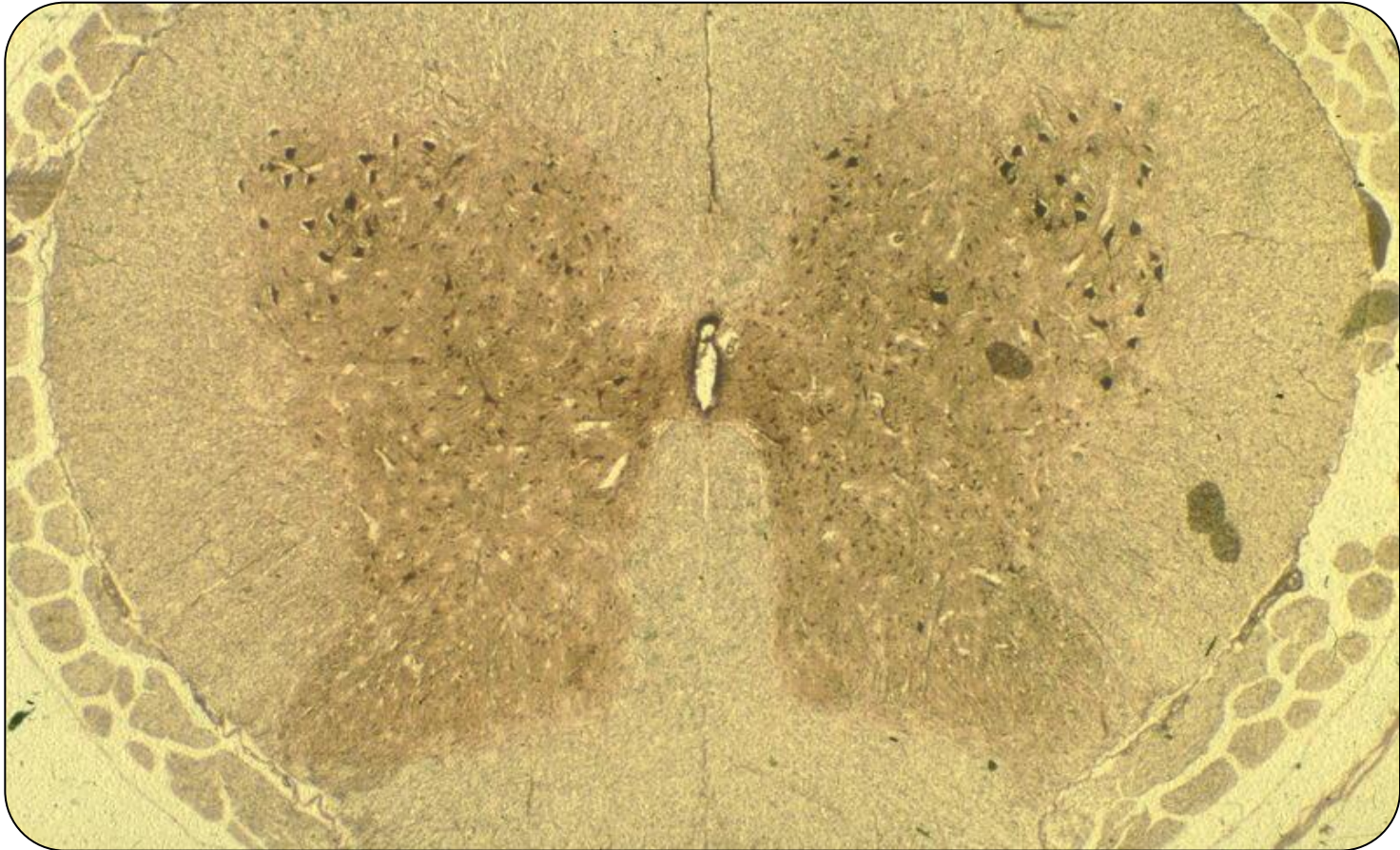
- **Сива маса** – предњи и задњи рогови.
- **Предњи рогови** – **мултиполарне ћелије** – моторни неурони кичмене мождине – аксони чине вентралне корене спиналних нерава (скелетна мускулатура)

Medulla spinalis



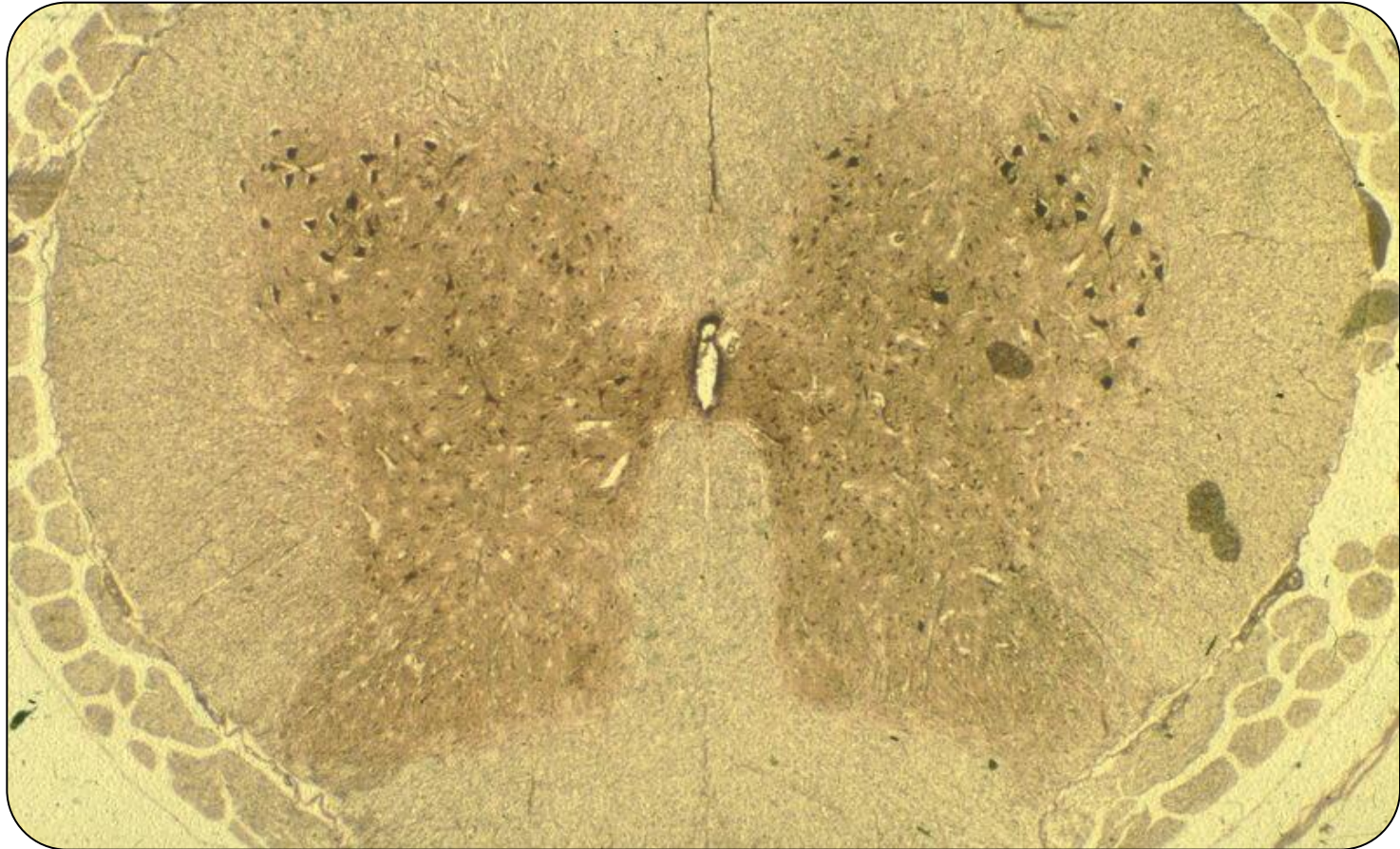
- **Задњи рогови** – **ситнији неурони** – преносе импулсе са периферије у ЦНС.
- У задње рогове улазе гране сензитивних псеудоуниполарних неурона спиналних ганглиона.

Medulla spinalis



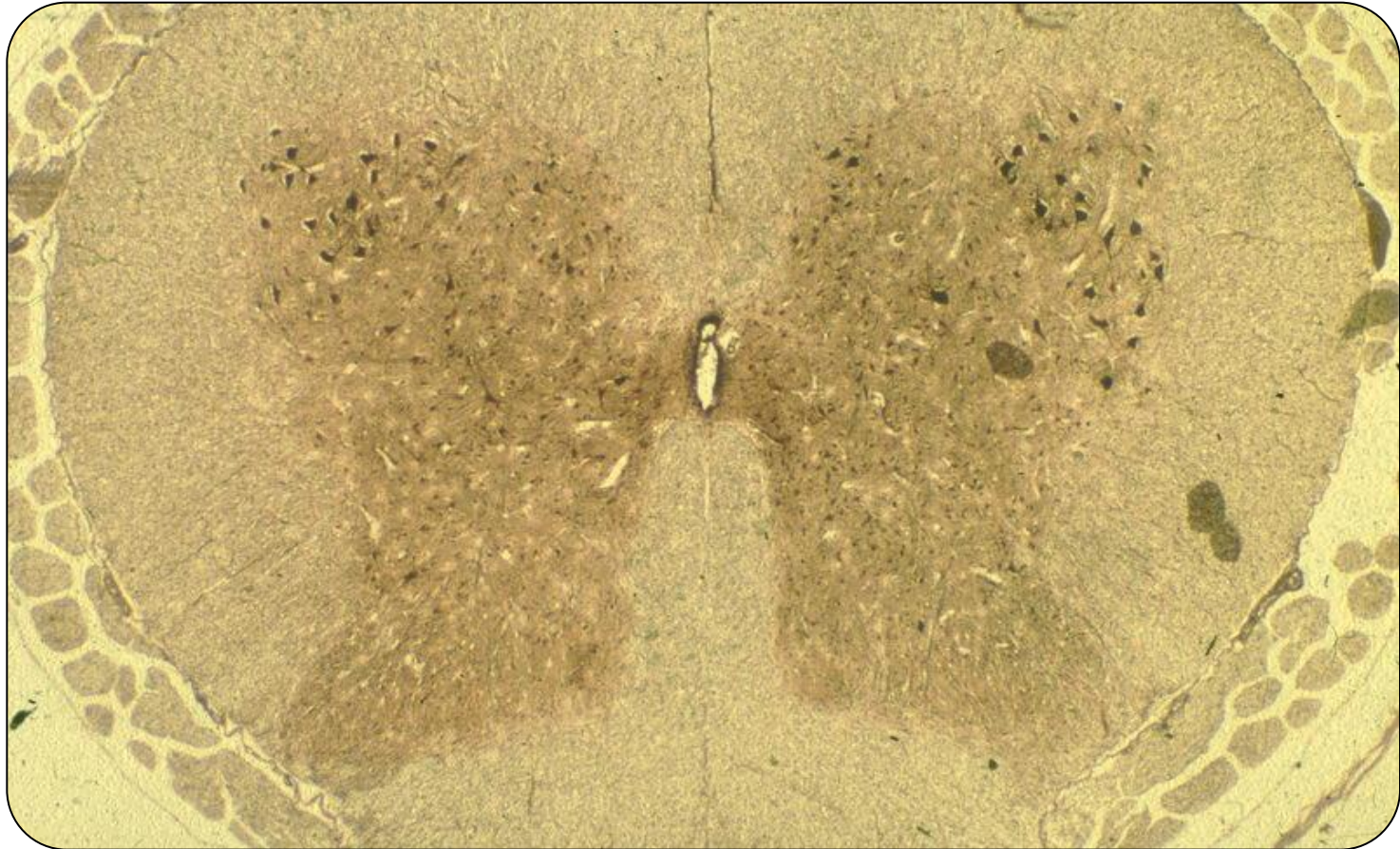
- У одређеним сегментима (C_8-L_2 и S_2-S_4) између предњих и задњих присутни су и **бочни стубови**.
- У **бочним стубовима** (АНС) налазе се неурони средње величине који шаљу своје аксоне до ганглија АНС.

Medulla spinalis



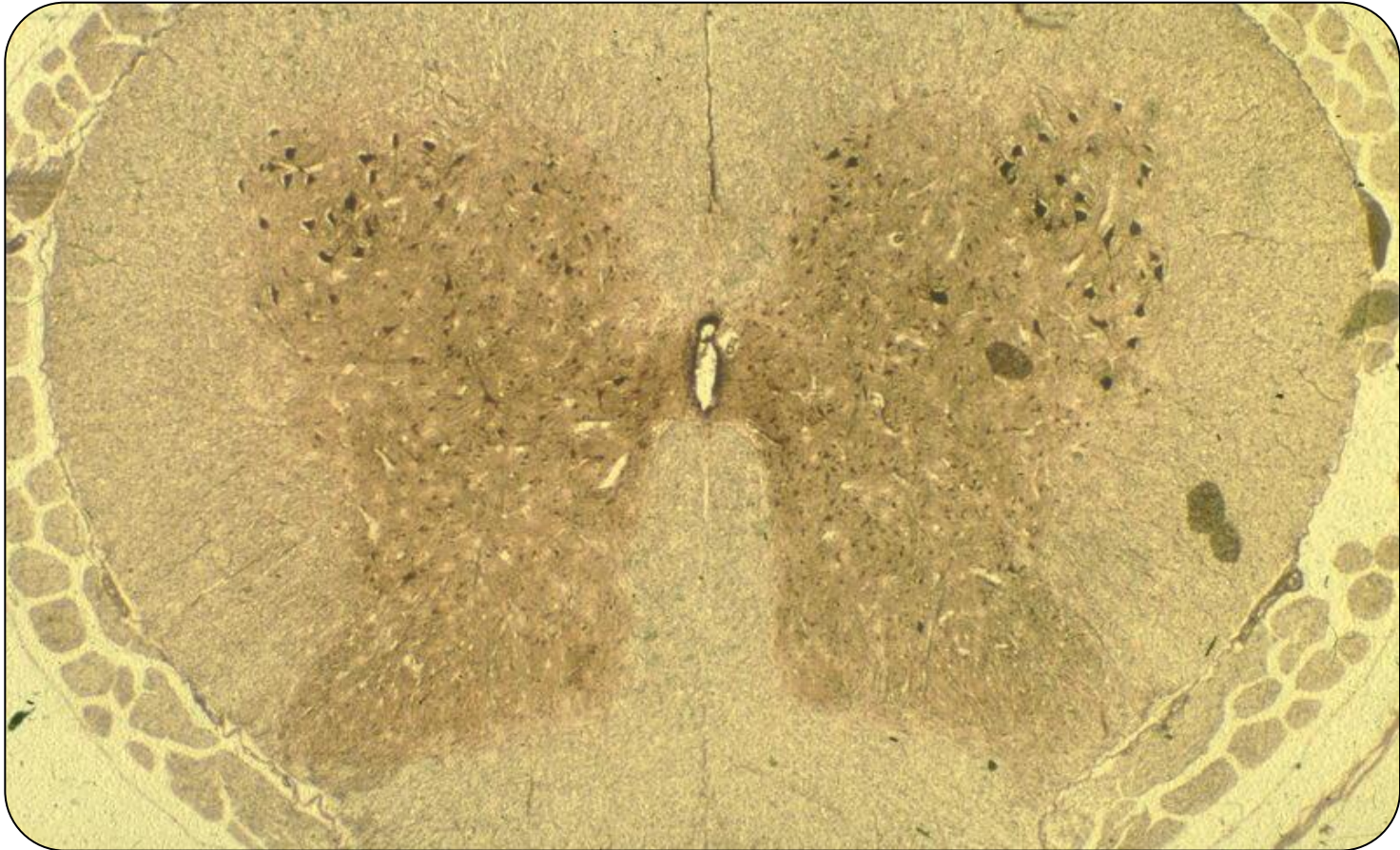
- Осим тела нервних ћелија у сивој маси налазе се и **протоплазматски астроцити, олигодендроцити, микроглија, немијелинизована нервна влакна и крвни судови.**

Medulla spinalis



- **Бела маса** грађена је од **усходних и нисходних трактуса и фасцикулуса**.
- Усходни и нисходни путеви и снопови саграђени су од **мијелинизованих аксона** и **глија ћелија**.

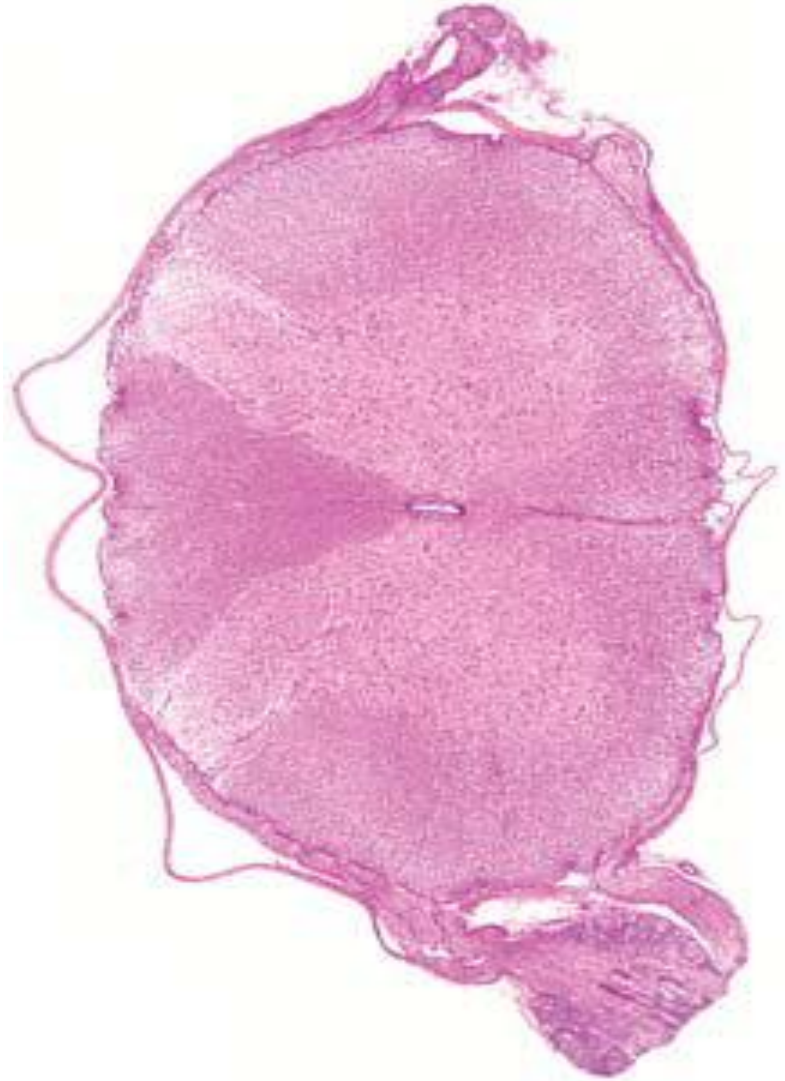
Medulla spinalis



- Хистоархитектоника кичмене мождине **мења се према сегментима**.
- Мења се **број нервних ћелија** у сивој маси и **број влакана** у белој маси.
- Кроз средиште кичмене мождине пролази **canalis centralis** обложен **епендимом**.

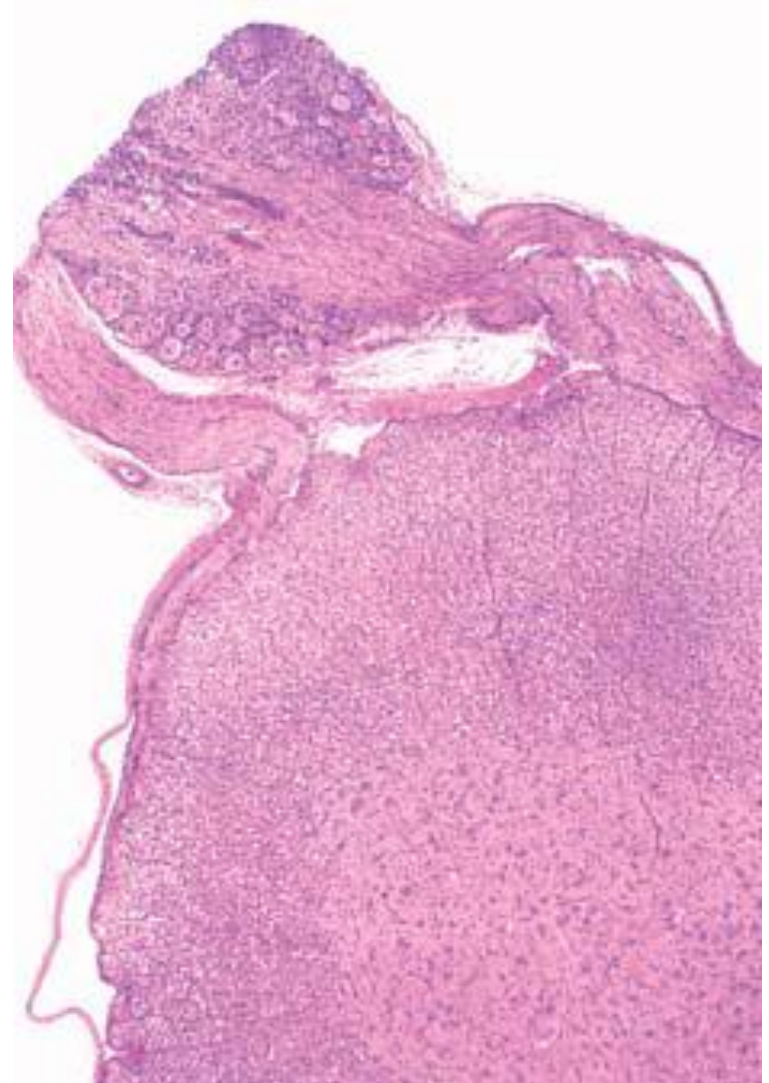
Dura mater

- Дура се наставља на **епинеуријум периферних нерава**.
- Најдебљи и најчвршћи омотач ЦНС-а.
- У кранијуму пријања за периост лобање, у кичменом каналу за периост пршљенова.
- Састављена је од **ирегуларно распоређених снопова колагених влакана, фибробласта, крвних судова и нервних снопова**.
- У кичменом каналу дура је **једнослојна**, у лобањи је **двослојна** – непотуно подељена на спљашњи слој – **I. fibrosa externa** и унутрашњи слој – **I. fibrosa interna**.
- Два слоја су **раздвојена** само у подручју **венских синуса дуре**.
- Са **унутрашње стране** дура је обложена непотпуним слојем мезотелних ћелија – **менинготел** (облажу и арахноидеу и пију).
- Између дуре и арахноидее налази се **субдурални простор**.



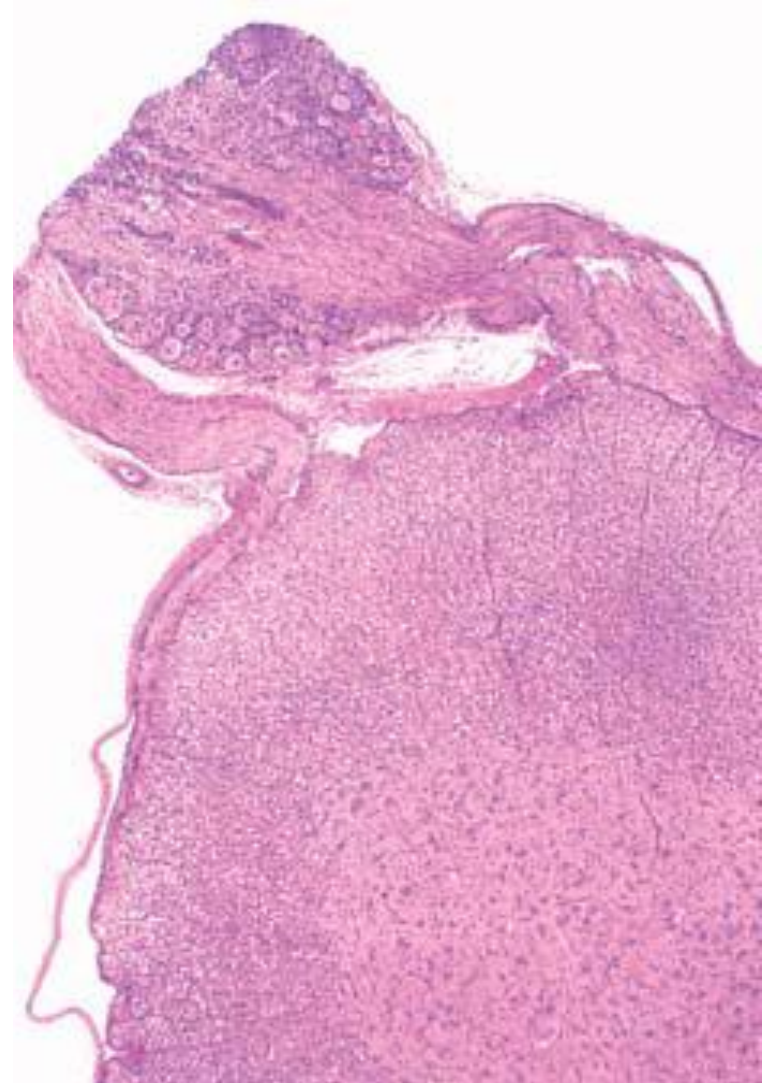
Dura mater

- Дура залази дубоко у кранијум раздвајајући поједине делове мозга (настају: **tentorium cerebelli**, **falx cerebri**, **falx cerebelli**, **diaphragma sellae**).
- Унутар местимичних процепа дуре, пролазе **венски синуси** у које улазе арахноидне гранулације.
- **Зид венских синуса** састављен је од **ендотела** и широког слоја **везивног ткива**.
- **Немају мускулатуру ни валвуле** — венски канали.



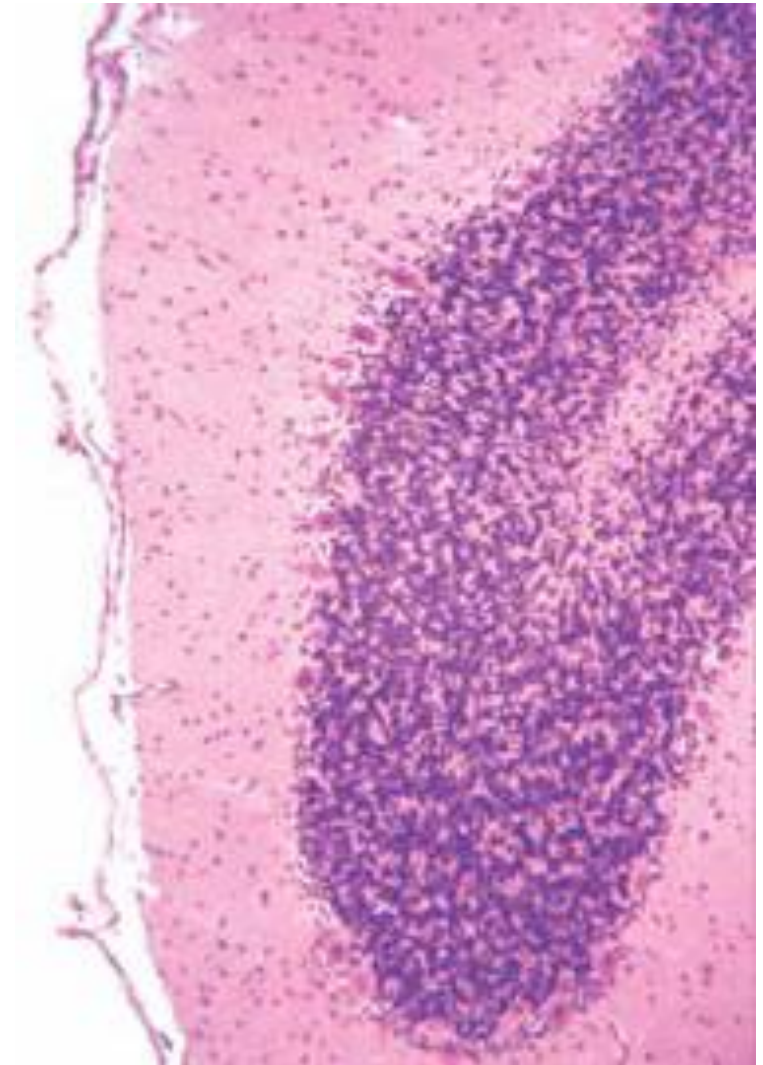
Dura mater

- Кичменомождана дура има **један слој** (одговара **унутрашњем слоју церебралне дуре**, има више еластичних влакана)
- Између кичменомождане дуре и периоста пршљенова постоји узан **епидурални простор**.
- **Епидурални простор** испуњен је растреситим везивним ткивом, анастомозирајућим танким венама и масним ћелијама.
- Према арахноидеи – **субдурални простор**.
- Обе површине дуре (спољашња и унутрашња) прекривене су **менинготелом**.



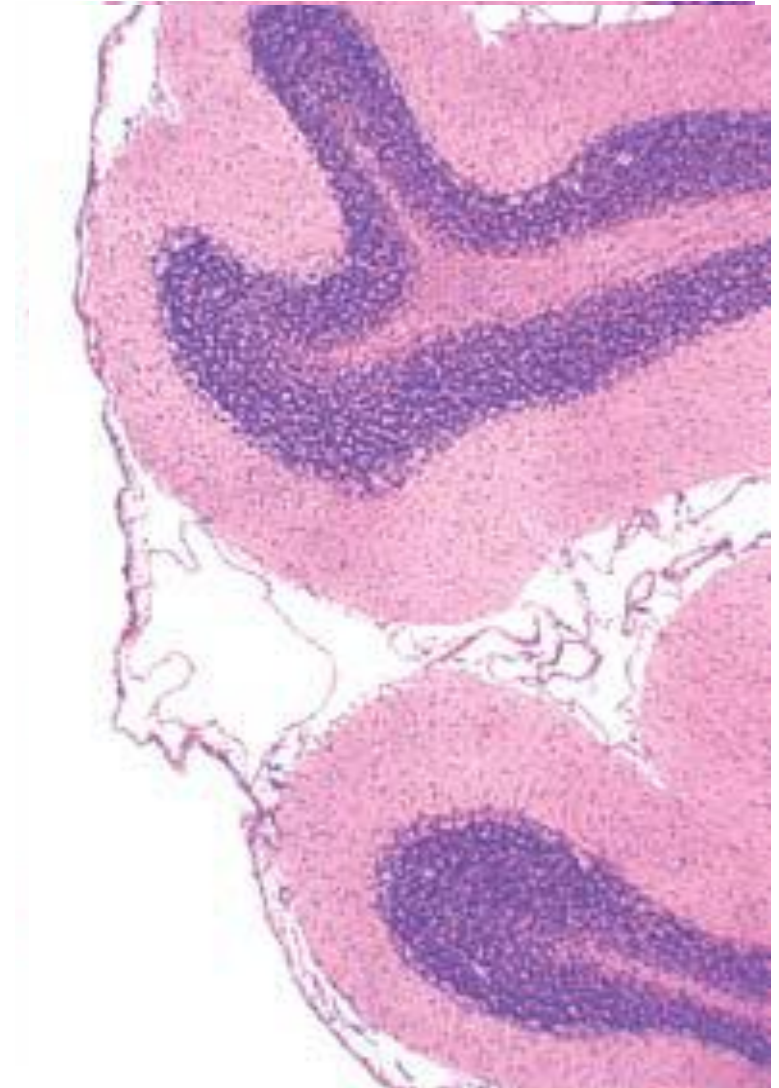
Arachnoidea

- **Средња овојница** мозга повезана са пијом у комплекс **pia-arachnoidea** или **leptomeningx**.
- Арахноидеа се налази **испод дуре** од које је одваја **субдурални простор**.
- Обе стране субдуралног простора облаже **менинготел**.
- Менинготелне ћелије два листа местимично се повезују **ћелијским везама**.
- Арахноидеа се састоји од **арахноидне мембране** и **арахноидних трабекула**.



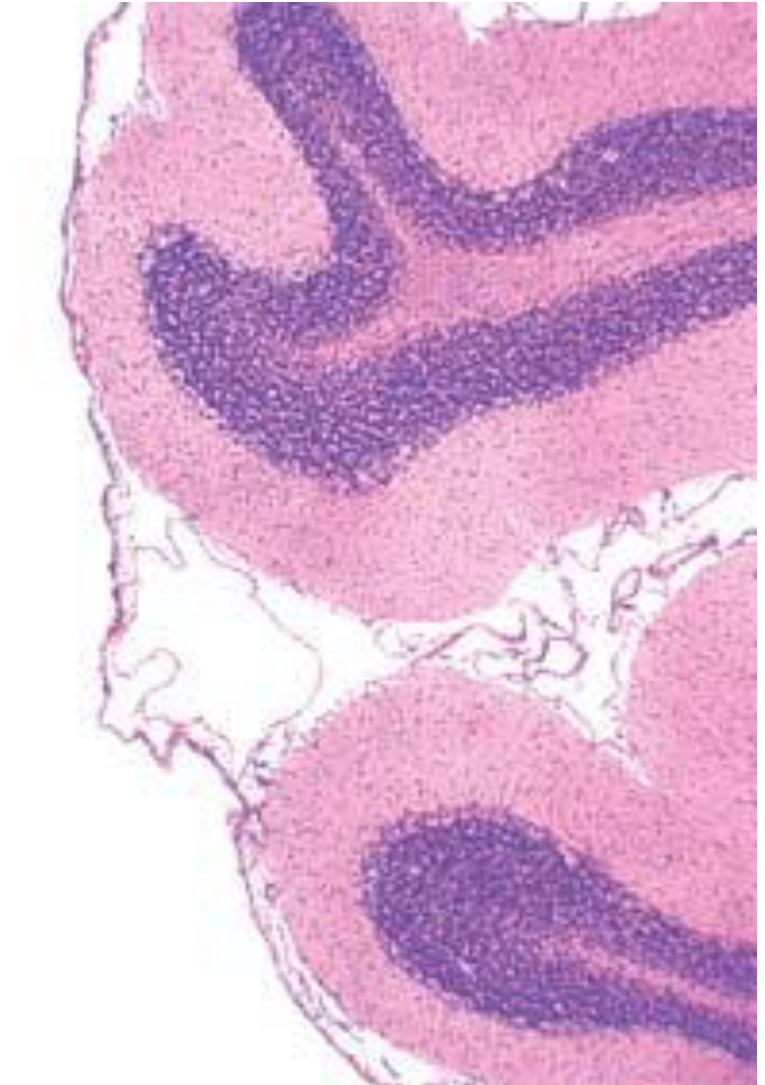
Arachnoidea

- **Арахноидна мембрана** је танка плоча (кров) – **5-6 слојева збијених фибробласта** повезаних **оклудентним везама** (спречавају изливање ЦСЛ у субдурални простор).
- Од арахноидне мембране полази **мрежа трабекула** које се причвршћују за горњу површину пије матер.
- Простор између арахноидне мембране и горње површине пије матер зове се **субарахноидни простор**.
- **Трабекуле** – колагена влакна прекривена менинготелом.



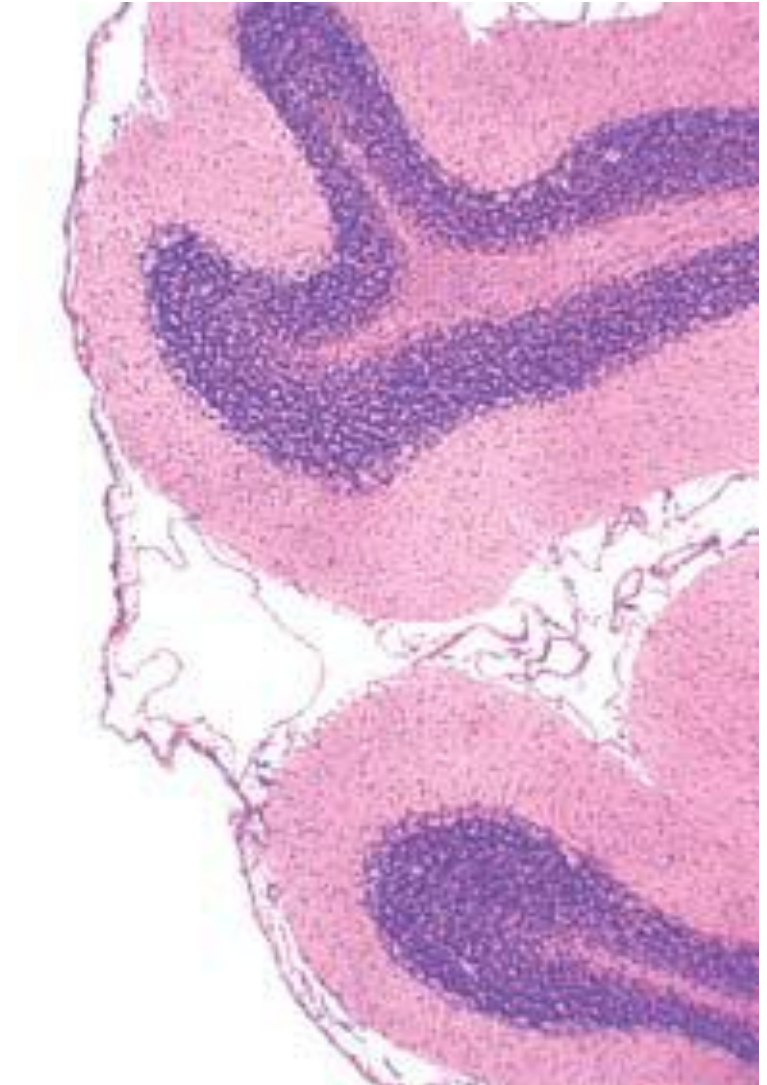
Arachnoidea

- **Субарахноидни простор** испуњен је ликвором.
- Кроз њега **пролазе нерви и главне артерије и вене мозга** обложене менинготелом.
- **Арахноидеа се не завлачи у сулкусе мозга** – на тим местима је субарахноидни простор проширен – **субарахноидне цистерне**.
- **Са спољашње површине** арахноидеа израстају арахноидне чупице (**villi arachnoidales**) – аваскуларне фиброзне структуре са пукотинама (ликвор), обложене фибробластима.



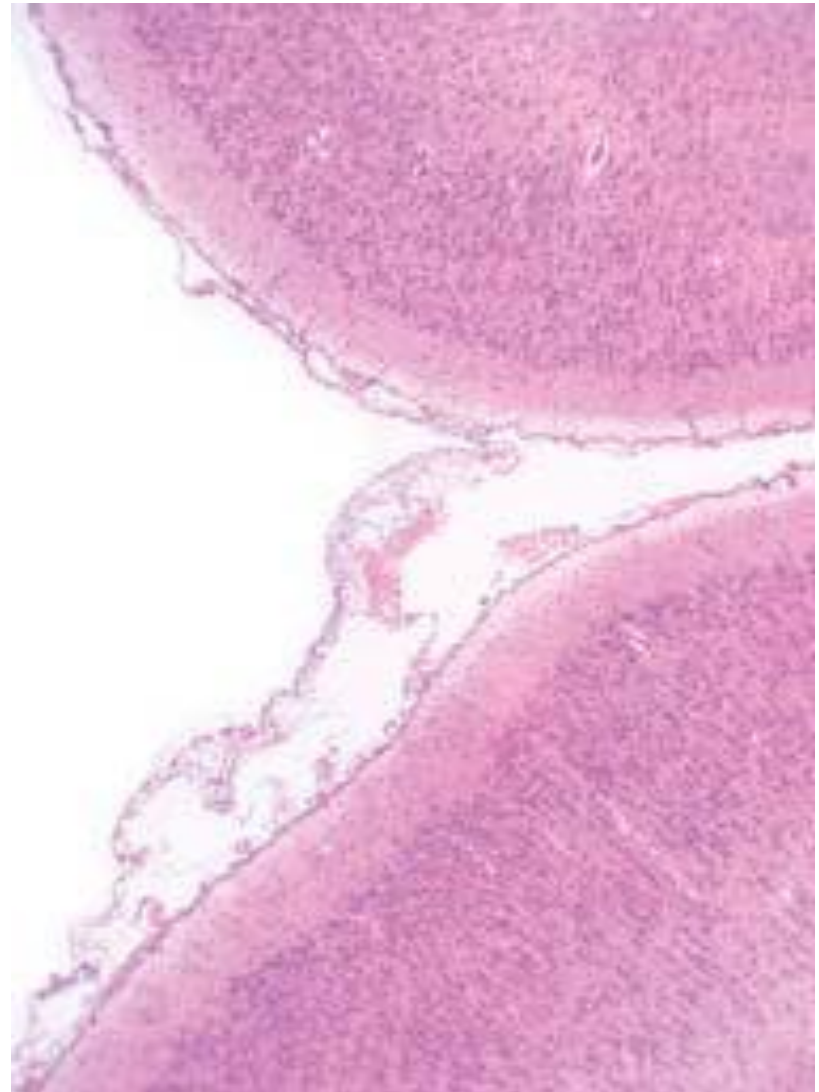
Arachnoidea

- **Vili arachnoidales** пролазе кроз зид дуре матер и улазе у њене синусе.
- Део вилуса у синусу обложен је ендотелом.
- Испод ендотела – неколико слојева менинготелних ћелија – **менинготелна капа**.
- Ликвор из субарахноидног простора **преко арахноидних вилуса** непрестано отиче у **венске синусе дуре** (градијент притиска).
- Старењем се вилуси увећавају – **Пачионијеве гранулације**.



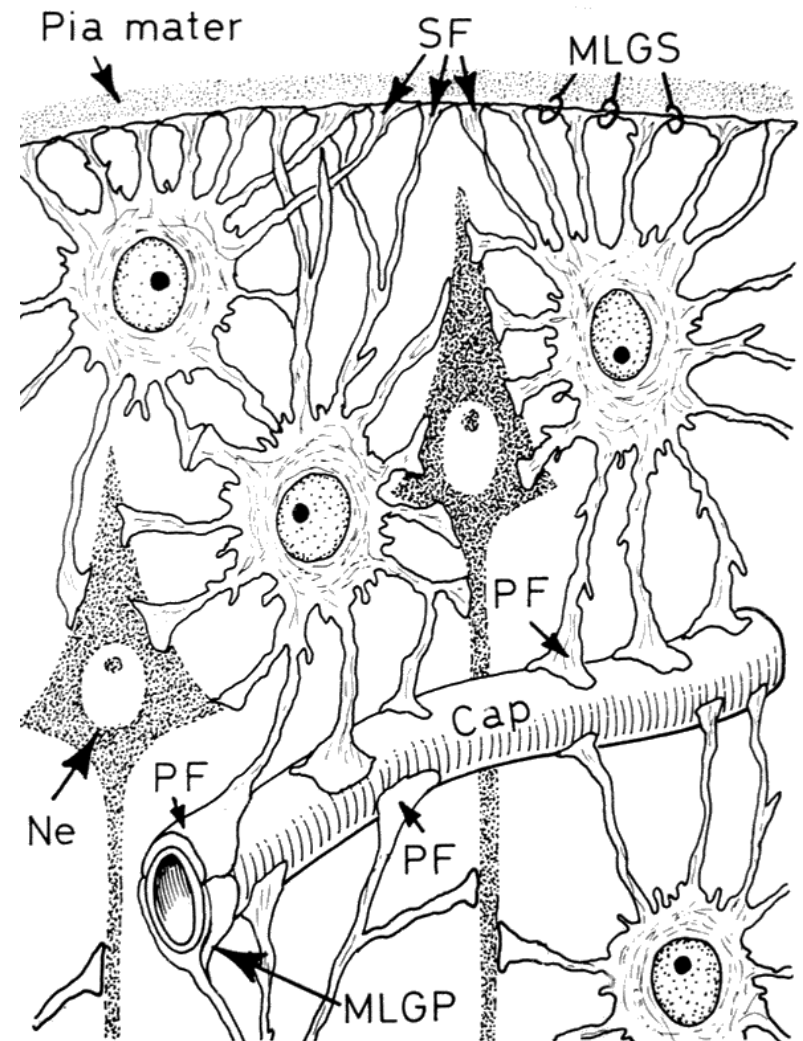
Pia mater

- **Унутрашња možдана овојница** која директно **належе на мозак** пратећи његове контуре.
- Од нервних ћелија и влакана мозга одвојена је **базалном ламином** и **membranom limitans gliae superficialis** (стопаласти продужеци астроцита)
- Састављена је из два слоја:
- **Спољашњи** – мезотел и растресито везивно ткиво испод њега
- **Унутрашњи** – растреситији – колагени фибрили, макрофаги, мастоцити и лимфоцити – између спољашњег слоја и базалне ламине.



Вирхоф-Робинови периваскуларни простори

- **Периваскуларни простори** између меке моздане опне и васкуларних зидова.
- Левкасти простори око артериола које пониру у мозак.
- Како се артериоле гранају, периваскуларни простори се сужавају.
- На нивоу капилара пиа матер и периваскуларни простори нестају.
- **Мембрана лимитанс глије** суперфицијалис трансформише се у **мембрану лимитанс глије** периваскуларис.

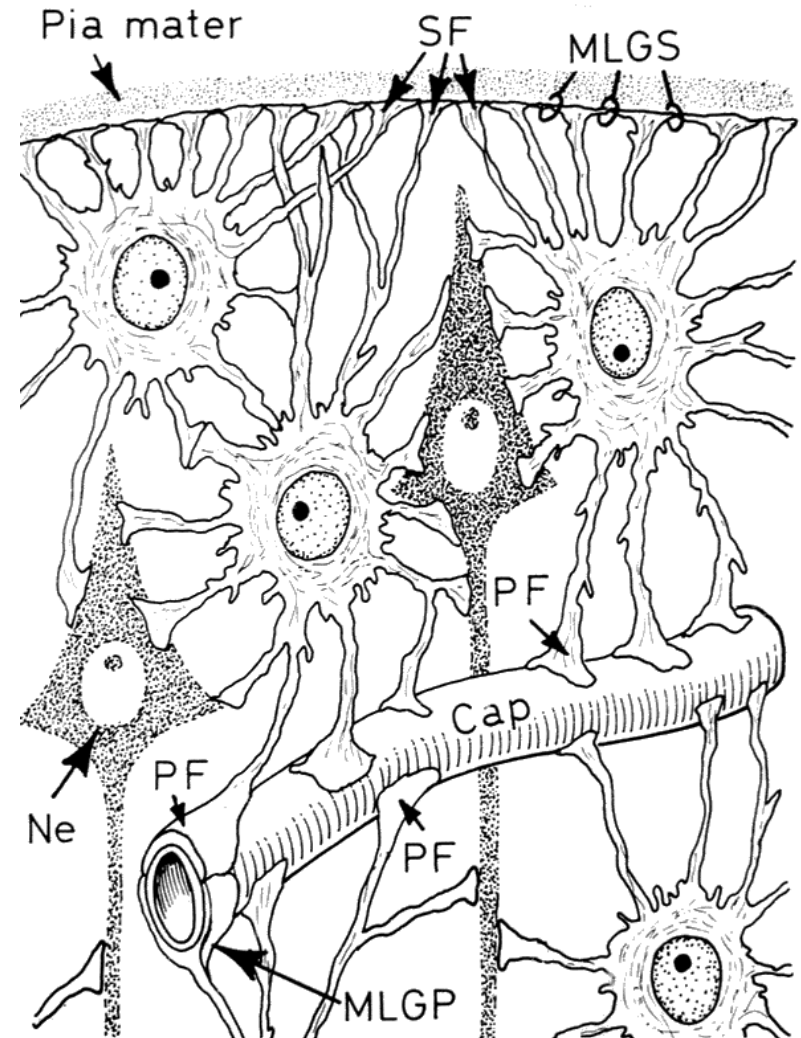


Plexus choroideus

- Излучује **цереброспиналну течност**.
- Формирају га **разгранати примарни, секундарни и терцијарни продужеци меке пије матер**.
- Продужеци **штрче у коморне шупљине** са крова **ИИИ** и **ИВ коморе**, као и са делова зида бочних комора.
- У основи хороидног плексуса је **добро васкуларизовано везивно ткиво** пије (l. propria), **прекривено једнослојним епителом** (l. epithelialis) – модификовани епендим.
- **Епител** чини **један ред коцкастих** или **нискоцилиндричних ћелија** са заобљеним врхом које су повезане оклудентним и адхерентним зонулама.
- **Апикална површина** – микроресице; **базална** – базални лавиринт.
- **Преко епитела** налазе се **Колмерове ћелије** (макрофаги).
- У **л. проприји** – **фенестровани капилари са дијафрагмом**.
- Цереброспинална течност настаје **селективном ултрафилтрацијом** капиларног филтрата кроз епител хороидног плексуса.

Хематоенцефална баријера

- **Селективна баријера** која онемогућава продор штетних материја из крви у ЦНС.
- Граде је три компоненте:
 - **Ендотел капилара**
(капилари континуираног типа)
 - **Базална ламина капилара**
 - **Membrana limitans gliae perivascularis**
(стопласти продужеци астроцита)



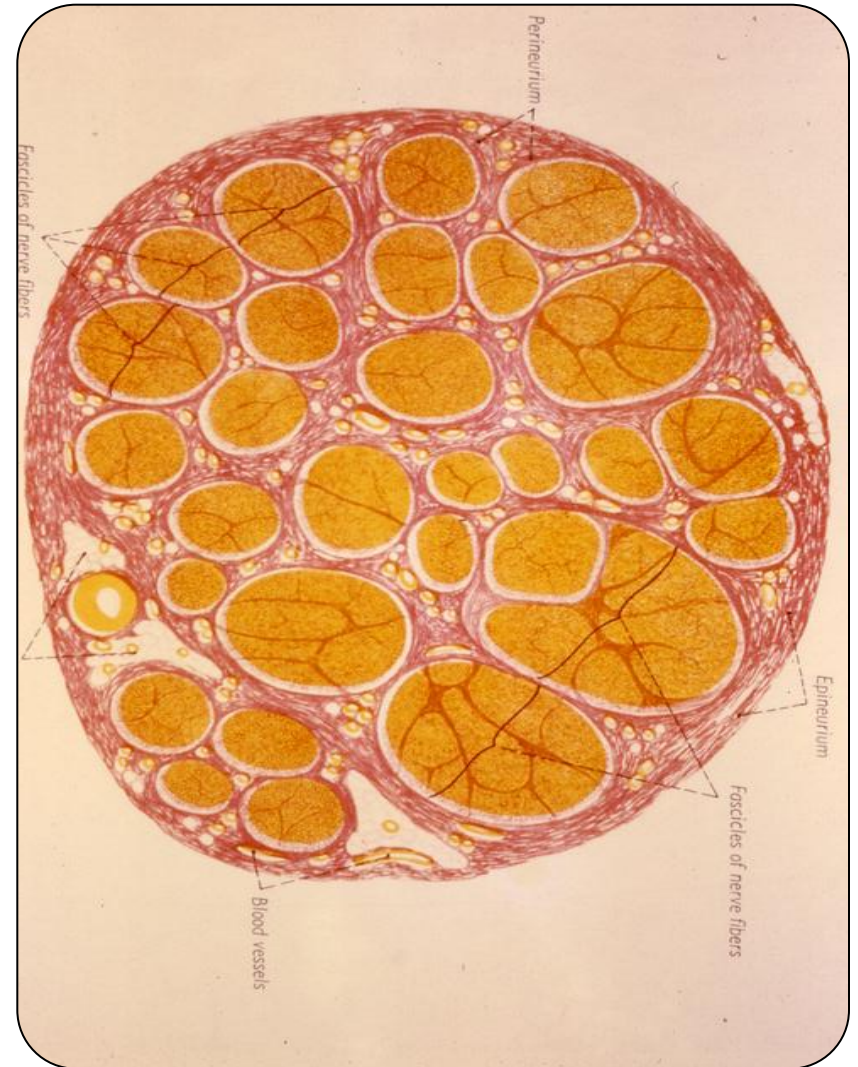
ПЕРИФЕРНИ НЕРВНИ СИСТЕМ

Периферни нервни систем

- Периферни нервни систем:
- Налази се **изван** мембране лимитанс глије суперфицијалис.
- Обухвата **кранијалне нерве**, **спиналне нерве** и **ганглије**.
- Развија се из **нервног гребена**.
- У континуитету је са централним нервним системом.

Периферни нерви

- Граде их нервна влакна у сноповима (фасцикулусима).
- Нервна влакна могу да буду:
 - Мијелинска и немијелинска
 - Аферентна и еферентна
 - Моторна и сензорна
- **Нервна влакна** окружују три везивна омотача: **епинеуријум**, **перинеуријум** и **ендонеуријум**.

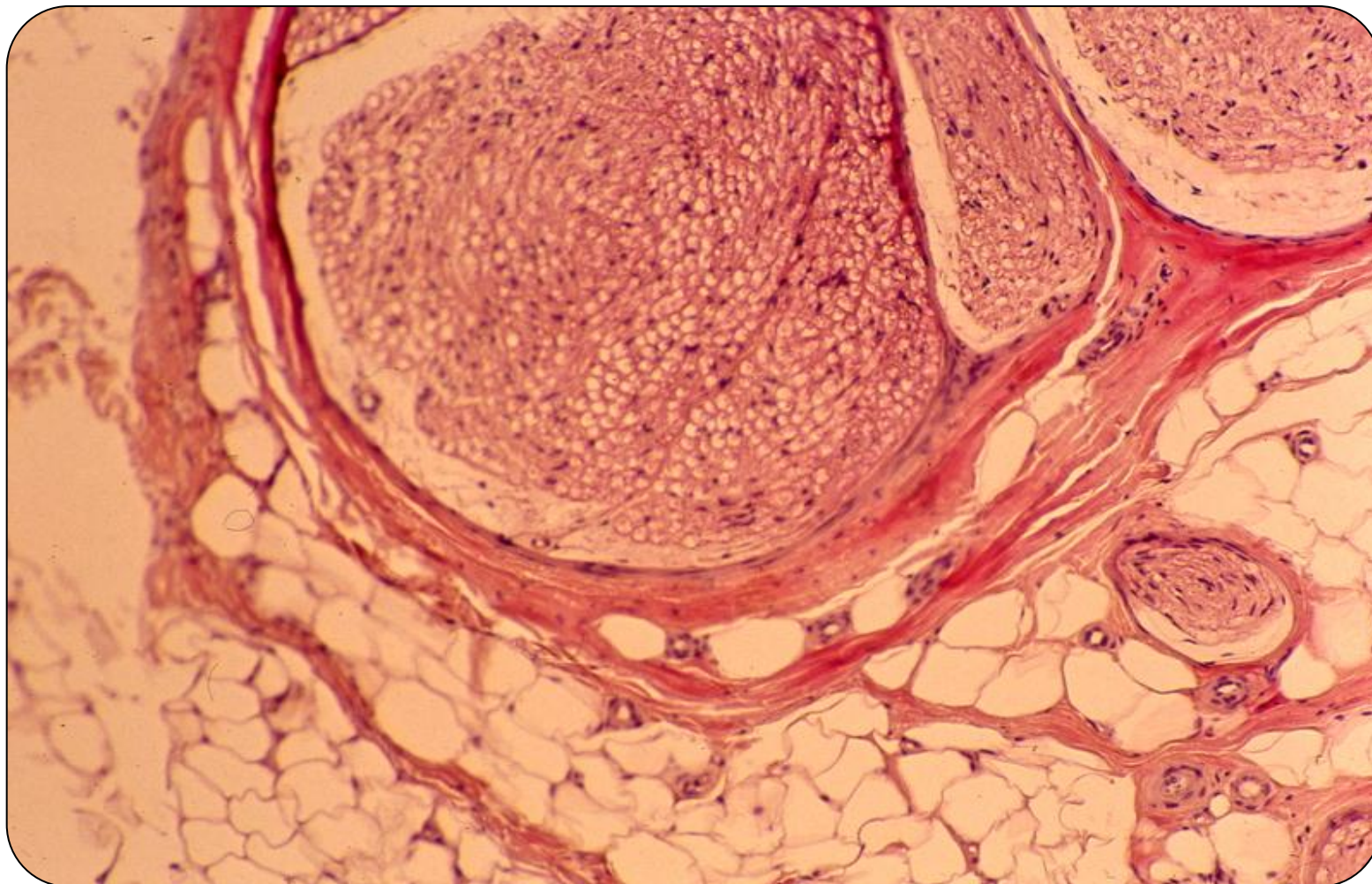


Епинеуријум

- Спољашњи омотач нерва састављен од **густог везивног ткива**.
- **Обједињује нервне снопове у једну целину.**
- Садржи **таласаста колагена влакна, крвне и лимфне судове и масне ћелије.**



Епинеуријум



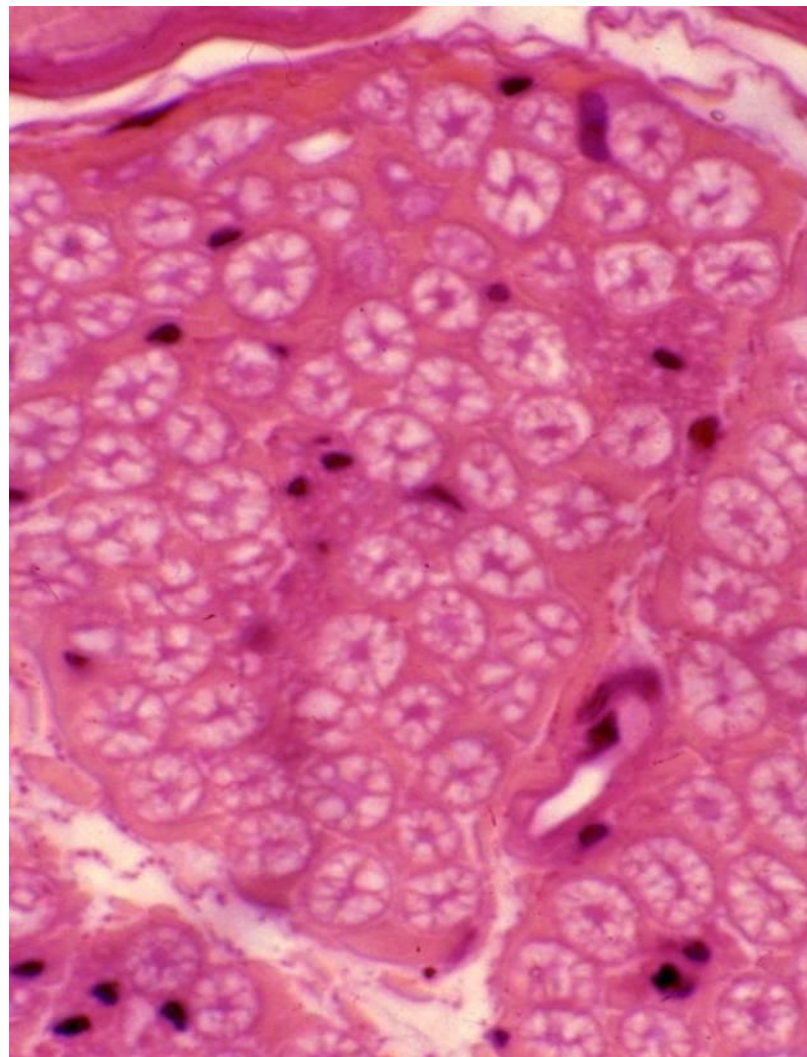
Перинеуријум

- Сваки фасцикулус унутар периферног нерва поседује сопствени омотач – **перинеуријум**.
- Састоји се од **епитела** и **везивног ткива**.
- Епител је **наставак менинготела арахноидее**.
- Састоји се од 3-15 слојева **пљоснатих ћелија** распоређених у виду **концентричних ламела**.
- **Између ламела** се налазе **микрофибрили**.
- Ћелије садрже микрофиламенте и густа тела.
- Везивно ткиво састоји се од колагених влакана без фиброцита.



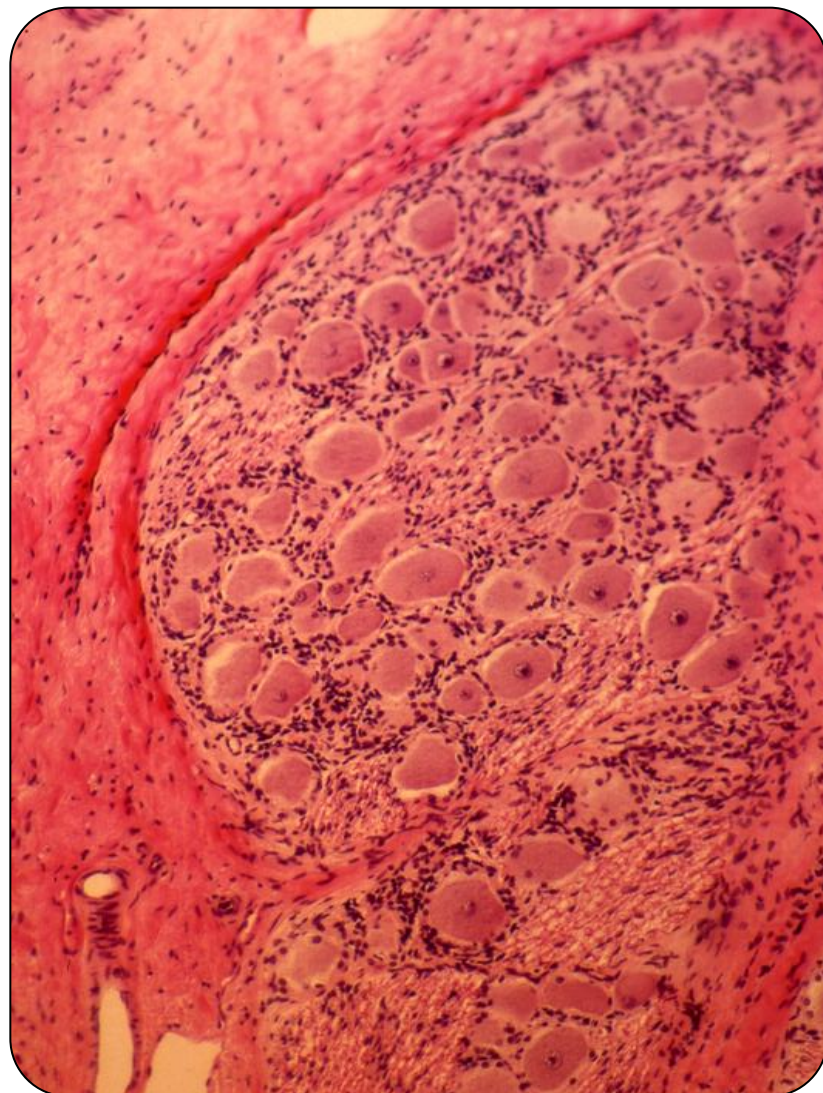
Ендонеуријум

- Танак слој растреситог везивног ткива **око сваког појединачног нервних влакна** унутар фасцикулуса.
- Садржи Шванове ћелије, фибробласте, мастоците, колагена влакна и капиларе континуираног типа.
- Ендонеуријум је **слабо васкуларизован**, па се метаболизам заснива на размени преко перинеуријума.
- **Крв-нерв баријеру** чине **епителне ћелије перинеуријума** (повезане зонулама оклуденс), **ендотелне ћелије** ендонеуријумских капилара, **перицити** и **Шванове ћелије**.



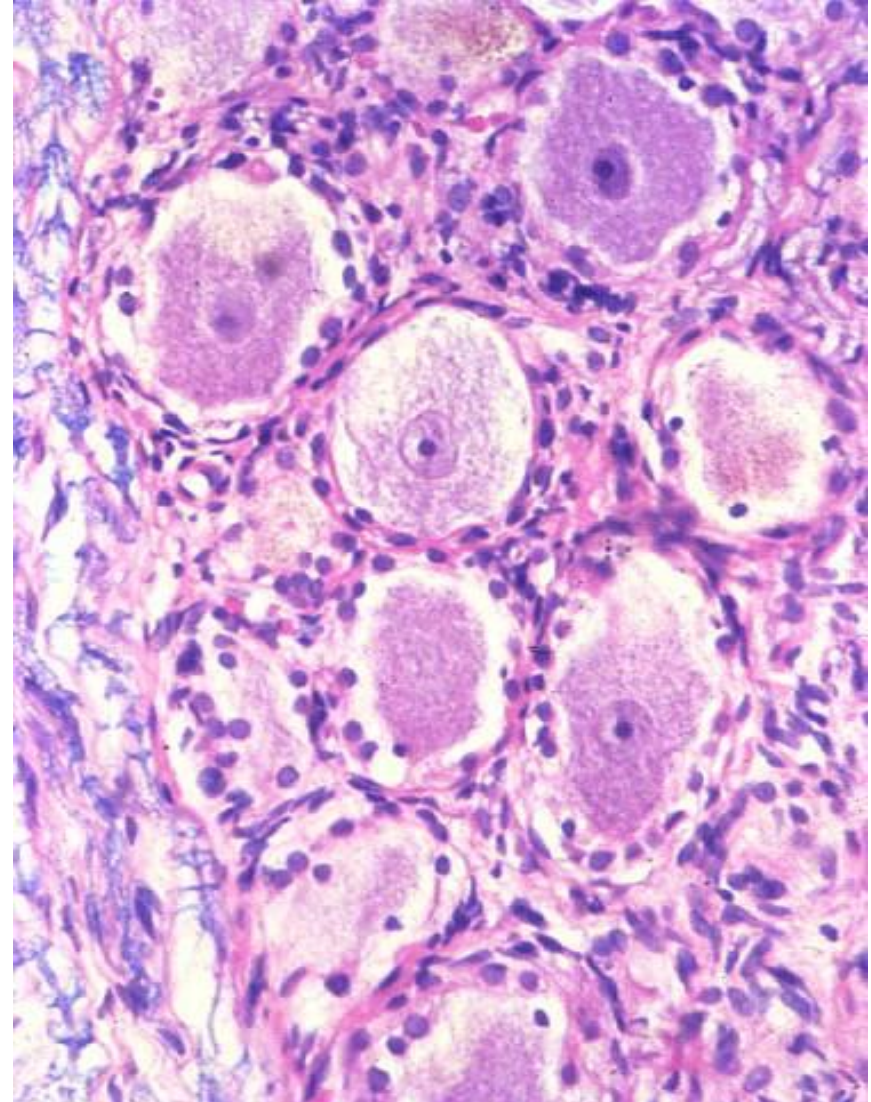
Ганглије

- Тела нервних ћелија ван ЦНС-а могу да се групишу формирајући **ганглије**.
- Ганглије **стоје на путу периферних нерава**.
- Према хистолошкој организацији деле се на **сензорне** и **аутономне** (вегетативне) ганглије.
- **Сензорним ганглијама** припадају ганглије кичмених живаца (**спиналне ганглије**) и ганглије можданих живаца (**церебралне ганглије**).
- **Аутономне ганглије** припадају АНС-у и обухватају **симпатикусне** и **парасимпатикусне ганглије** (нема значајнијих хистолошких разлика)



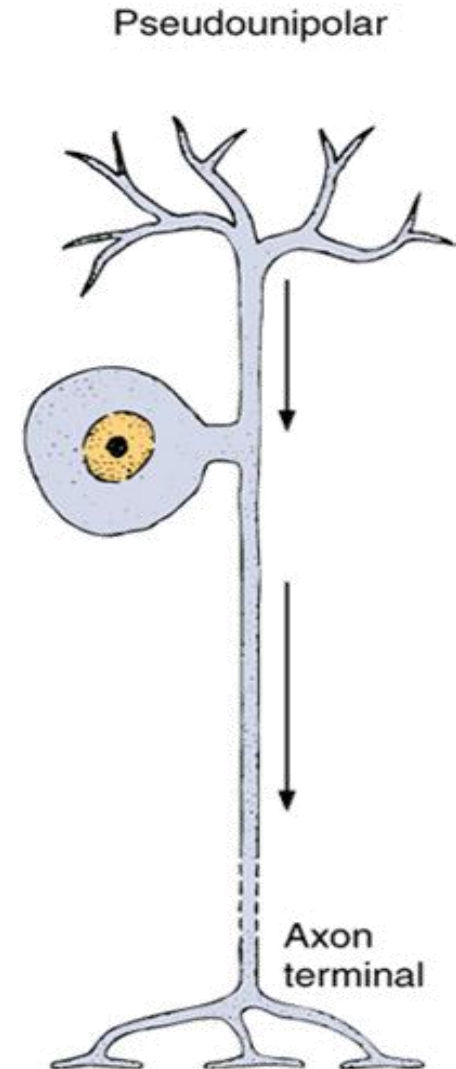
Спиналне ганглије

- Уграђене су у **задњи корен кичмених живаца**.
- Обавијене су двослојном капсулом.
- **Спољашњи слој капсуле** – густо везивно ткиво у континуитету са тврдом можданицом и епинеуријумом.
- **Унутрашњи слој капсуле** – неколико слојева спљоштених епителних ћелија и растресито везивно ткиво које се наставља на арахноидеу и перинеуријум.
- У ганглиону се налазе **псеудоуниполарни неурони** распоређени у неправилним групама које су раздвојене везивним ткивом и сноповима нервних влакана.



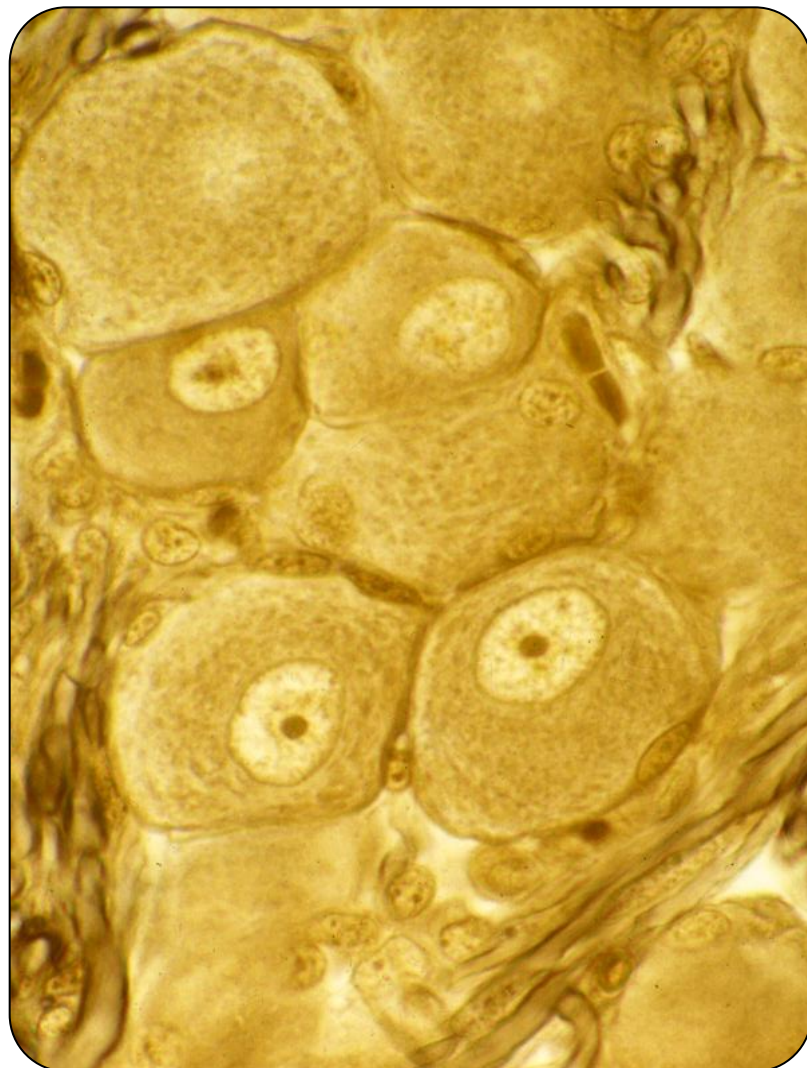
Спиналне ганглије

- У спиналним ганглионима налазе се **округли псеудоуниполарни неурони** са централно постављеним једром, израженим једарцетом и органелама синтетског пута.
- Од тела неурона полази **један продужетак који се рачва на две гране** у облику слова Т.
- Једна грана **доводи импулс са периферије** – одговара **дендриту**.
- Друга грана **као аксон одводи импулс кроз задњи корен спиналног нерва до сиве масе кичмене мождине**.



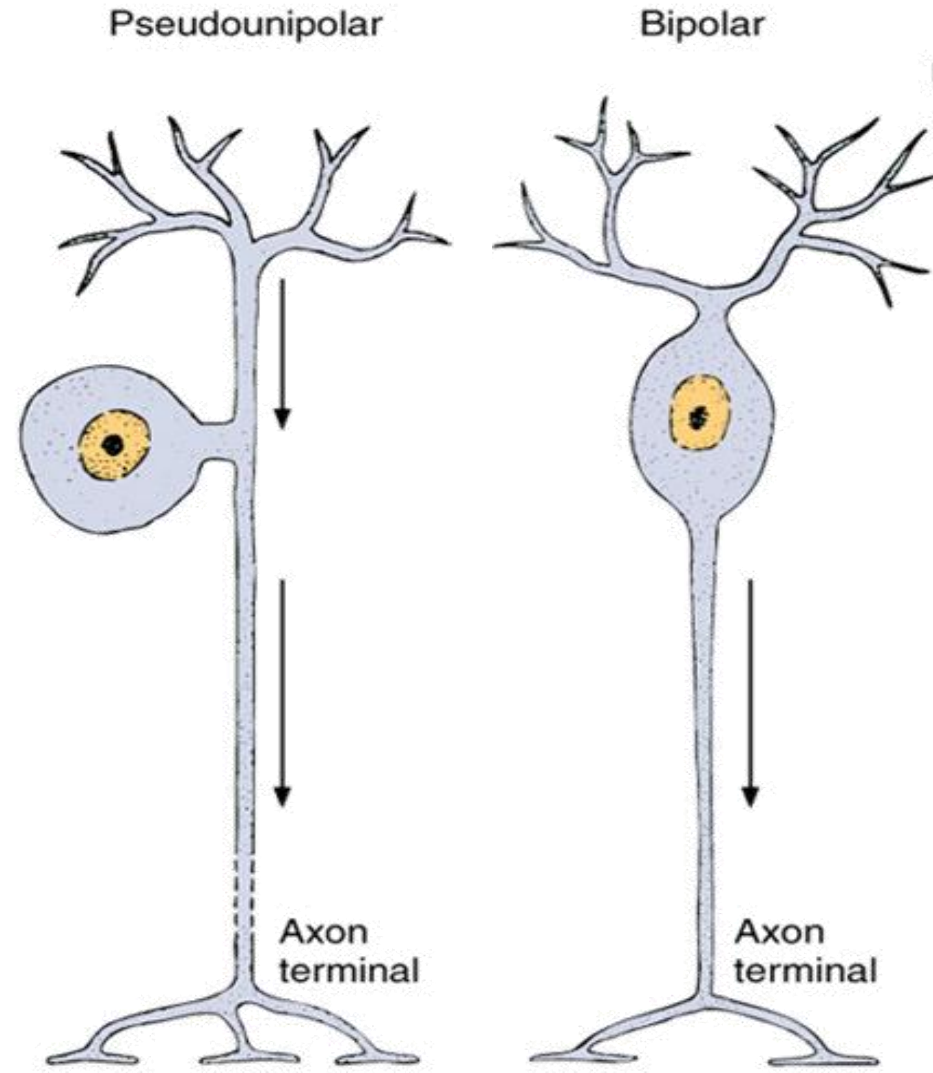
Спиналне ганглије – амфицити

- На тело ганглијских ћелија належу **ћелије неуроглије – амфицити** или сателитске ћелије.
- Према структури, функцији и ембрионалном пореклу (нервни гребен) **амфицити су аналогни Швановим ћелијама.**
- **Изољују ганглијске ћелије** од околног растреситог везивног ткива.
- **У растреситом везивном ткиву** око ганглијских ћелија налазе се **мијелинска и амијелинска нервна влакна, ретки фиброцити и капилари континуираног типа.**



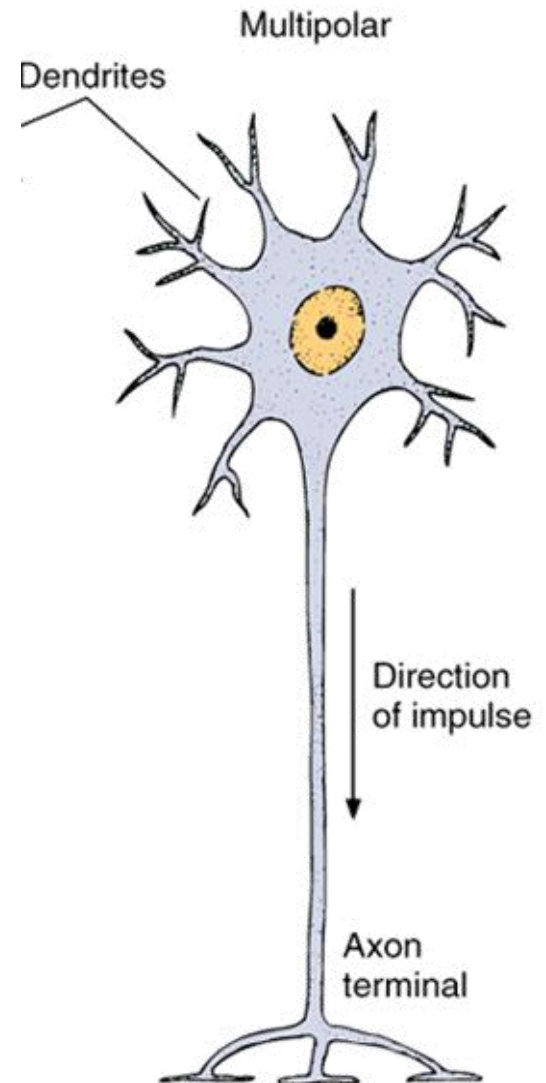
Церебралне ганглије

- Укључене су у ток појединих кранијалних нерава (V, VII, VIII, IX, X).
- Према хистолошкој грађи **сличне су спиналним ганглијама.**
- Изузетак су ганглије **вестибулокохлеариса** које садрже биполарне неуроне.



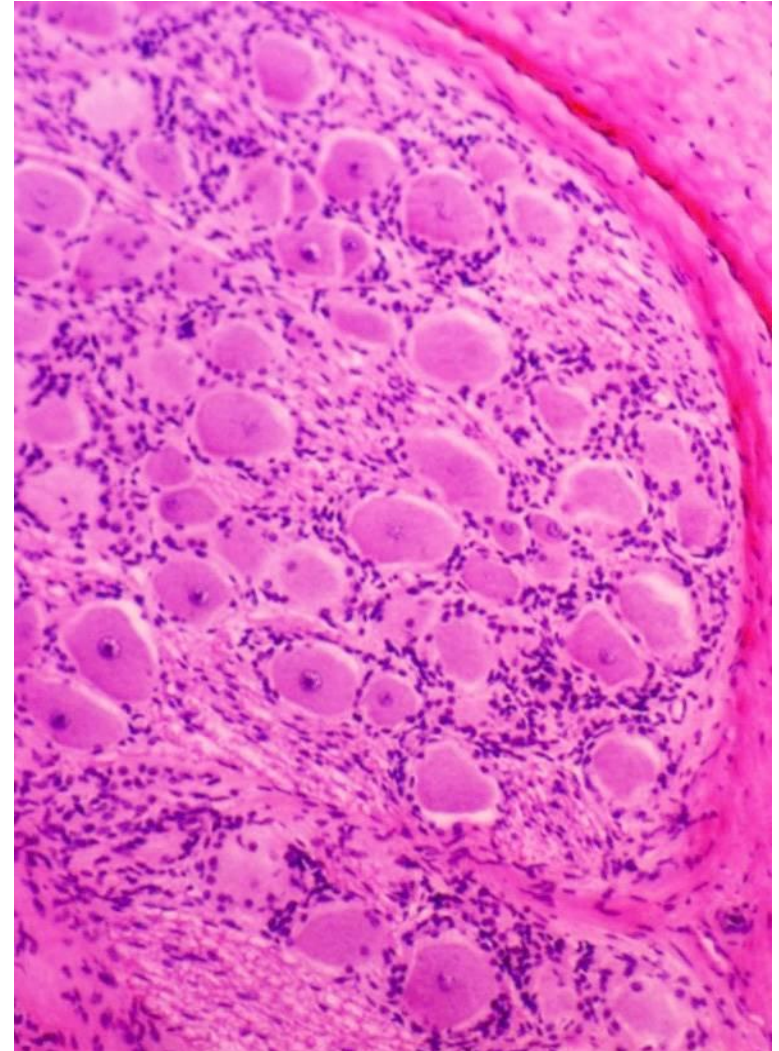
Аутономне ганглије

- Припадају АНС-у.
- Обухватају **симпатикусне** и **парасимпатикусне ганглије**.
- Оба типа су **сличне хистолошке грађе**.
- За разлику од спиналних ганглија садрже **мултиполарне ганглијске ћелије** – знатно ситније од псеудоуниполарних код спиналних ганглиона.
- **Мултиполарне ћелије формирају мање групице** (остају раздвојене ћелијским продужецима).
- Једро је округло и ексцентрично постављено, изражено је једно или два једарцета и развијене су синтетске органеле.
- Осим мултиполарних неурона, присутни су и **интернеурони** са амијелинским аксонима.



Аутономне ганглије – сателитске ћелије

- **Сателитске ћелије** су у вегетативним ганглијама малобројне.
- Услед присуства бројних наставака **не облажу у потпуности тела ганглијских ћелија**.
- **Везивно ткиво** око и унутар аутономних ганглија организовано је **на исти начин као код спиналних ганглија**.
- **Изузетак су парасимпатички ганглиони у зиду појединих органа, посебно дигестивне цеви.**
- Ови ганглиони **немају капсулу**, окружени су везивним ткивом органа у којима се налазе.
- **Вегетативне ганглије функционишу аутономно јер садрже интернеуроне.**



Аутономни нервни систем

- Тело другог неурона налази се у некој од аутономних ганглија.
- Прима импулс од преганглијског влакна и прослеђује га преко свог аксона до ефекторног органа.
- Други неурон се назива постсинаптички или постганглијски неурон; његов аксон као постганглијски аксон.
- Користи се и назив периферни неурон, јер му је тело смештено на периферији (у ганглиону)

Аутономни нервни систем

- И соматски и аутономни нервни систем имају и аферентна и еферентна нервна влакна.
- Аферентни неурони оба система су према морфофункционалним карактеристикама слични.
- Еферентни неурони соматског и аутономног система разликују се и по структури и по функцији.
- Соматски неурони полазе из ЦНС-а и аксони се завршавају на периферији (један неурон спроводи импулс).
- Код аутономних влакана, **тело првог неурона** смештено је у једрима можданог стабла или у интермедиолатералним колумнама кичмене мождине.
- Његов аксон преко кранијалних или спиналних нерава стиже до аутономних ганглија.
- Први неурон – пресинаптички или преганглијски неурон (централни неурон); његов аксон – преганглијски аксон.

СПЕЦИЈАЛНА ЧУЛА

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**

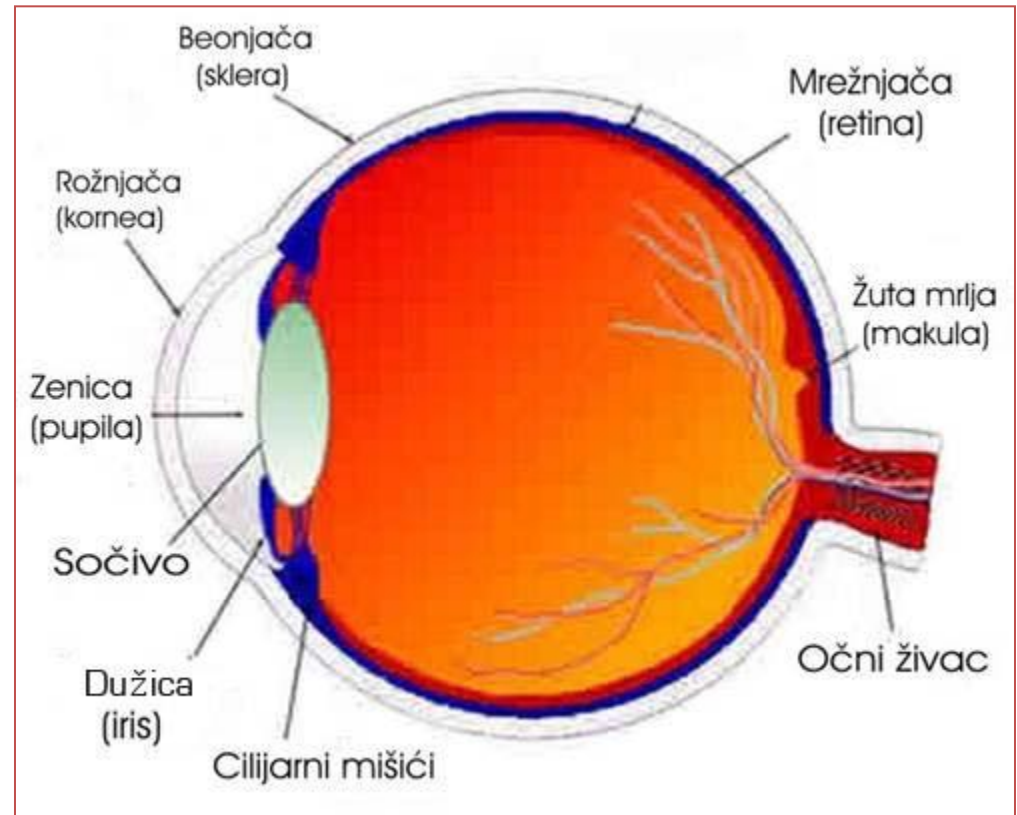
ЧУЛО ВИДА

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

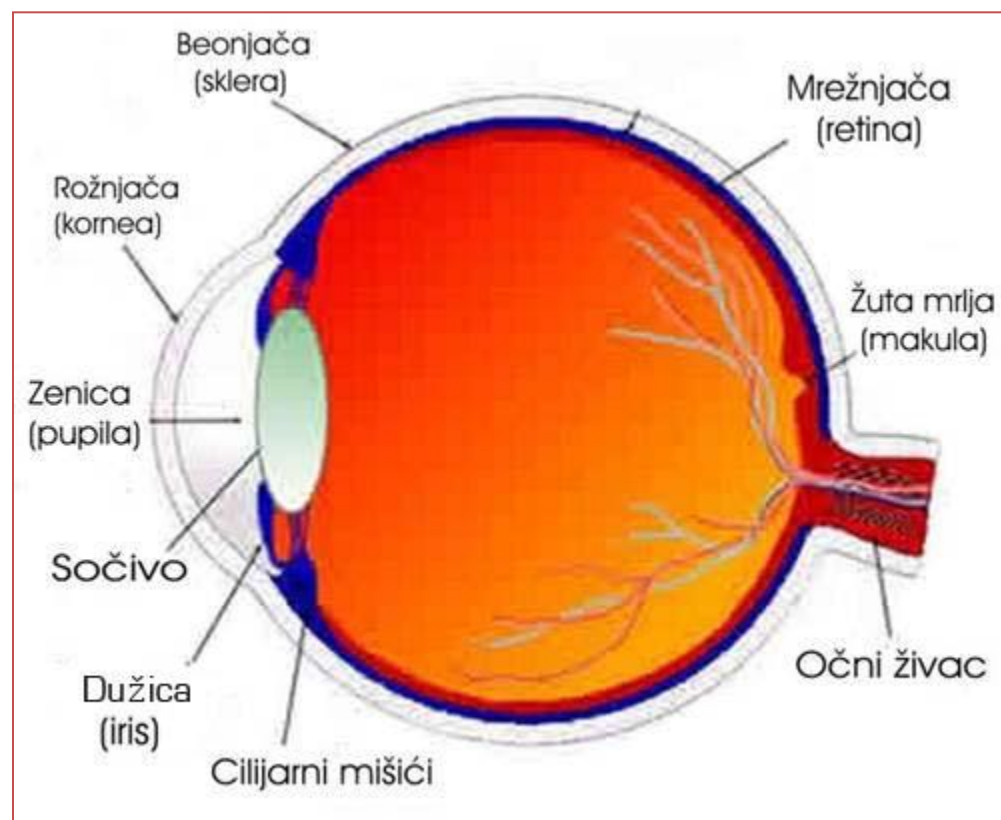
Очна јабучица (bulbus oculi)

- Око се састоји од **очне јабучице** и **очног живца**.
- **Очна јабучица** састављена је од:
 - **зида**
 - **унутрашњег садржаја**



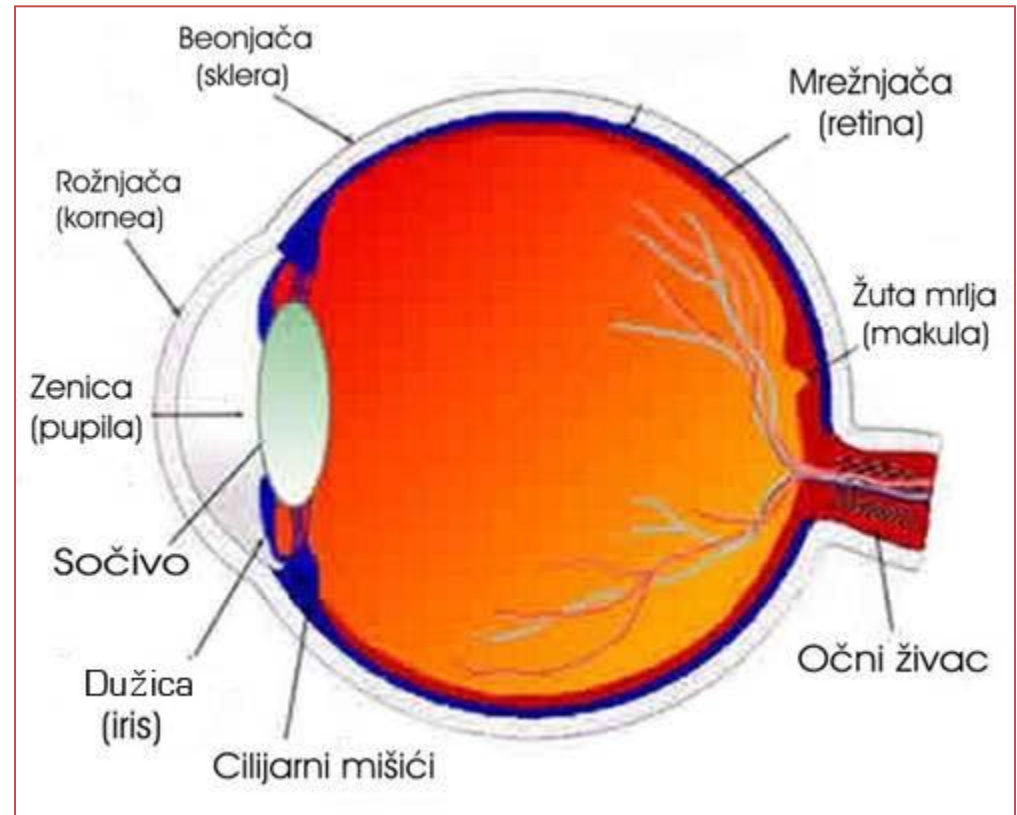
Очна јабучица (bulbus oculi)

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



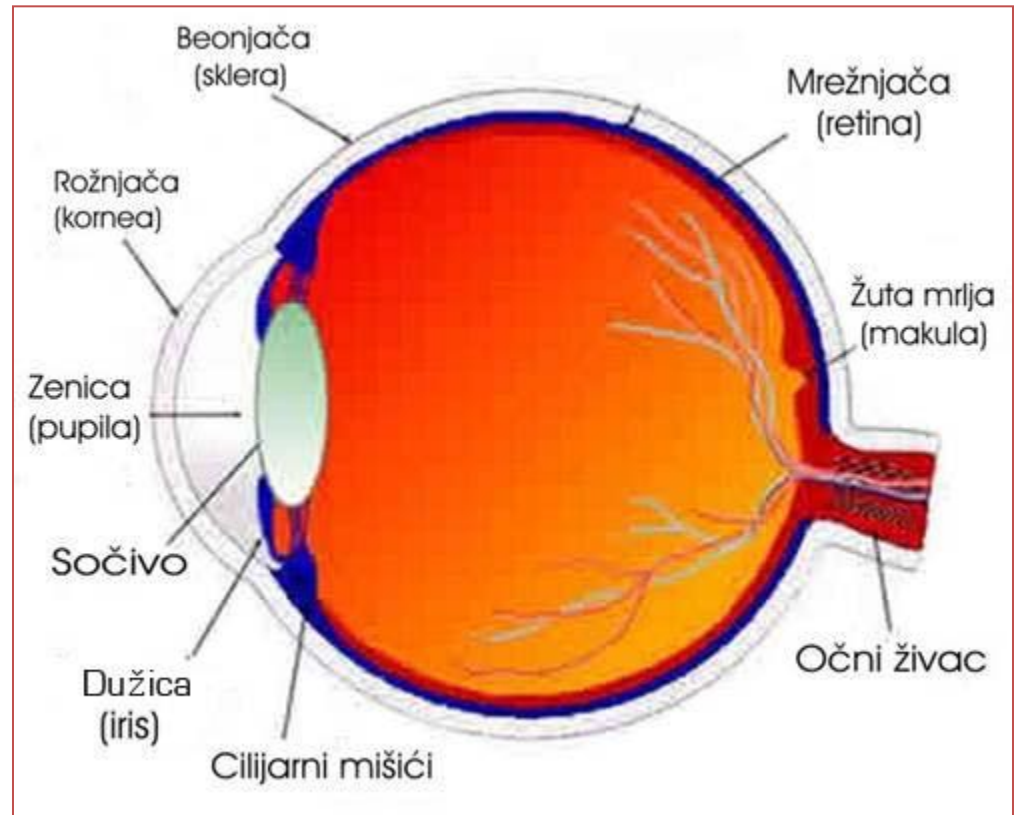
Очна јабучица (bulbus oculi)

- **Спољашњи** – фиброзни омотач (**tunica fibrosa bulbi**) чине:
- Рожњача (**cornea**)
- Беоњача (**sclera**)



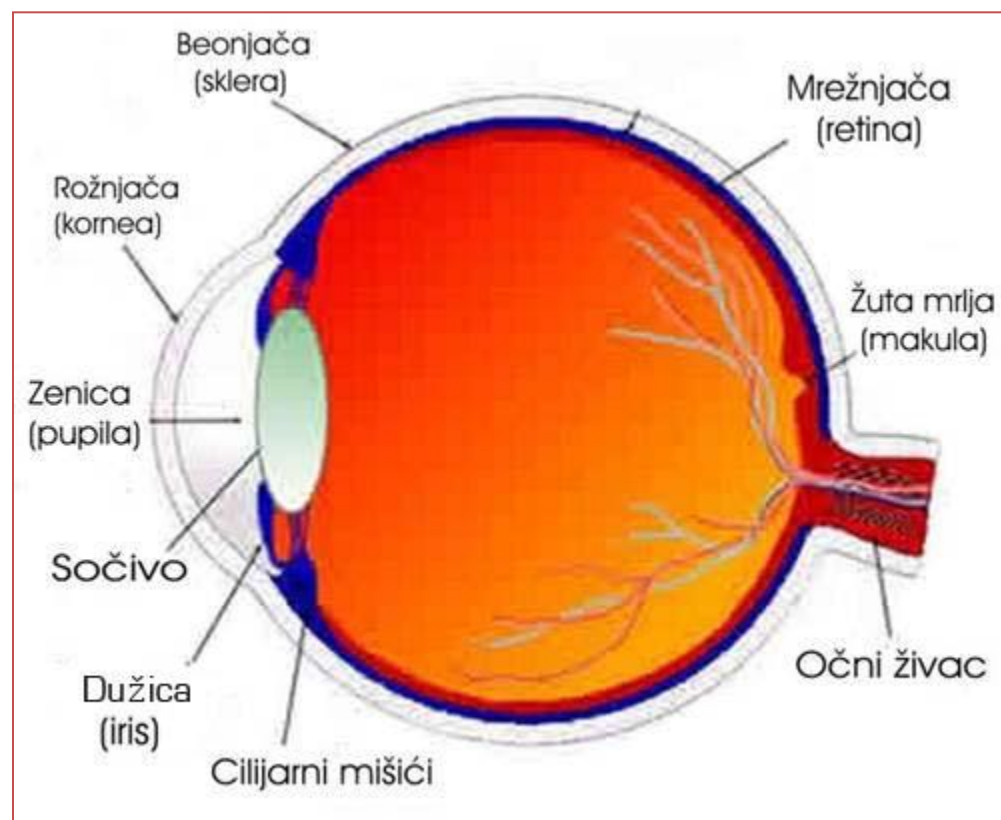
Очна јабучица (bulbus oculi)

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



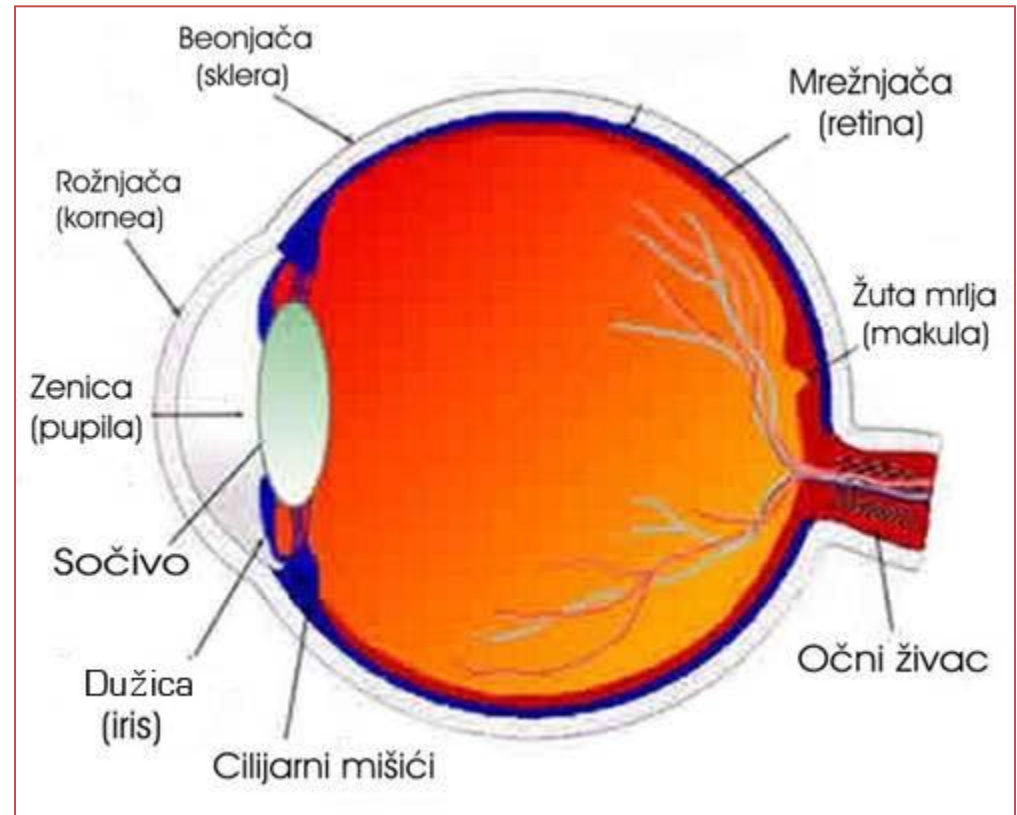
Очна јабучица (bulbus oculi)

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



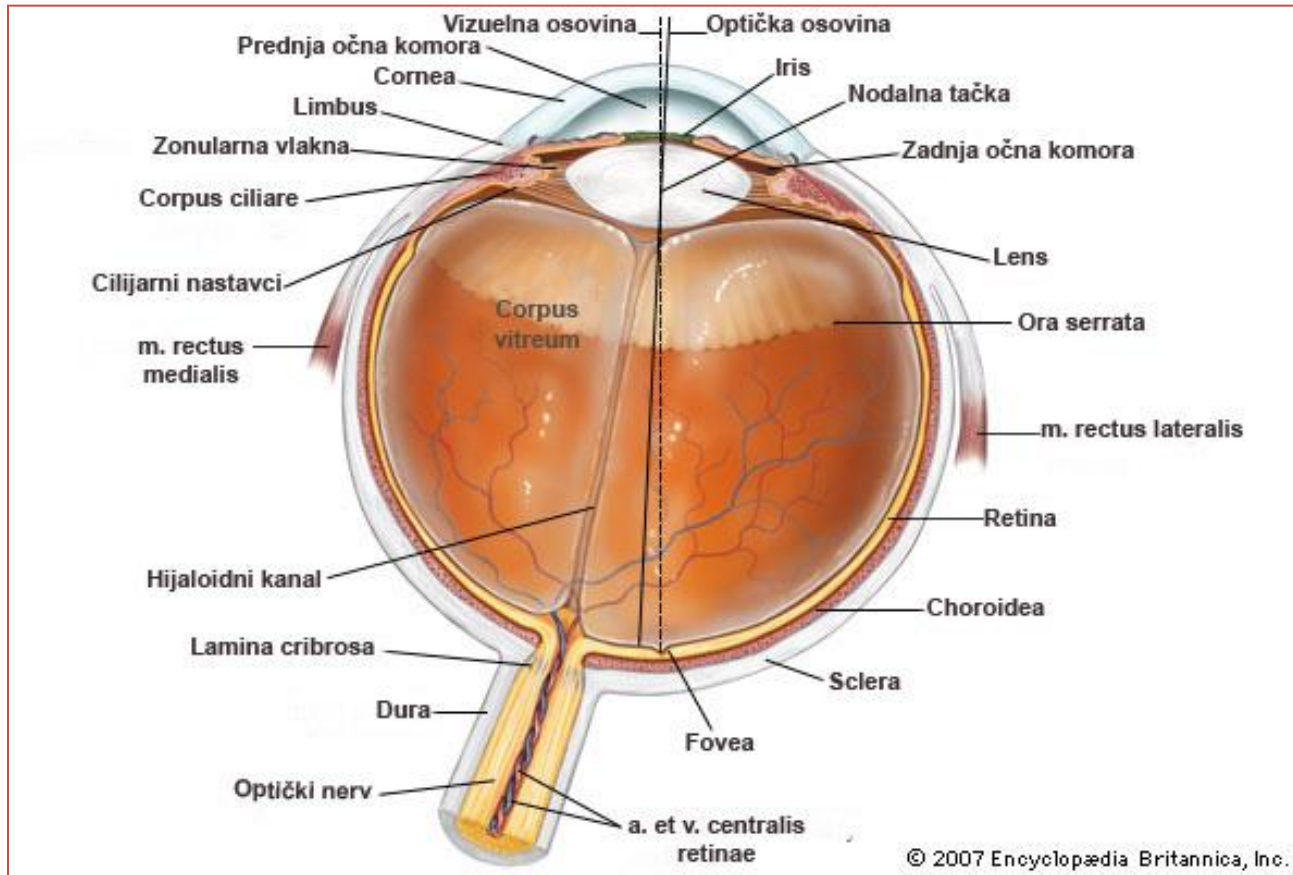
Очна јабучица (bulbus oculi)

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



Tunica fibrosa bulbi

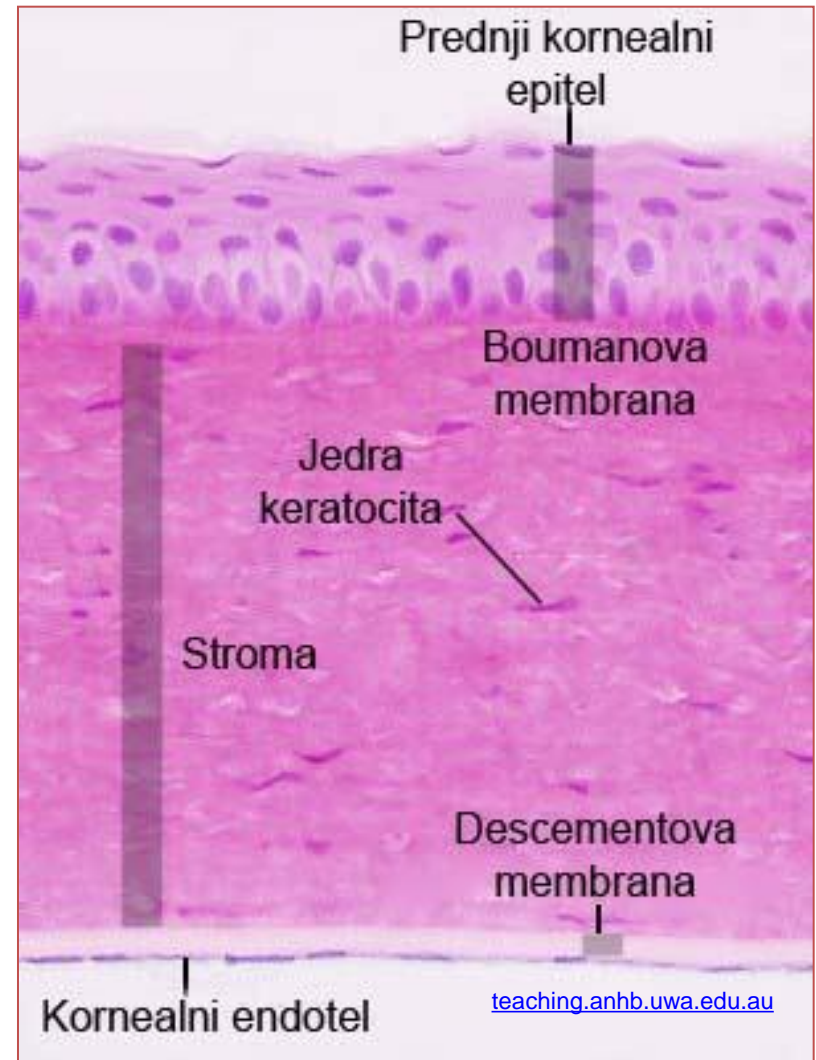
Tunica fibrosa bulbi



- Спољашњи или фиброзни омотач ока граде **cornea** и **sclera**.
- **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

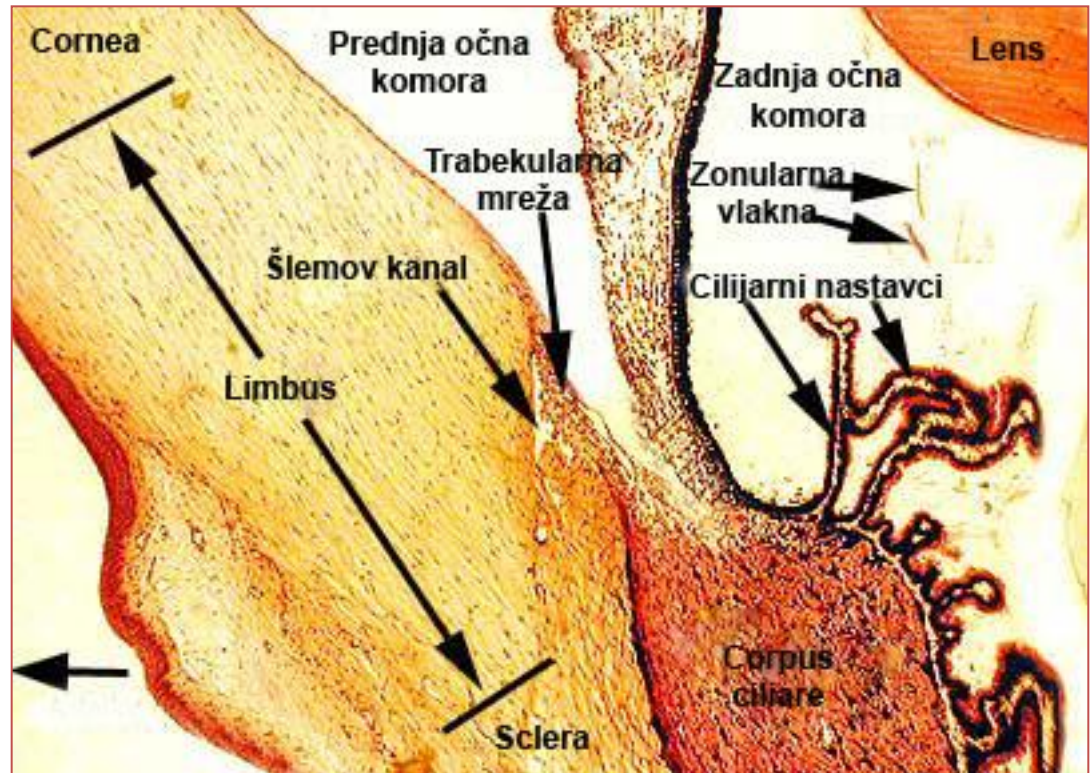


Беоњача (sclera)

- **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 sclearе**).
 - Садржи **растресито везивно ткиво** са мноштвом пигментних ћелија (**меланоцита**).

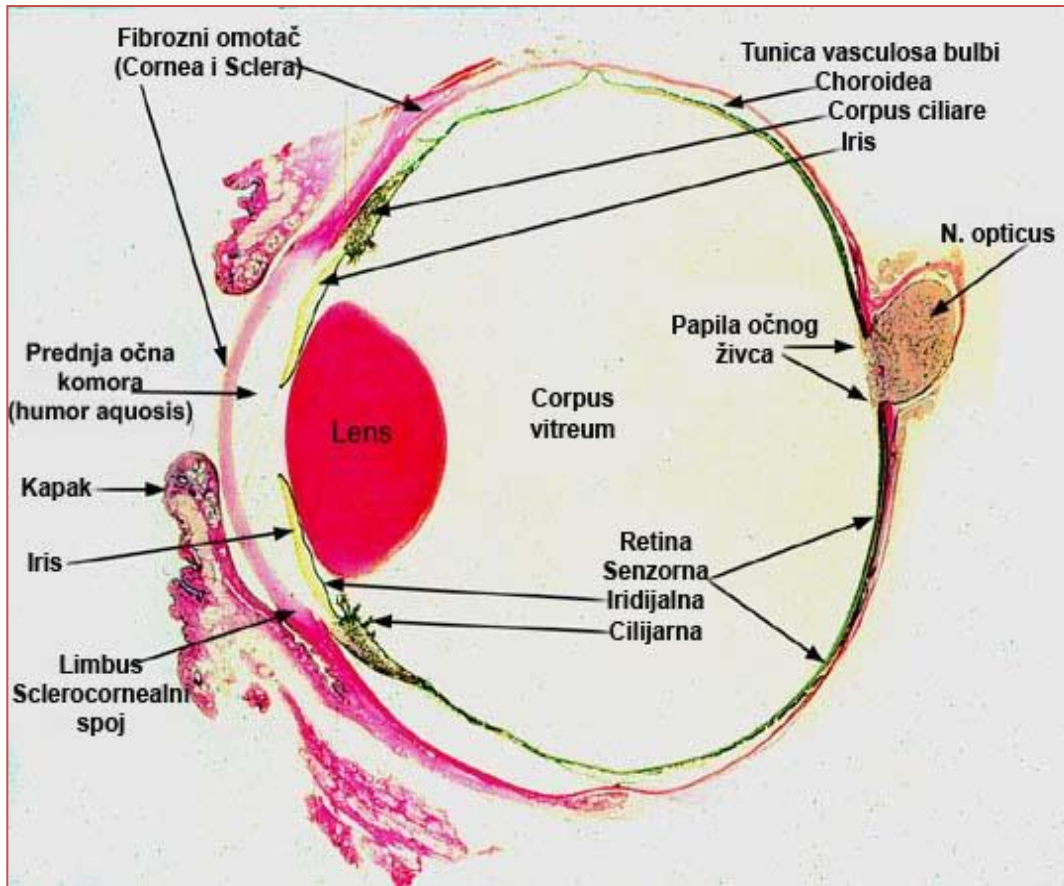
Лимбус

- Место на којем се спајају **cornea** и **sclera**.
- Прекида се Боуманова мембрана.
- Колагене ламеле корнеалне строме губе регуларан распоред.
- Добра васкуларизација.
- У пределу лимбуса - апарат за одвођење очне водице.



Tunica vasculosa bulbi

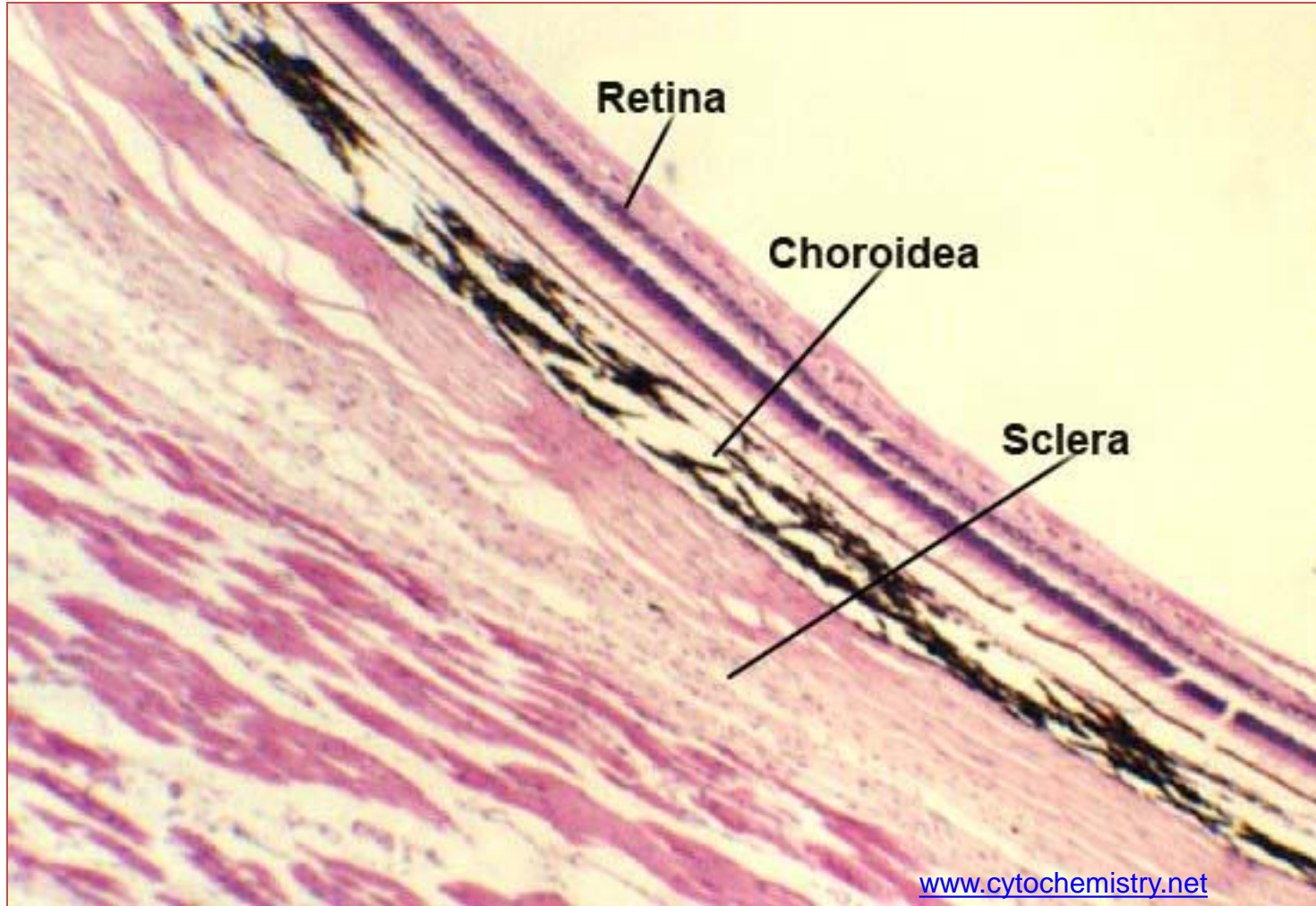
Средњи омотач ока (tunica vasculosa bulbi)



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



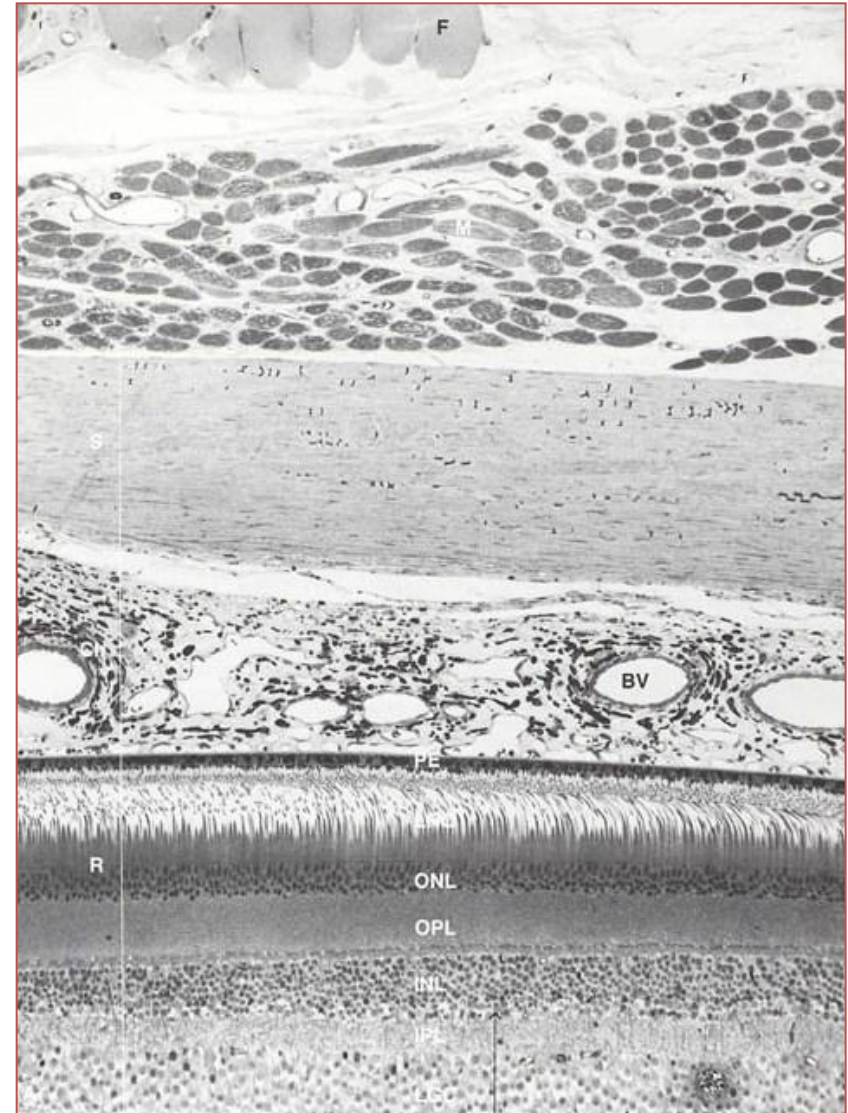
Choroidea

- 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.

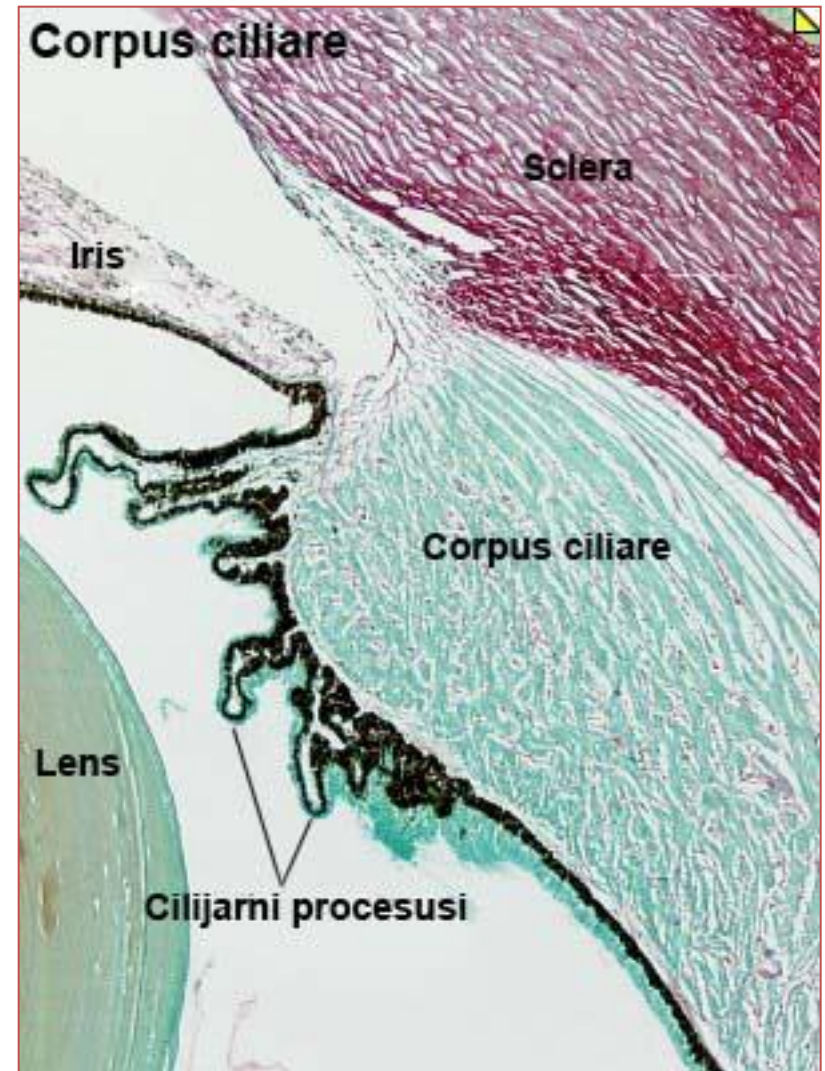


Брухова мембрана

- **Брухову мембрану** чине **базалне ламине ендотела** хороидних капилара и **базална ламина пигментног епитела** ретине, раздвојена са два слоја колагених микрофибрила између њих.
- Контролише доток материја из крви у ретину (**крв-ретина баријера**).

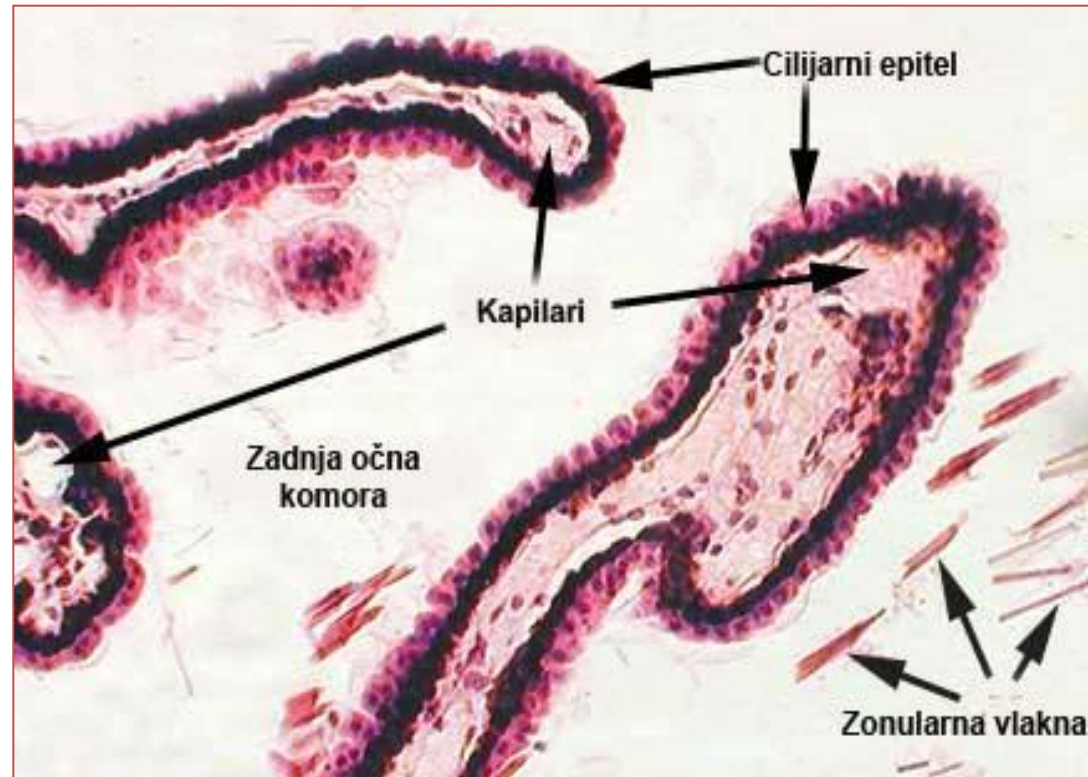
Цилијарно тело (corpus ciliare)

- 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**.



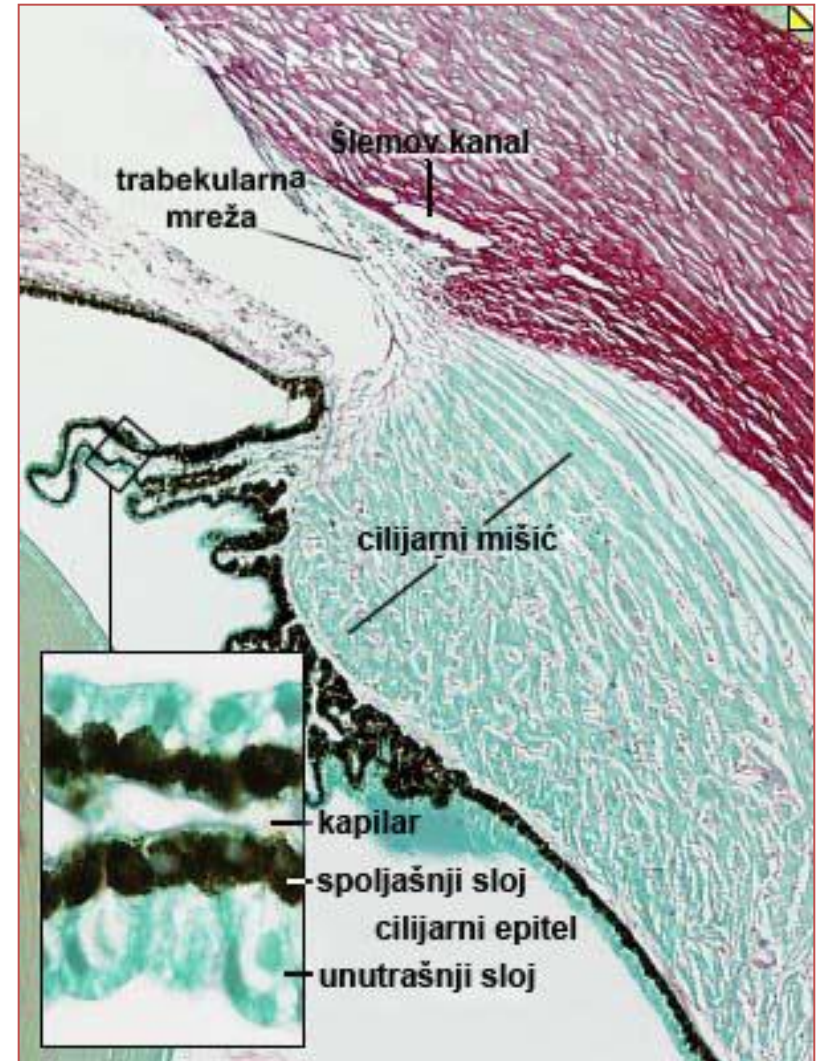
Corpus ciliare

- **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 фибрина.



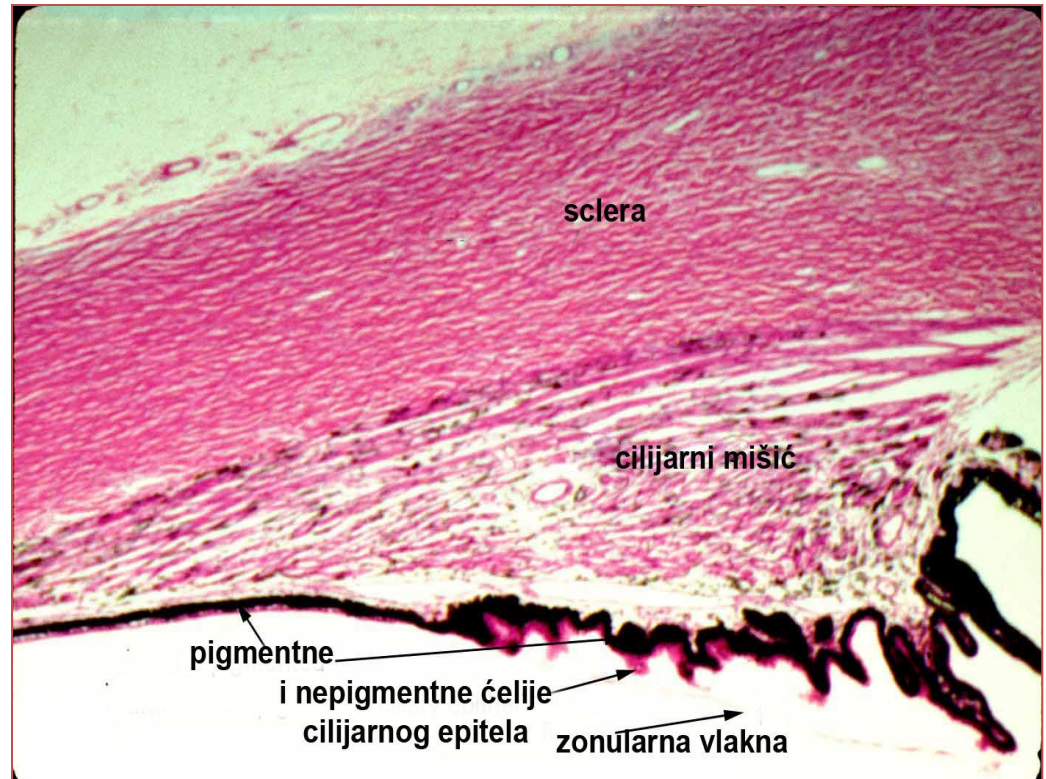
Corpus ciliare

- 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**.

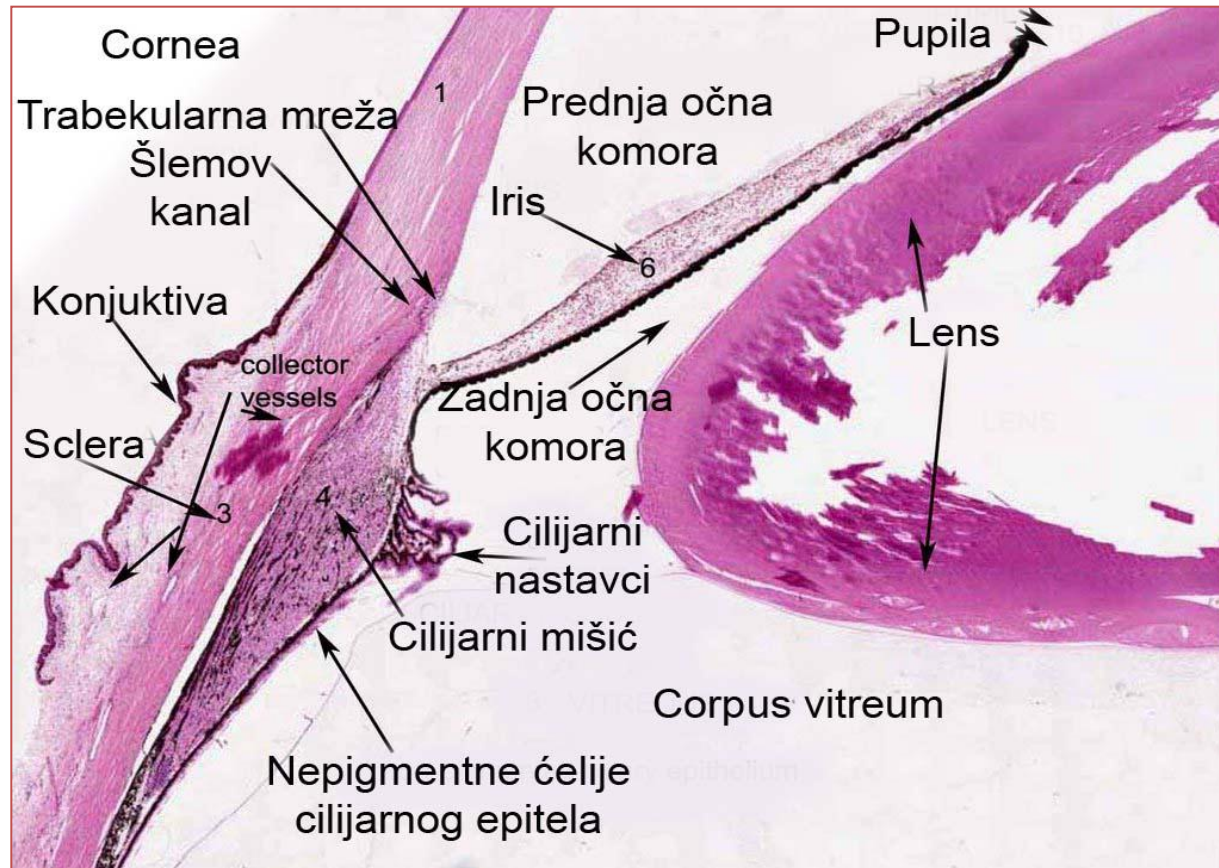


Corpus ciliare

- **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**).

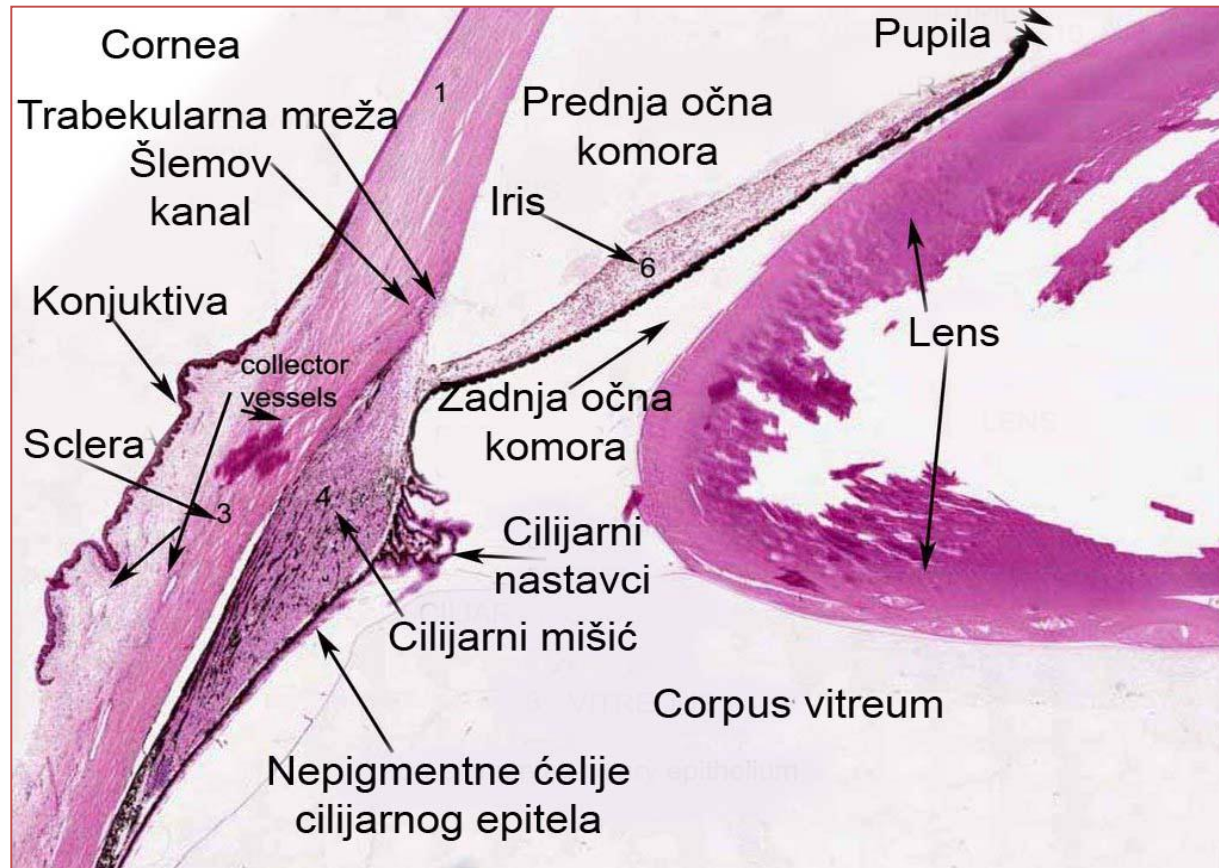


Акомодација ока



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.

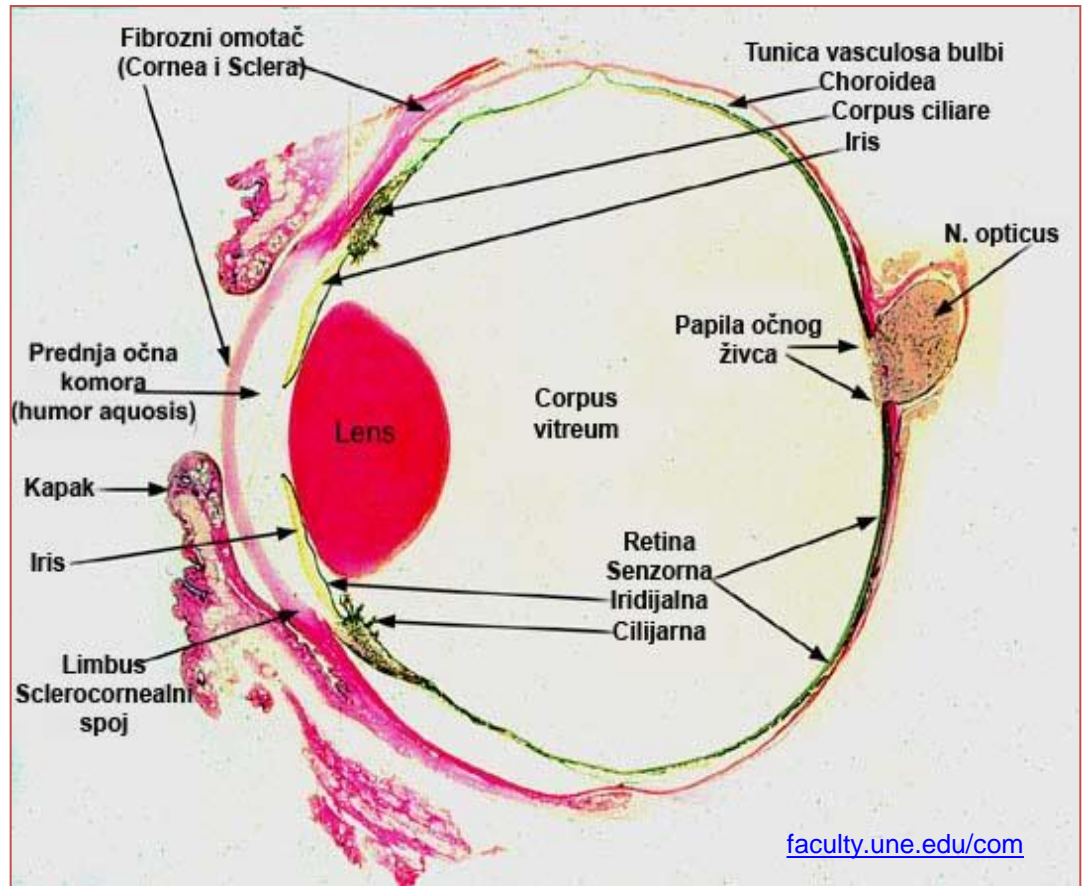
Отицање очне водице



- **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.)

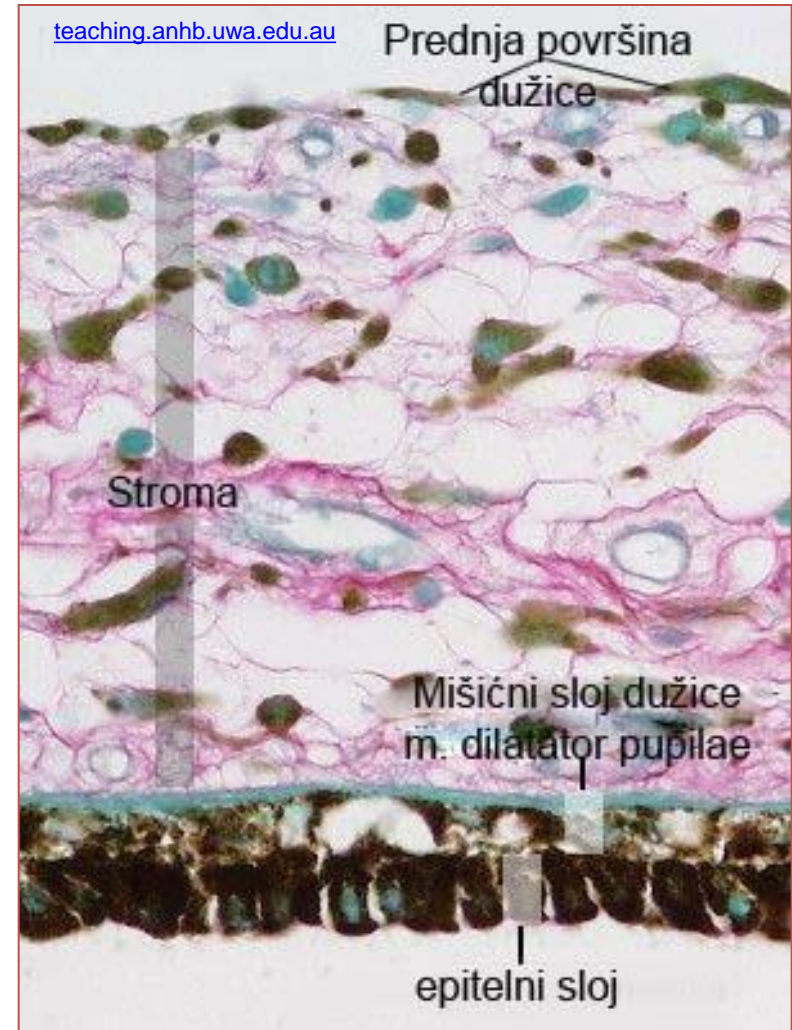
Дужица (iris)

- 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.



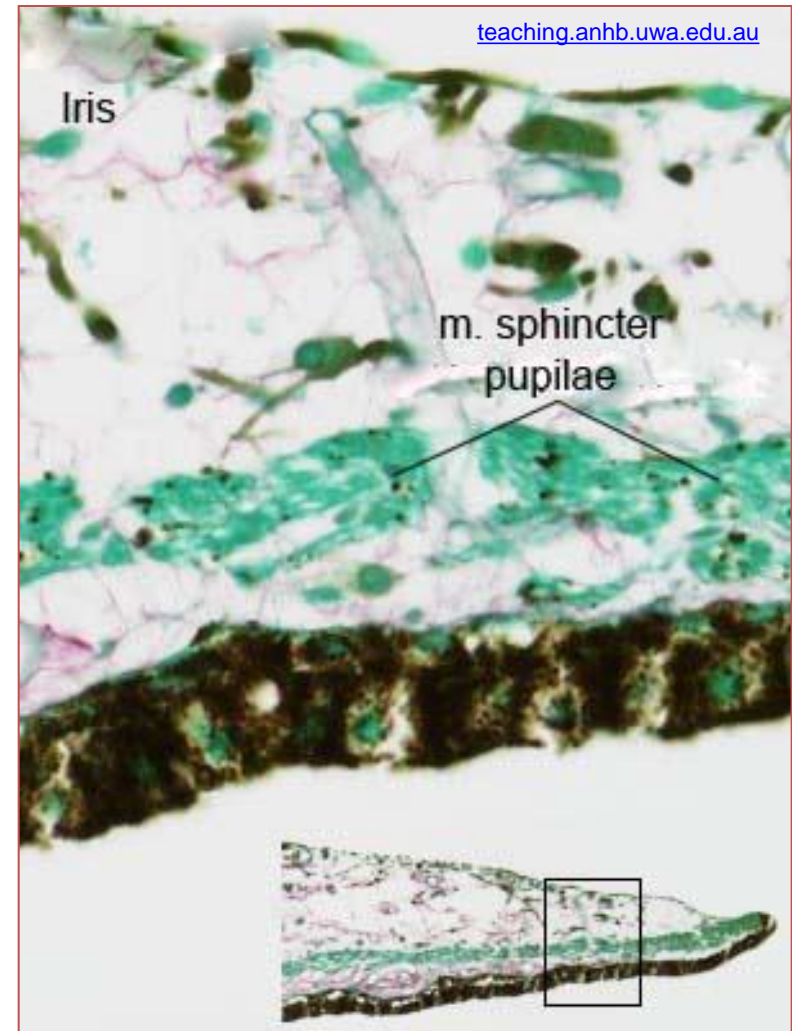
Iris

- 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.



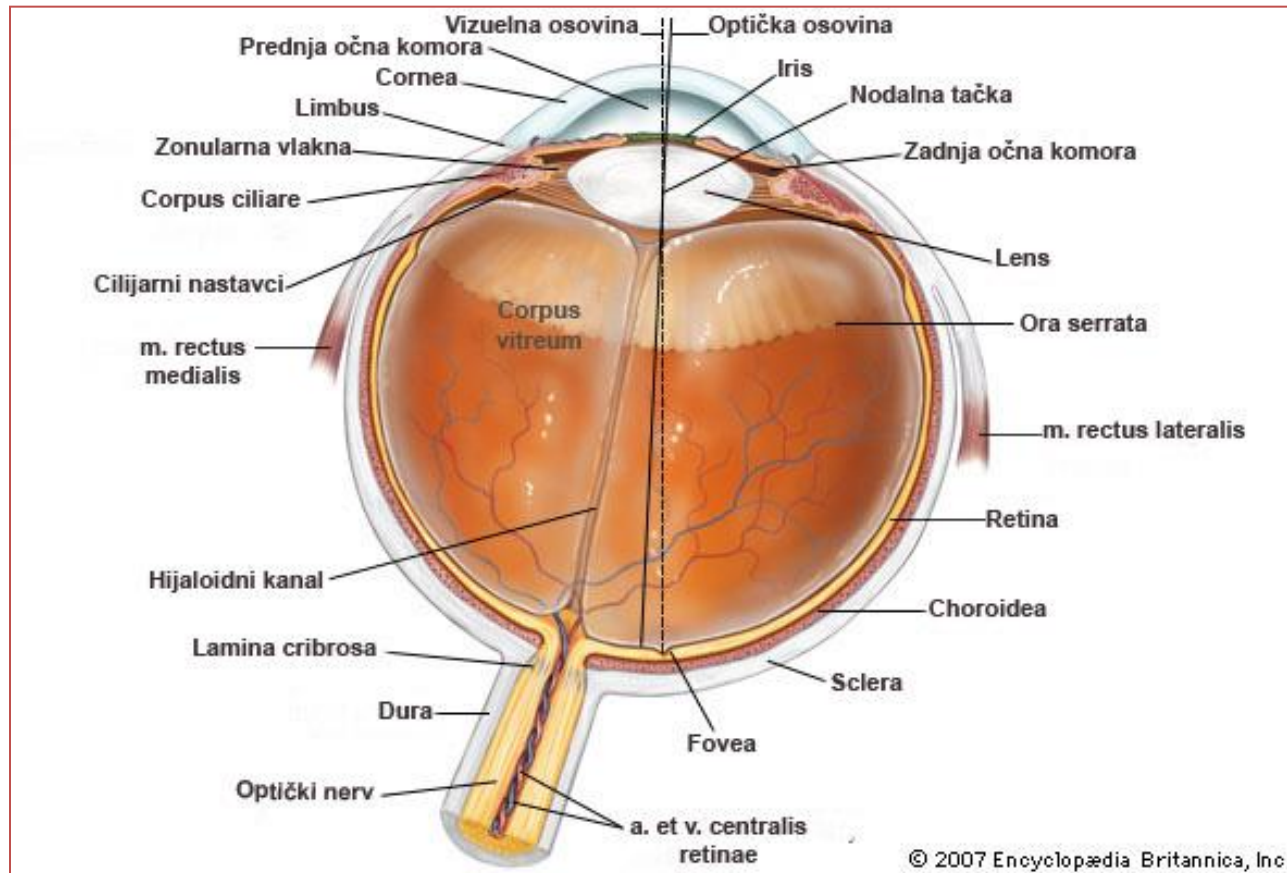
Iris

- 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.



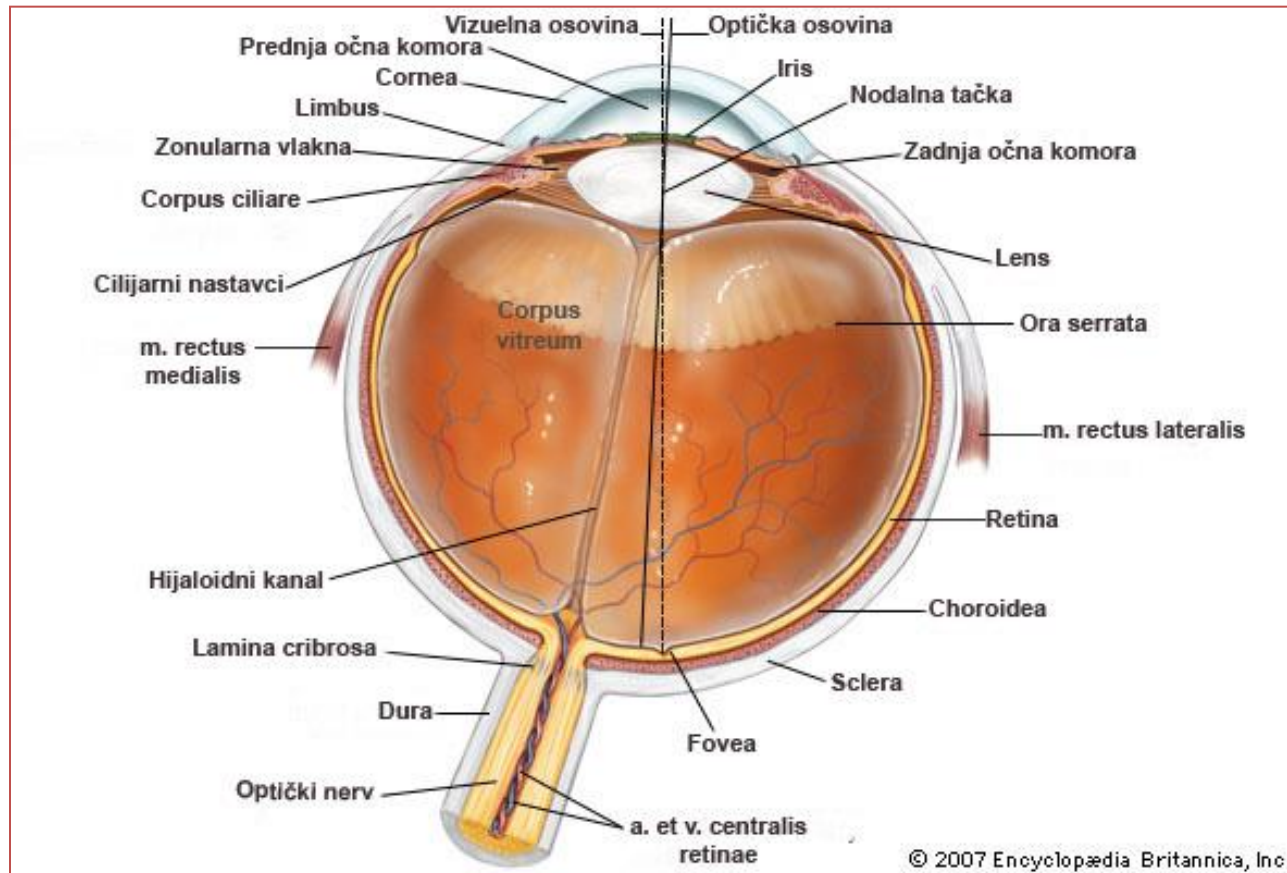
Tunica nervosa oculi

Унутрашњи омотач ока (tunica nervosa oculi s. retina)



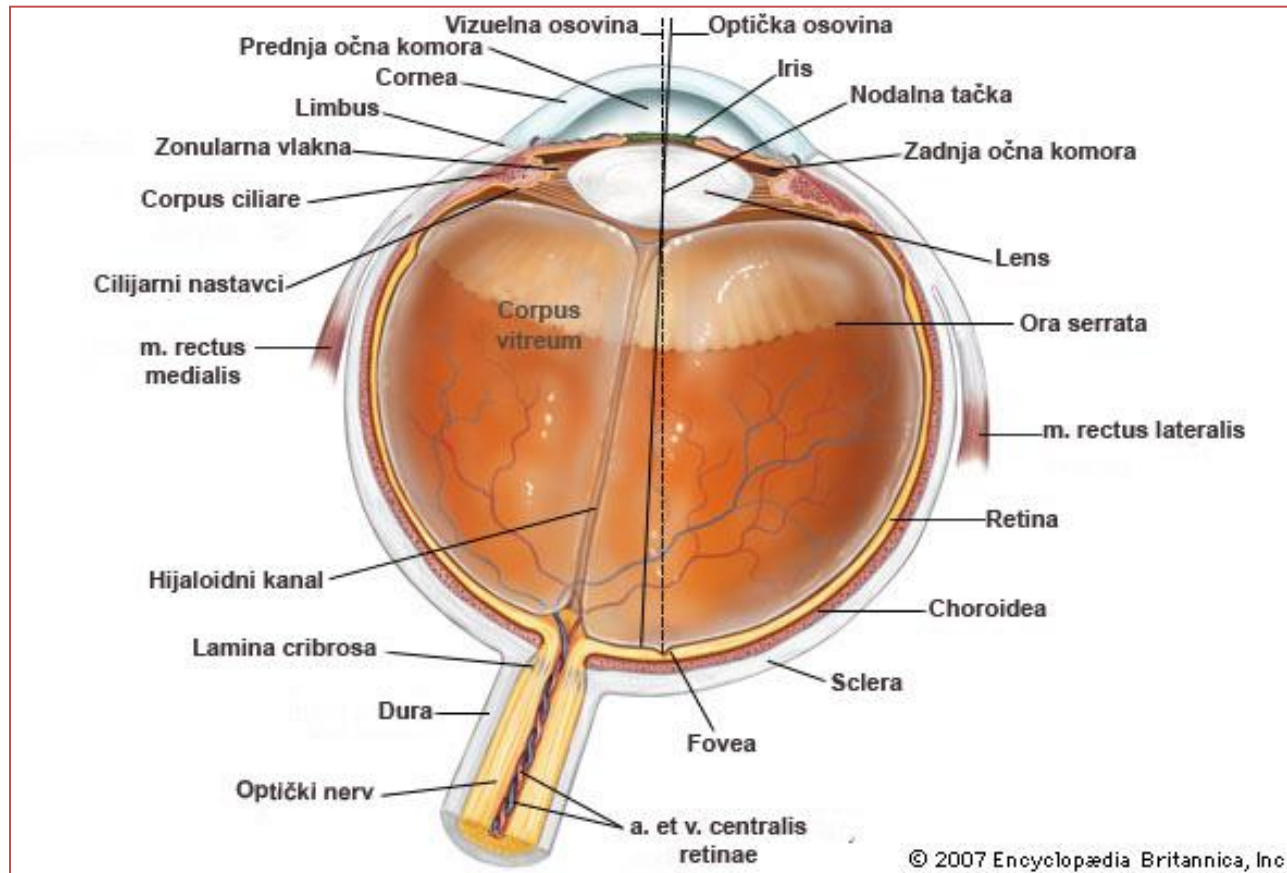
- Унутрашњи или сензорни слој очне јабучице гради **мрежњача (ретина)**.
- Својом **унутрашњом страном** ретина облаже **шупљину очне јабучице**.
- **Спољашњом страном** налаже на **iris, corpus ciliare** и **choroideu**.

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)

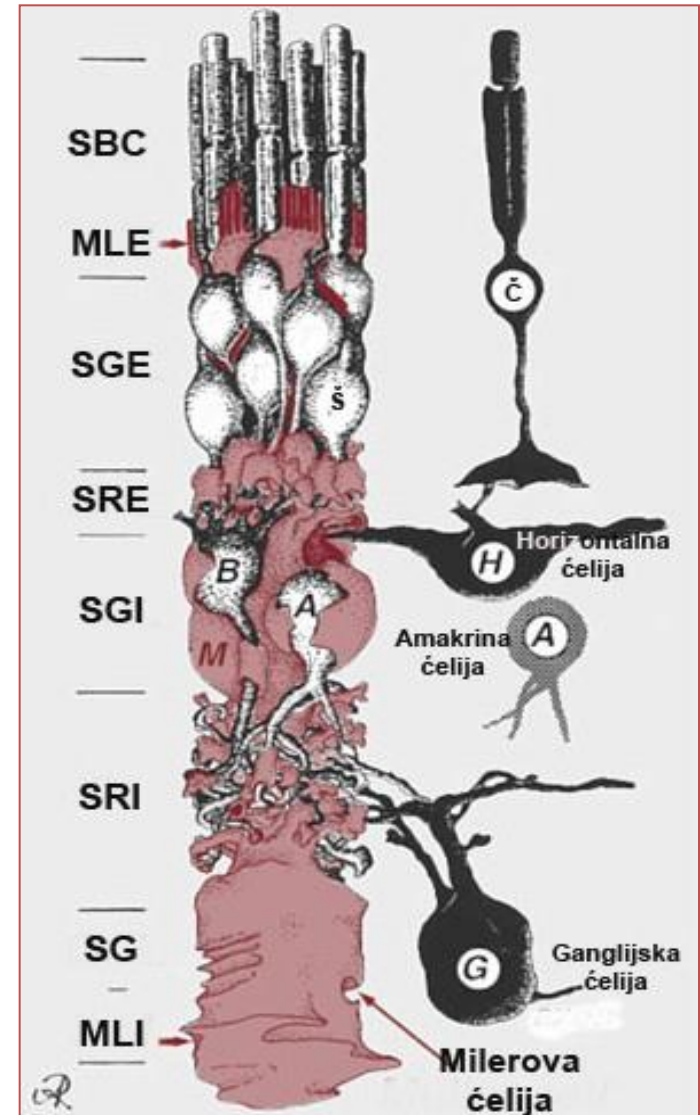


- **Оптички део мрежњаче** је фотосензитиван, а чине га **пигментни епител** и **вишеслојни неуроепител**. У неуроепителу се разликује **неколико типова неурона** и две врсте потпорних ћелија – **астроцити** и **Милерове ћелије**.
- **Слепи део мрежњаче** није осетљив на светлост и **садржи искључиво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

Pars optica retinae

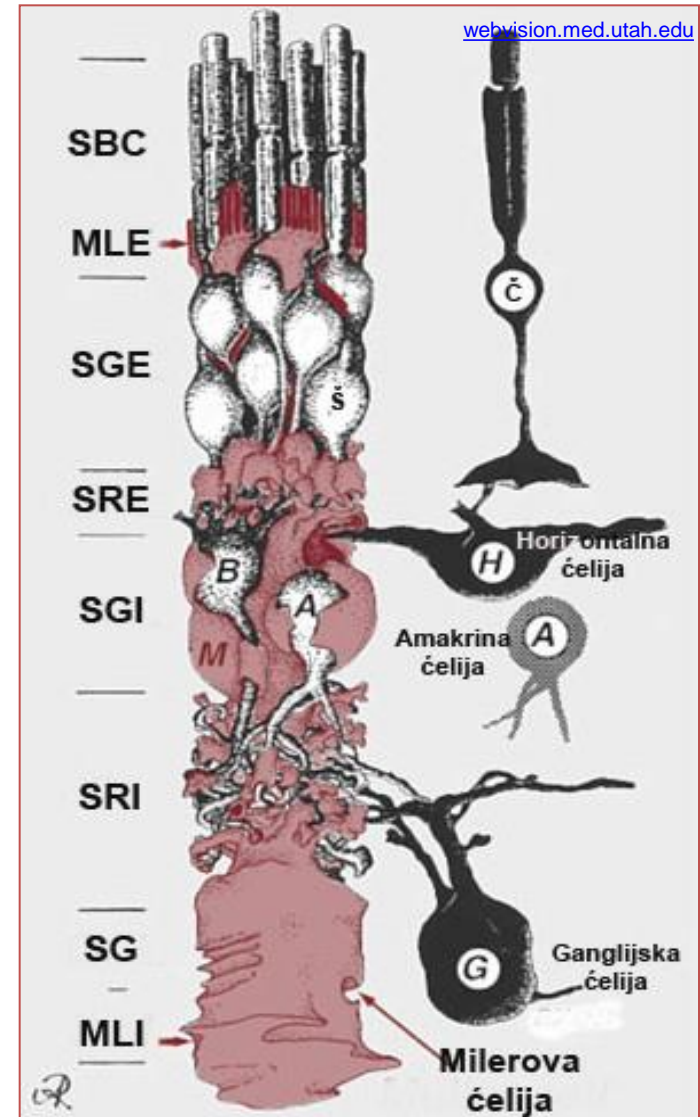
webvision.med.utah.edu

- **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**



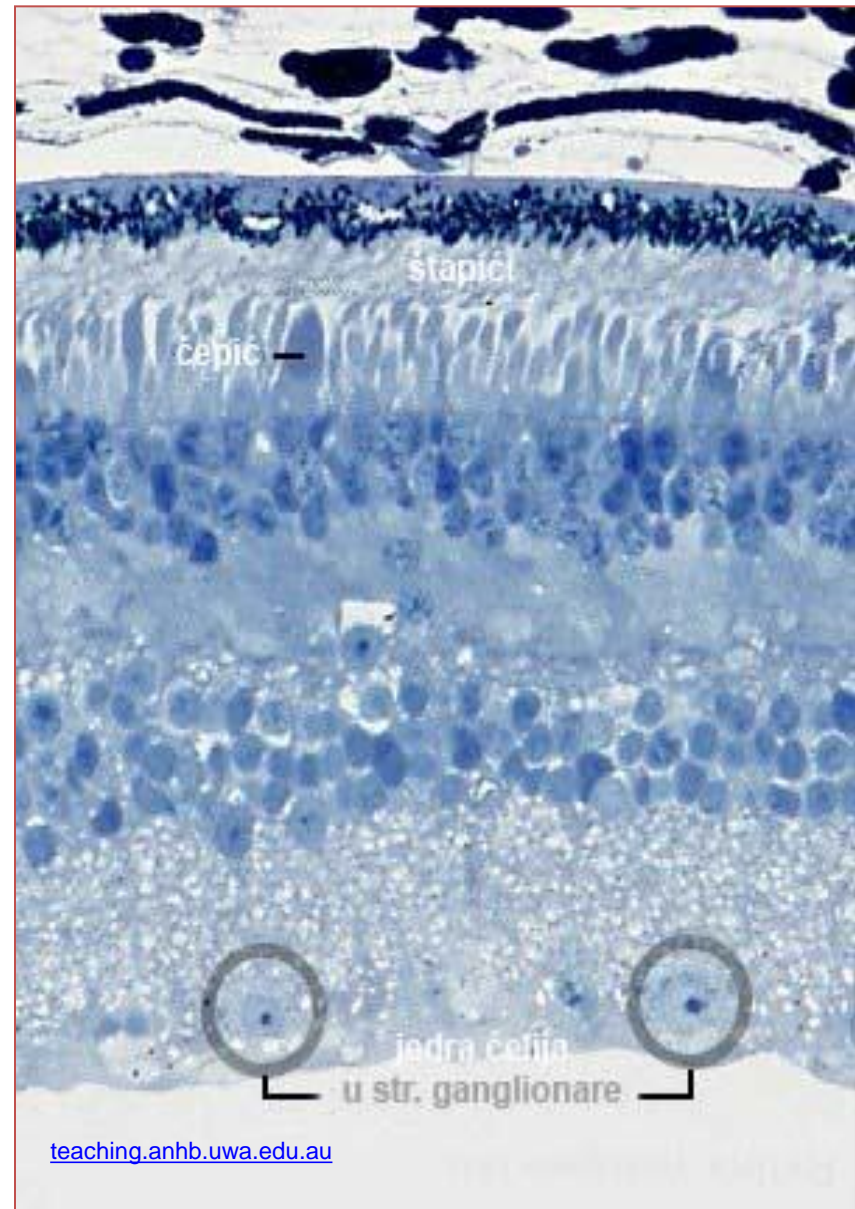
Pars optica retinae

- 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**.



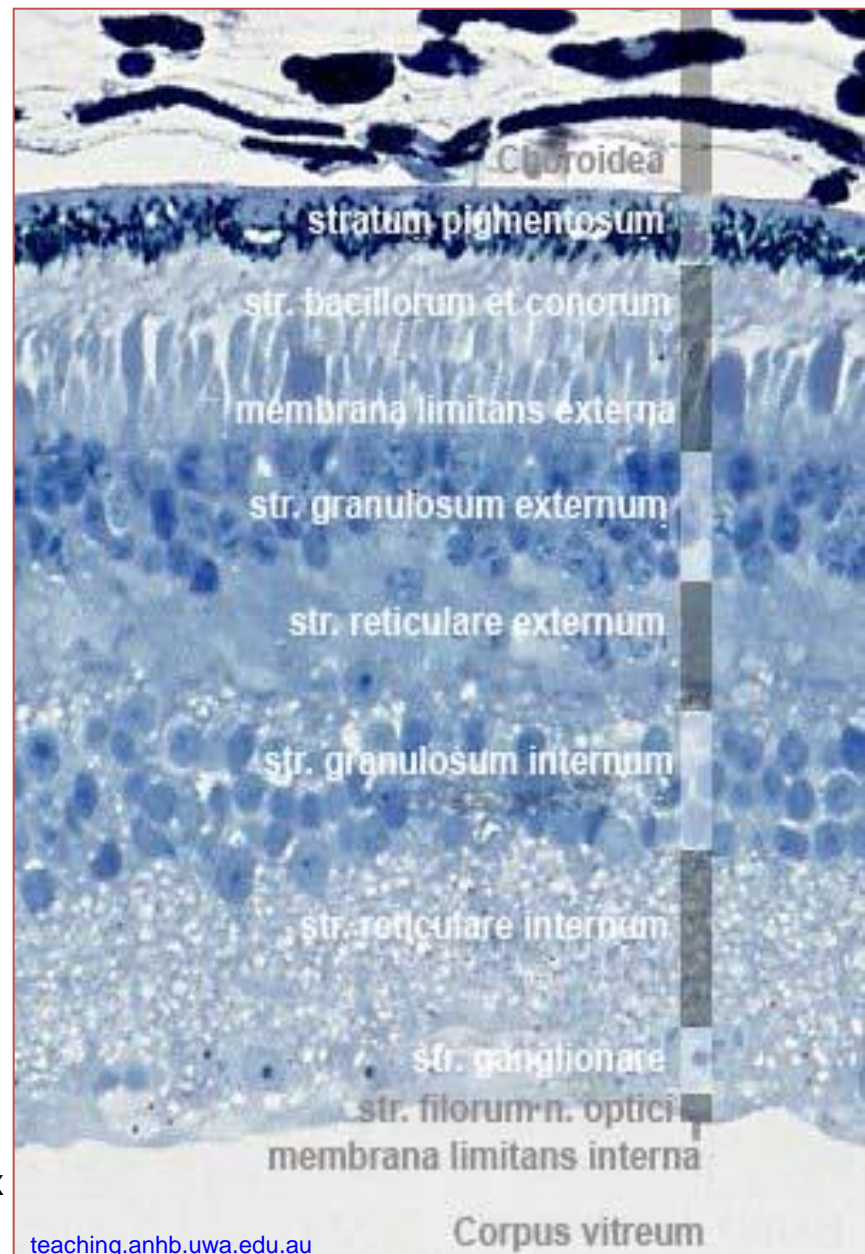
Pars optica retinae

- 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**.

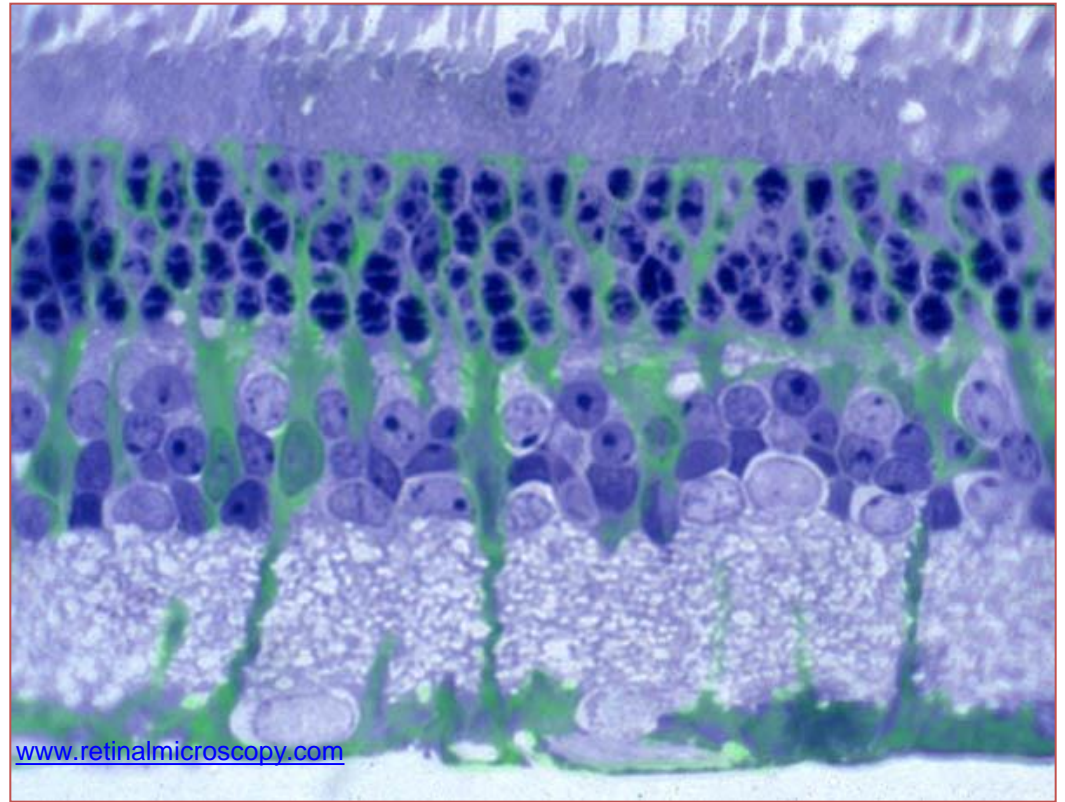
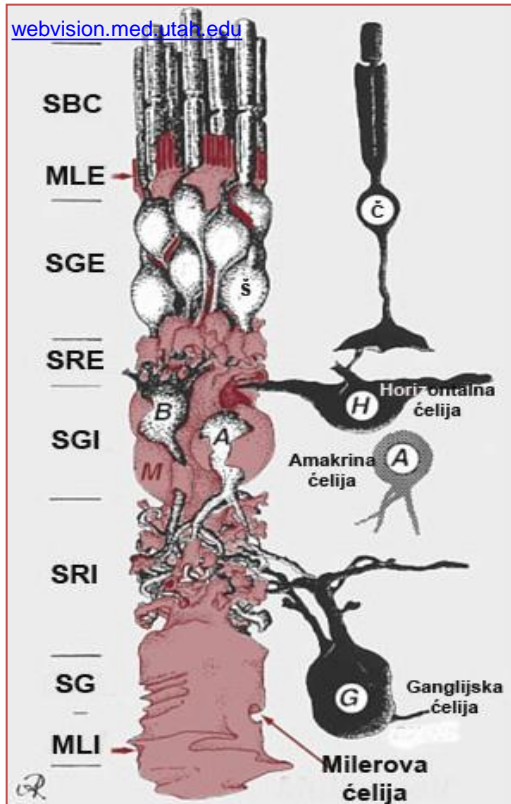


Ретина

- **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 чепића.
- **Membrana limitans externa** - формирају је зонуле адхеренс између апикалних делова Милерових ћелија и база унутрашњих сегмената чепића и штапића.
- **Stratum granulosum externum** - садржи тела првог неурона оптичког пута одн. фоторецепторних ћелија чепића и штапића.
- **Stratum reticulare externum** - садржи синапсе аксона чепића 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



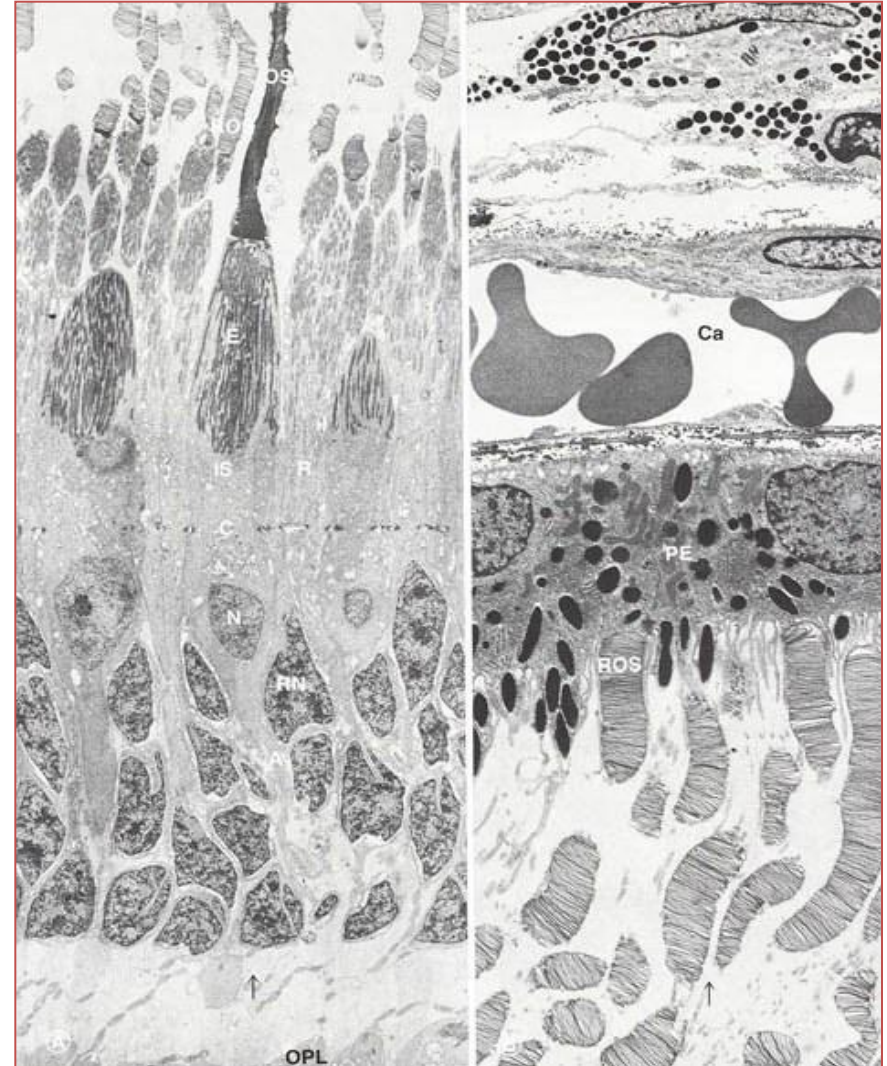
- **Милерове ћелије** су дугачке разгранате ћелије које се пружају од унутрашње до спољашње граничне мембране.
- Једро је еухроматично, централно постављено, добро развијен глЕР, слабије грЕР.
- **Аналогне неуроглији**, исхрањују, изолиују и пружају потпору неуронима ретине.

Штапићи

- **Спољашњи сегмент штапића** састоји се од 600-1000 спљоштених **мембранских дискова** (зид - липидни двослој).
- **Нису повезани** са плазмалемом.
- Настају **угибањем плазмалеме** и премештају се ка врху штапића.
- Дневно се створи 90-100 мембранских дискова и исти број **фагоцитују пигментне ћелије** са апикалног пола штапића.
- Мембрански диск путује 9-13 дана од места настанка до места фагоцитозе.
- У спољашњу површину липидног двослоја уграђује се пигмент **родопсин**.

Дистални део фоторецептора.

Са – капилари хороидеје; **М** – меланоцити у хороидеи;
РЕ – пигментни епител; **ROS** – **спољашњи сегмент штапића**;
Стрелица показује смер проласка светлости кроз ретину;
Врх стрелице је на резидуалном телу у стр. пигментосуми који садржи остатке фагоцитованих наставка спољашњег сегмента штапића.

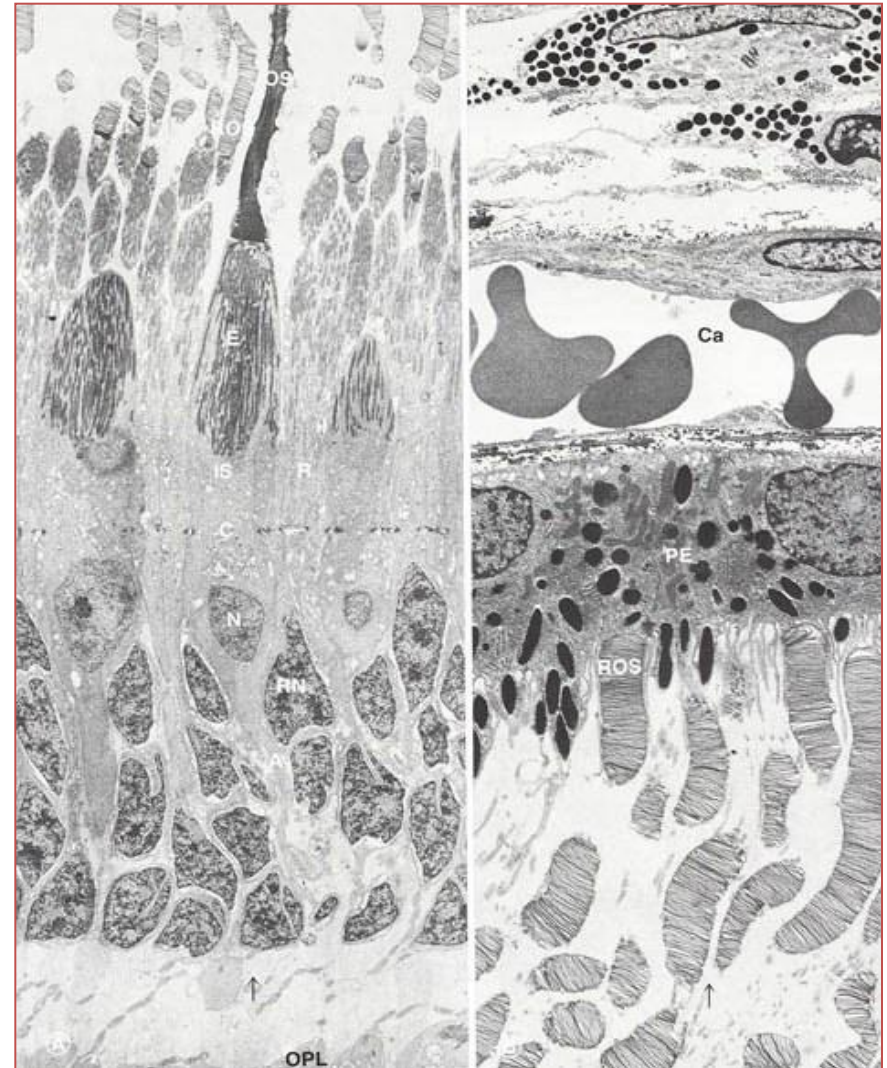


Штапићи

- **Унутрашњи сегмент штапића** је поларизован:
- **Унутрашња - миоидна област** (садржи органеле за синтезу протеина)
- **Спољашња - елипсоидна област** (садржи гликоген и митохондрије).
- Између се налази **спојна дршка** (модификована цилија без централног пара микротубула).
- **Унутрашњи сегмент** - биосинтеза протеина, енергија за визуелне функције.
- 120 милиона штапића (изузев у фовеа централис)

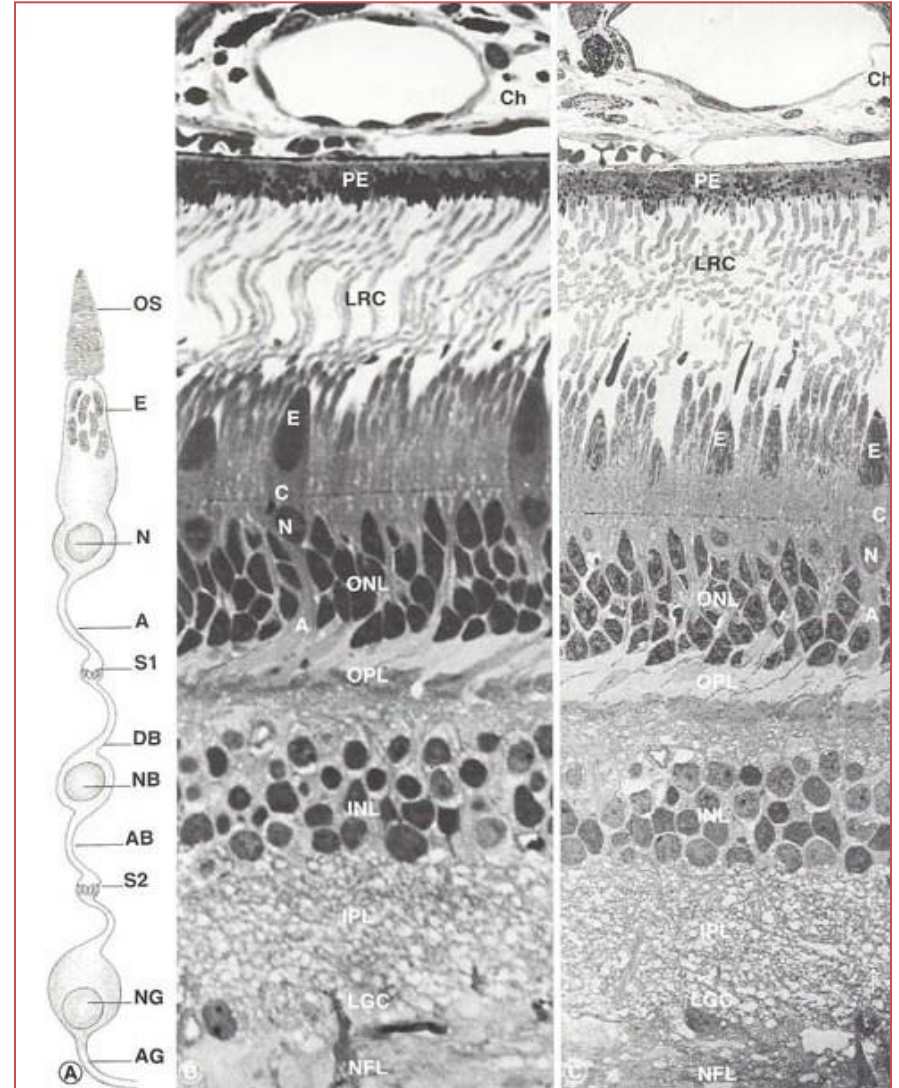
Дистални део фоторецептора.

Ca – капилари хороидеје; **M** – меланоцити у хороидеји;
PE – пигментни епител; **ROS** – спољашњи сегмент штапића;
Стрелица показује смер проласка светлости кроз ретину;
Врх стрелице је на резидуалном телу у стр. пигментосуми који садржи остатке фагоцитованих наставка спољашњег сегмента штапића.



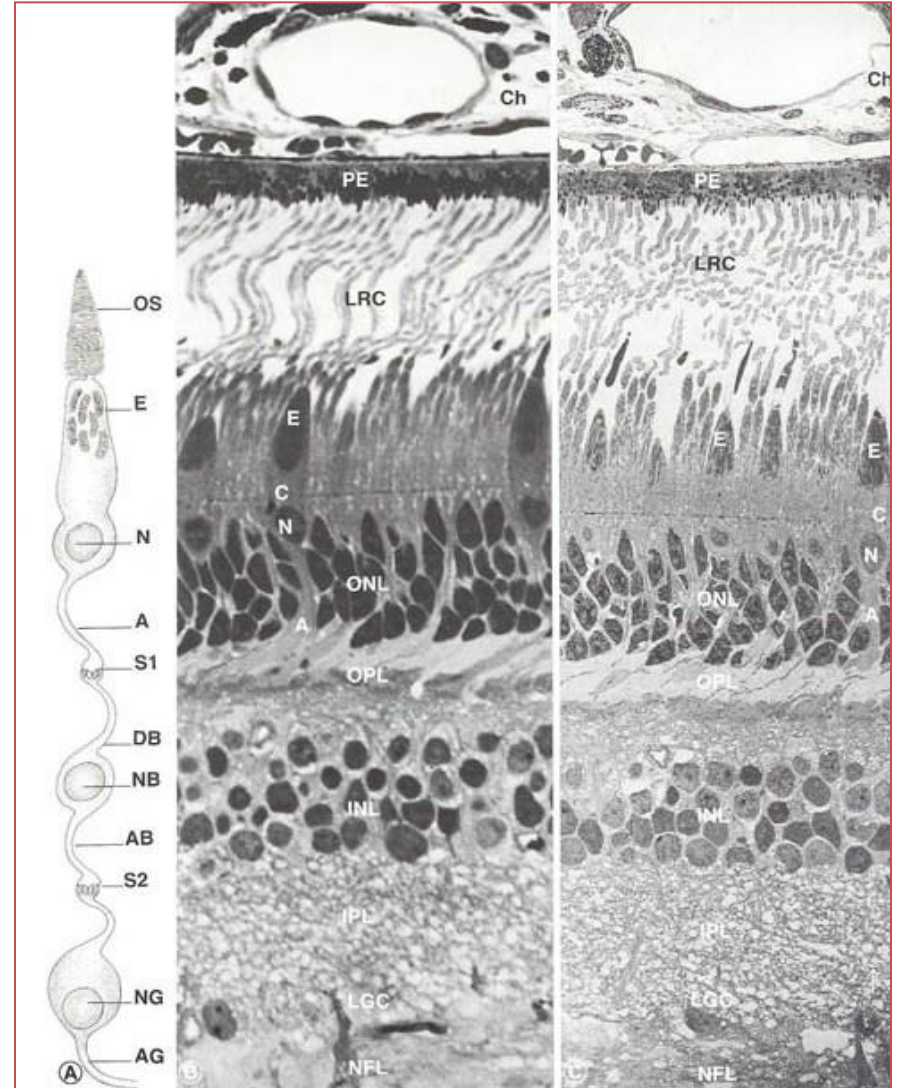
Чепићи

- **Спољашњи сегмент** чепића је краћи, дебљи и сужава се ка врху.
- **Мембрански дискови** нису одвојени од ћелијске мембране.
- Настају **угибањем плазмалеме** и задржавају континуитет са њом.
- У мембранске дискове уграђен је **видни пигмент јодопсин**.
- Јодопсин се јавља **у три форме** осетљиве на црвену, зелену и плаву боју – **три функционална типа чепића**.
- Ретина садржи 6 милиона чепића.



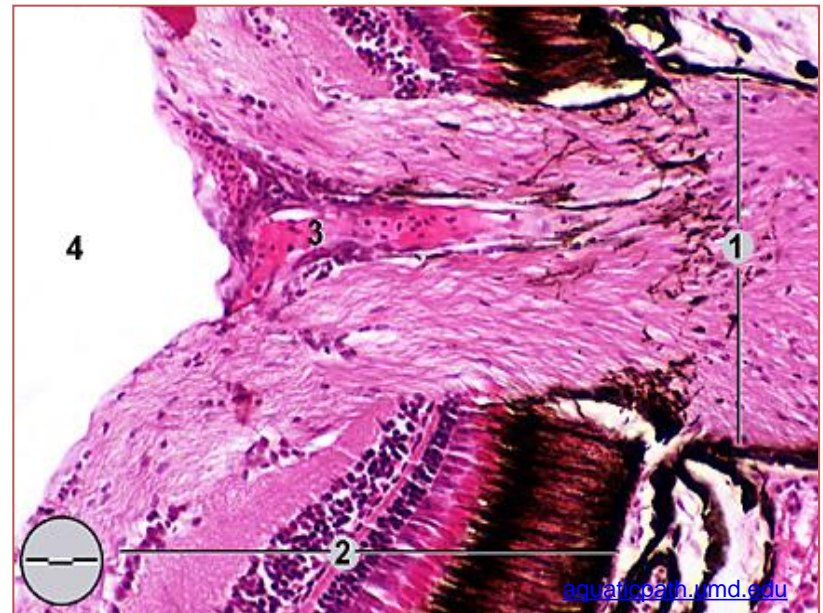
Чепићи

- **Ретина.**
- А – аксон чепића;
- Ch – хороида;еа;
- Е – елипсоидна област;
- INL – str. granulosum internum;
- IPL – str. reticulare internum;
- LGC – str. ganglionare;
- LRC – str. bacillorum et conorum;
- N – једро чепића;
- NFL – str. filorum n. optici;
- ONL – str. granulosum externum;
- OPL – str. reticulare externum;
- PE – str. pigmentosum.
- Стрелица показује смер светлости кроз ретину.



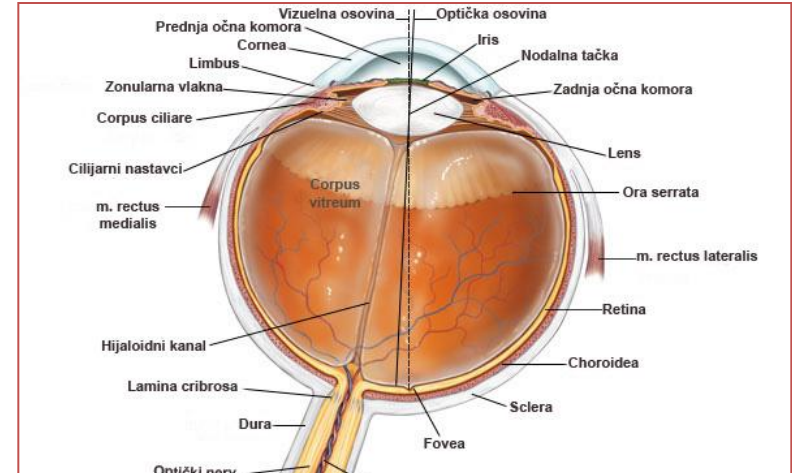
Папила очног живца (слепа мрља ретине)

- 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**.

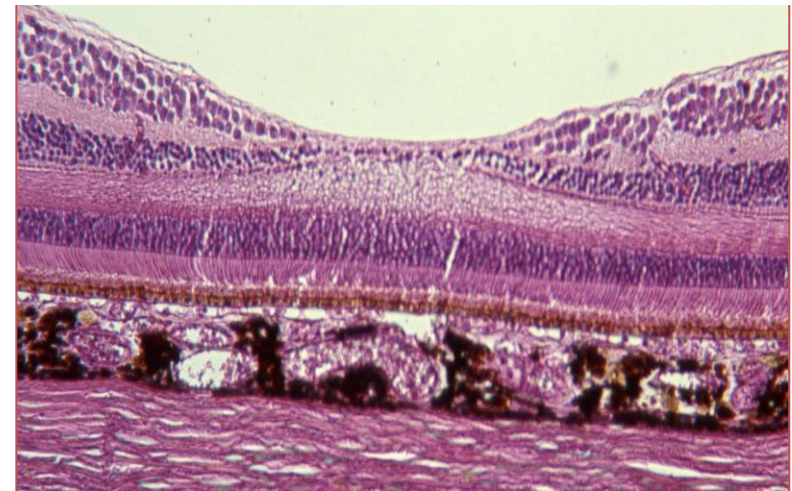


Macula lutea retinae (жута мрља мрежњаче)

- 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.

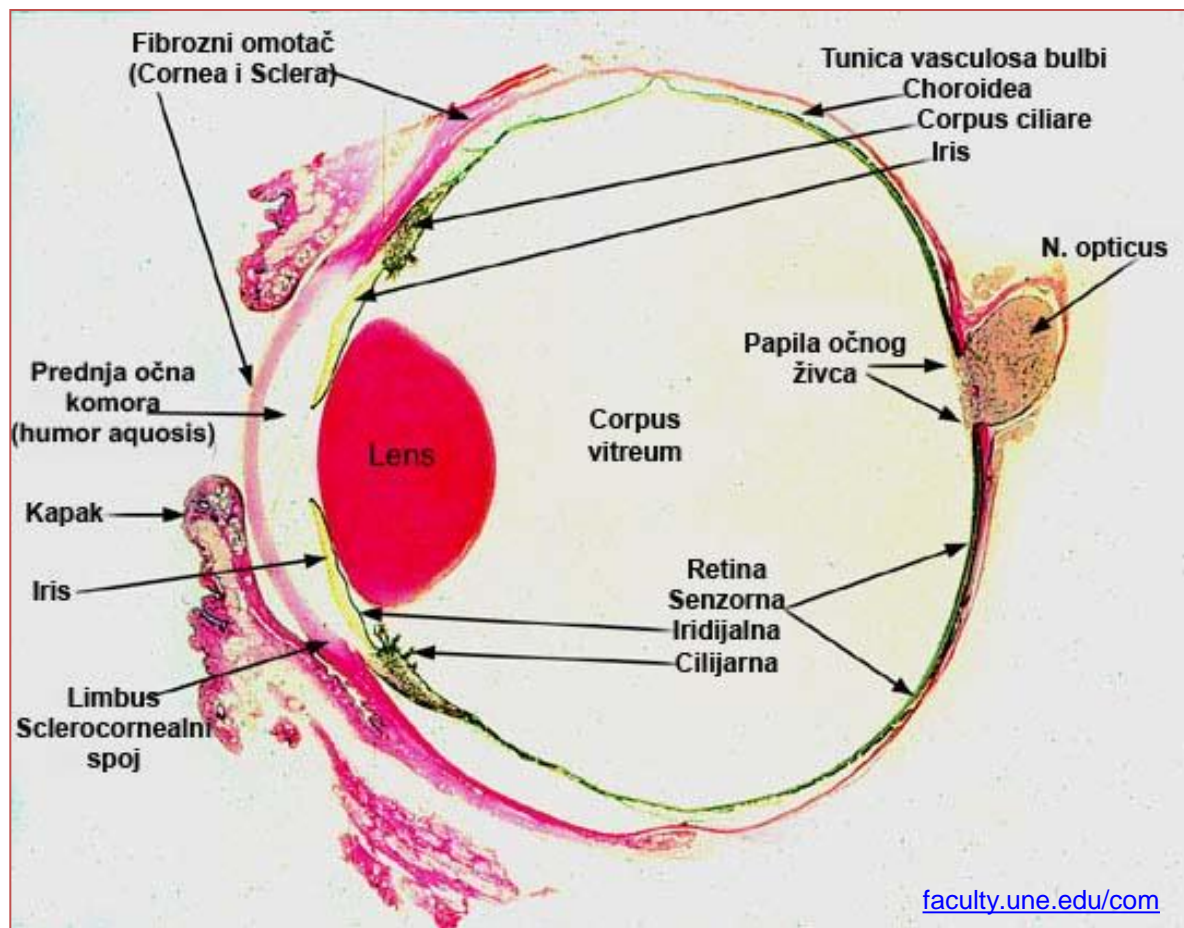


Оптичка осовина – замишљена линија која пролази кроз центре предње и задње површине сочива. Визуелна осовина – имагинарна линија која пролази кроз средиште видног поља до фовее централис.



Садржај очне јабучице

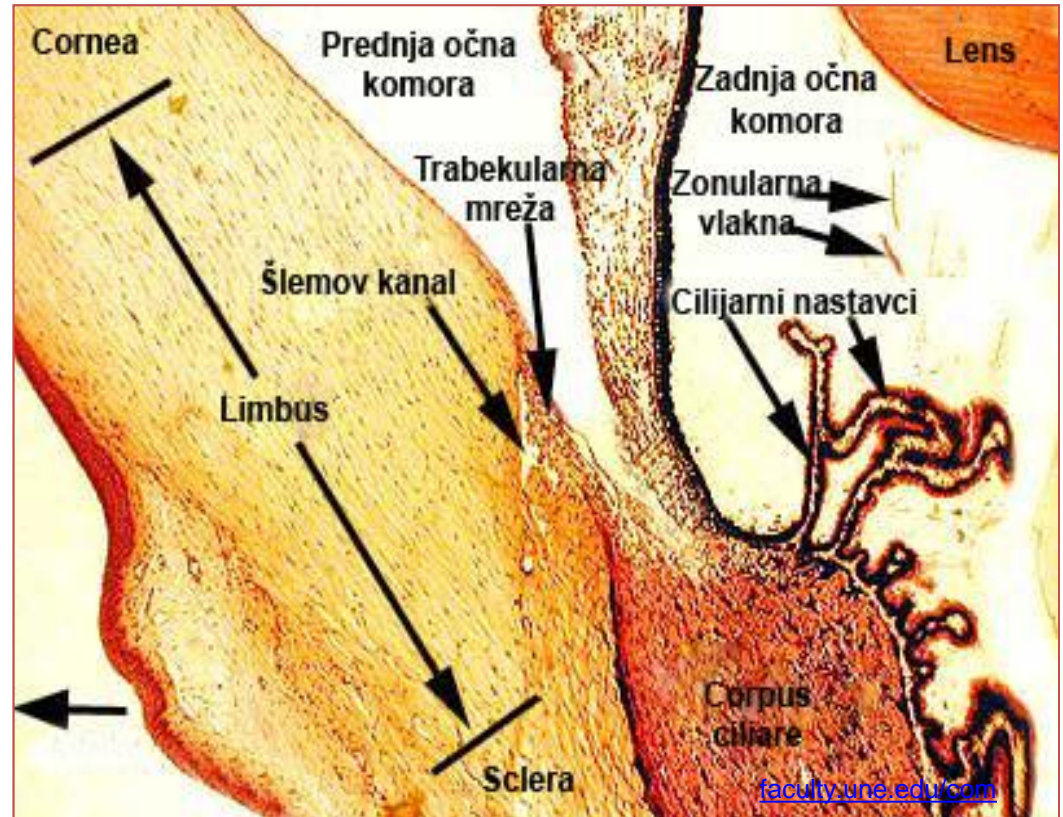
Садржај очне јабучице



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

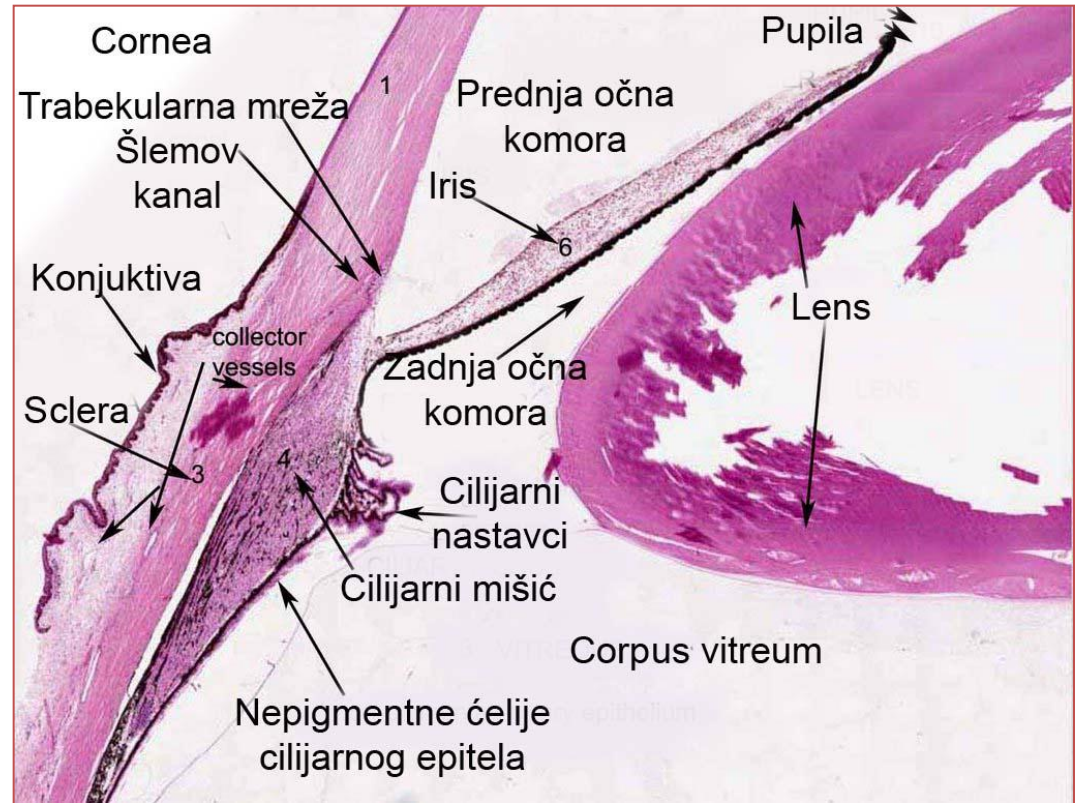
Очна водица (humor aquosus)

- **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**.



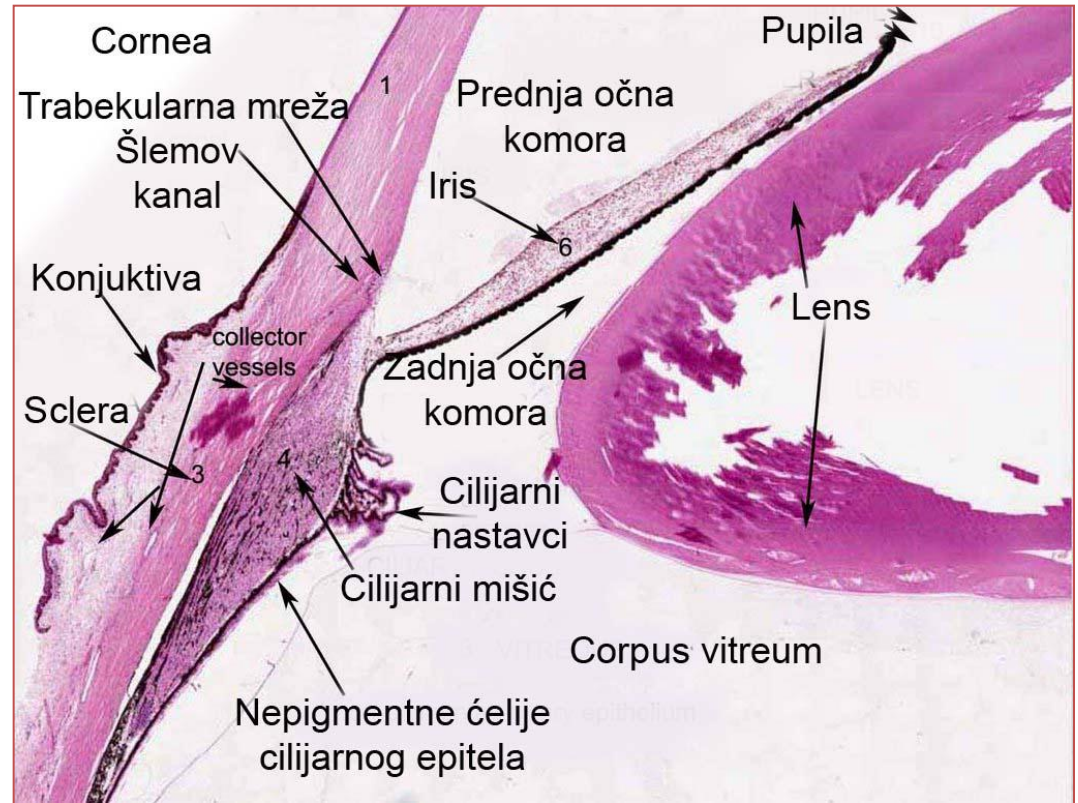
Задња очна комора

- **Задња очна комора** ограничена је:
- **Спреда** задњом површином дужице, **позади** стакластим телом и латералним делом предње површине сочива.
- **Спољашњи зид** гради цилијарно тело које секретује **humor aquosus**.



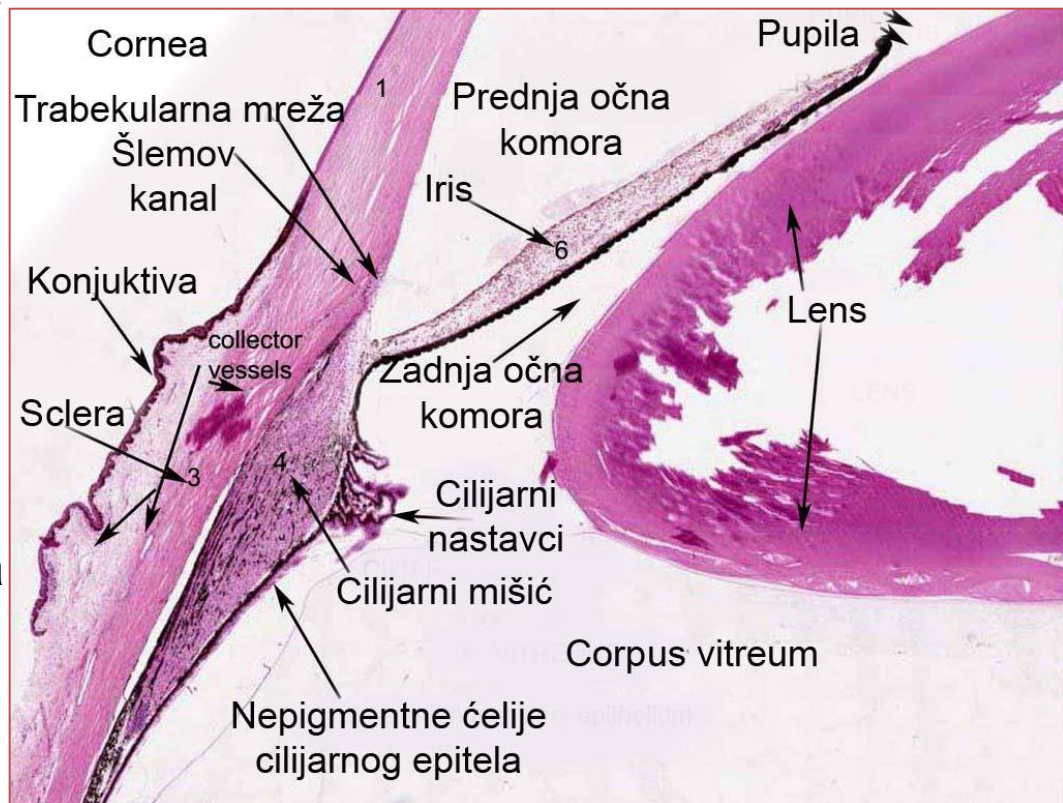
Предња очна комора

- **Предња очна комора** је шупљина смештена **иза рожњаче**, а **испред дужице и сочива**.
- У потпуности је испуњена **ОЧНОМ ВОДИЦОМ**.
- Нормални притисак очне водике од 15 mmHg доприноси одржавању облика рожњаче.



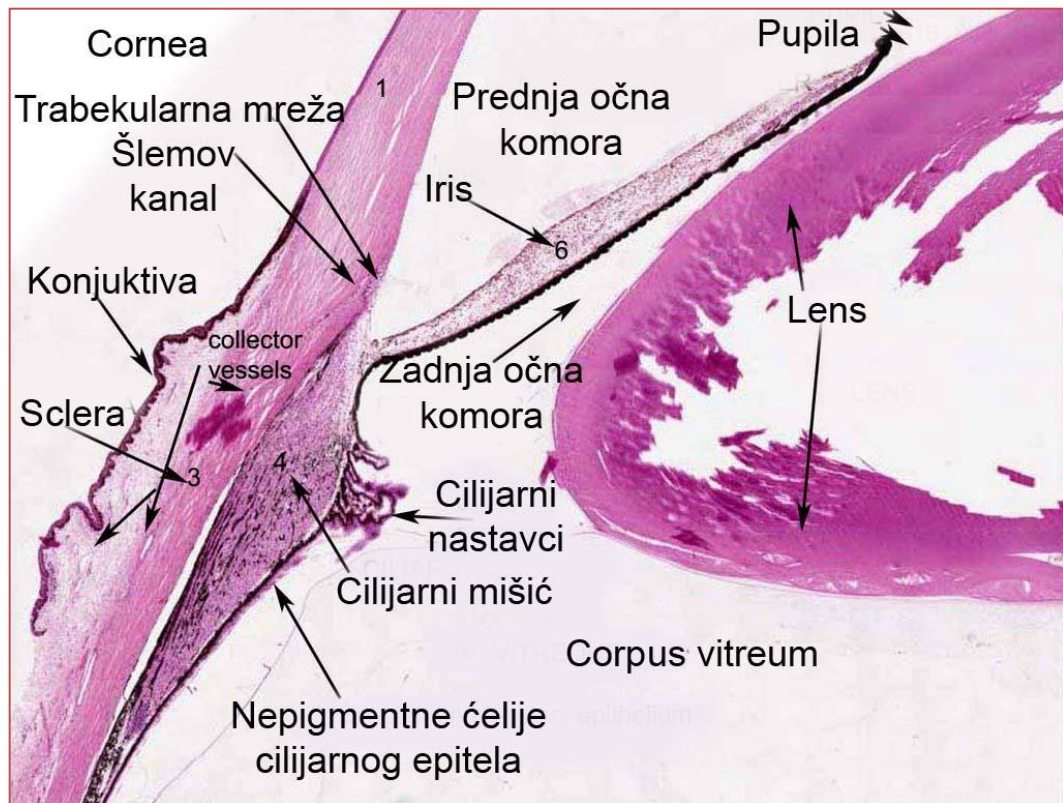
Трабекуларна мрежа

- Периферна ивица предње очне коморе зове се **иридокорнеални угао** (дренажа очне водице).
- У овој области налазе се **трабекуларна мрежа** и **Шлемов канал** (кружни венски синус склере).
- **Трабекуларна мрежа** разапета је између **Десцетомове мембране** рожњаче и **корена дужице**.
- Састављена је из мреже колагених влакана између којих се налазе Фонтанини простори.



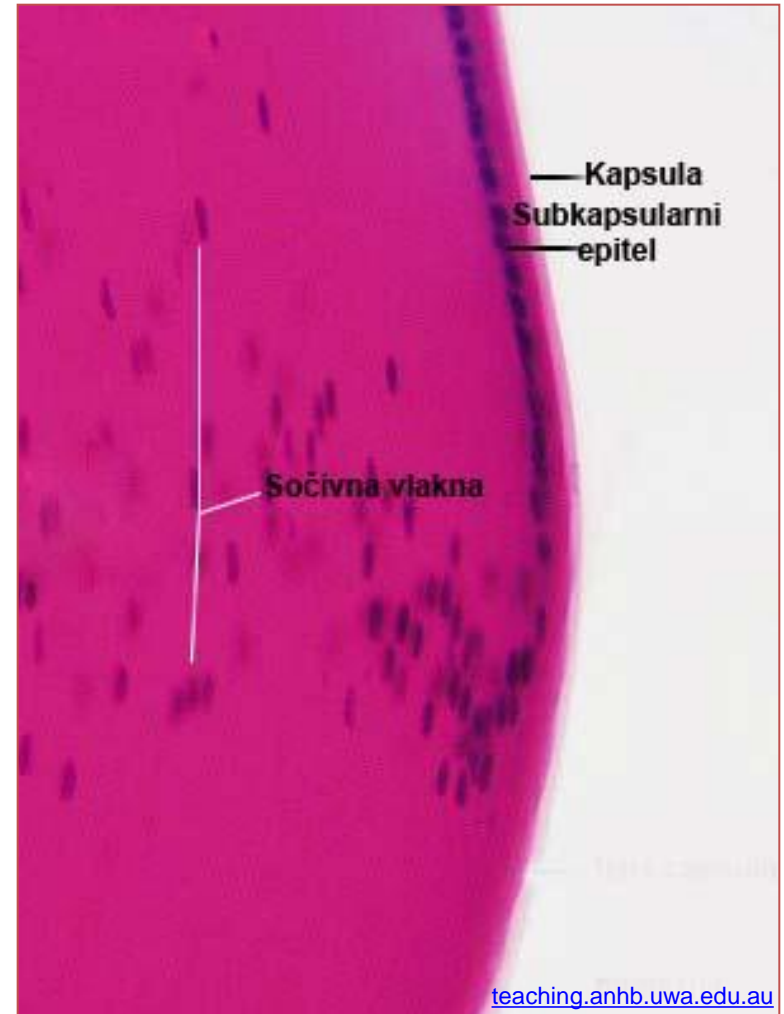
Ток очне водице

- Очну водицу секретује епител цилијарних наставка.
- Из задње у предњу очну комору доспева преко капиларне пукотине (између ивице дужице и предње површине сочива).
- Предњу очну комору водица напушта преко Фонтаниних простора и Шлемовог канала.
- Одводи се преко склералних и еписклералних вена у крвоток офталмичне вене.



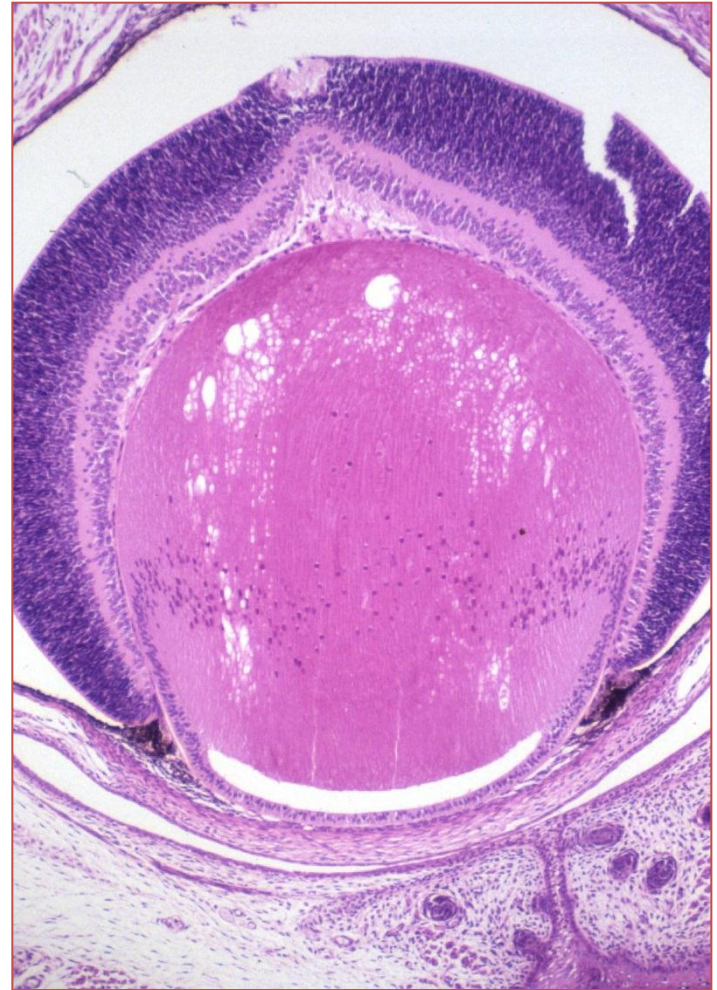
Сочиво (lens)

- 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**.

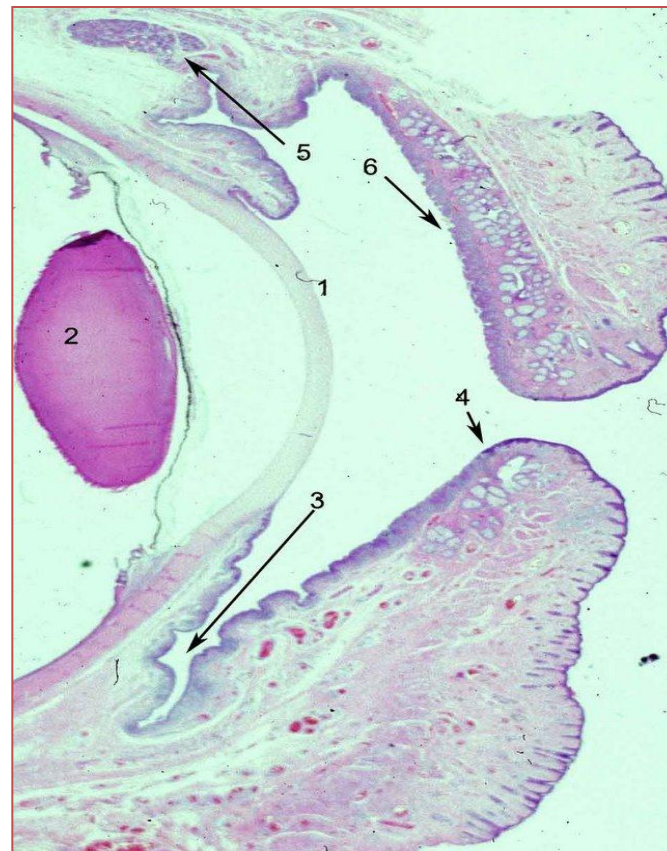


Organa oculi accessoria

Помоћни органи ока

www.missionforvisionusa.org

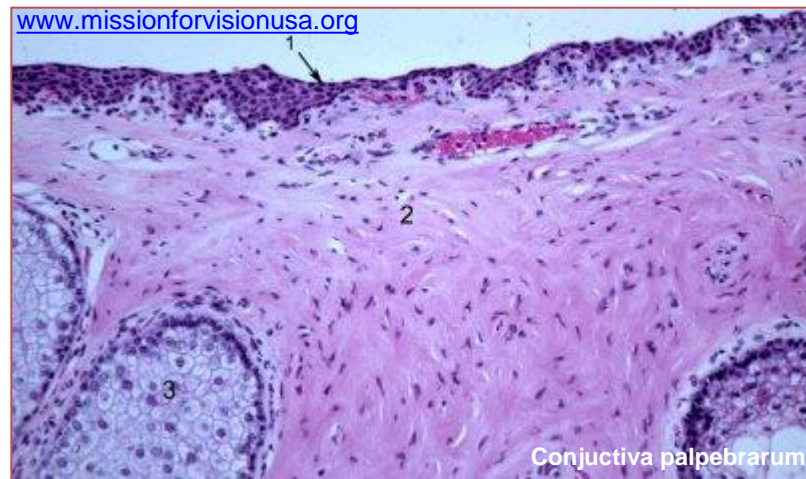
- Очни капци (**palpebrae**)
- Вежњача (**conjunctiva**)
- Сузни апарат (**apparatus lacrimalis**)



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

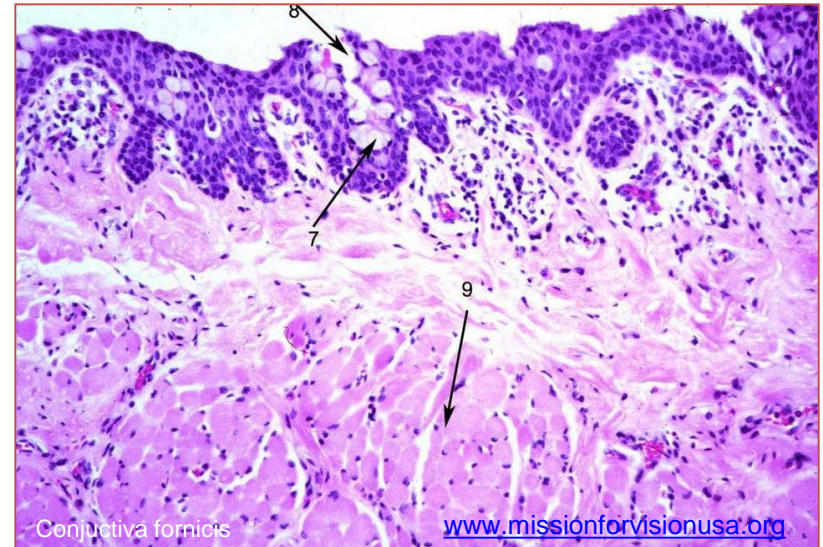
Вежњача (conjunctiva)

- **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.



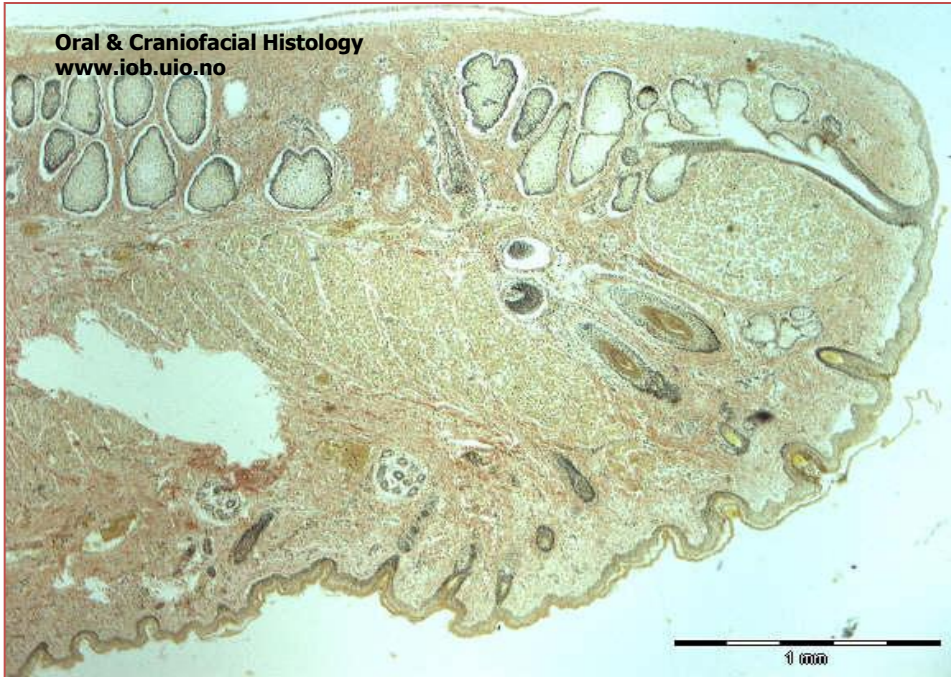
Очни капци (palpebrae)

- **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**

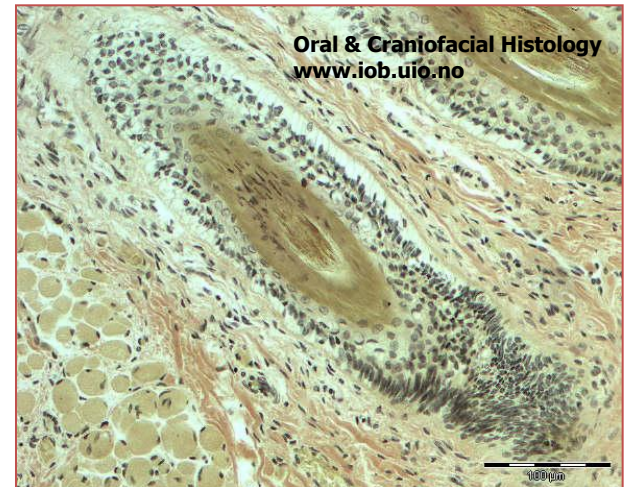
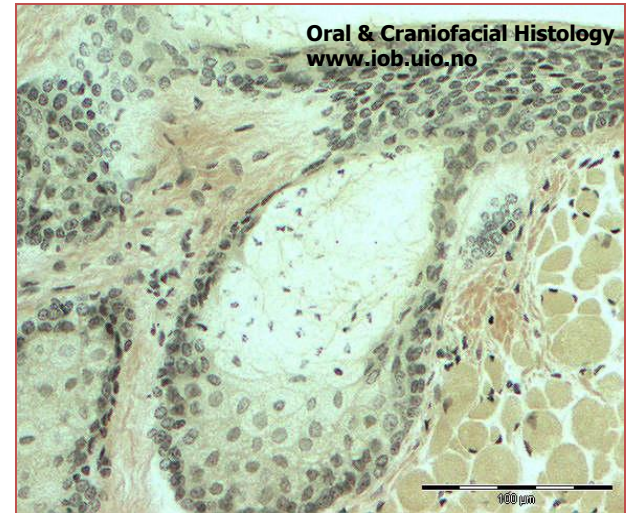


- **Тарзус** – фиброзна плочица са 12-30 Мајбомових (**Meibom**) модификованих лојних жлезда (секрет спречава испаравање суза).
- **Тарзусни мишићи** – глатки мишићи инервисани **SY**, тонусом одржавају отвореним капачни отвор.

Очни капци (palpebrae)

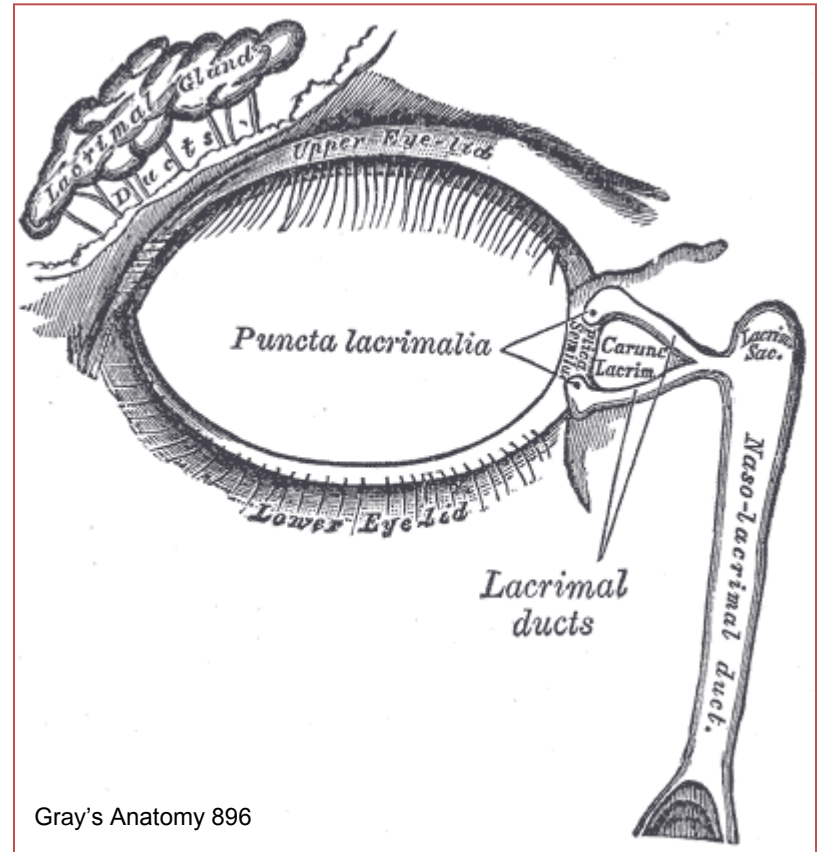


- Тrepавице не поседују еректорни мишић.
- У њихове фоликуле отварају се Цајсове (**Zeiss**) модификоване лојне жлезде и Молове (**Moll**) модификоване апокрине знојне жлезде.
- Секрет има сличан састав и улогу као код Мајбомових жлезда.



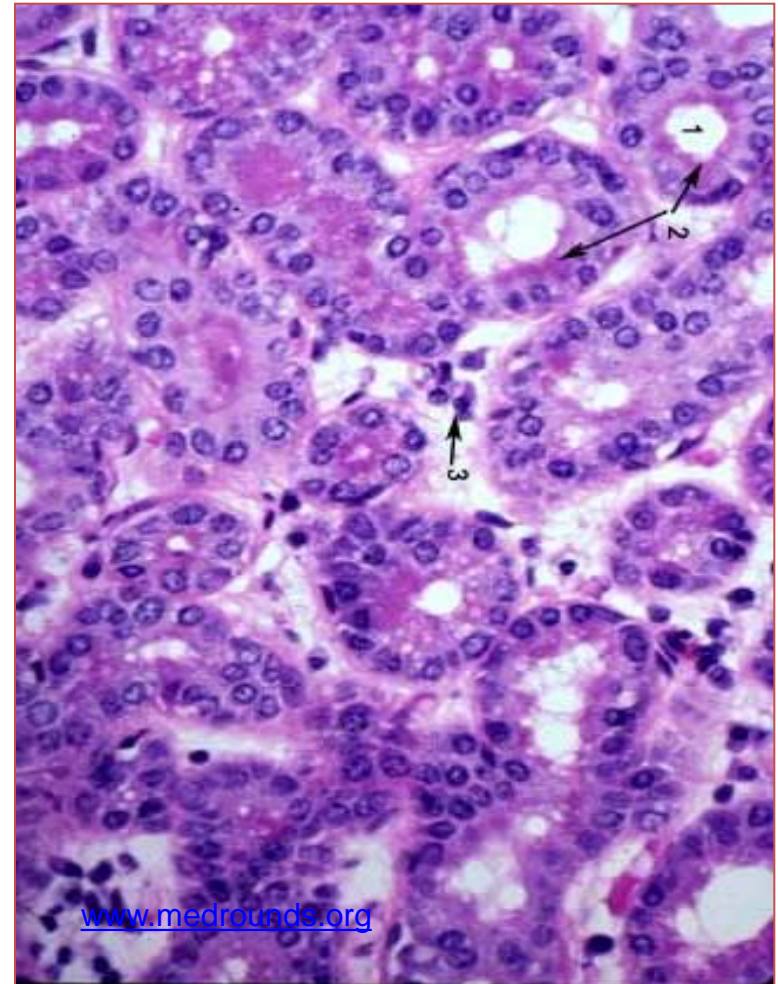
Сузни апарат (apparatus lacrimalis)

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



Сузна жлезда (gl. lacrimalis)

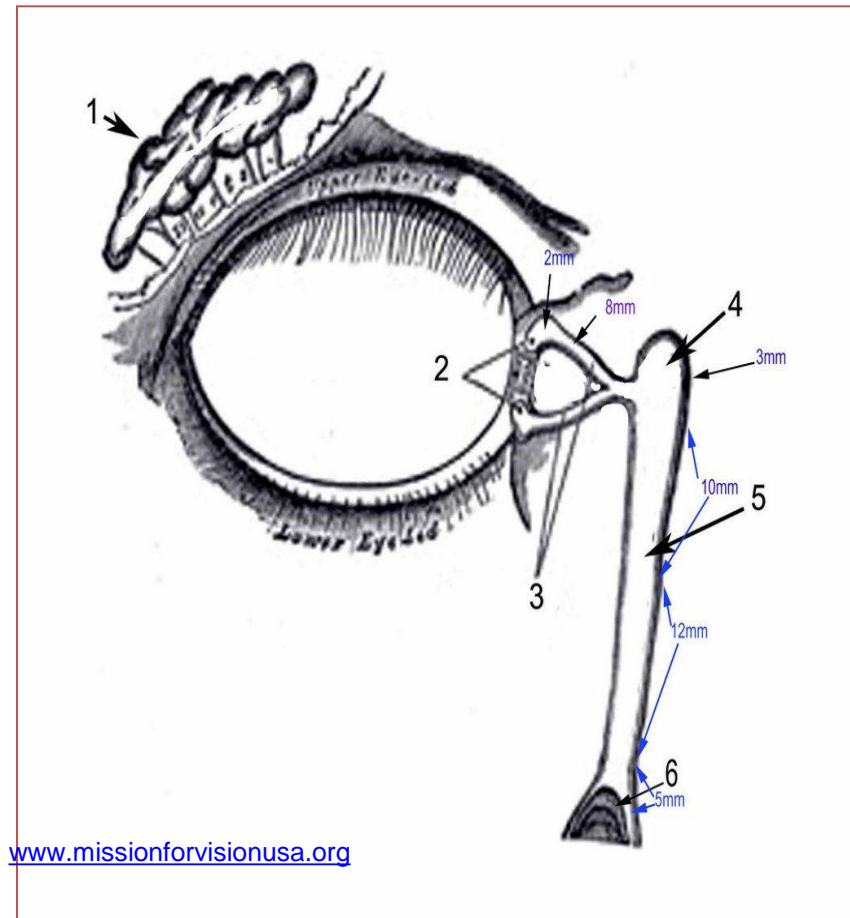
- Сузна жлезда сличне хистолошке грађе као **серозна** пљувачна жлезда.
- Има ниже ћелије – **лакритоците** и шири лумен ацинуса.
- Из тубулоацинуса се сузе одводе преко **интралобуларних** канала, одакле преко **интерлобуларних** канала доспевају до **главних екскретних дуктуса**.
- Сузна жлезда има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



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

Сузни каналићи, сузна кесица и носни сузни канал

- Дневно се ствара око 0,5 ml суза у **сузним жлездама** (1).
- Након секреције сузе се разливају по **булбарној** и **палпебралној коњуктиви** и **рожњачи** и теку према унутрашњем углу ока где улазе у **puncta lacrimalia** (2) (у близини изводних канала Мајбомових жлезда), а затим у **сузне каналице**.
- **Сузни каналићи** (3) састоје се из вертикалног и хоризонталног дела.
- Спајају се у заједнички канал и уливају у **сузну кесицу** (4) смештену у **фосса лацрималис** у предњем делу медијалног зида орбите.
- Кесица се са доње стране наставља **назолакрималним дуктусом** (5).



Сузни каналићи, сузна кесица и носни сузни канал

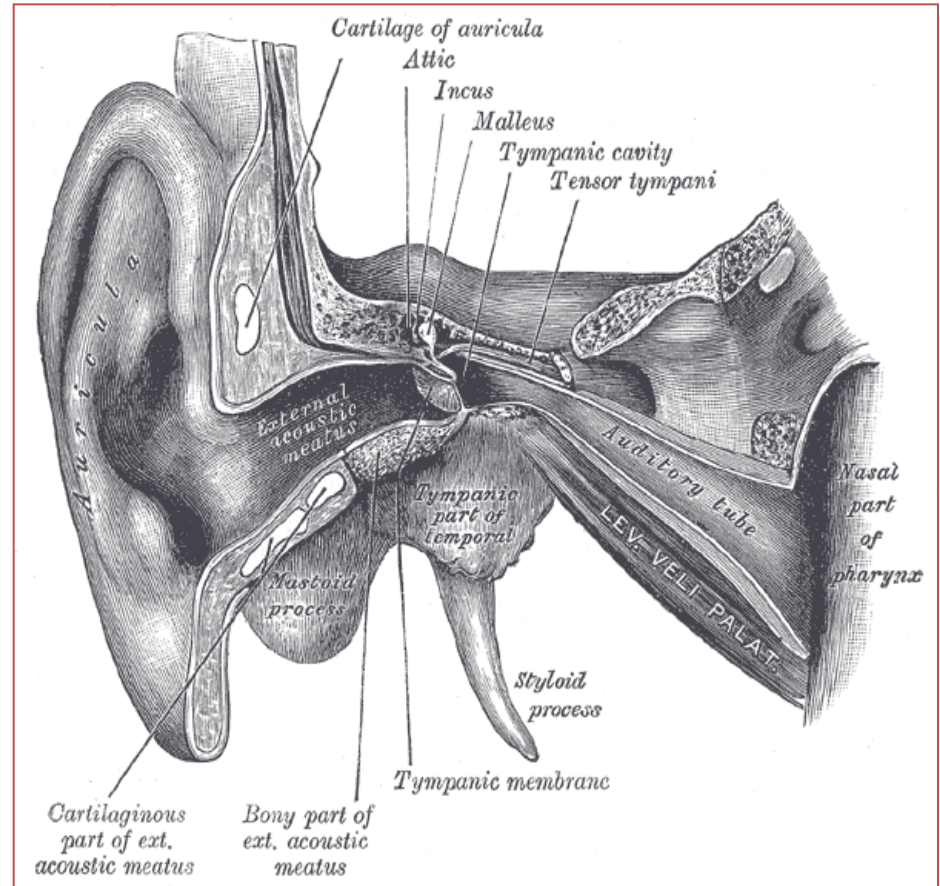
- **Puncta lacrimalia** (1) и **сузни каналићи** (2) обложени су **плочасто-слојевитим епителом без орожавања**.
- Puncta lacrimalia налазе се између коњуктиве (3) и коже (4) на ивици капака.
- **Епител** сузне кесице и носног сузног канала је **псеудослојевити троредан**.



ЧУЛО СЛУХА И РАВНОТЕЖЕ

Чуло слуха и равнотеже

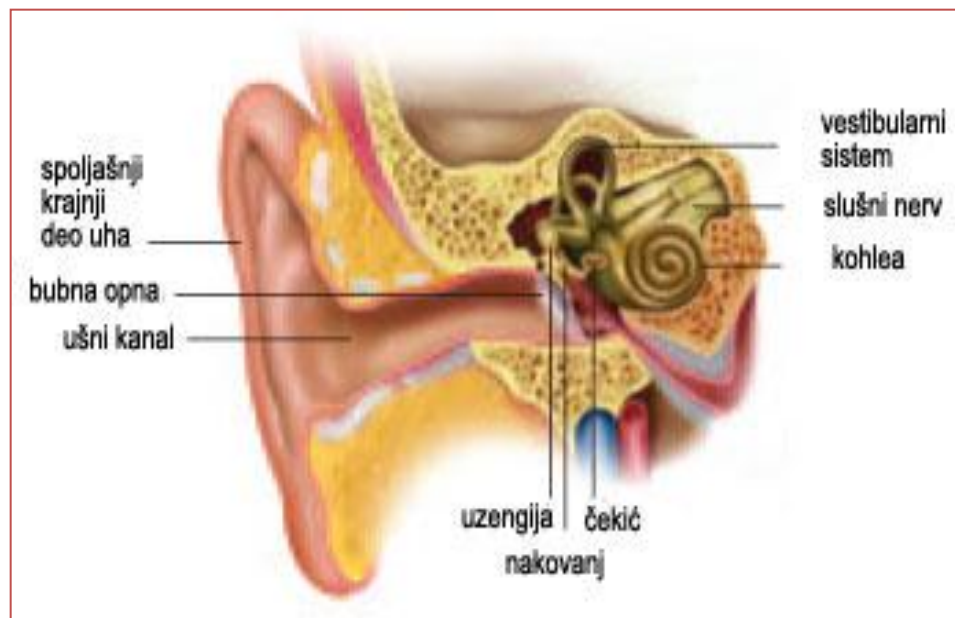
- Пријем **статичких** и **акустичких** сензација остварује се посредством **вестибулокохлеарног апарата**.
- Овај апарат смештен је у унутрашњости ува.
- Уво је комплексан сензорни систем саставијен из три повезане целине: **спољашњег, средњег** и **унутрашњег ува**.
- **Спољашњи и средњи део ува** 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**.

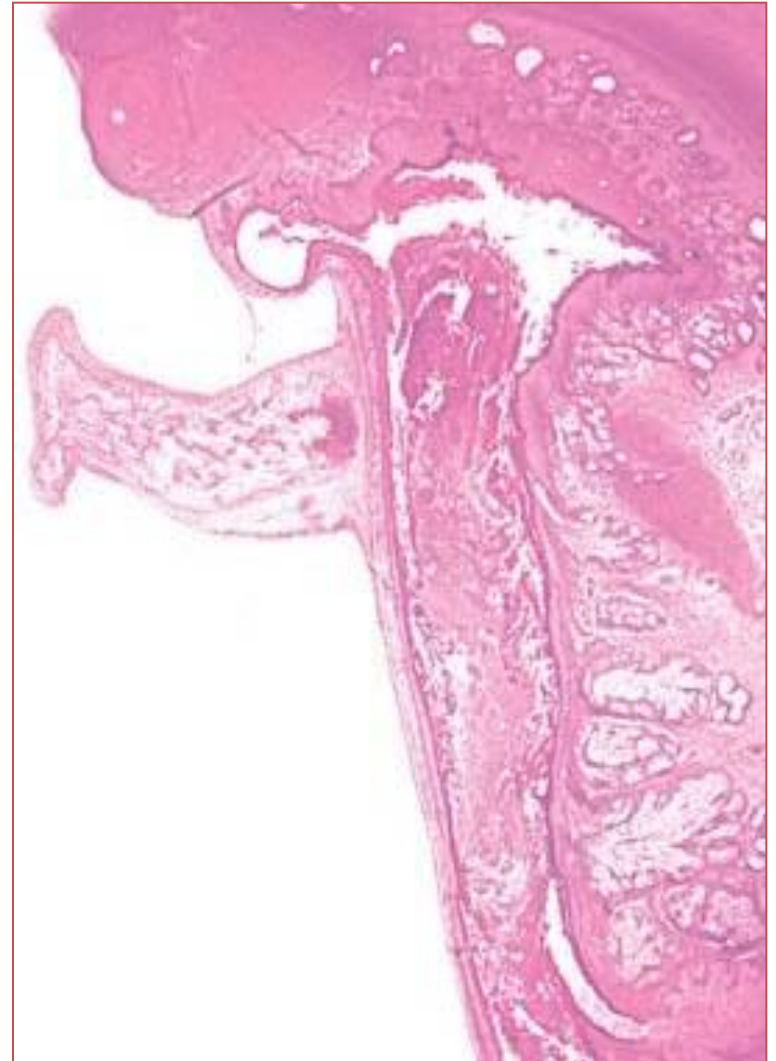


У састав ушне шкољке улазе и **три лигамента** (веза за периост лобање) и снопови закржљалих **скелетних мишића**.

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)

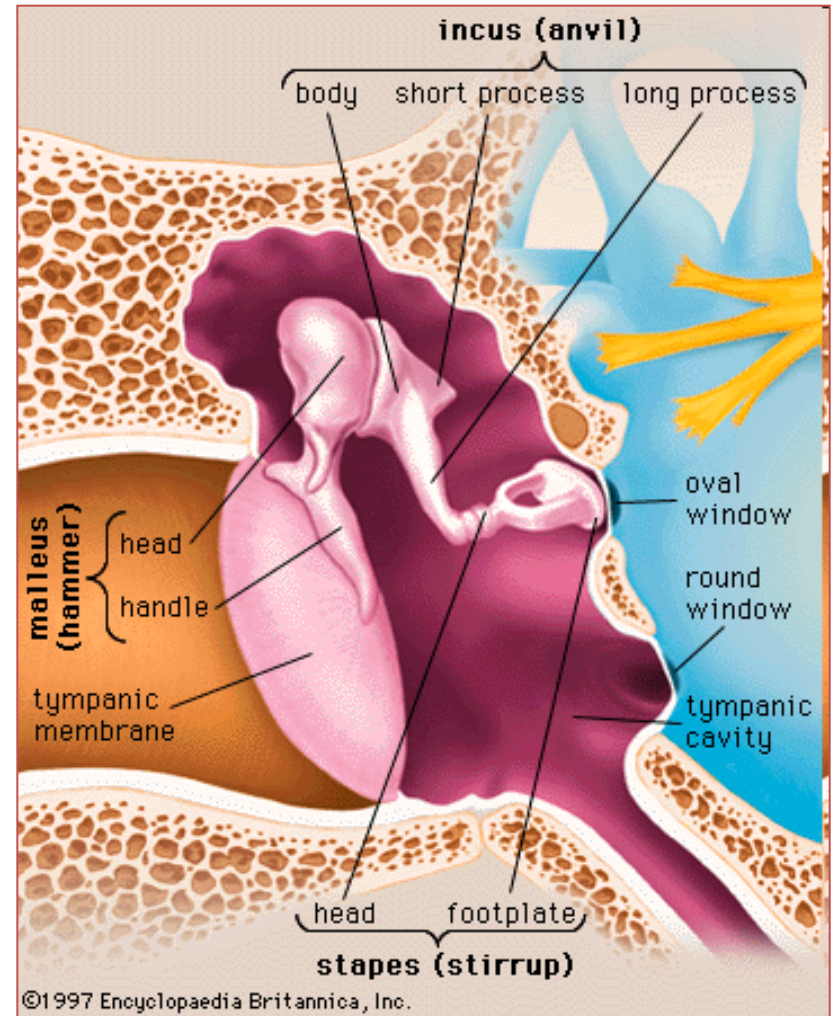
- Танка, полупрозрачна **трослојна мембрана**.
- **Спољашња страна** бубне опне обложена је **кожом**, а **унутрашња слузницом**.
- У **среди**ни се налази **фиброзни слој** (колагена влакана са еластинском мрежом).
- **Кожа** је танка, без длака, епидермисних набора, знојних и лојних жлезда.
- **Епидермис**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



Средње уво

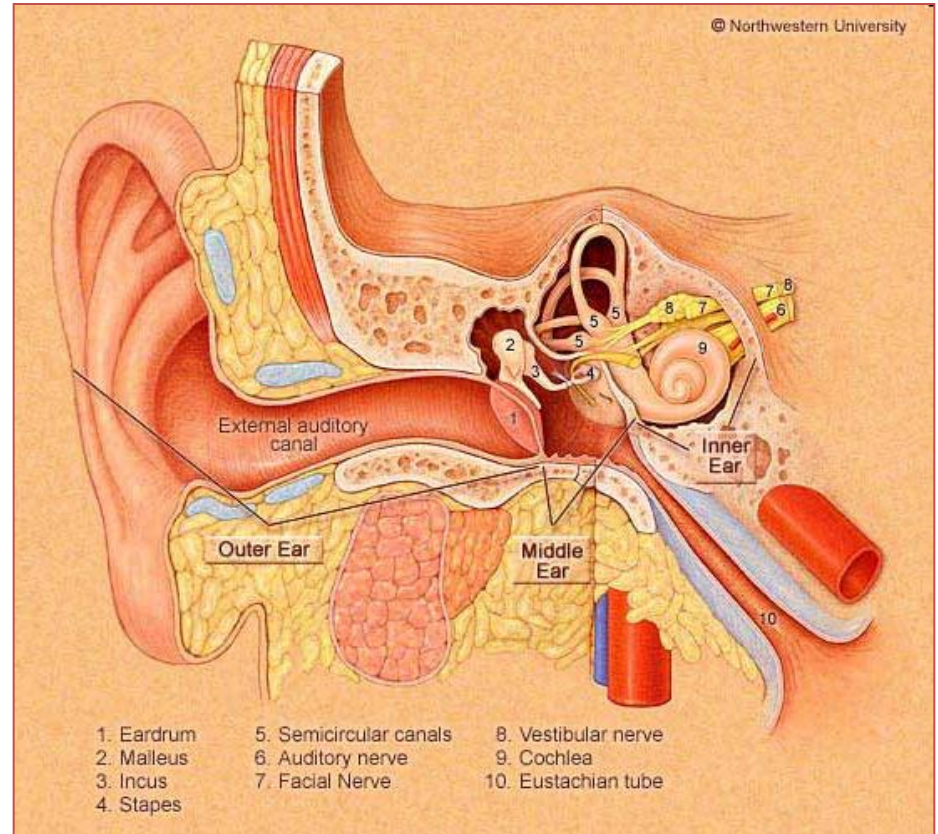
Средње уво

- 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**).



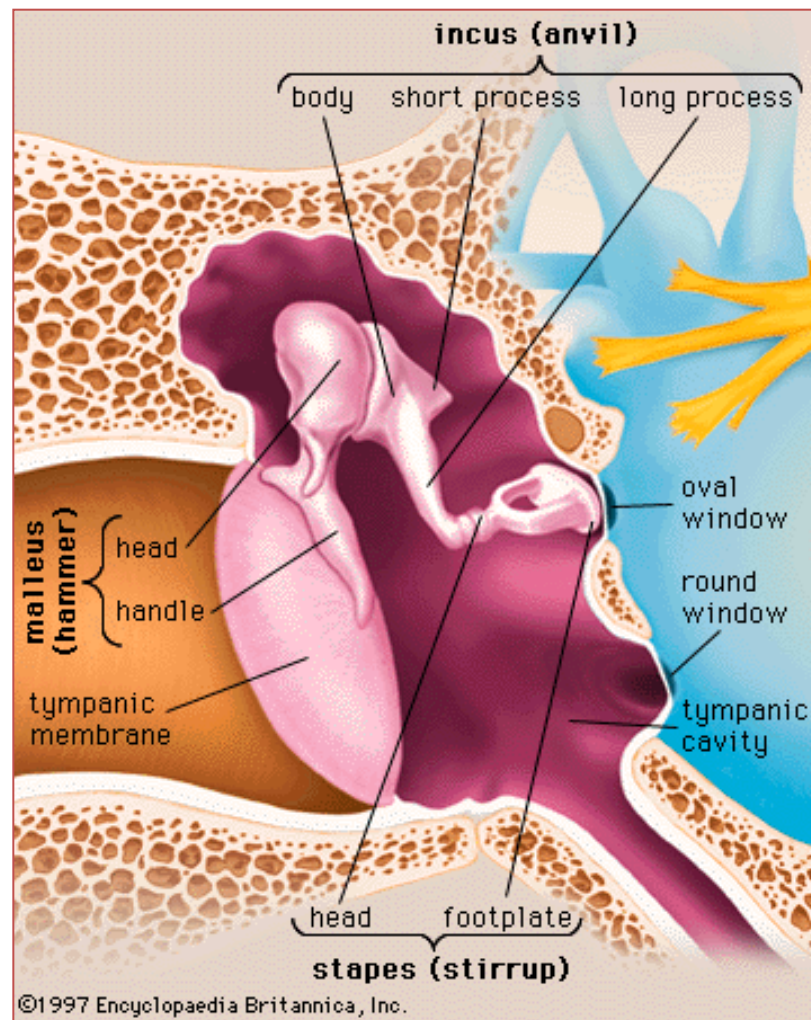
Бубна дупља (cavum tympani)

- 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**).



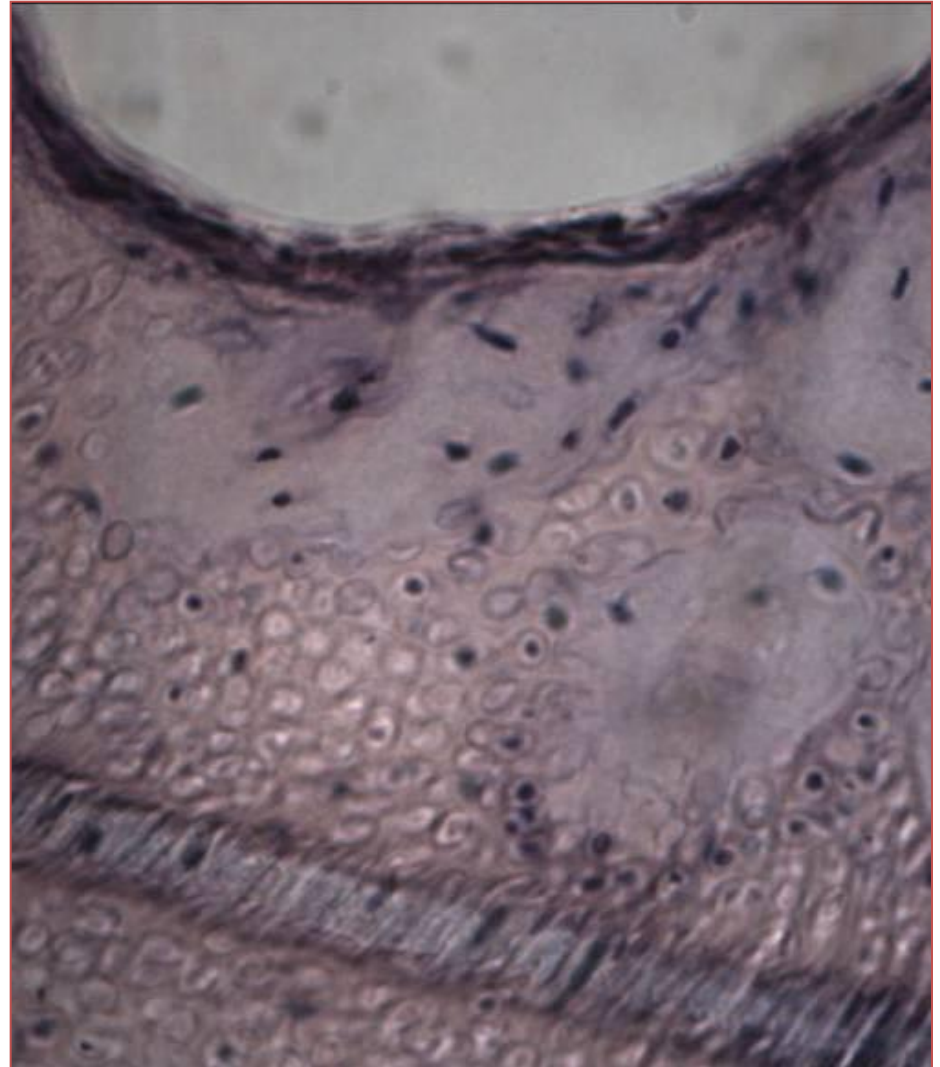
Бубна дупља (cavum tympani)

- 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**.



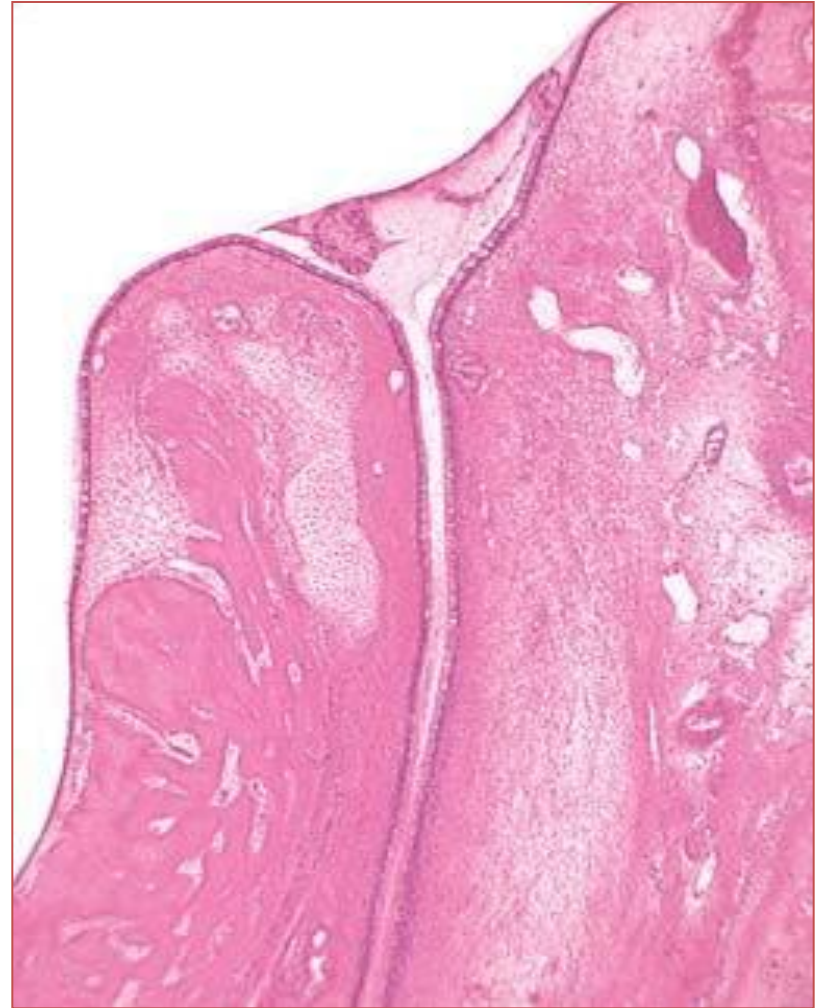
Бубна дупља (cavum tympani)

- 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

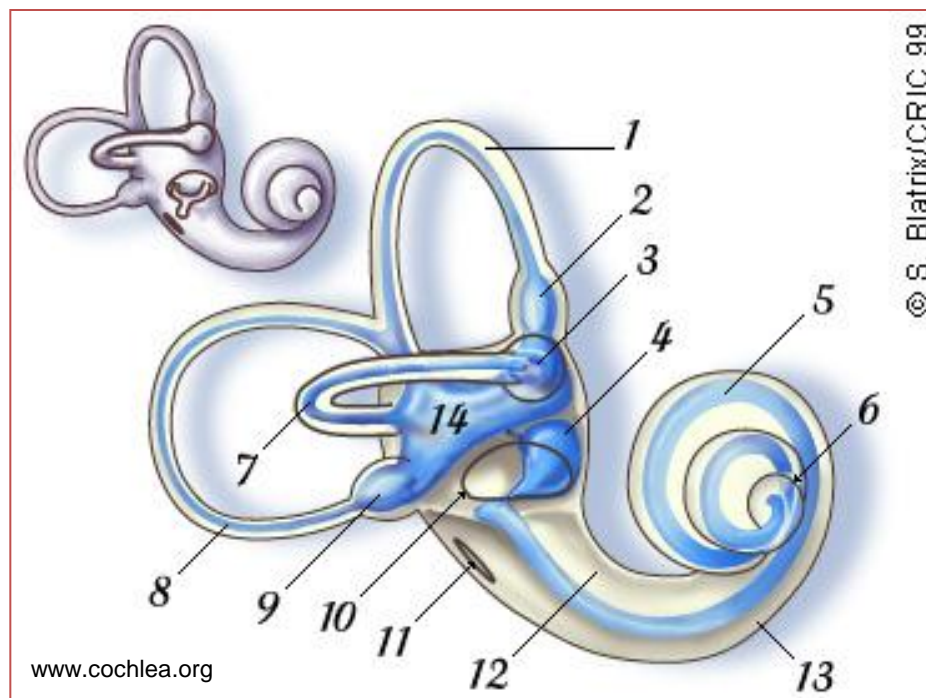
- Коштано-хрскавичави канал, обложен **слузницом**.
- Спаја **средње уво** са **назофаринксом**.
- Латералној трећини тубе потпору пружа **темпорална кост**.
- Медијалним трећинама потпору дају **еластична и хијалина хрскавица**.
- **Слузницу слушне тубе** чине **епител и ламина проприја**.
- **Епител**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



Унутрашње уво

Унутрашње уво

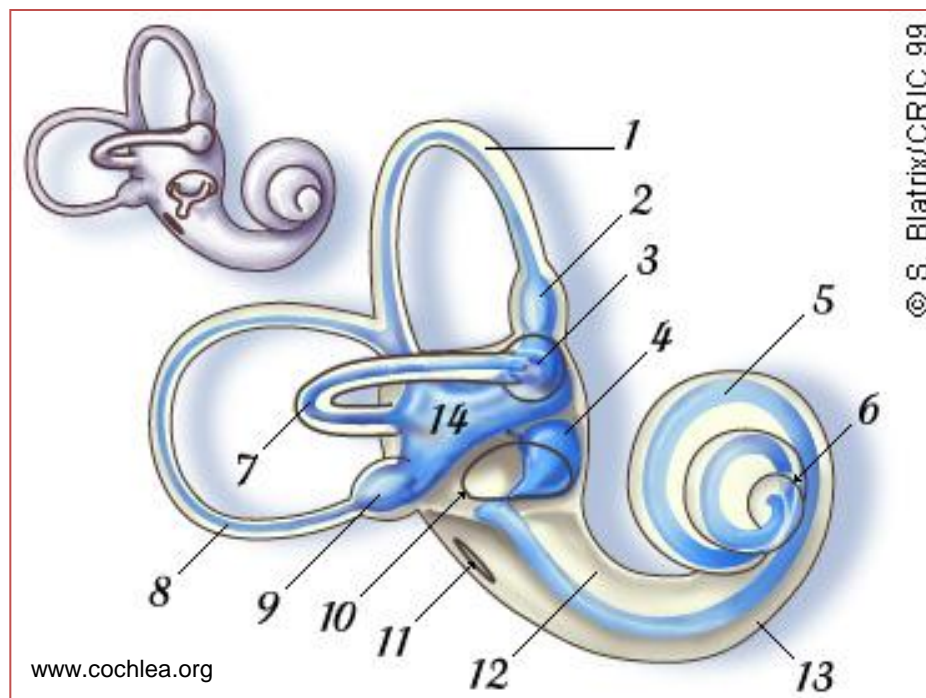
- **Унутрашње уво** састоји се из две компоненте - **коштаног** и **опнастог лабиринта**.
- У појединим деловима два лабиринта су срасла.
- У највећем делу ува раздваја их узани простор испуњен бистром течношћу — **перилимфом**.



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

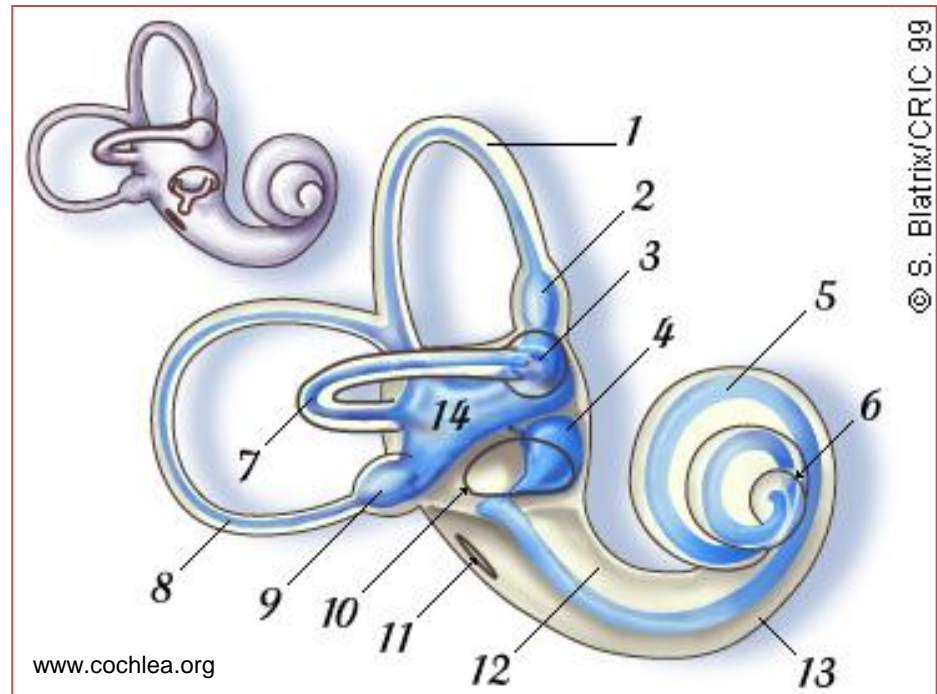
- **Коштани лабиринт** чине три међусобно повезане целине:
- **Предворје** (вестибулум)
- **Полукружни канали**
- **Коштани пуж**
- Сви ови елементи смештени су у **петрозном делу слепоочне кости**.



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. Ампула 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**).



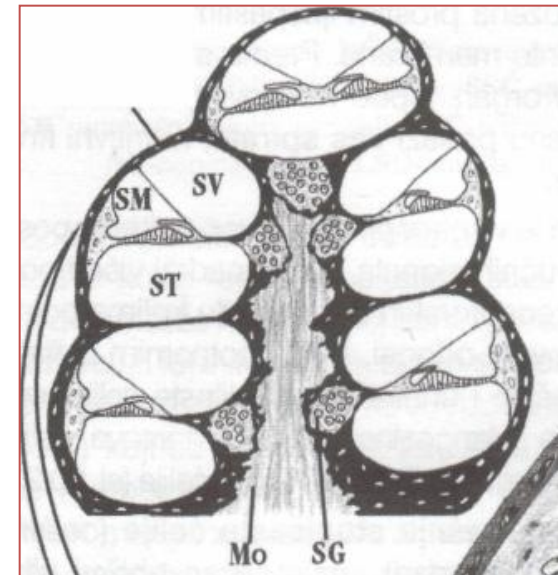
1. Предњи полукружни канал; 2. Ампула горњег полукружног канала; 3. Ампула бочног полукружног канала; 4. Сакулус; 5. Дуктус кохлеарис; 6. Хеликотрема; 7. Бочни (хоризонтални) полукружни канал; 8. Задњи полукружни канал; 9. Ампула постериорног канала; 10. Овални прозор; 11. Округли прозор; 12. Scala vestibuli;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

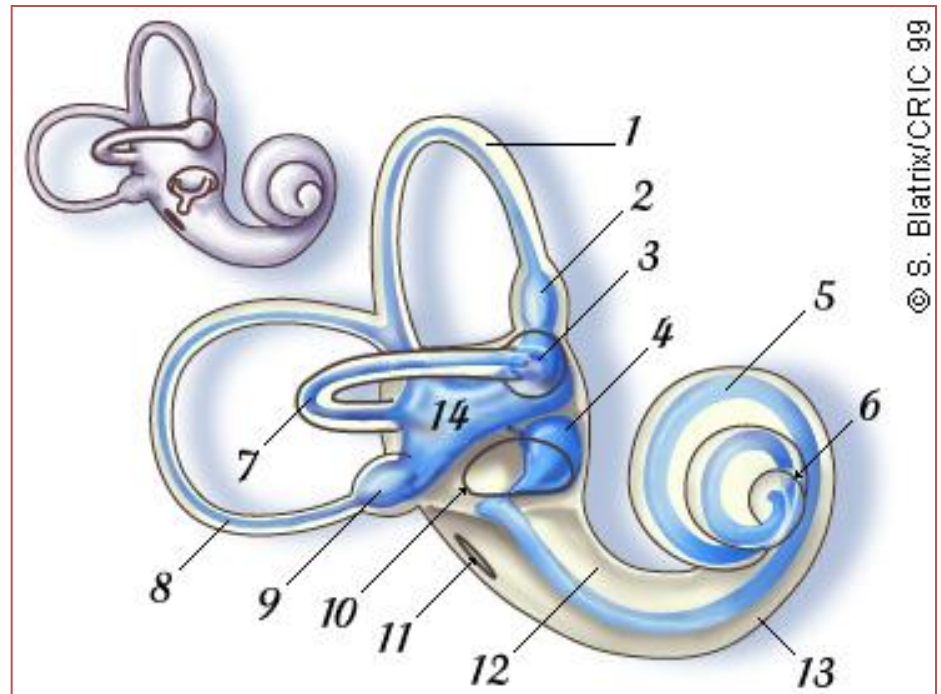


www.cochlea.org



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**.

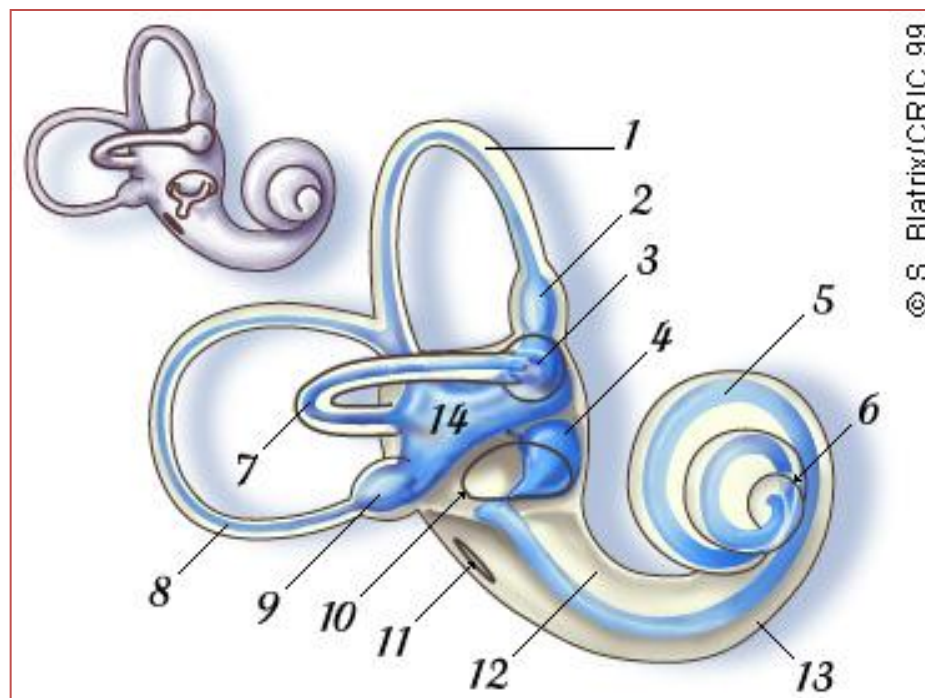


1. Предњи полукружни канал; 2. Амбула горњег полукружног канала; 3. Амбула бочног полукружног канала; 4. Сакулус; 5. Дуктус кохлеарис; 6. Хеликотрема; 7. Бочни (хоризонтални) полукружни канал; 8. Задњи полукружни канал; 9. Ампула постериорног канала; 10. Овални прозор; 11. Округли прозор; 12. Scala vestibuli;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

Орган равнотеже и оријентације

Орган равнотеже и оријентације

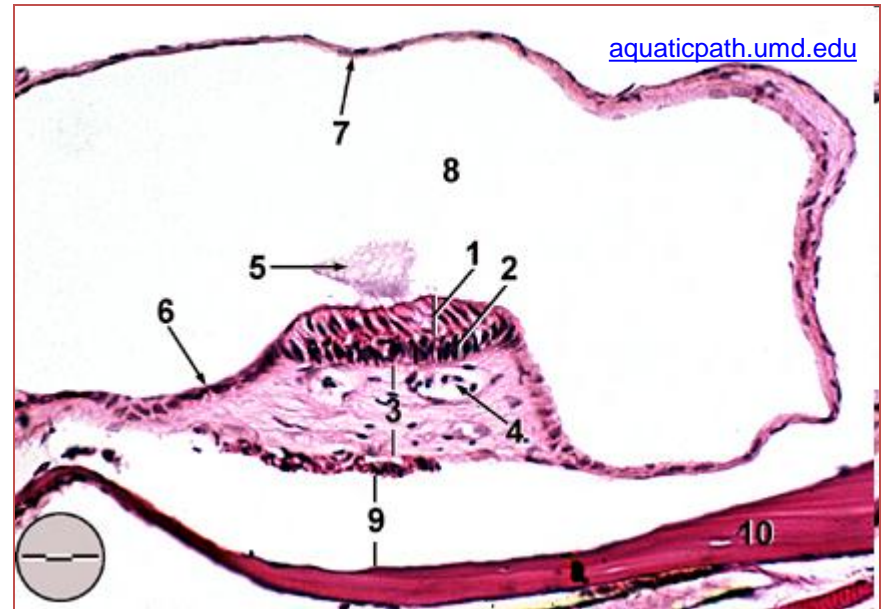
- Са структурног и функционалног аспекта **мембрански лабиринт** садржи два дела.
- У једном је смештен **орган равнотеже** и **оријентације** (статички и кинетички орган), а у другом **слушни орган**.
- **Орган равнотеже** и **оријентације** смештен је у **утрикулусу, сакулусу** и **полукружним каналима**.



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 **љуспастог 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. љуспасти 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

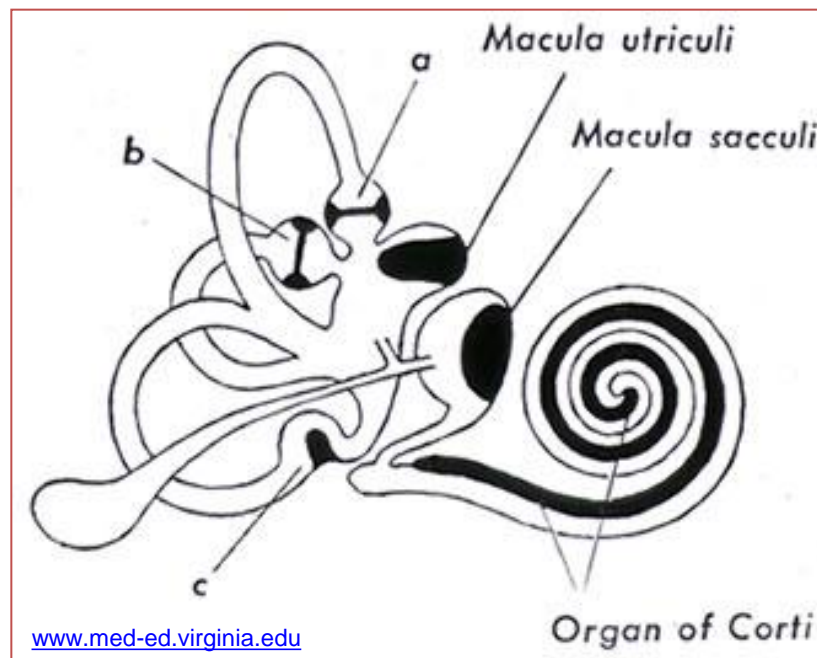
- **Macula sacculi**

- 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

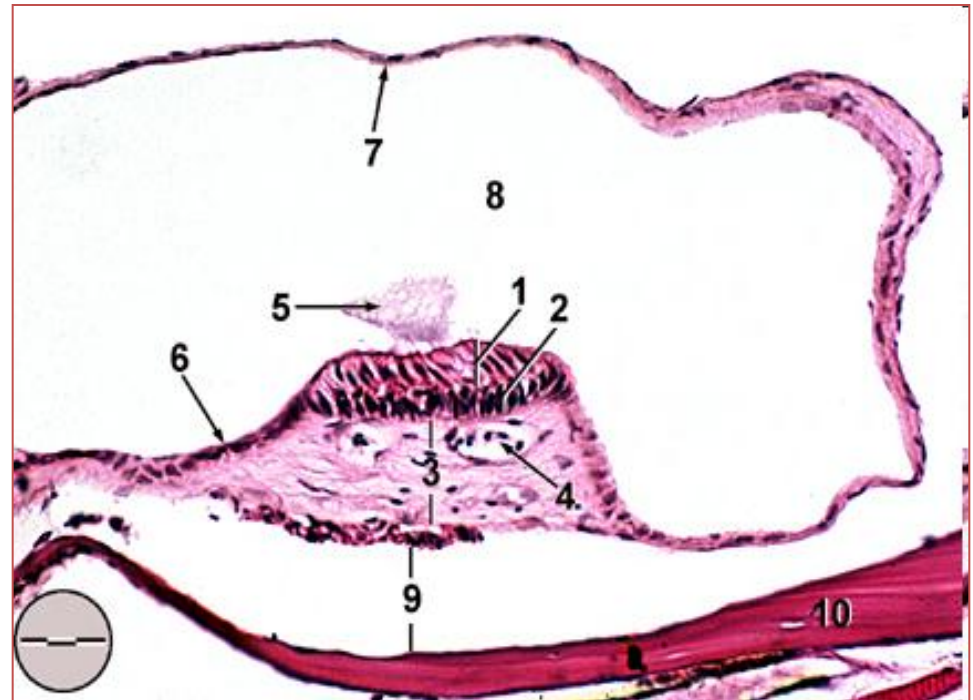
- **Епител** макула је специфичан.
- Садржи **неуроепителне** и **потпорне ћелије**.
- **Неуроепителне ћелије:**
- **Вестибуларне ћелије тип I.**
 - **Крушкастог облика** са централно постављеним нуклеусом.
 - **Базалне и бочне површине** ћелија обухваћене су крупним, чашоликим аферентним **нервним продужецима**.
- **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).

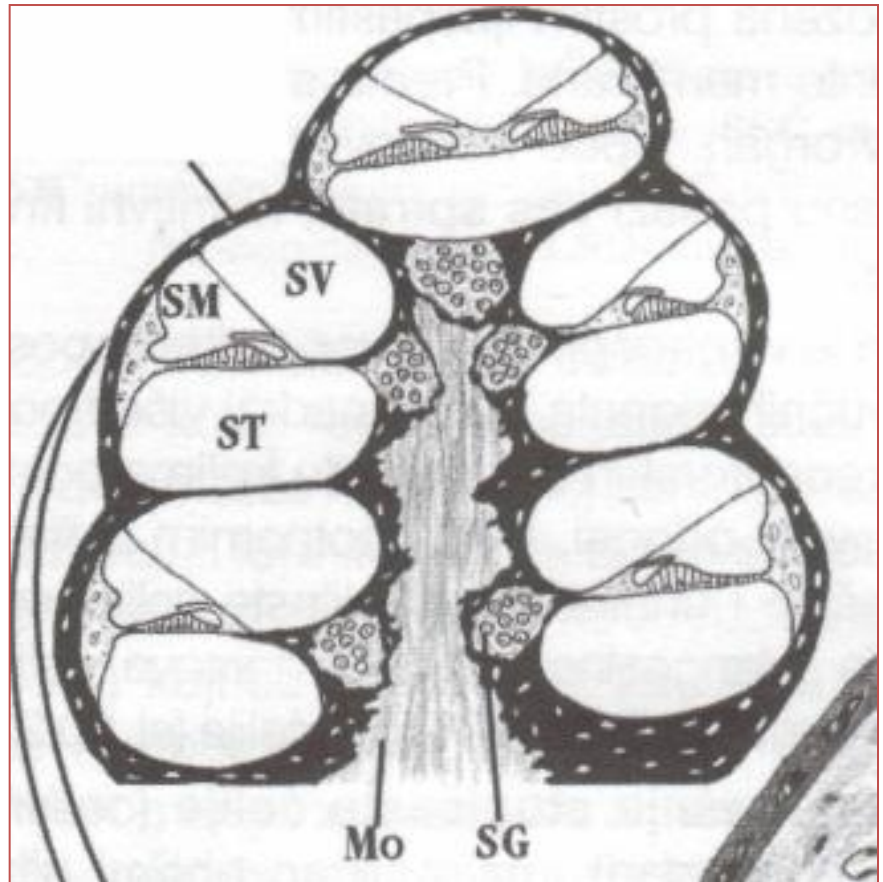


Ампула полукружног канала. 1. неуроепителне ћелије са стереоцилијама; 2. потпорне ћелије; 3. везивно ткиво кристе ампуларис; 4. крвни суд; 5. отолитна мембрана; 6. глобуларне сензорне ћелије ампуларног епитела; 7. љускасти епител ампуле; 8. лумен ампуле; 9. везивно ткиво; 10. кост.

**Орган слуха
(Organum spirale Corti)**

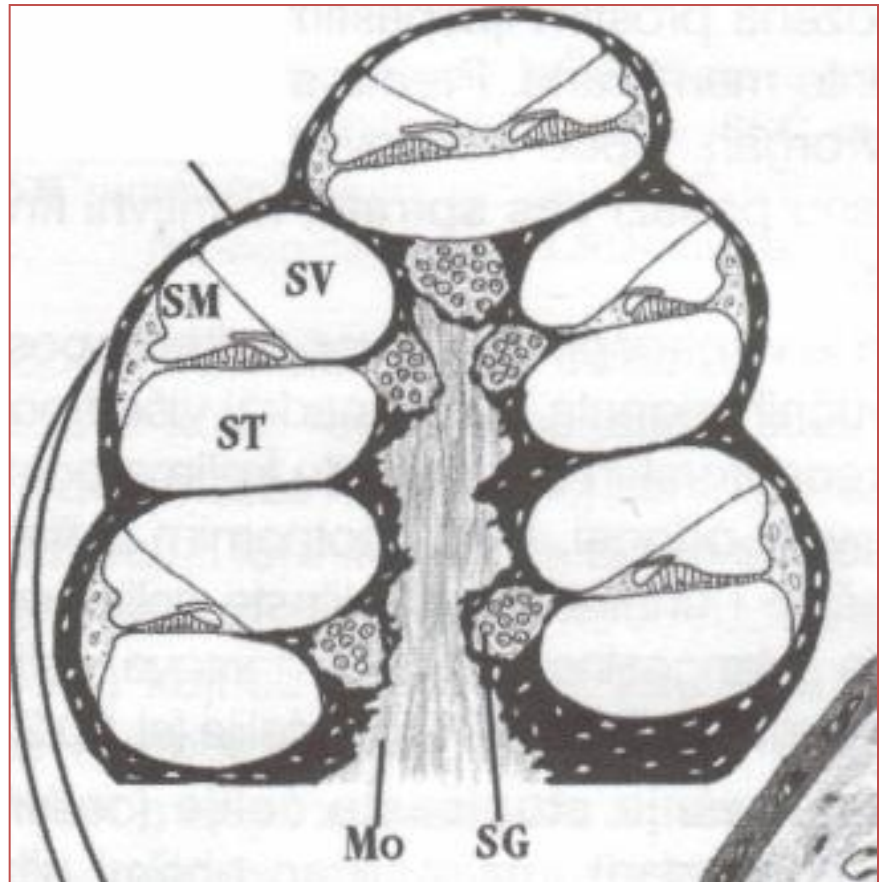
Орган слуха (organum spirale Corti)

- 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 (скале)**.



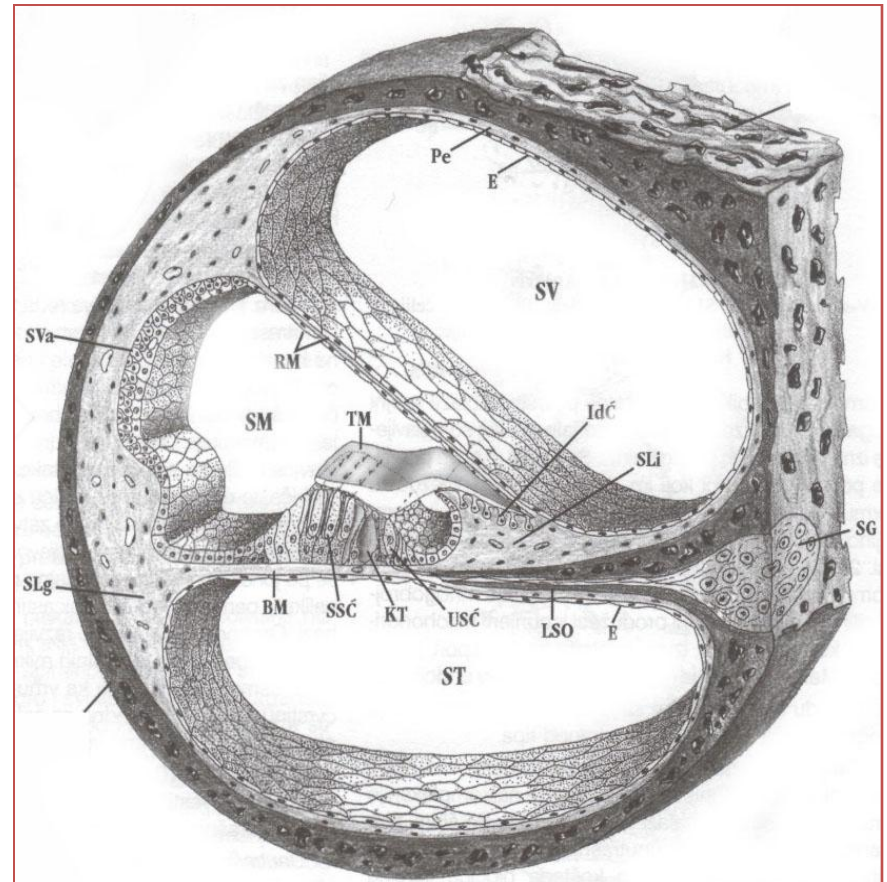
Орган слуха (organum spirale Corti)

- **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**.



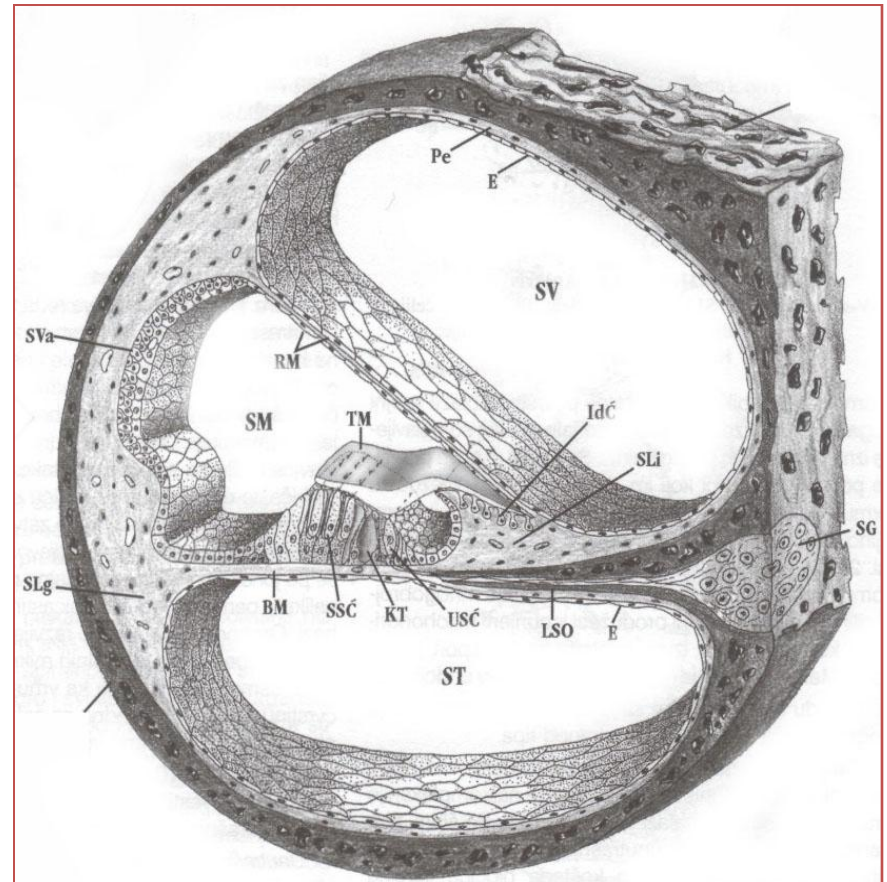
Кохлеарни дуктус

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



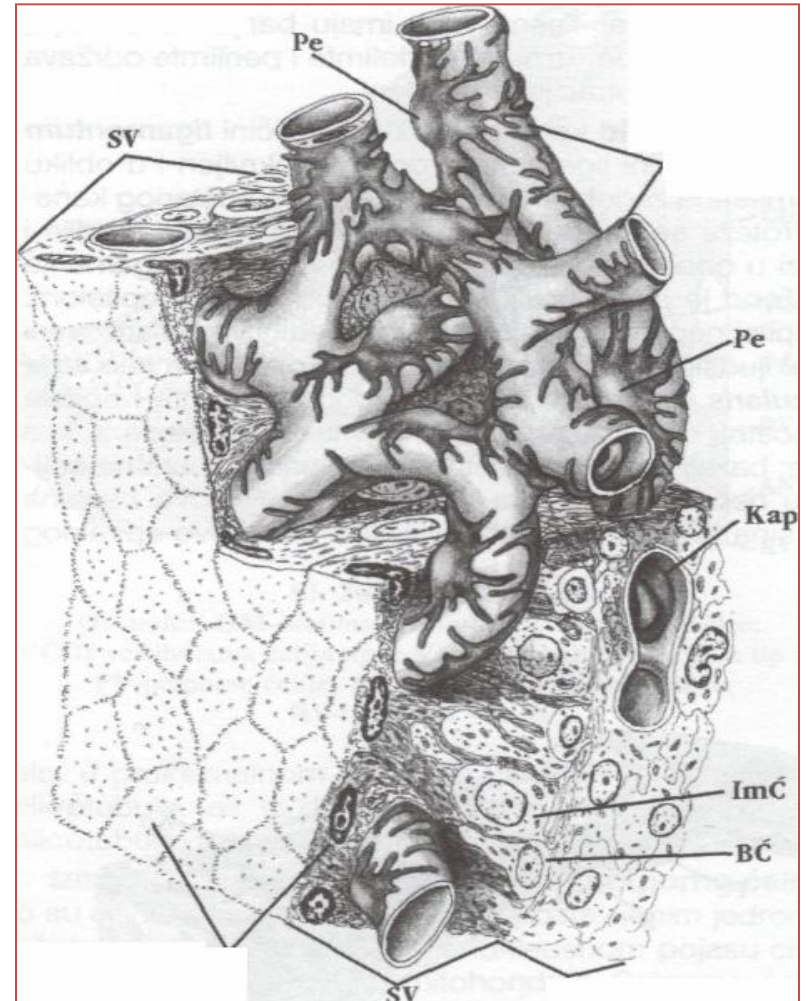
Спољашњи зид кохлеарног дуктуса

- 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**.



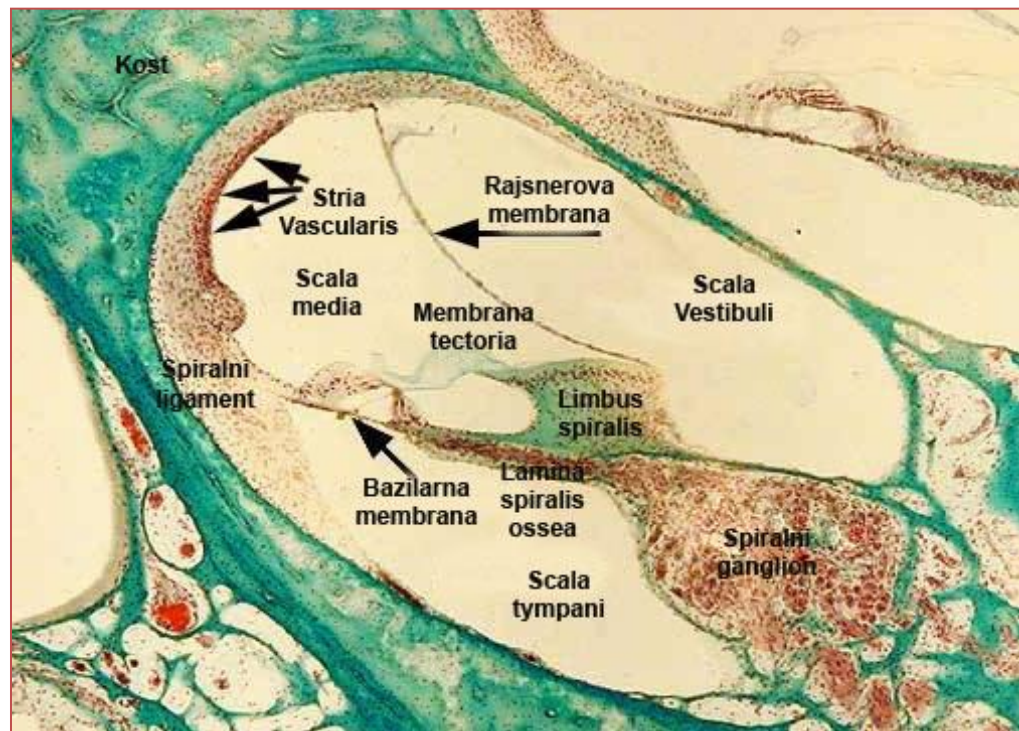
Stria vascularis

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



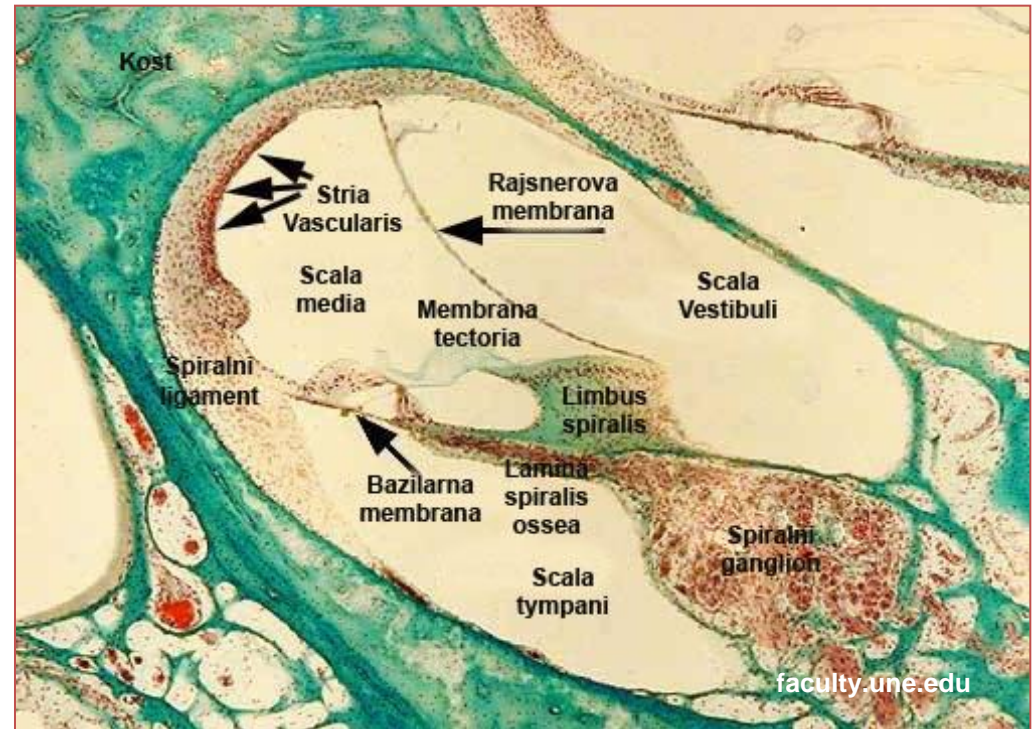
Тимпанични зид кохлеарног дуктуса

- 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**.



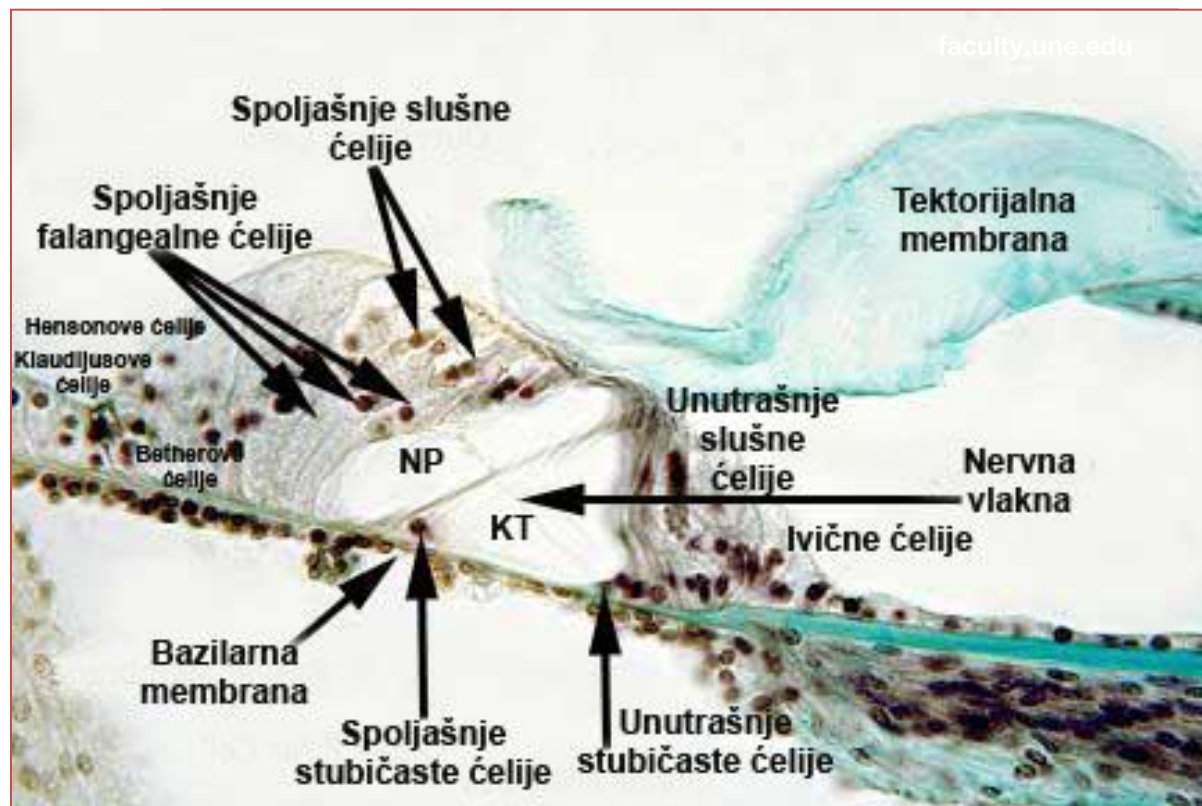
Базиларна мембрана

- 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).



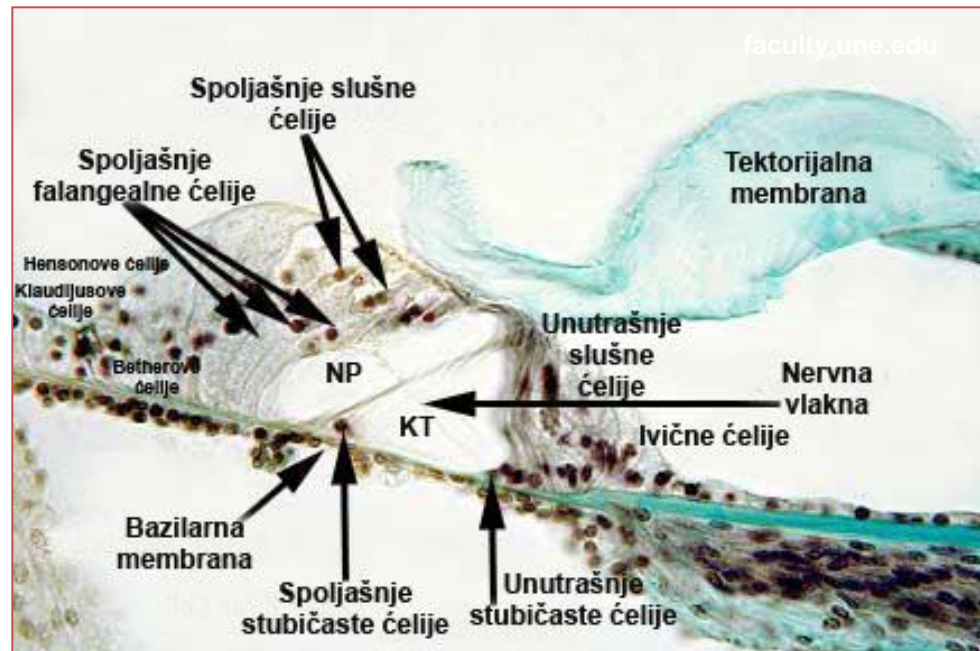
Кортијев орган

- 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.



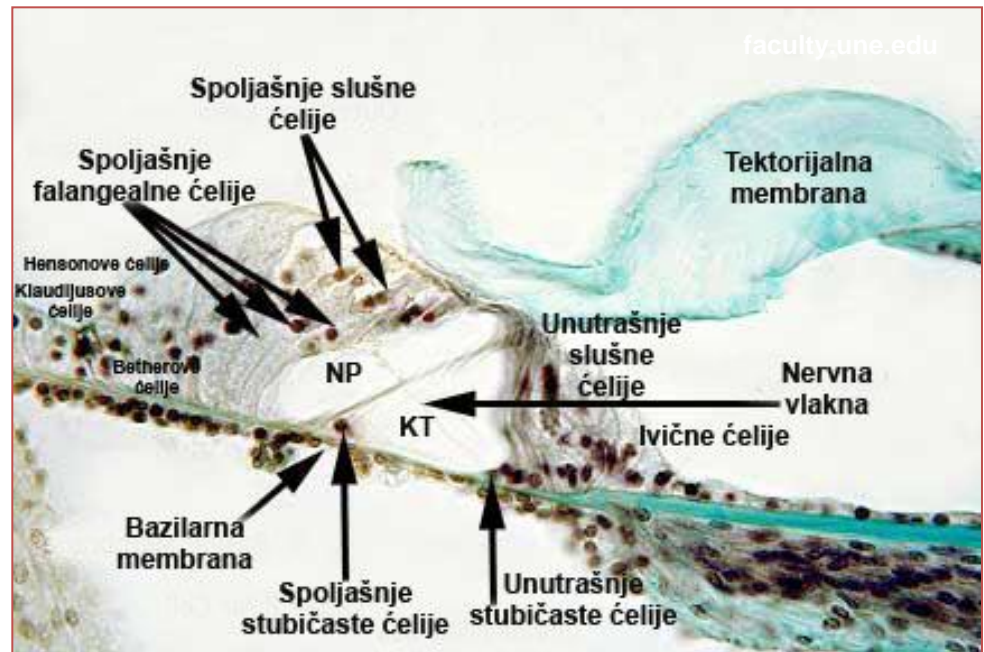
Аудиорецепторске (слушне) ћелије Кортијевог органа

- 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.

