



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

РЕСПИРАТОРНИ И УРИНАРНИ СИСТЕМ

девета недеља наставе

РЕСПИРАТОРНИ СИСТЕМ

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)

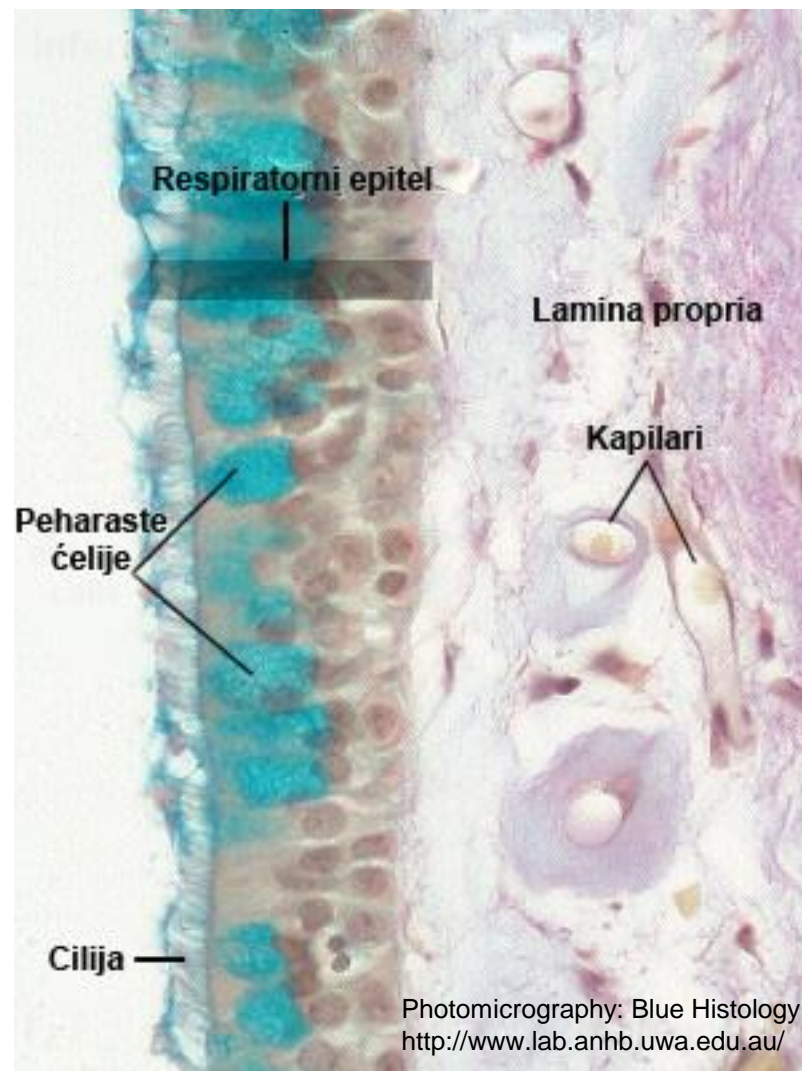
- Предворје носне дупље (вестибулум наси)
- Респираторни сегмент
- Олфакторни (мирисни) регион

Предворје носне дупље (vestibulum nasi)

- **Предворје носне дупље** представља помични део носа у комуникацији са спољашњом средином.
- **Бочни зид** ноздрва граде њихова крилца (**alae nasi**)
- У **основи килаца** налази се један или **два фрагмента хијалине хрскавице**; за перихондријум се припаја **m. nasalis**.
- Обложена су **епидермисом** са спољашње и унутрашње стране.
- У епидермису **спољашње стране** налазе се **лојне жлезде**, ретке **мерокрине знојне жлезде** и **длаке**.
- У епидермису **унутрашње стране** налазе се **апокрине знојне жлезде**, **лојне жлезде** и **длачице** (груб филтер за честице прашине)

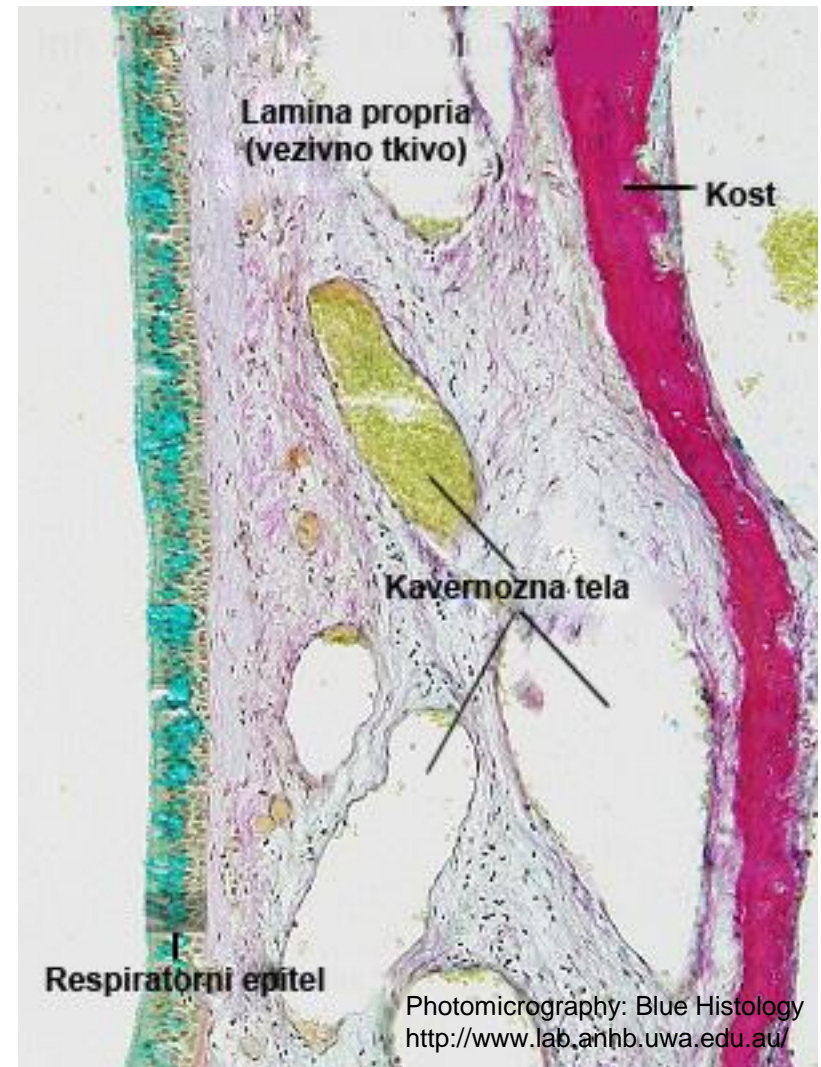
Респираторни сегмент носне дупље

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



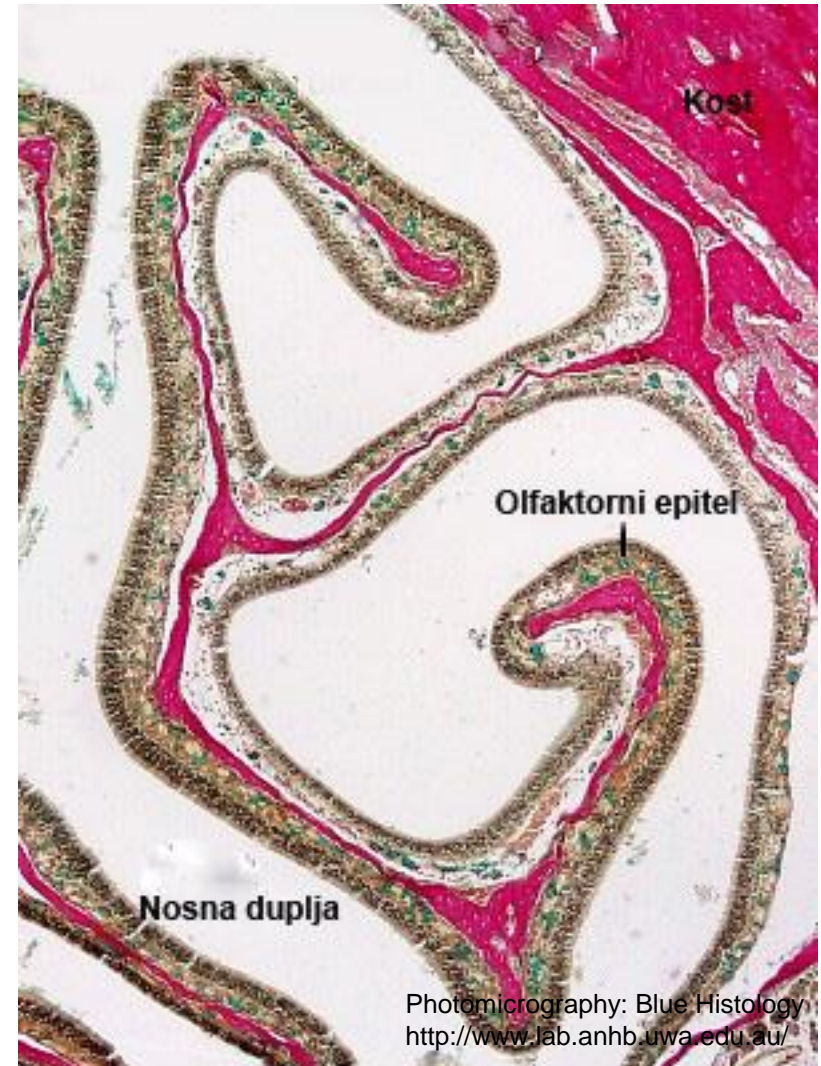
Респираторни сегмент носне дупље

- **Лamina propriја**
 - **Дебели слој растреситог везива** са бројним жлездама **мешовитог типа**.
 - Непосредно **уз периост** садржи **мишићне артерије** – дају капиларе који допиру до епитела.
 - Крв се дренира у **венске лакуне** (богат сплет) – **удахнути ваздух** се преко њих **загрева**.
 - У **мукози конхи** венске лакуне формирају **сунђерасто тело**.
 - Крв из лакуна отиче у **вене уз периост** околних костију.



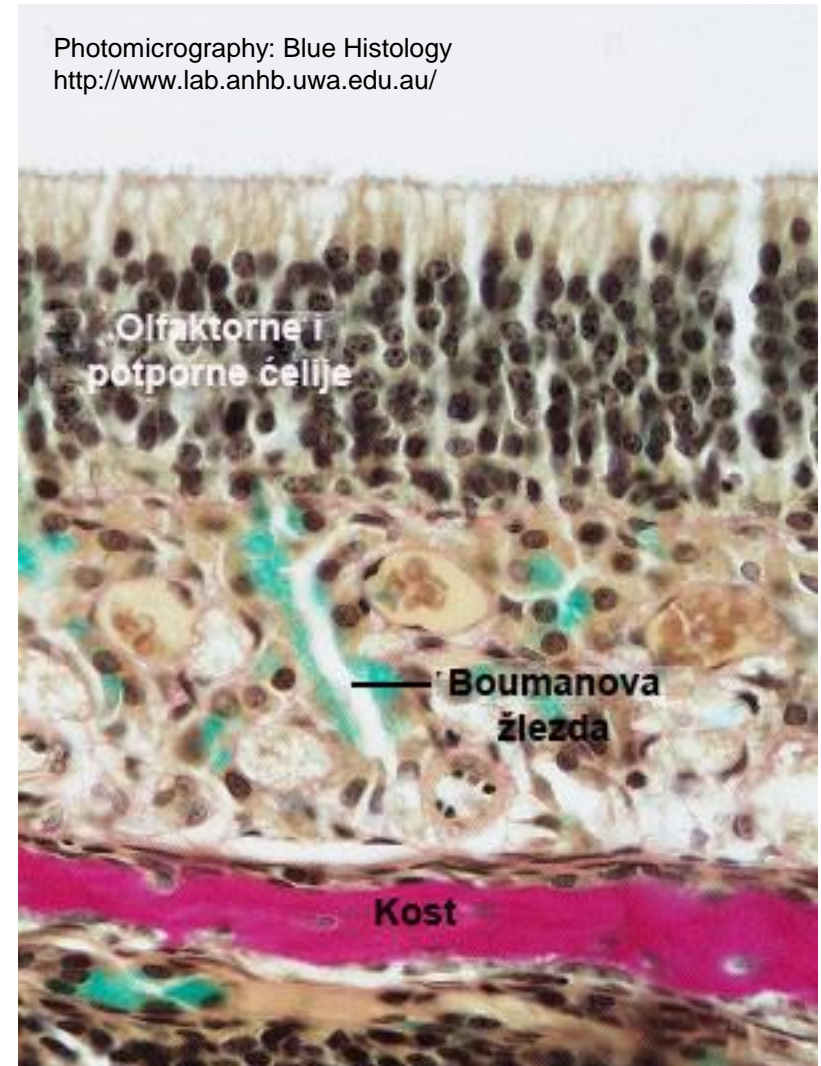
Олфакторни (мирисни) регион

- 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.



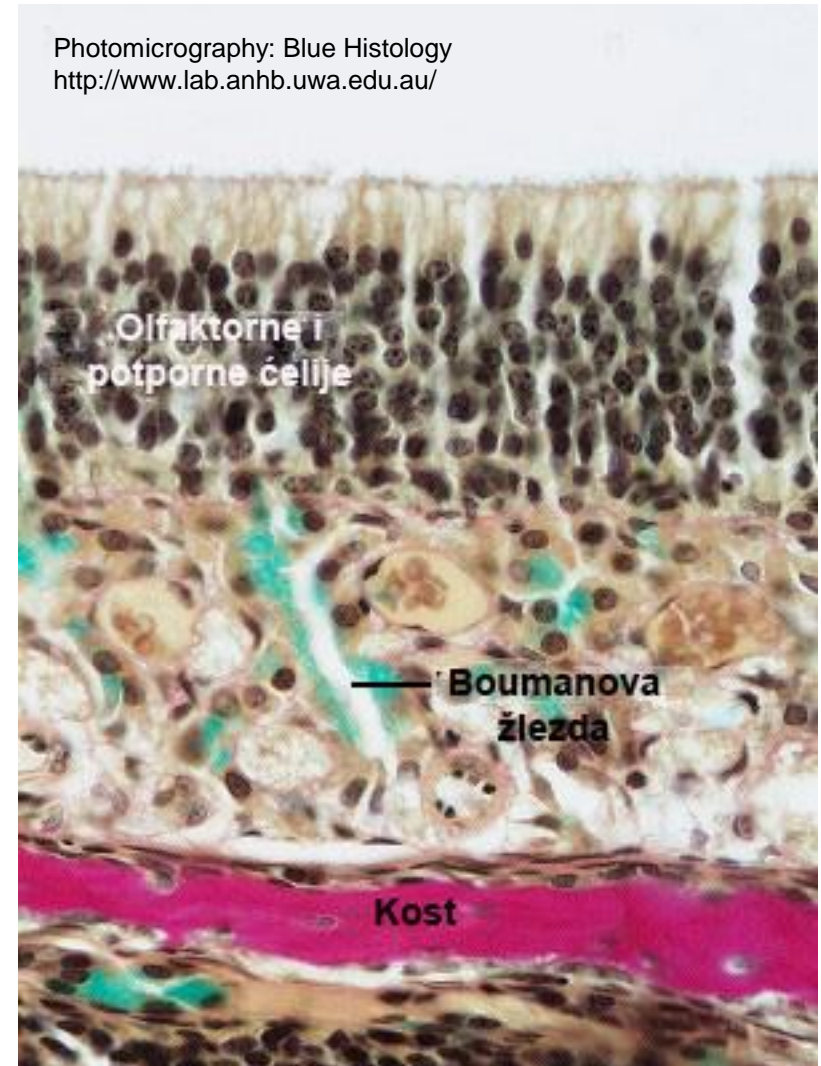
Олфакторни (мирисни) регион

- **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 влакнима и олфакторним **Боумановим жлездама**.



Параназални синуси

- **Пнеуматизоване шупљине** у горњовиличној, чеоној, ситастој и клинастој кости.
- Узаним отворима **комуницирају са респираторним регионом** носне дупље.
- **Слузница** је идентичне грађе као код респираторног сегмента, с тим што садржи **тању ламину проприју**.
- **Слуз** створена у синусима дренира се **у носну дупљу** координисаним покретима киноцилија.

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)

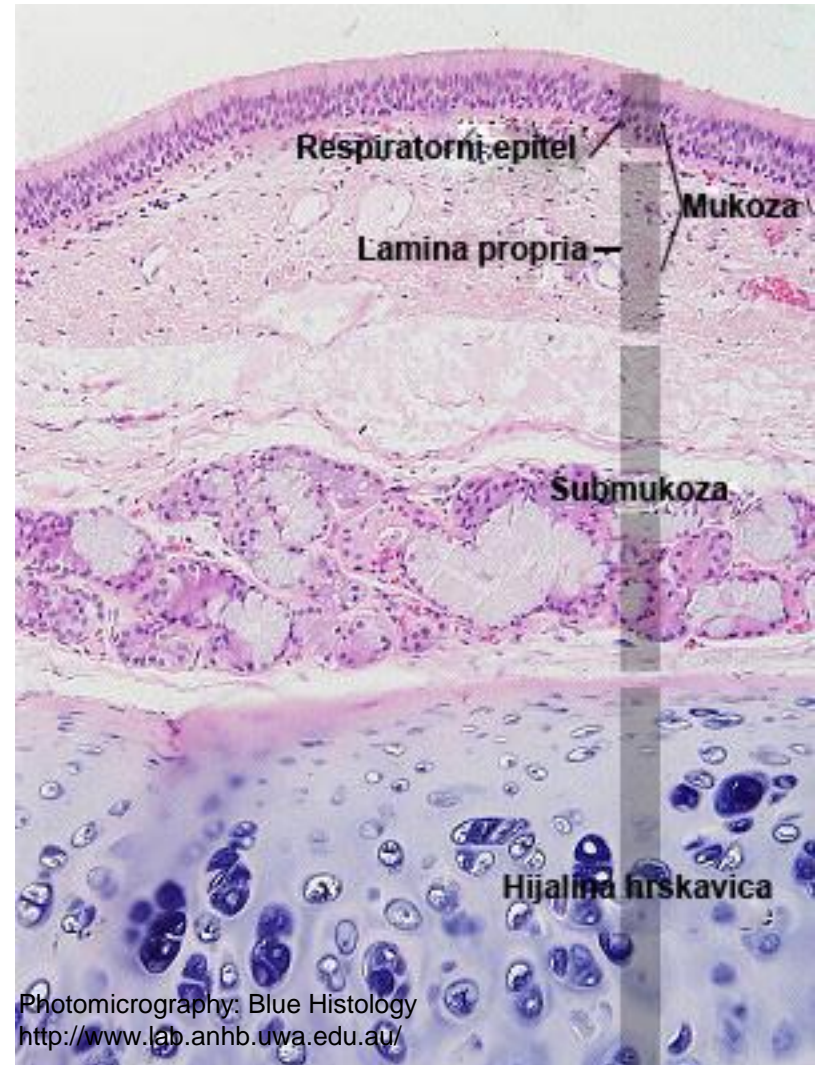
- Скелет епиглотиса чини **еластична хрскавица**.
- Хрскавица је са обе стране обложена **слuzницом**.
- **Епител лингвалне** и већег дела ларингеалне стране је **плочастослојевит без орожавања**.
- У доњој трећини ларингеалне стране епител је **псеудослојевит троредни**.
- **Ламину propriју** гради 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.

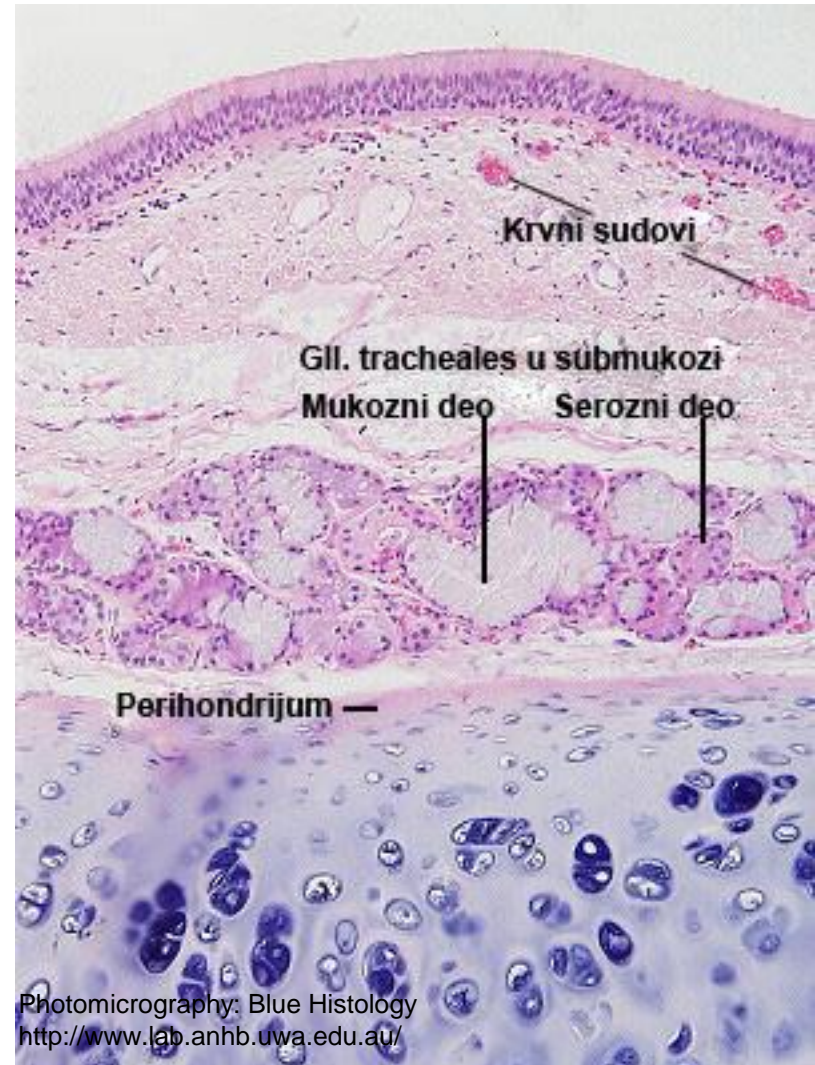
Душник (trachea)

- 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

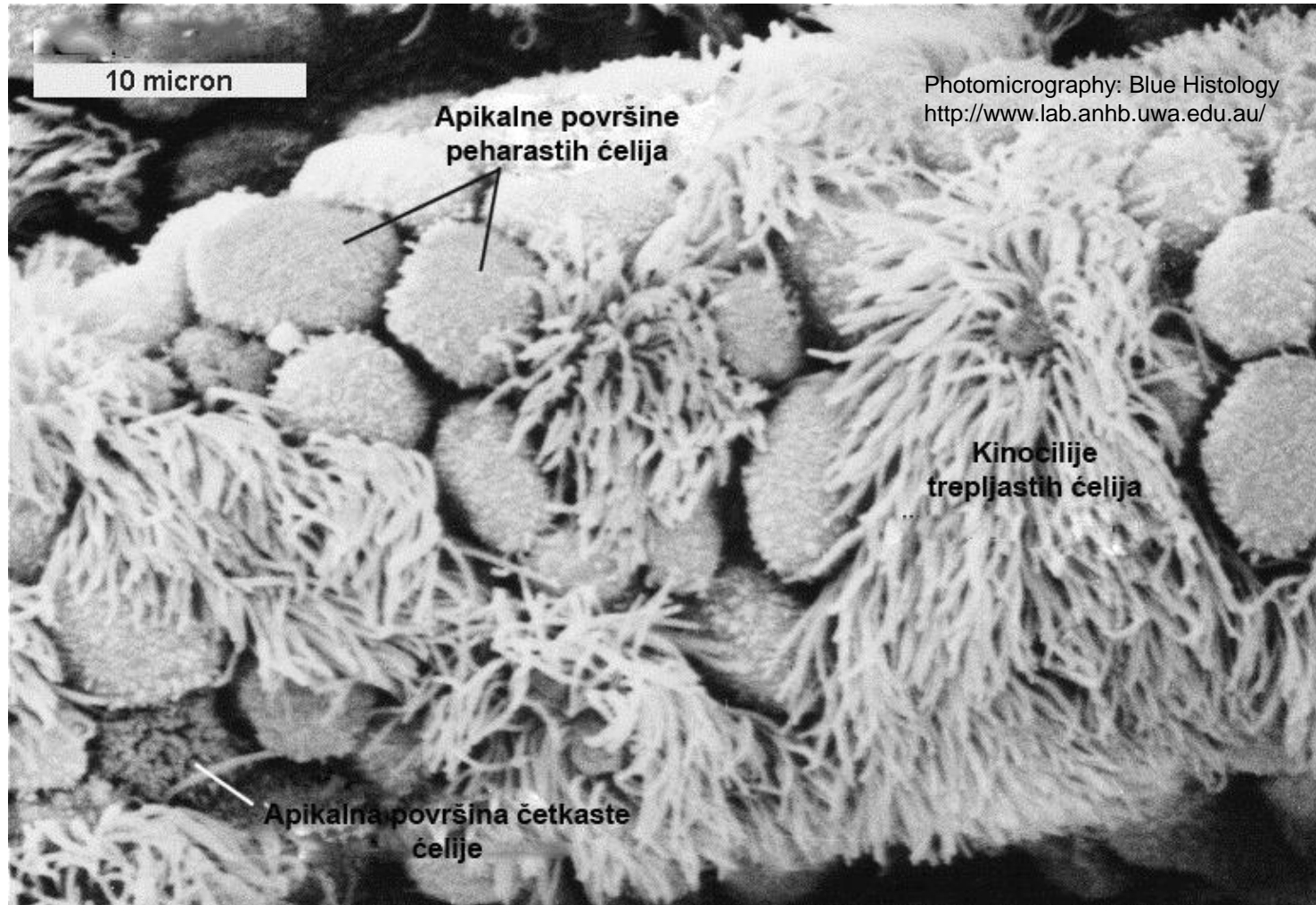


Респираторни епител



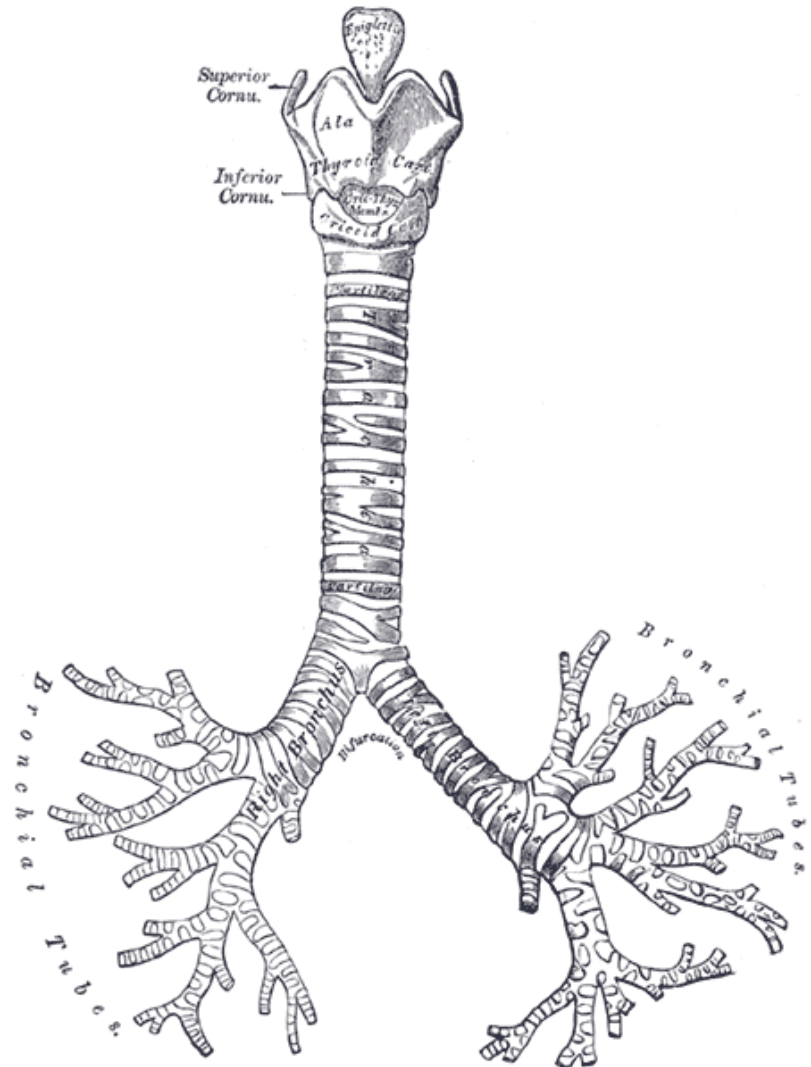
Lačković V, Bumbaširević V, Vuzevski V. Histološki atlas. Data status, Beograd, 2006.

Респираторни епител СЕМ



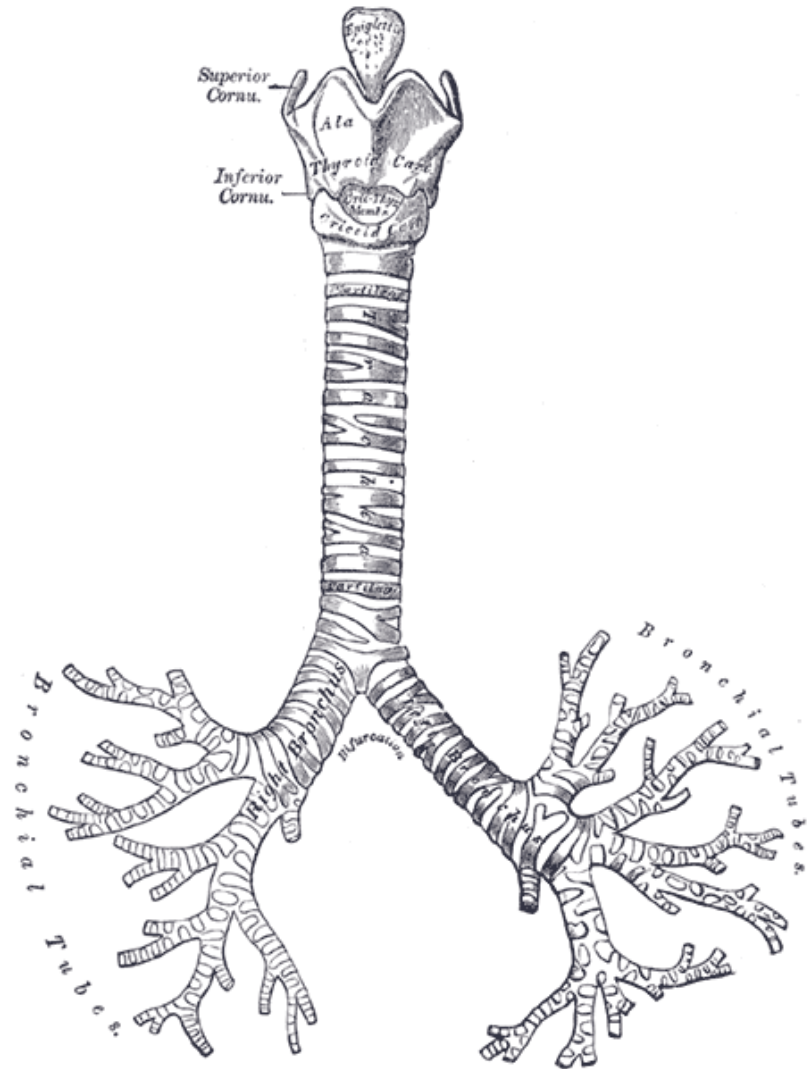
Бронхијално стабло

- 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).



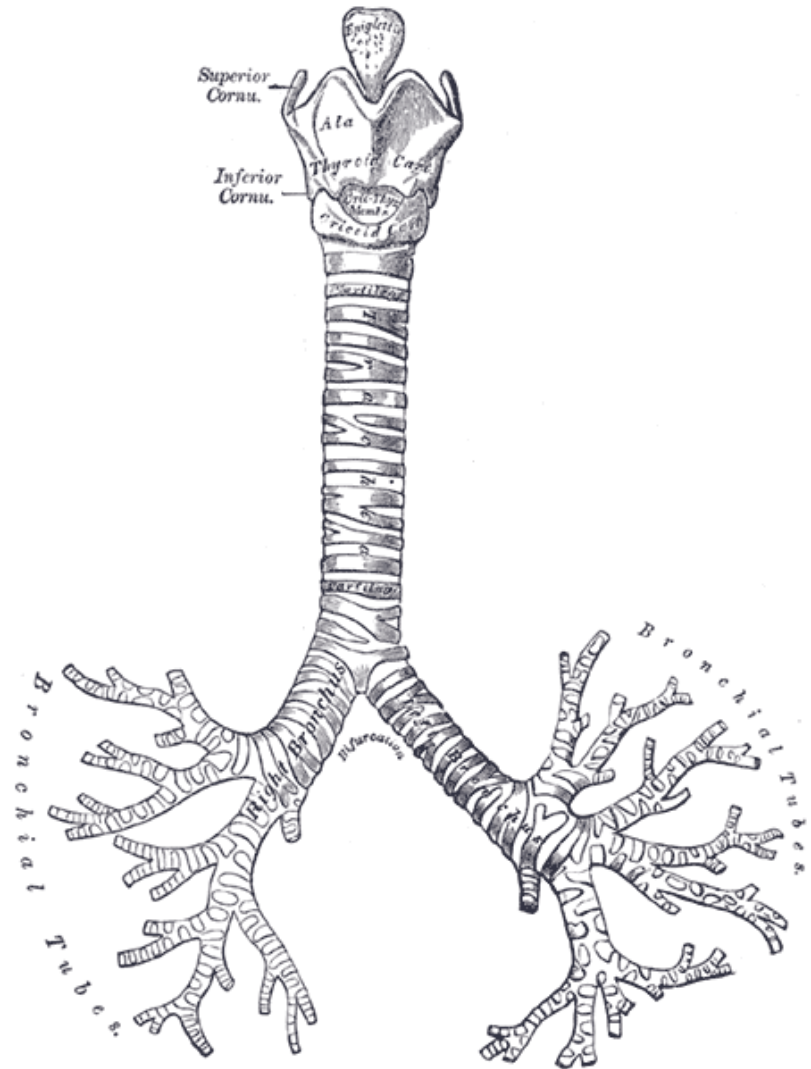
Бронхијално стабло

- 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).



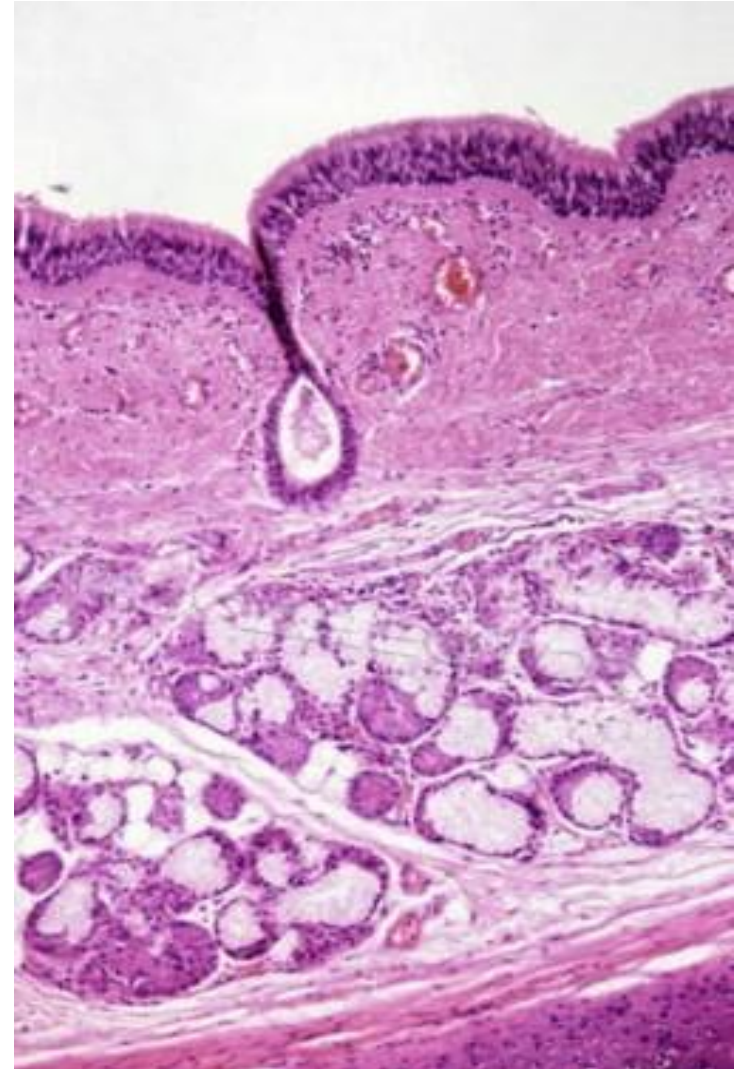
Бронхијално стабло

- 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.



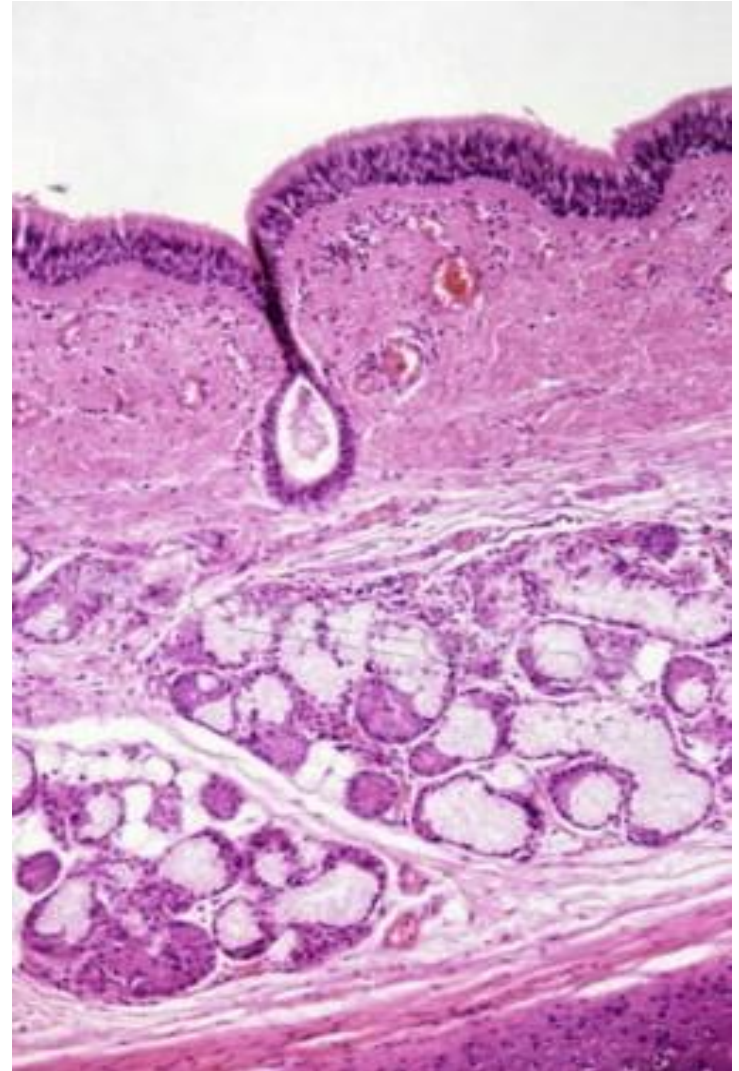
Интрапулмонални бронхи

- **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.**



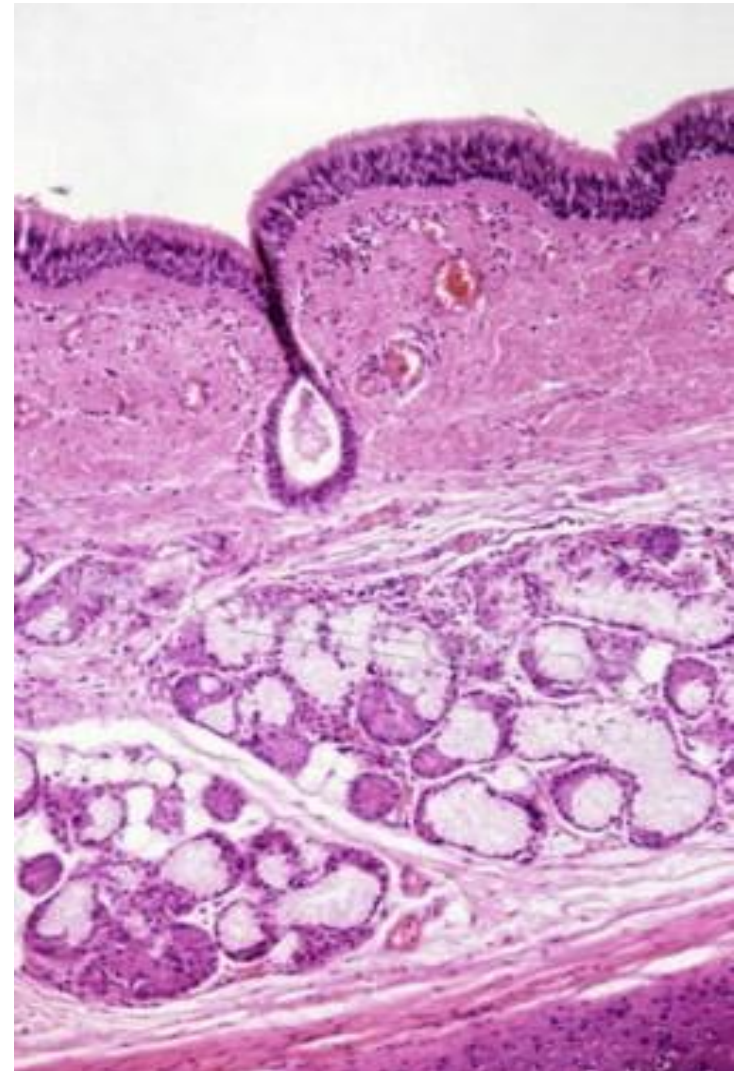
Интрапулмонални бронхи

- 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.

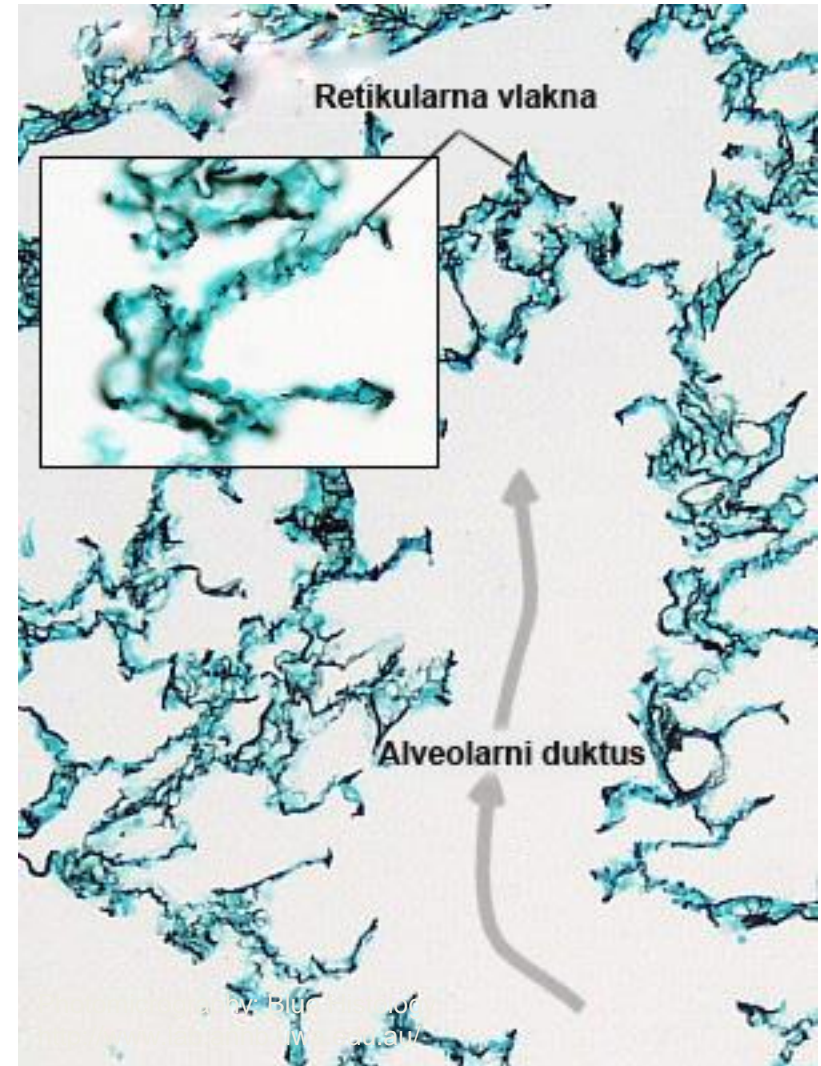


Респираторне бронхиоле

- 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**.

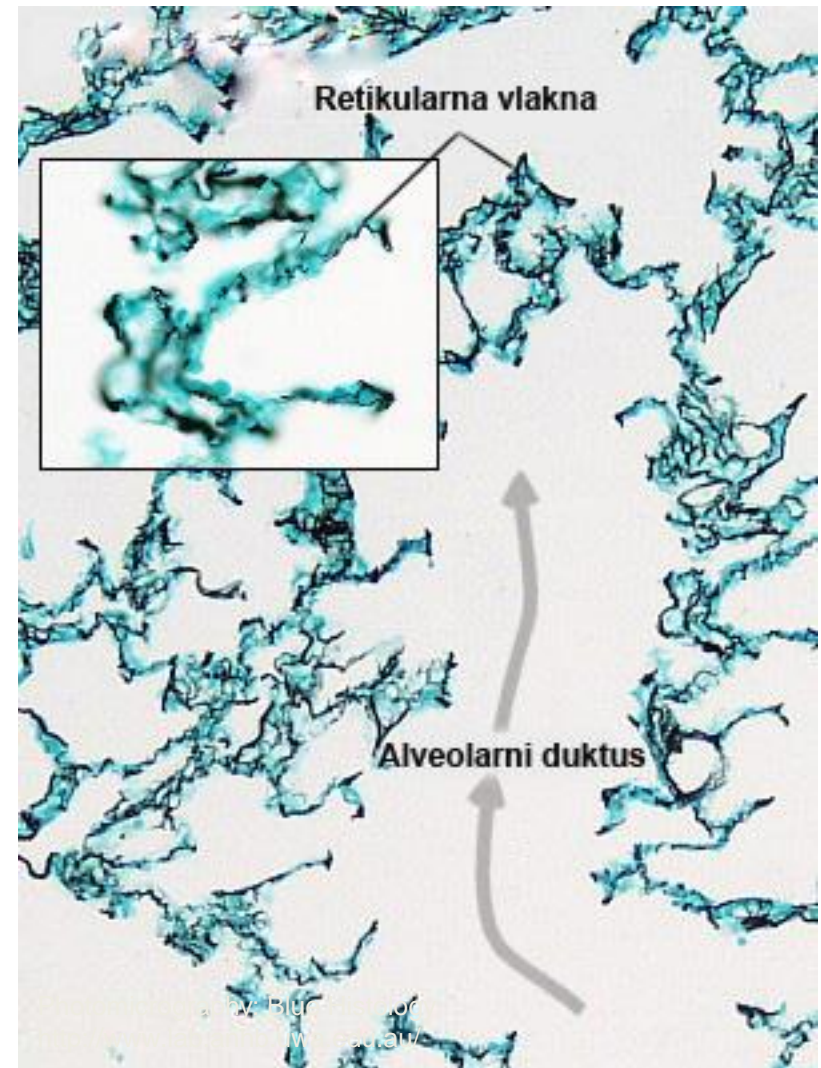
Алвеоларни дуктуси и сакулуси

- **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.



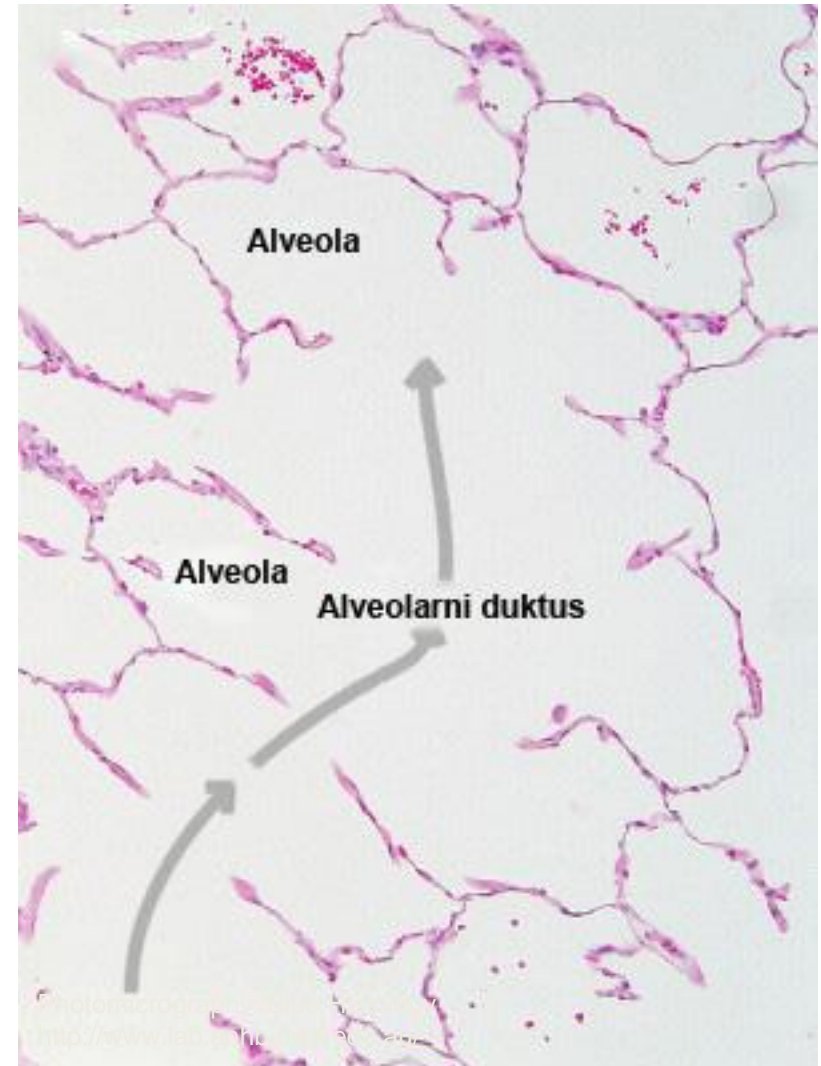
Алвеоларни дуктуси и сакулуси

- Алвеоле се појављују **већ у зиду респираторних бронхиола**.
- У зиду ових алвеола налазе се **глатке мишићне ћелије**.
- Алвеоле у **алвеоларним дуктусима** такође **садрже глатке мишићне ћелије** у свом зиду.
- У алвеолама **алвеоларних сакулуса** глатке мишићне ћелије **изостају**.



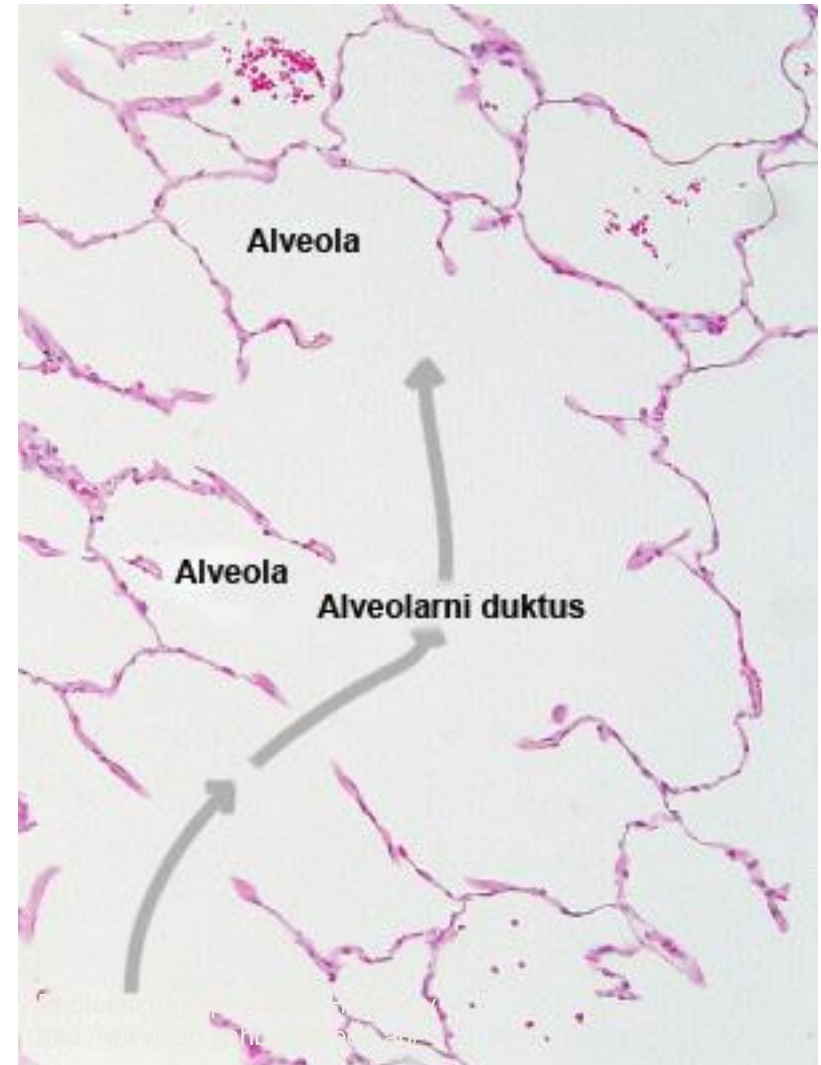
Алвеоле

- **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:

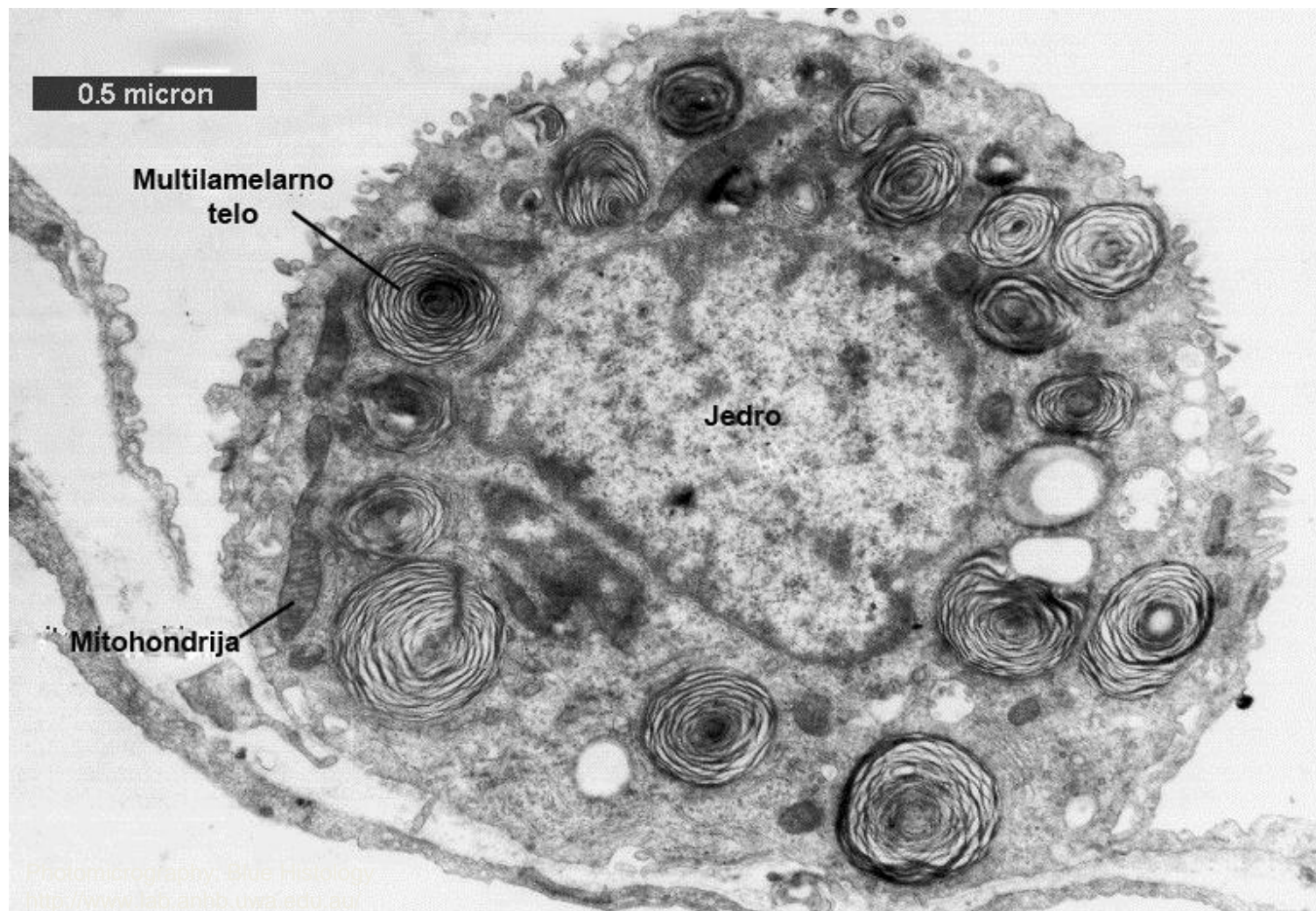


Алвеоле

- **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.**

Алвеоларни макрофаги

- Крупне, лутајуће ћелије МФС-а.
- Локализовани су **унутар алвеоларног септума** и на **површини алвеола**.
- Потичу **од моноцита** из алвеоларних капилара.
- **Фагоцитују** инхалисане честице, угаљ, полен, бактерије...
- Део макрофага **мигрира до ларинкса** (избацује се искашљавањем).
- Други део **кроз интерстицијум** **мигрира до регионалних лимфних чворова**.
- Највећи део налази се **на површини алвеола**.

Плеура

- **Серозни омотач плућа.**
- Састоји се из **висцералног и паријеталног листа** (спајају се у пределу хилуса).
- **Између два листа** налази се мала количина серозне течности (**liquor pleurae**).
- **Висцерални лист** састоји се од мезотела и густог везива испод њега.
- **Паријетални лист** је сличне грађе, с тим што је **везивни слој** оскуднији.

УРИНАРНИ СИСТЕМ

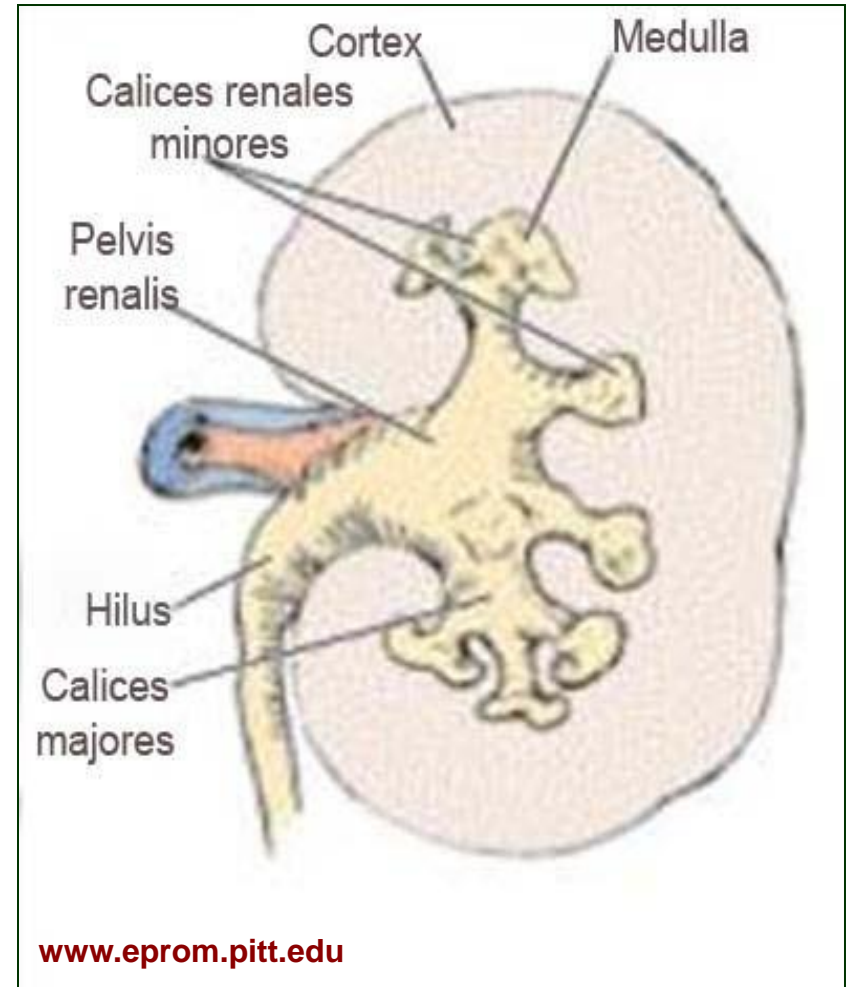
Уринарни систем

- **Уринарни (уропоезни) систем чине:**
 - Бубрези
 - Мокраћоводи
 - Мокраћна бешика
 - Мокраћна цев
- **Продукују и излучују урин и тиме:**
 - Отклањају вишак воде и електролита из организма
 - Избацују токсичне продукте метаболизма (уреа и креатинин)
 - Регулишу волумен и састав телесне течности
 - Регулишу ацидобазну равнотежу
 - Стабилизују крвни притисак
- Осим уропоезне, бубрези имају и **ендокрину функцију**
 - ренин, еритропоетин, простагландини, активација Д3 витамина

Бубрег

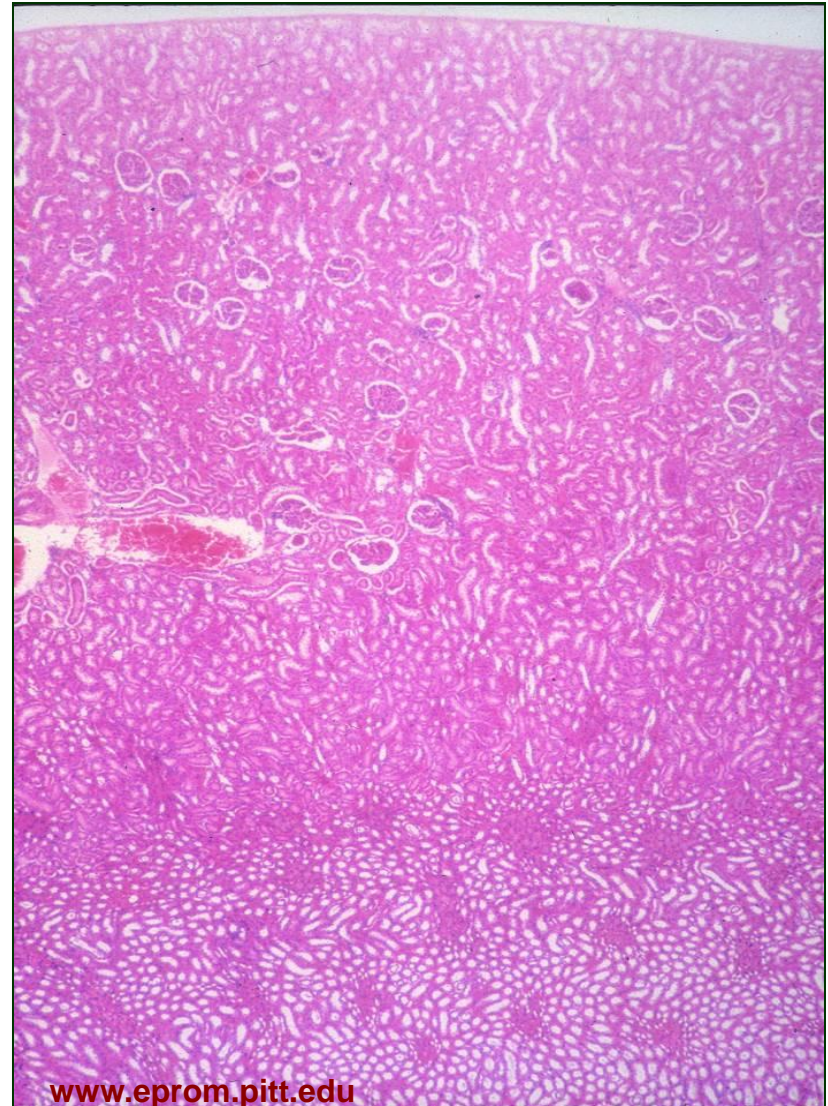
Бубрег (рен)

- Бубрези су централни органи уринарног система
- Спољашња страна бубрега је испупчена, а на унутрашњој, конкавној се налази **хилус**
- Кроз хилус у бубрег улазе бубрежна артерија и нерви, а излазе мокраћовод, бубрежна вена и лимфни судови



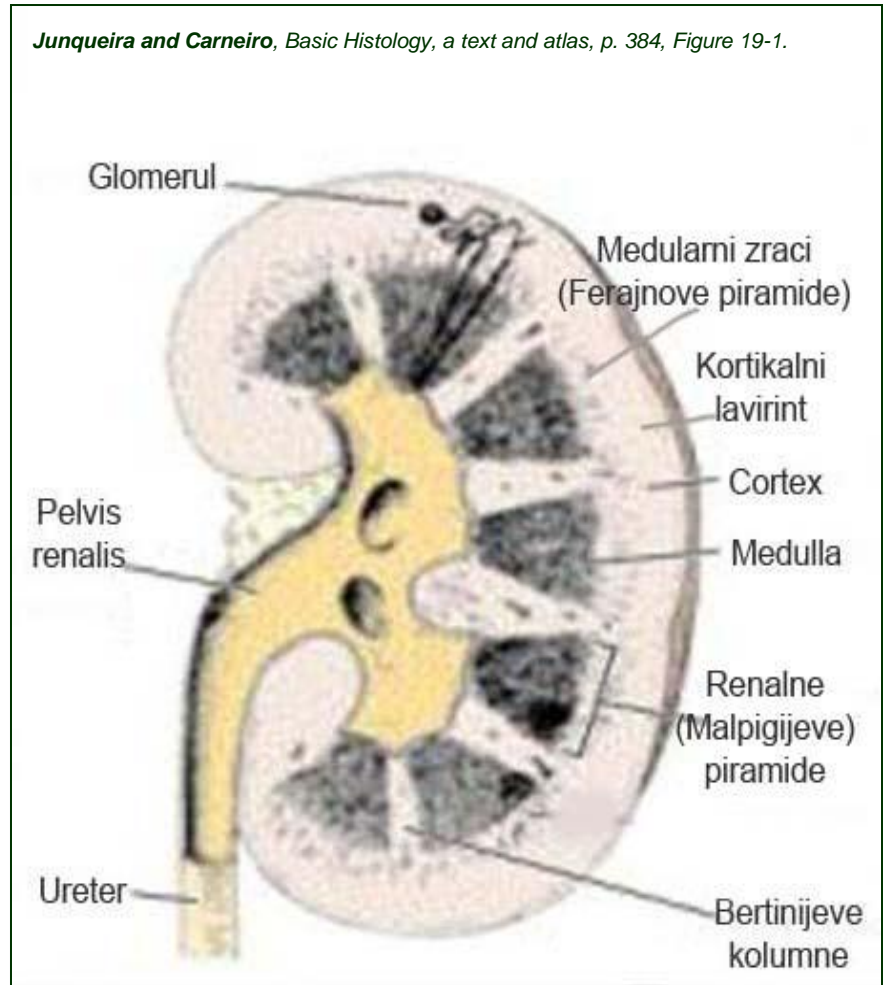
Бубрег (рен)

- Грађу бубрега чине паренхим и строма
- **Паренхим** чини велики број тубула који су својим почетним делом у блиској вези са капиларним сплетом, док се другим крајем отварају у бубрежне чашице
- **Паренхим** је подељен на:
 - **Кортекс** – периферну зону
 - **Медула** – унутрашњу зону
- **Строму** чине:
 - **Капсула** – двослојни омотач бубрега
 - **Интерстицијумско везиво** – оскудно растресито ткиво



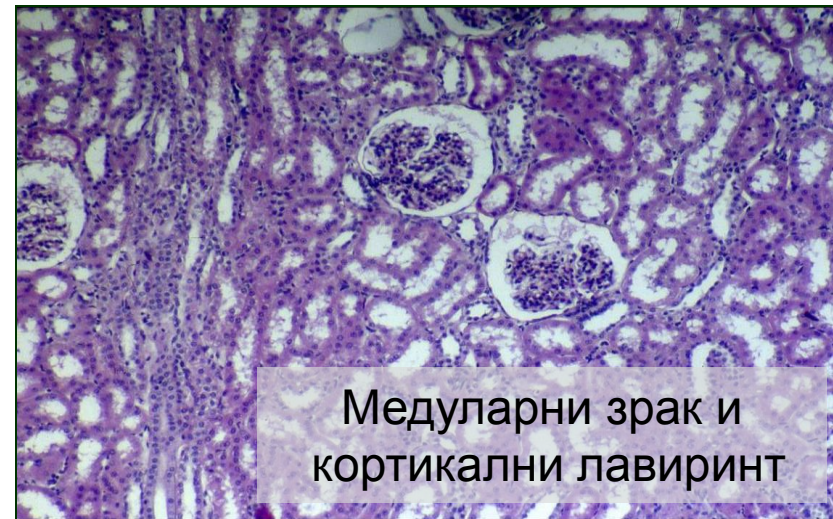
Medulla

- Медулу чине **реналне (Малпигијеве) пирамиде** којих има 10-18
 - База пирамиде на граници медуле и кортекса.
 - Врх пирамиде - **ренална папила** - улази у **малу бубрежну чашицу**.
 - Велике бубрежне часице - **бубрежна карлица** - почетак уретера.
- **Реналне (Бертинијеве) колумне**
 - Између реналних пирамида.
 - Представљају део кортекса у медули.



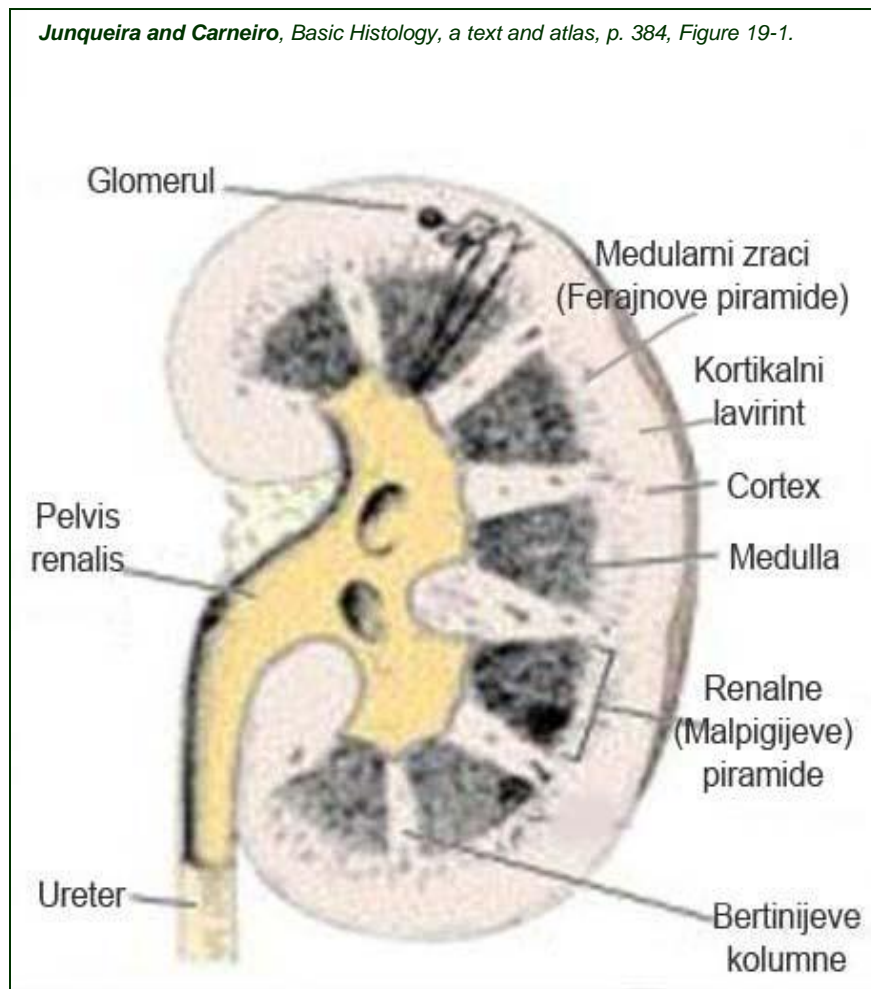
Cortex

- **Кортикални (ренални) лабиринт** се налази између медуларних зрака и представља праву кортикалну супстанцу
- **Медуларни зраци (Ферајнове пирамиде)**
 - Представљају део медуле у кортексу.
 - Пројектују се са база реналних пирамида у кортекс.
 - Из једне пирамиде 400-500 медуларних зрака.
- **Cortex corticis**
 - Узана супкапсуларна зона која не садржи бубрежне корпускуле.



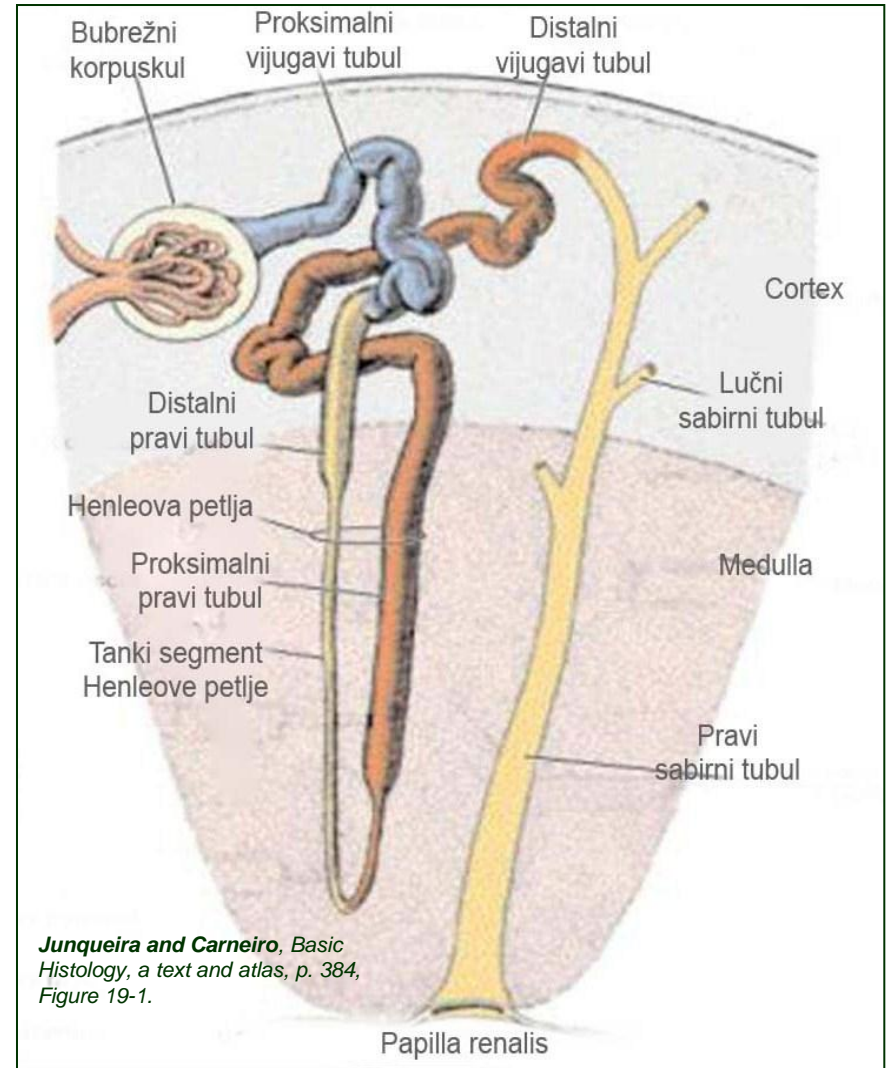
Бубрежни лобус и бубрежни лобулус

- Бубрег се може поделити на мање морфолошке целине – лобусе и лобулусе
- **Бубрежни лобус** формирају:
 - Ренална (Малпигијева) пирамида
 - Кортикална супстанца изнад њене базе
 - Половине суседних Бертинијевих колумни
- **Бубрежни лобулус** чине:
 - Један медуларни зрак
 - Делови кортикалног лавиринта који га непосредно окружују



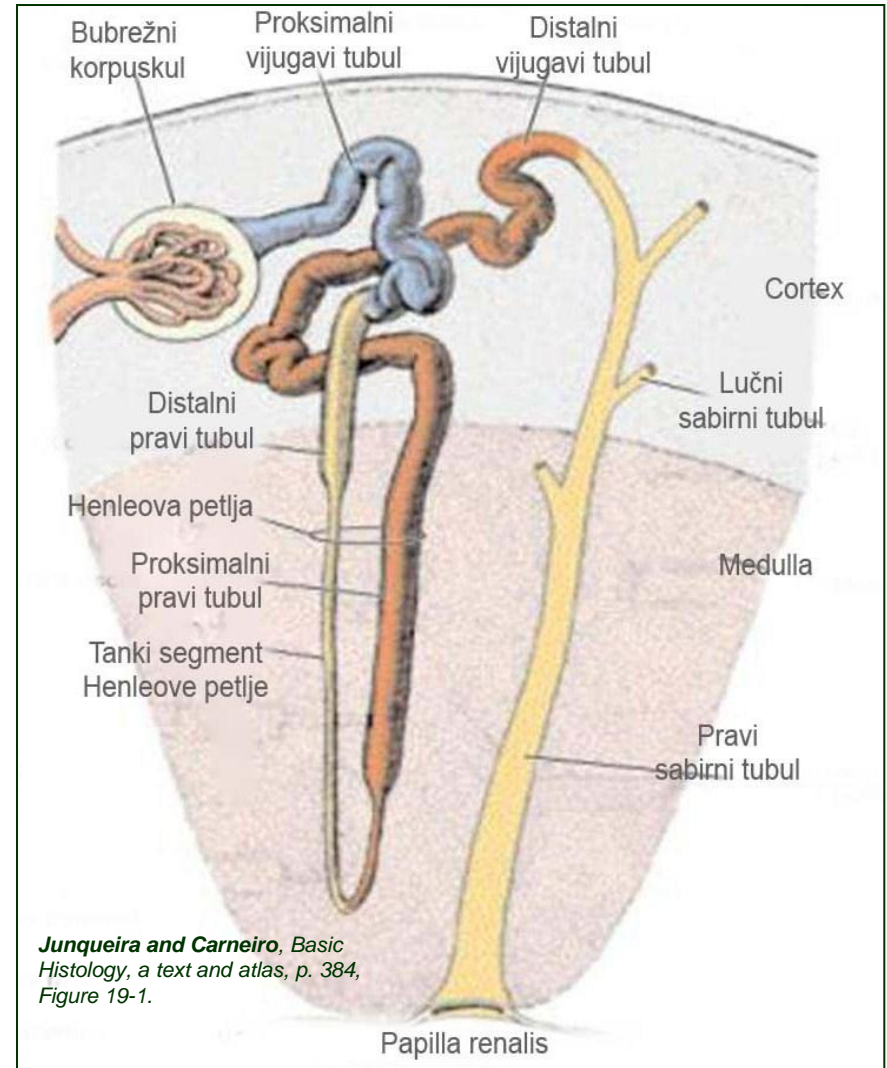
Нефрон

- Основна морфофункционална јединица бубрега
- Нефрон чине бубрежни корпускул и бубрежни тубул
- **Бубрежни корпускул** је почетни, лоптасти део нефрона и чине га:
 - Боуманова капсула
 - Бубрежни гломерул

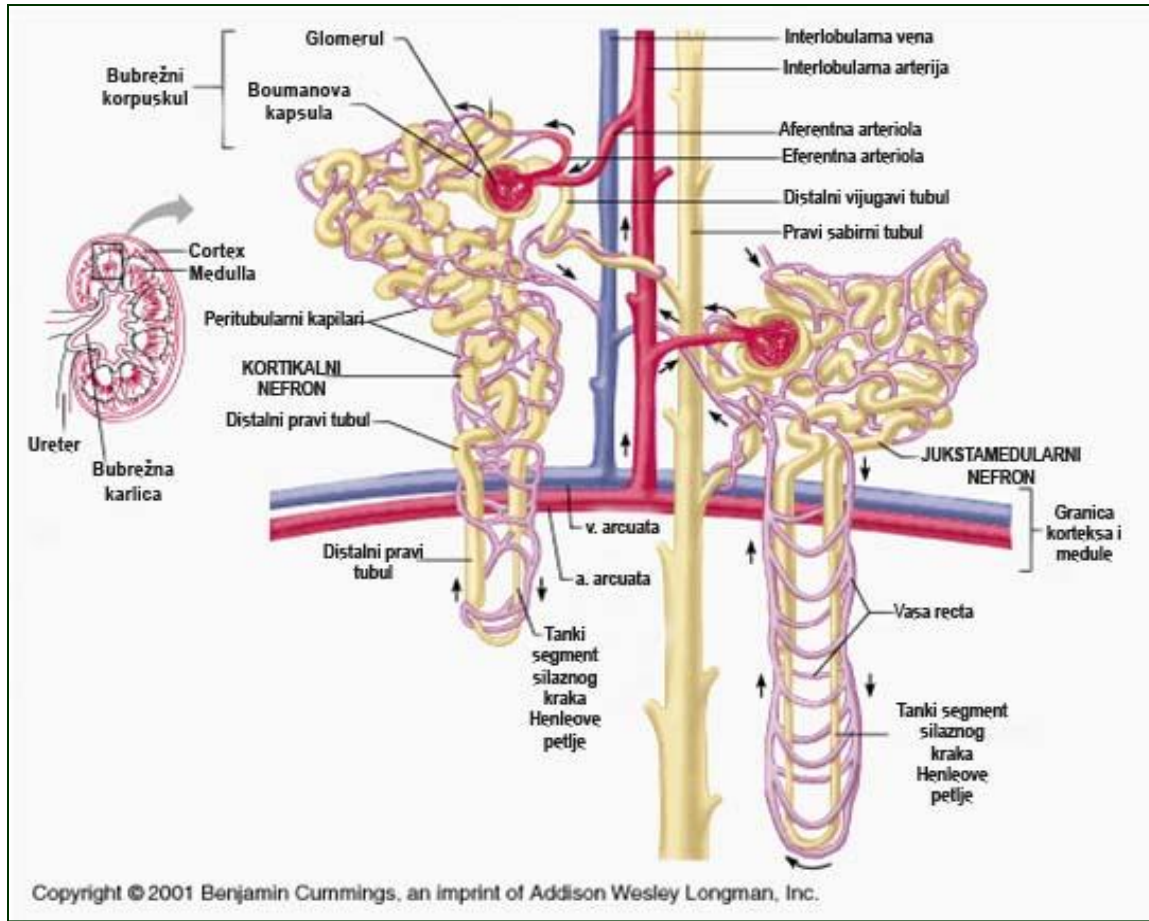


Нефрон

- **Бубрежни тубул** је цевасти део нефрона који се састоји из више сегмената:
 - Проксимални вијугави тубул
 - Проксимални прави тубул
 - Танки сегмент Хенлеове петље
 - Дистални прави тубул
 - Дистални вијугави тубул

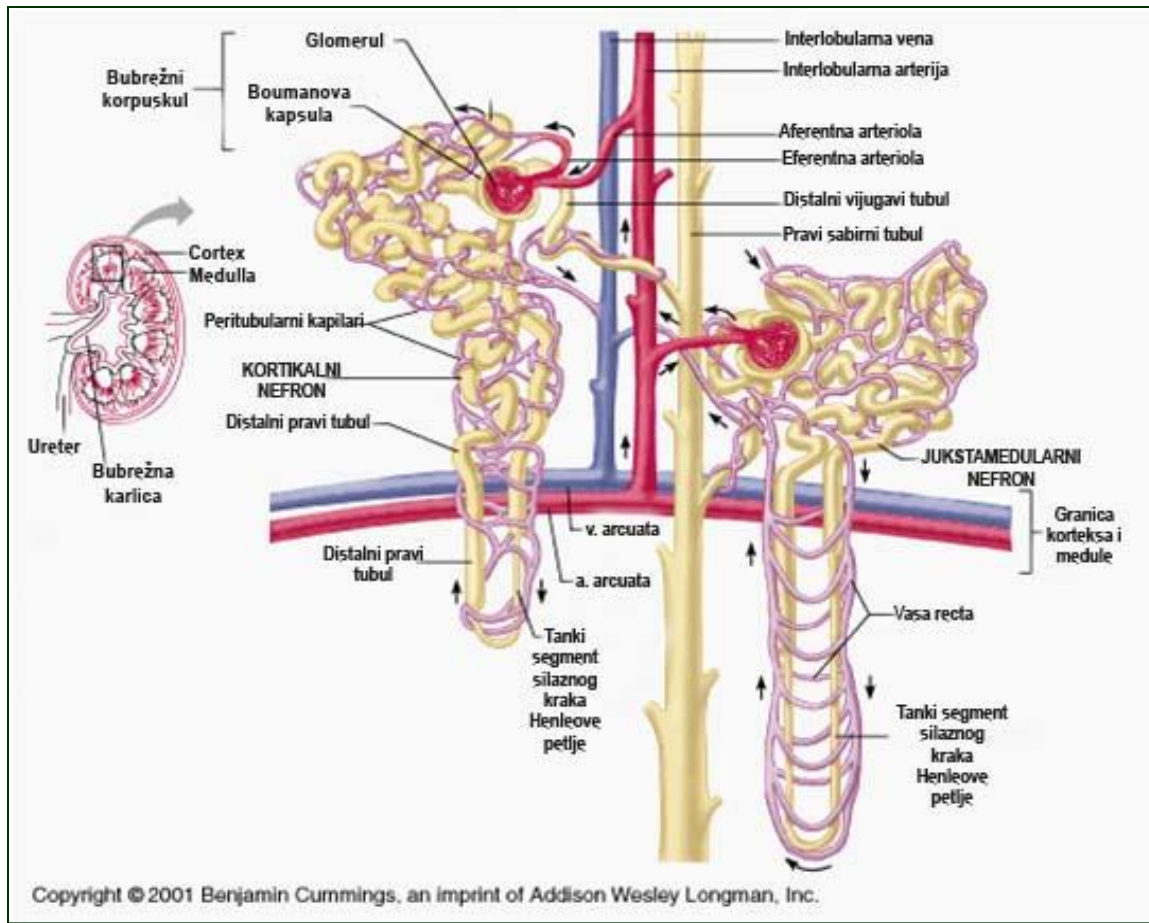


Кортикални и јукстамедуларни нефрони



- Корпускули **кортикалних нефрона** су смештени у спољашњем и средишњем појасу коре
- Њихове Хенлеове петље су кратке и пружају се до спољашње медуле
- Они чине око 80% свих нефрона

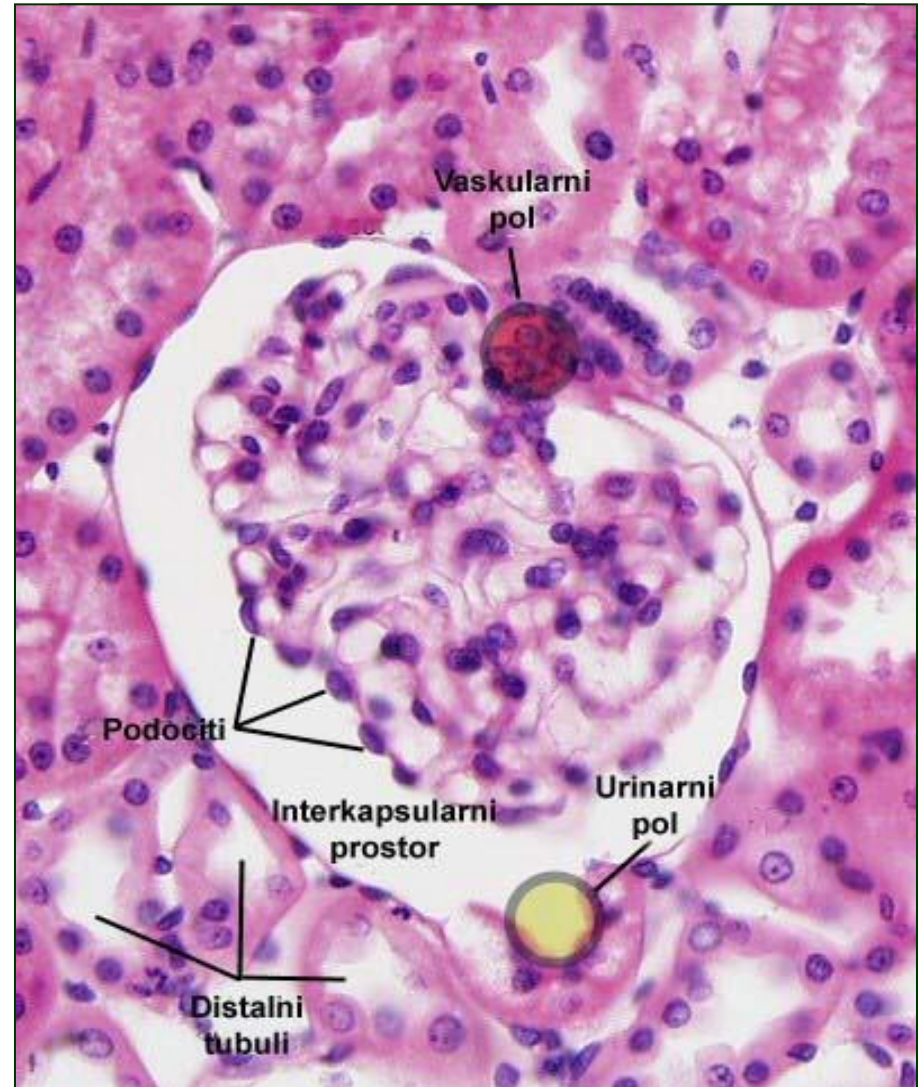
Кортикални и јукстамедуларни нефрони



- Телашца **јукстамедуларних нефрона** се налазе у близини медуле
- Њихове Хенлеове петље продиру у унутрашњу медулу и учествују у процесу концентрисања мокраће

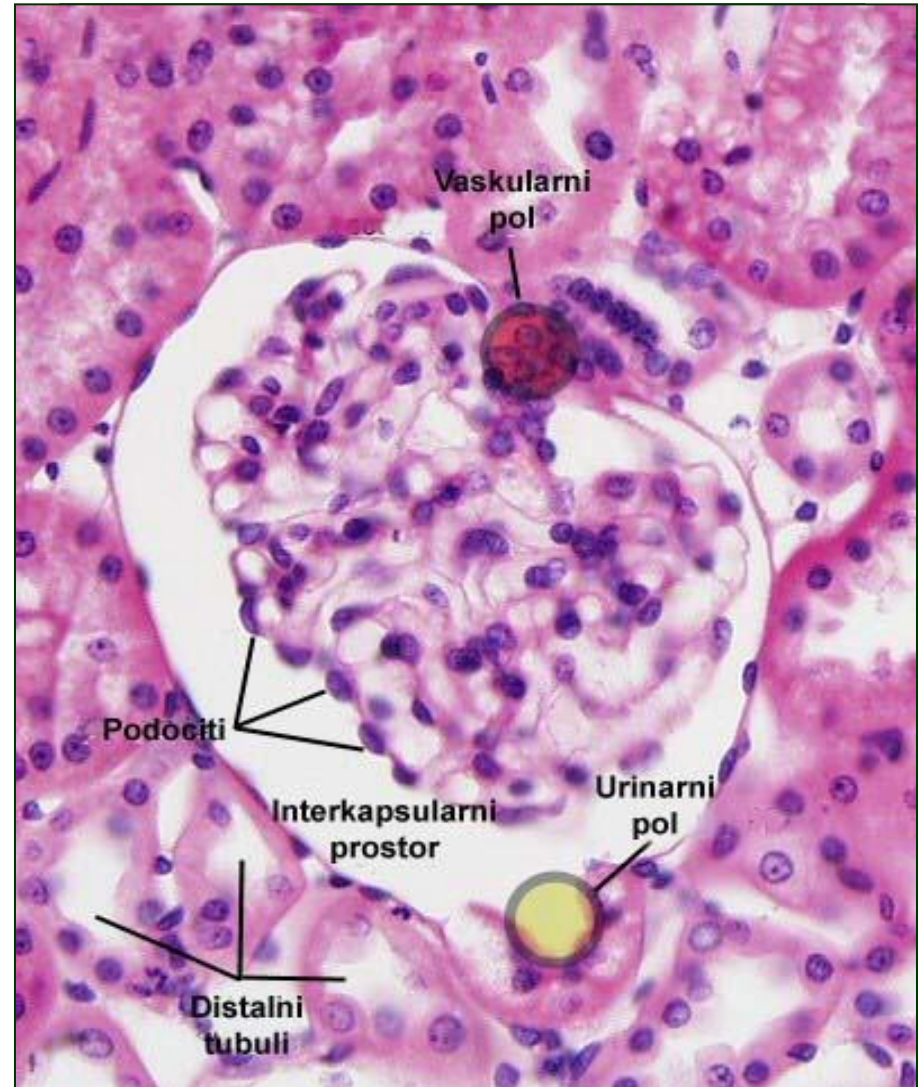
Бубрежни корпускул

- **Бубрежни корпускул** је почетни, проширени део нефрона у коме се филтрира крвна плазма и ствара примарна мокраћа
- Састоји се од бубрежног гломерула и Боуманове мембране



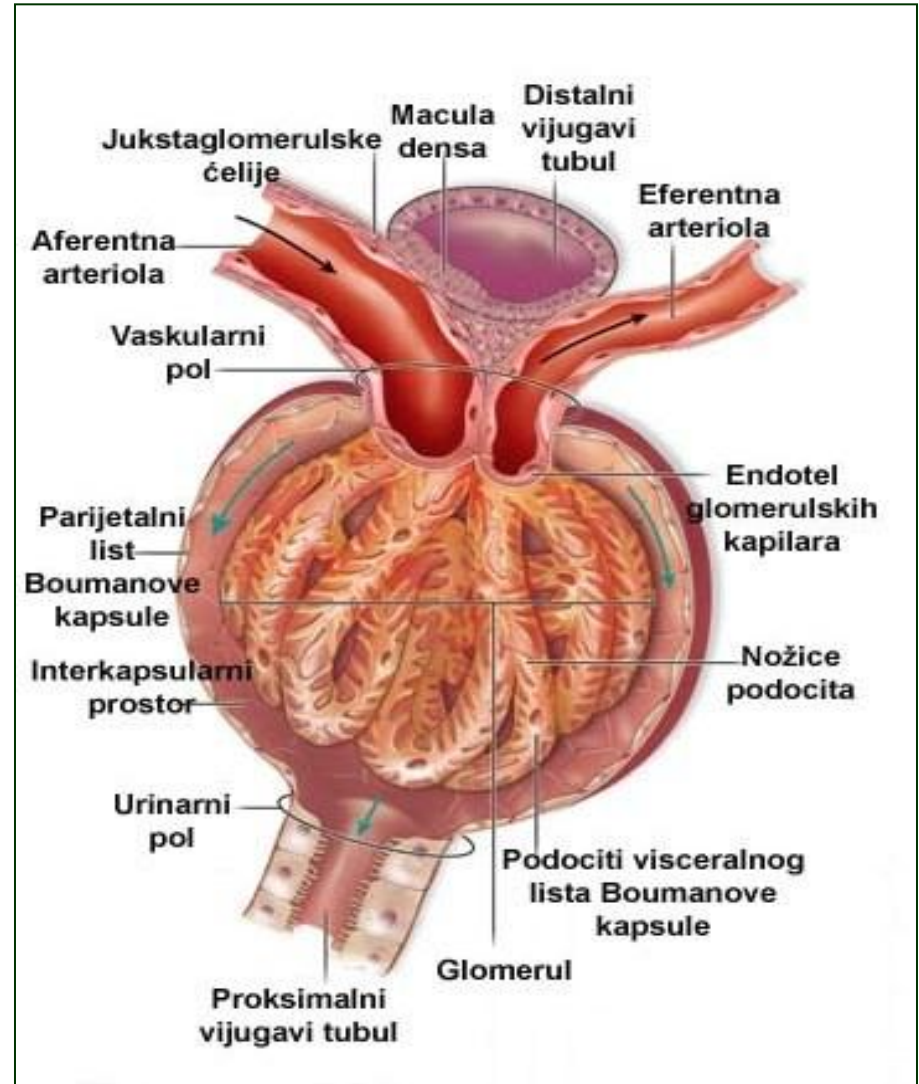
Бубрежни корпускул

- **Бубрежни гломерул** чини сплет густо збијених фенестрираних капиlara који повезује аферентну и еферентну артериолу
- На њему разликујемо:
 - **Васкуларни пол** – приступ доводне (аферентне) артериоле
 - **Уринарни пол** – филтрирана плазма (примарна мокраћа) се одводи из корпускула



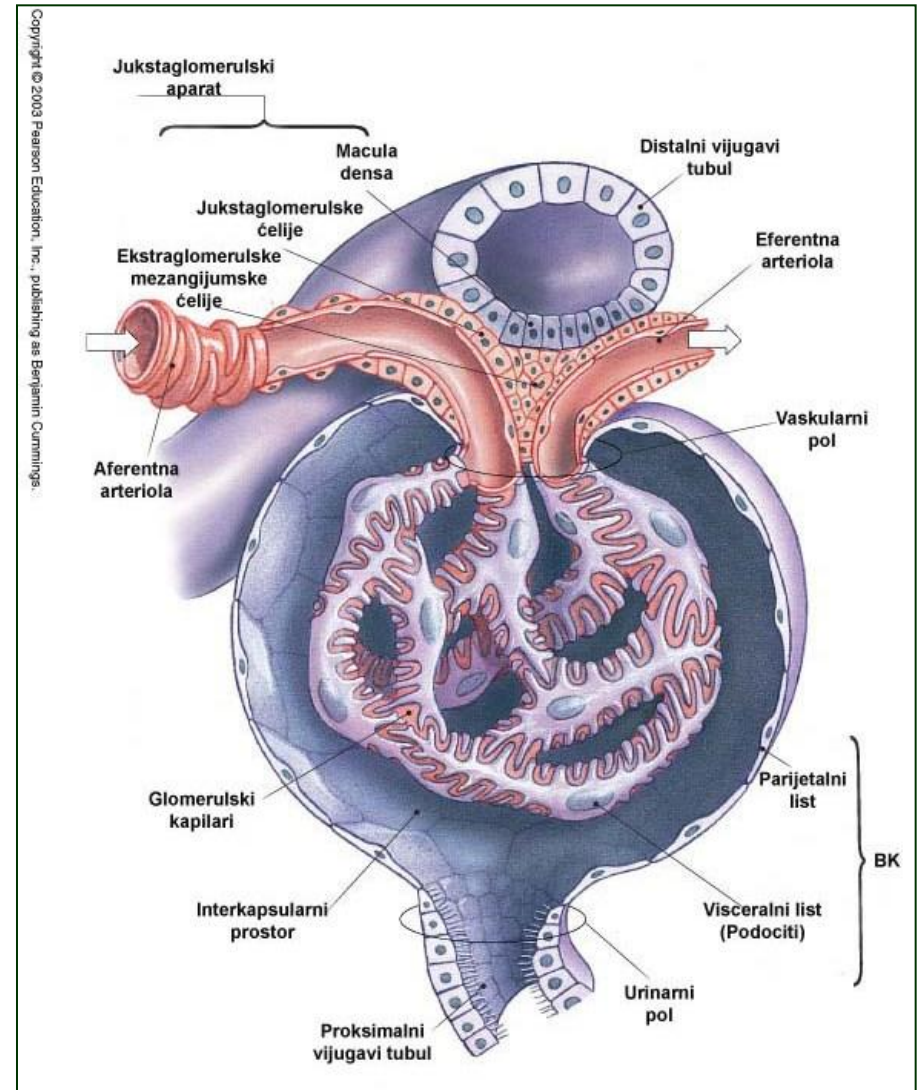
Бубрежни корпускул

- **Боуманова капсула** је двоструки епителни омотач који обавија гломерул
- Чине је:
 - Спољашњи (**паријетални лист**) - једноредан плочаст епител
 - Унутрашњи (**висцерални лист**) - подоцити који стопаластим продужецима обухватају капилар
- Између два листа Боуманове капсуле налази се **интеркапсуларни** (уринарни, Боуманов) **простор**.



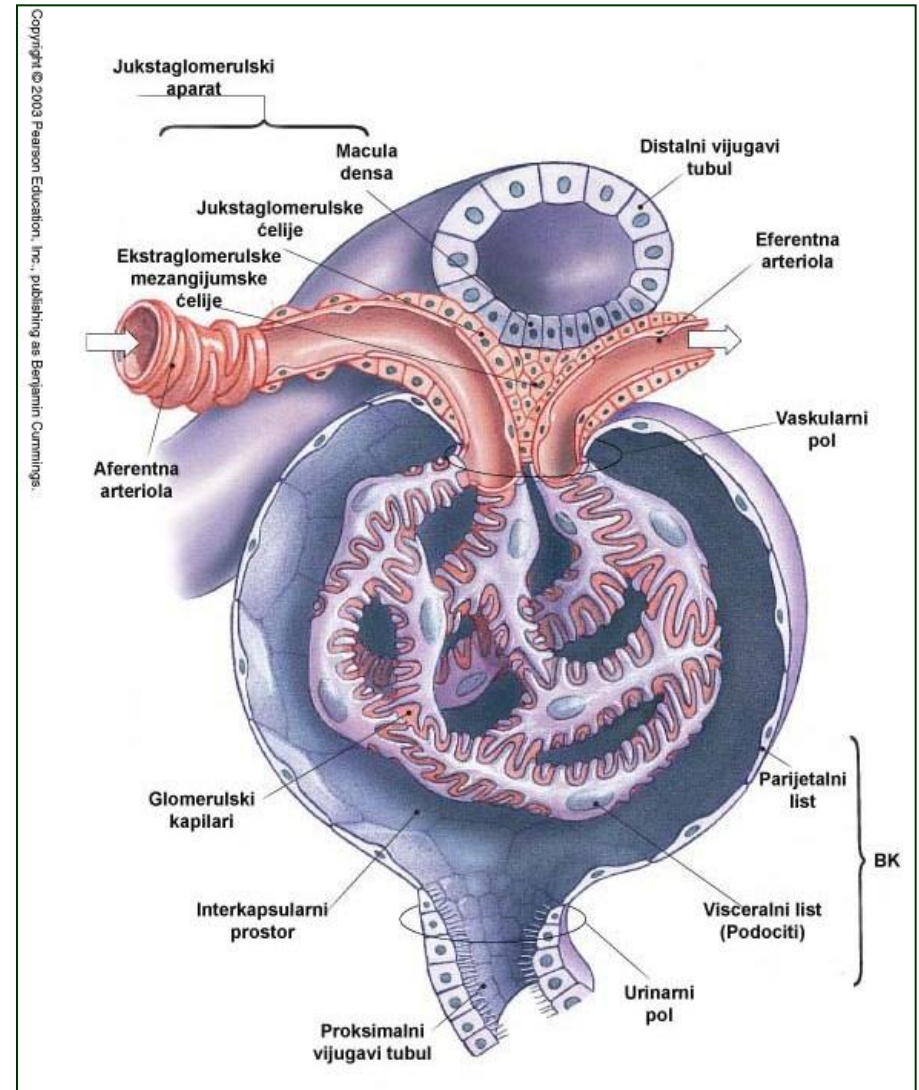
Филтрациона баријера

- **Филтрациона баријера** је семипермеабилна биолошка мембрана која се налази између лумена капилара и мокраћног простора
- Филтрирањем крви при проласку кроз капиларни клупко настаје ултрафилтрат крви (**примарна мокраћа**)



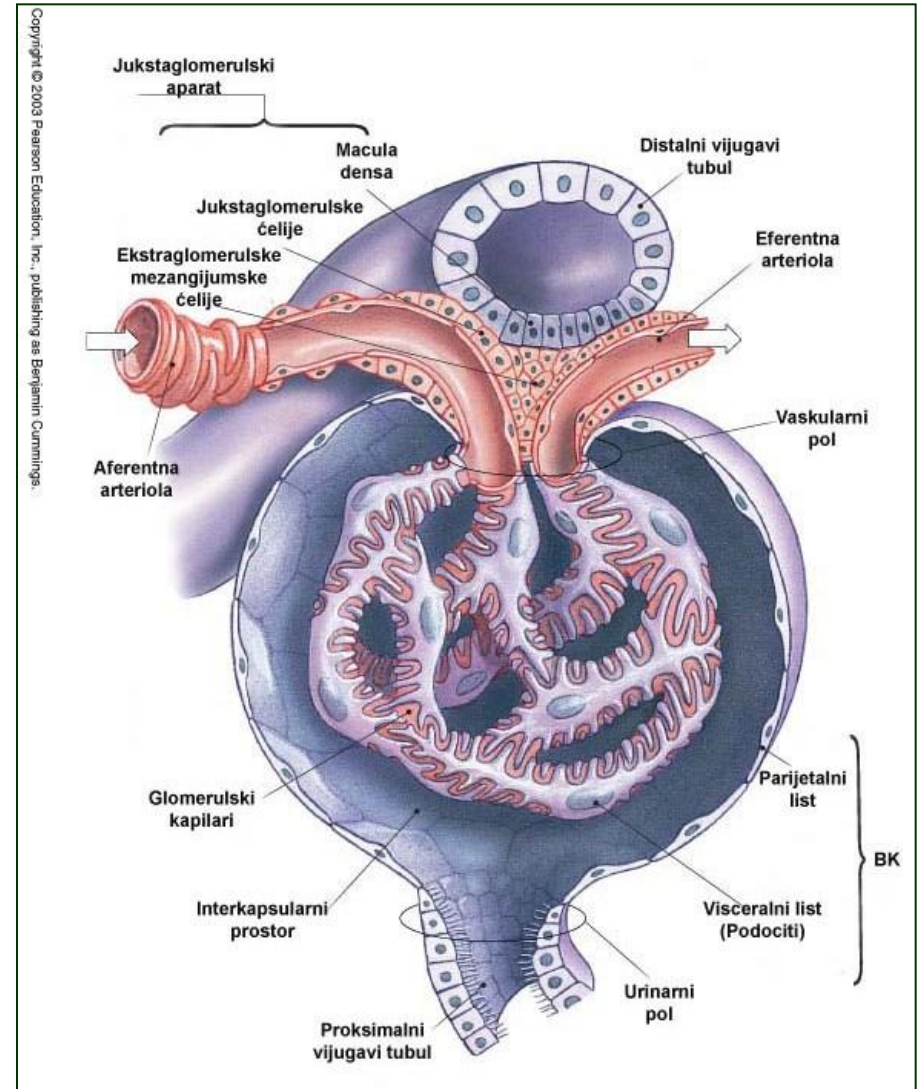
Филтрациона баријера

- У састав филтрационе баријере улазе три компоненте:
 - **ендотел капилара**
 - **гломерулска базална мембрана (ГМБ)** настала фузионисањем базалних ламина ендотела и подоцита
 - **мембрана филтрационих пукотина подоцита**



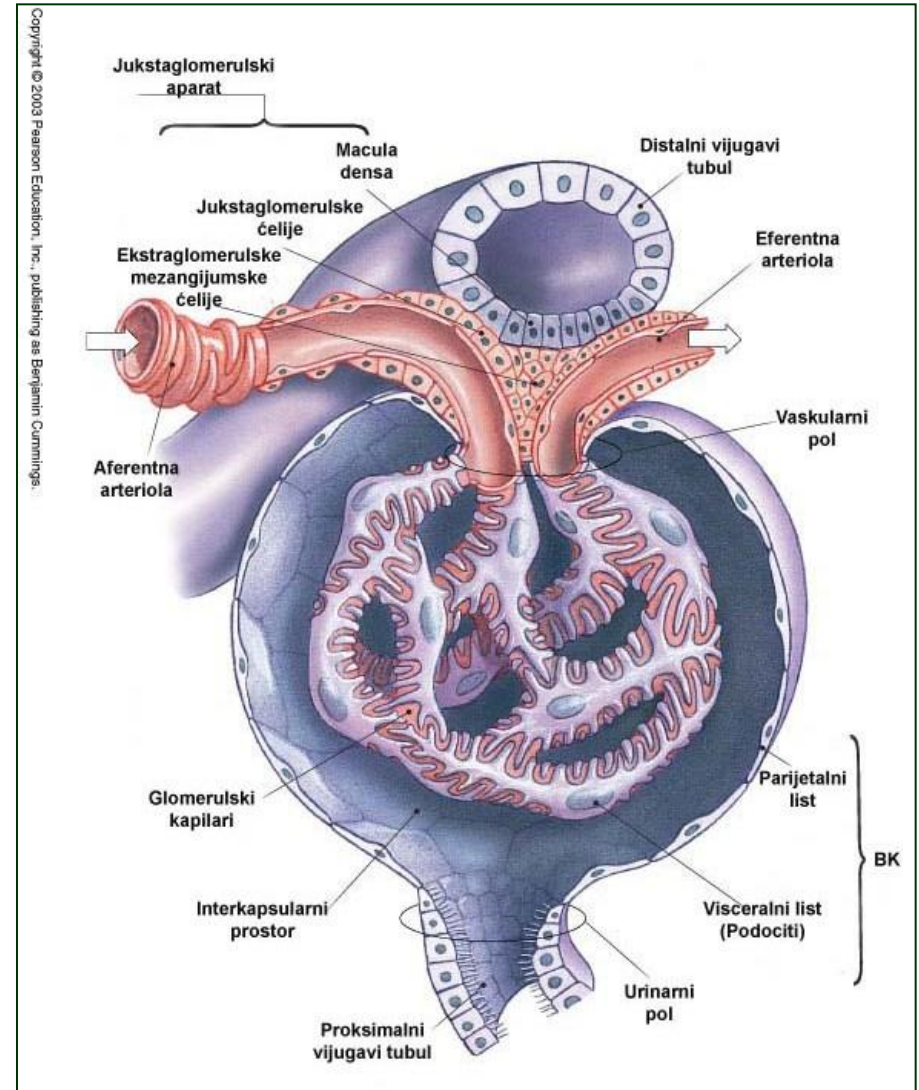
Ендотел гломерулских капиlara

- **Ендотел** гломерулских фенестриованих капиlara разликује се од ендотела класичних фенестрираних капиlara:
 - Поседује **већи број фенестри**
 - Фенестре су **већег дијаметра**
 - Фенестре **не поседују дијафрагму**



Гломерулска базална мембрана

- Настаје стапањем базалне ламине капиларних ендотелних ћелија и базалне ламине подоцита
- Триламинарне је грађе:
 - Lamina rara interna
 - Lamina densa
 - Lamina rara externa
- Светли слојеви – ламинин, фибронектин и хепаран-сулфат.
- Густо слој – колаген IV



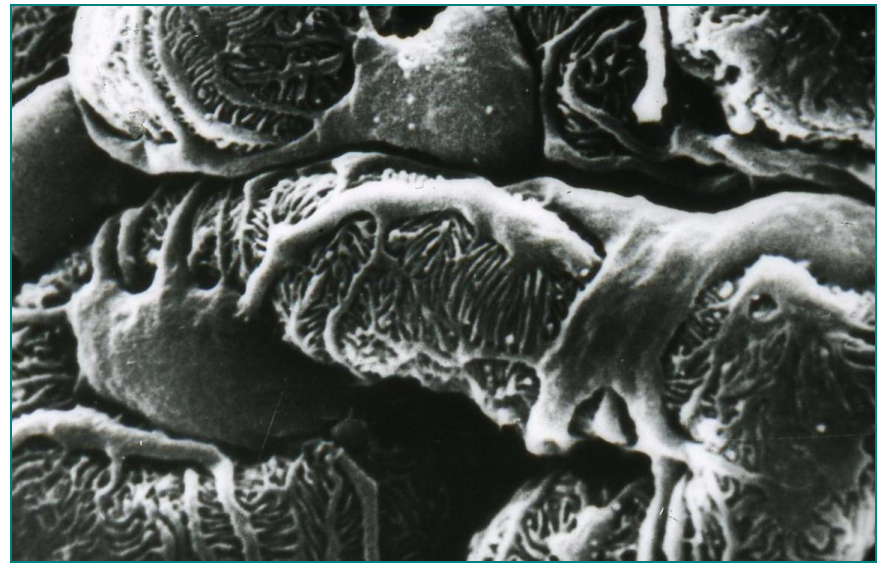
Мембрана филтрационих пукотина подоцита

- Трећа компонента **филтрационе баријере**.
- Граде је **продужеци подоцита**.
- Подоцити контролишу **степен пермеабилности** филтрационе баријере.
- Оштећење подоцита – **протеинурија**.
- Тела подоцита налазе се у **висцералном листу** Боуманове капсуле.



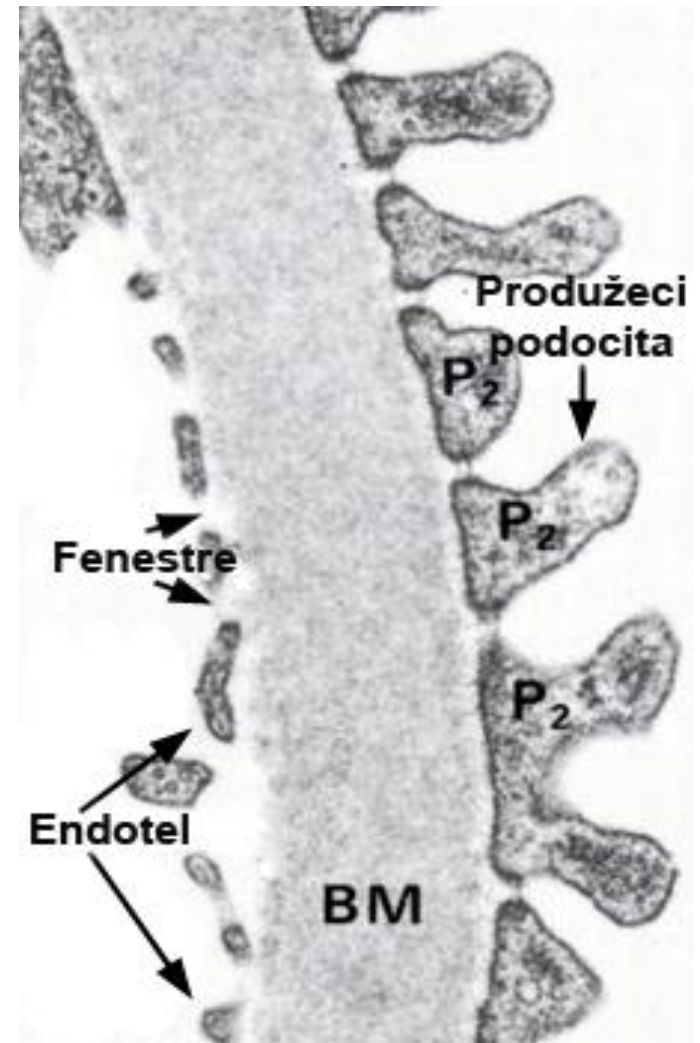
Подоцити

- Специјализоване епителне ћелије са три генерације продужетака
- Дају неколико дугачких **примарних продужетака** паралелних са осовином капилара
- Примарни продужеци гранају на **секундарне**, секундарни на **прстолике терцијарне**
- **Секундарни и терцијарни** пријањају за ГБМ и називају се **ножице** (стопалца – педикули)



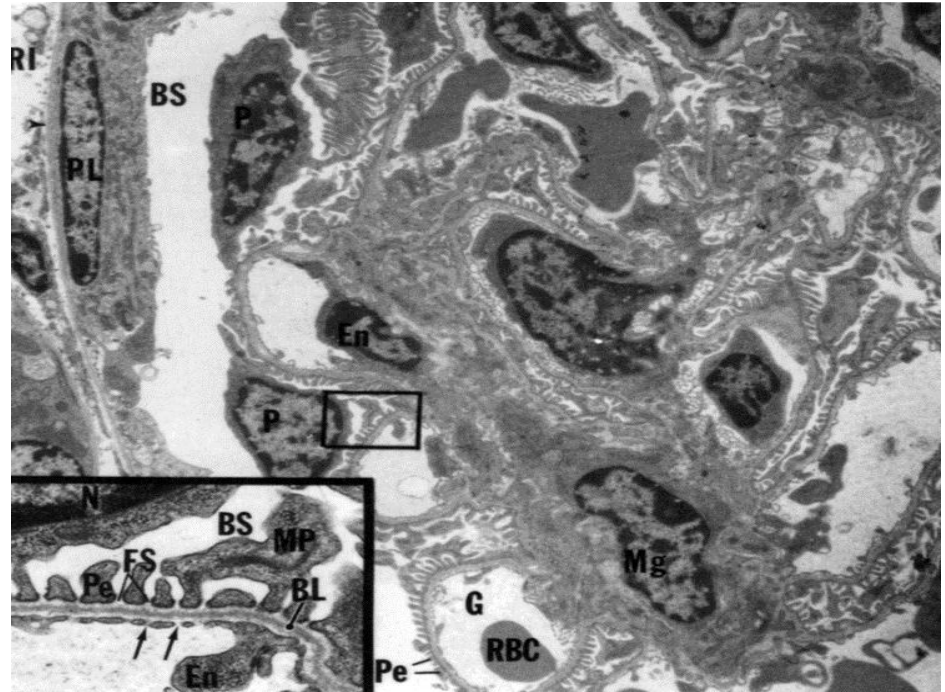
Подоцити

- Између педикула – **филтрационе пукотине**.
- Прекривене су **слит дијафрагмом** – садржи **нефрин** и **подоцин** удружене са **актином**.
- Продужеци и слит дијафрагма – **најнепропустљивија мембрана** у филтрационој баријери.
- Границу између **апикалног** (уринарни простор) и **базалног** (ГБМ) домена ћелије чини дијафрагма.
- Еухроматско једро, проминентне органеле, **у педикулима актин**.



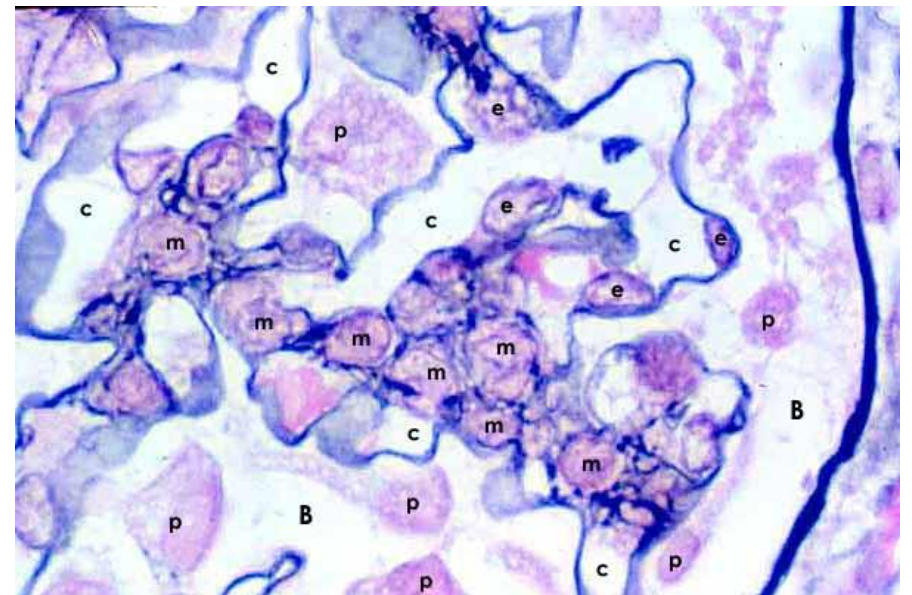
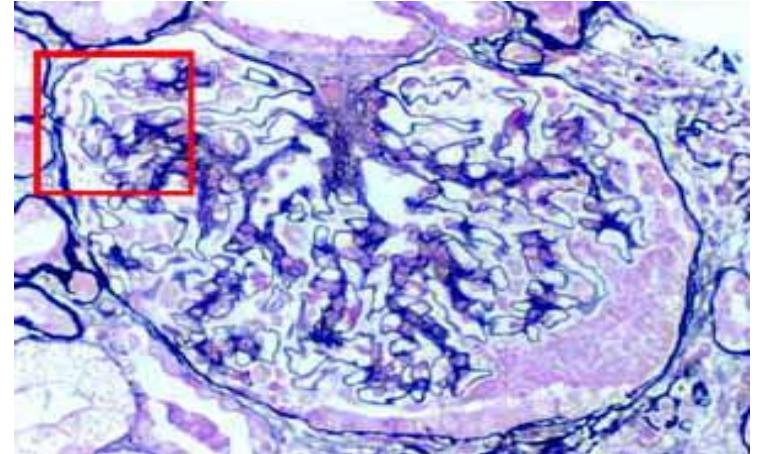
Мезангијумске ћелије

- Простор између капилара гломерула испуњава **мезангијум**.
- Мезангијум се састоји из **мезангијумских ћелија** и **мезангијумског матрикса** кога стварају ћелије.
- **Интрагломерулске** и **екстрагломерулске** мезангијумске ћелије.



Мезангијумске ћелије

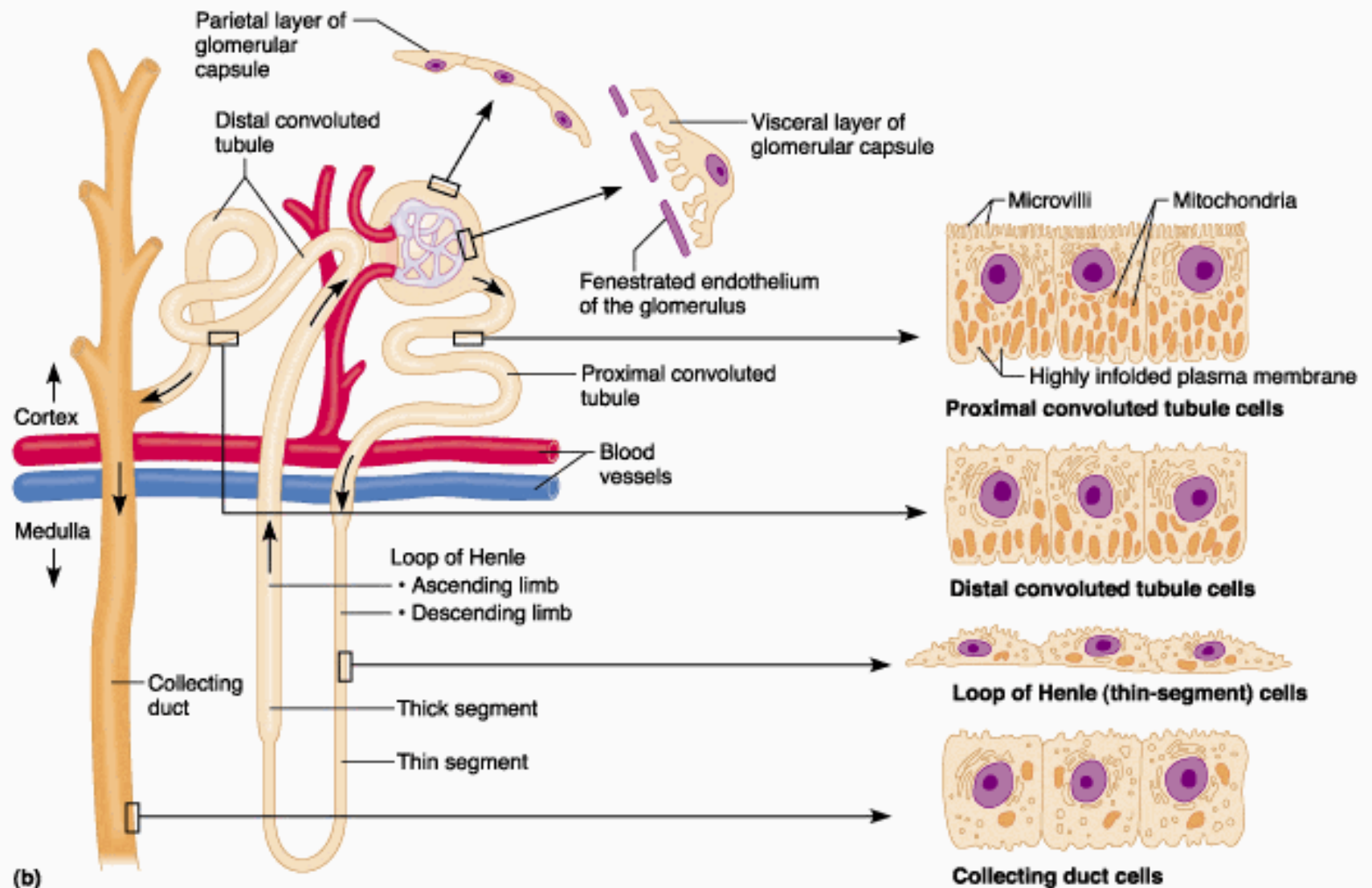
- **Звездастог облика** са бројним продужецима, повезане десмосомима.
- Фагоцитозна и контрактилна способност.
- Регулишу хемодинамику унутар гломерула.
- Подупиру зид капилара и подоците.
- Секретују цитокине.



Бубрежни тубул

- Бубрежни тубул се протеже од мокраћног пола бубрежног корпускула до лучног сабирног тубула
- Целим током је обложен **једнослојним епителом**, али се ћелије у појединим сегментима разликују по облику и ултраструктури
- Основна функција тубула је **реапсорпција** воде, електролита и других састојака гломерулског филтрата
- Тубул има **три** хистофизиолошке зоне
- **Проксимални и дистални сегмент** тубула имају вијугав ток; њих повезује **прави део тубула (Хенлеова петља)** која има нисходни и усходни крак

Бубрежни тубул

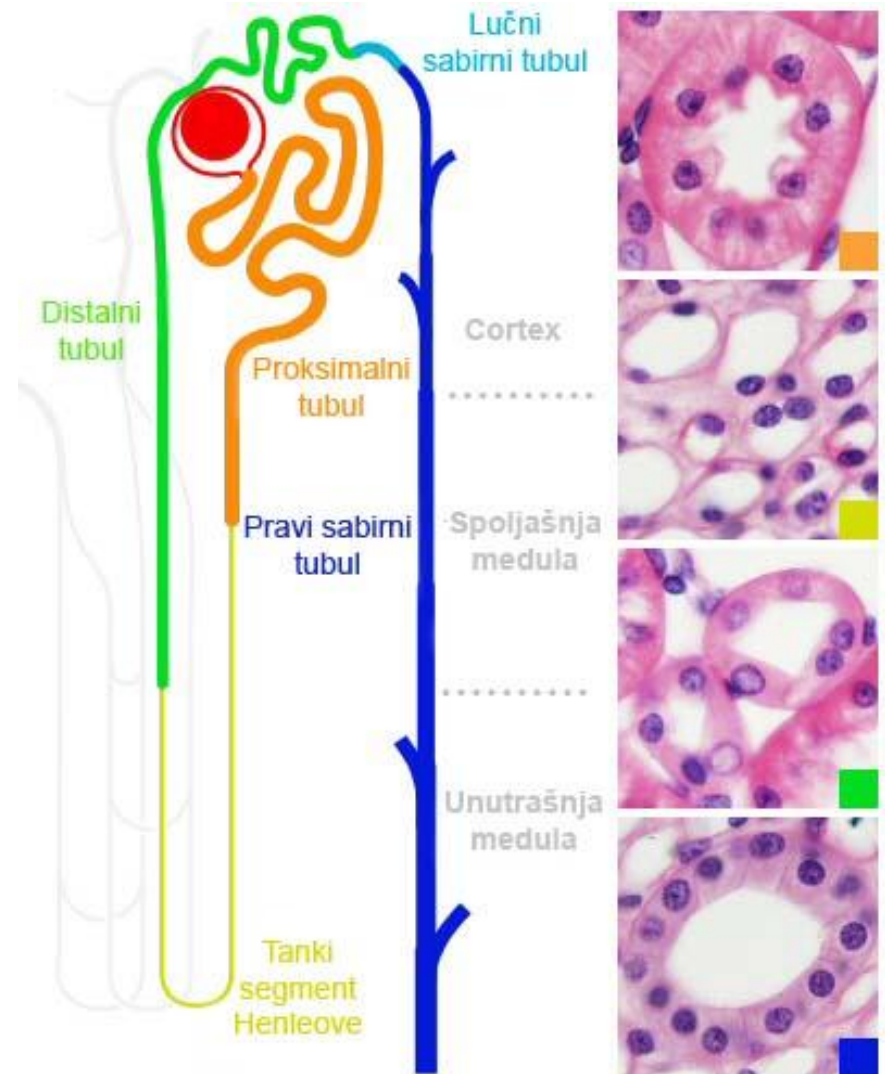


(b)

Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

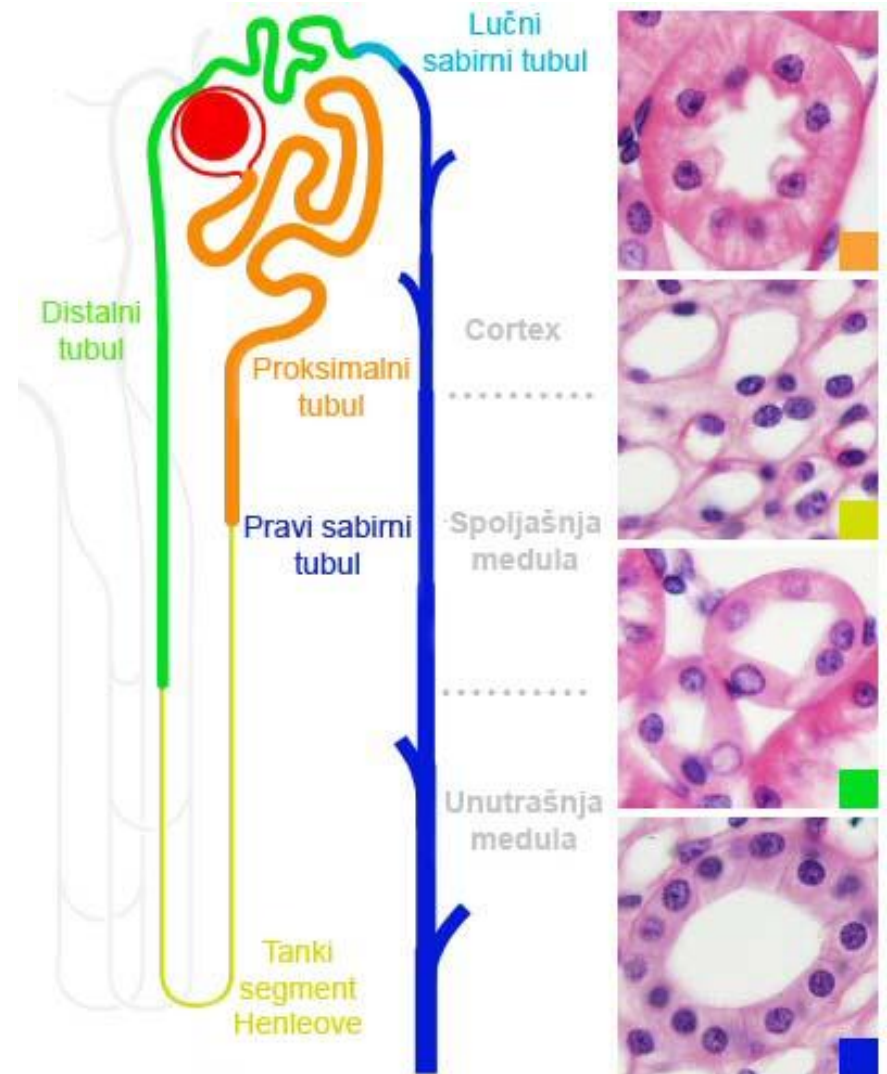
Епител бубрежног тубула

- **Проксимални вијугави тубул**
 - Једноредан коцкаст епител
 - Проксимални нефроцити са микроресицама – четкаст покров
- **Проксимални прави тубул** (прокс. дебели сегмент ХП)
 - Једноредан коцкаст епител

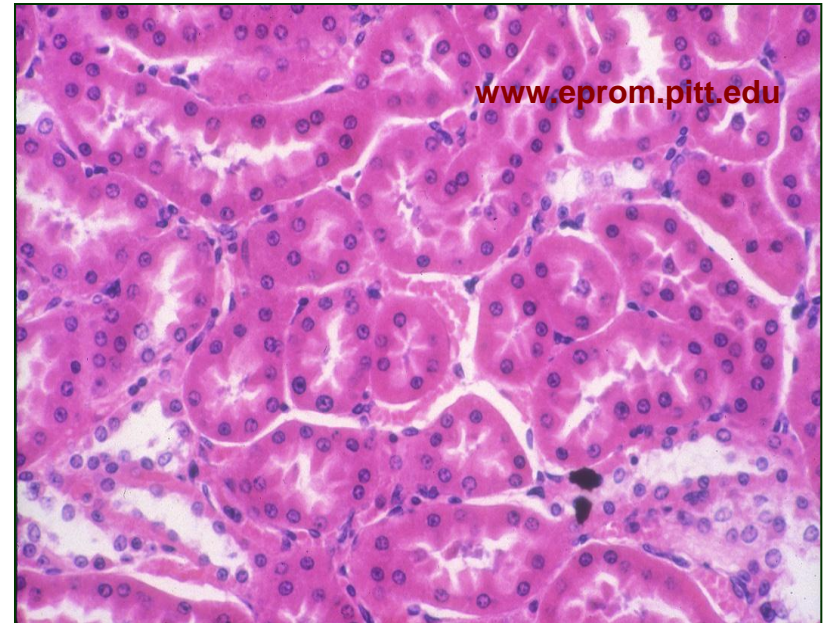
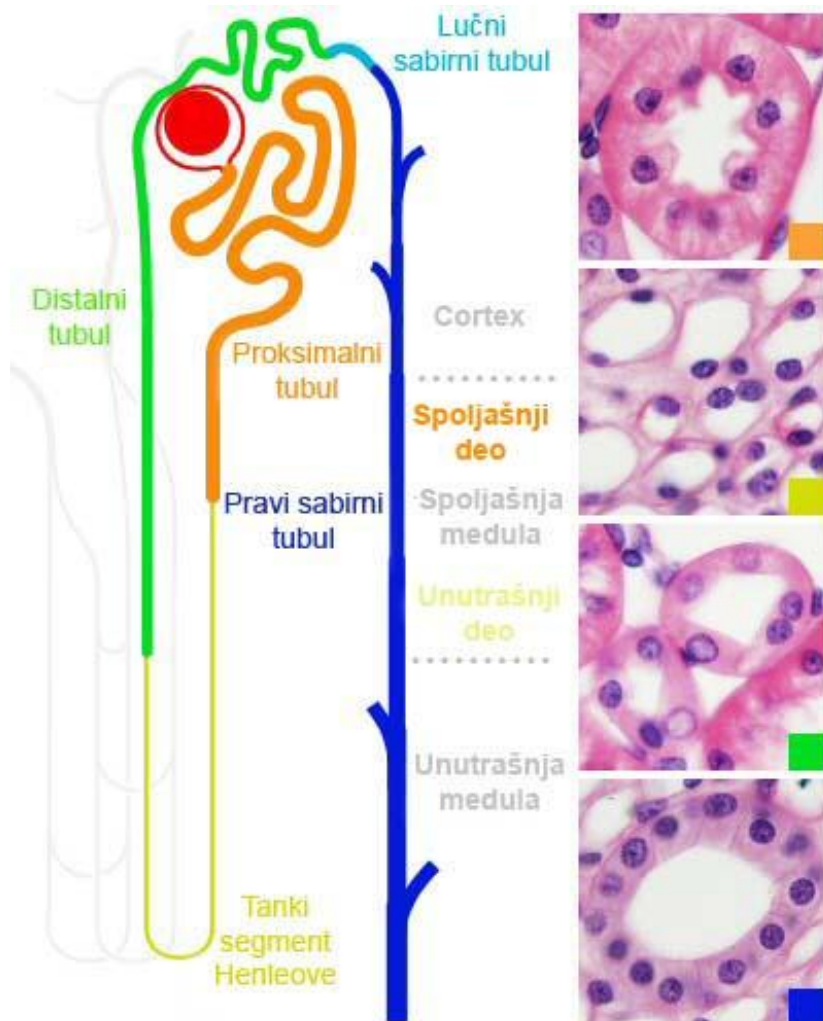


Епител бубрежног тубула

- **Танки сегмент Хенлеове петље**
 - Једноредан плочаст епител
- **Дистални прави тубул** (дист. дебели сегмент ХП)
 - Једноредан коцкаст
- **Дистални вијугави тубул**
 - Дистални коцкасти нефроцити без четкастог покрова



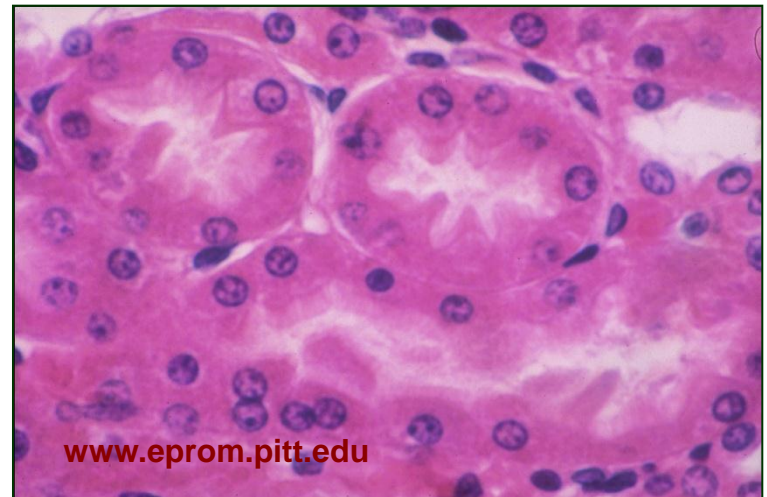
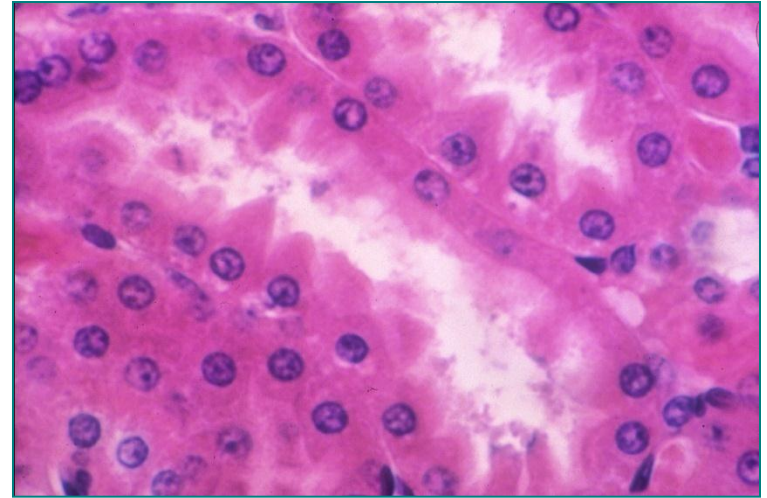
Проксимални вијугави тубул - кортекс



- Три пута **дужи од дисталног** – има знатно више пресека.
- Коцкасти **проксимални нефроцити** су **ацидофилни**.
- Поседују микроресице – **четкасти покров**.

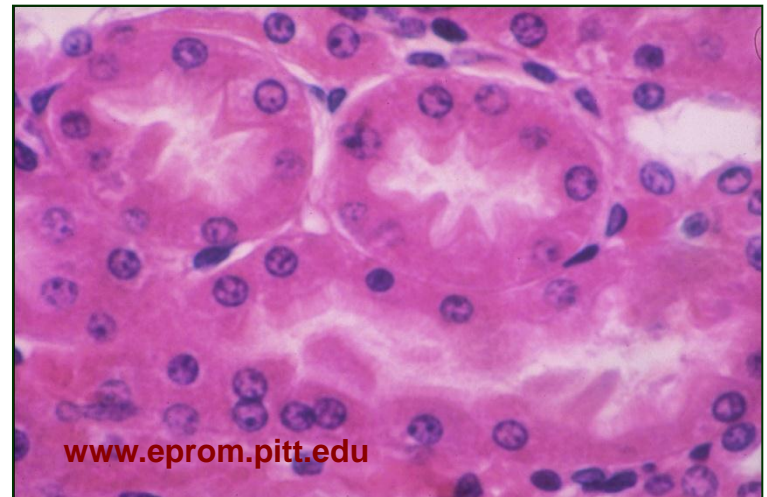
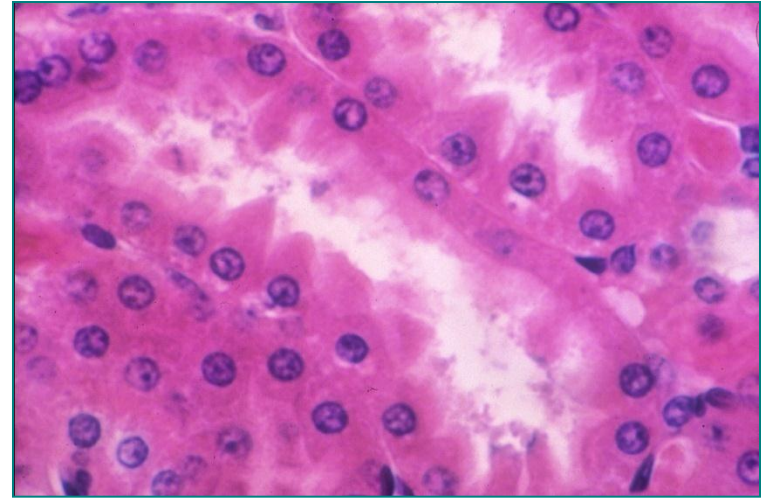
Проксимални вијугави тубул - кортекс

- Бочне површине неправилне – нема јасне границе. У цитоплазми садрже **ендоцитозне везикуле** (протеини плазме из л. тубула), базално - **базални лавиринт**, **аквапорин-1** и **натријумову пумпу** (транспортује јоне Na^+ у међућелијски простор)



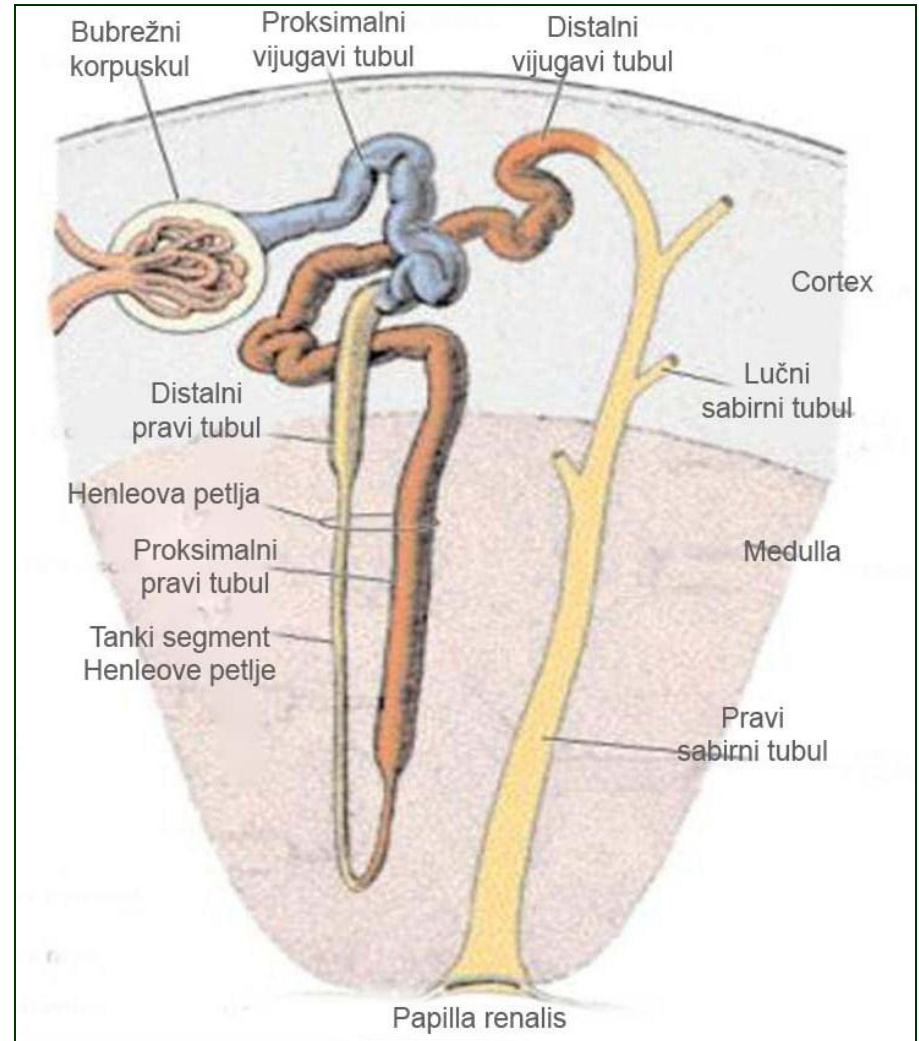
Проксимални вијугави тубул - кортекс

- Ресорпција 65% гломерулског филтрата: **NaCl** (Na-пумпа), **вода** (аквапорини), **глюкоза**, аминокиселине и полипептиди (олакшана дифузија или котранспорт), **протеини** (ендоцитоза).
- Вода и јони се из лумена реапсорбују у интерстицијум, а затим се **перитубуларном капиларном мрежом** одводе ван бубрега

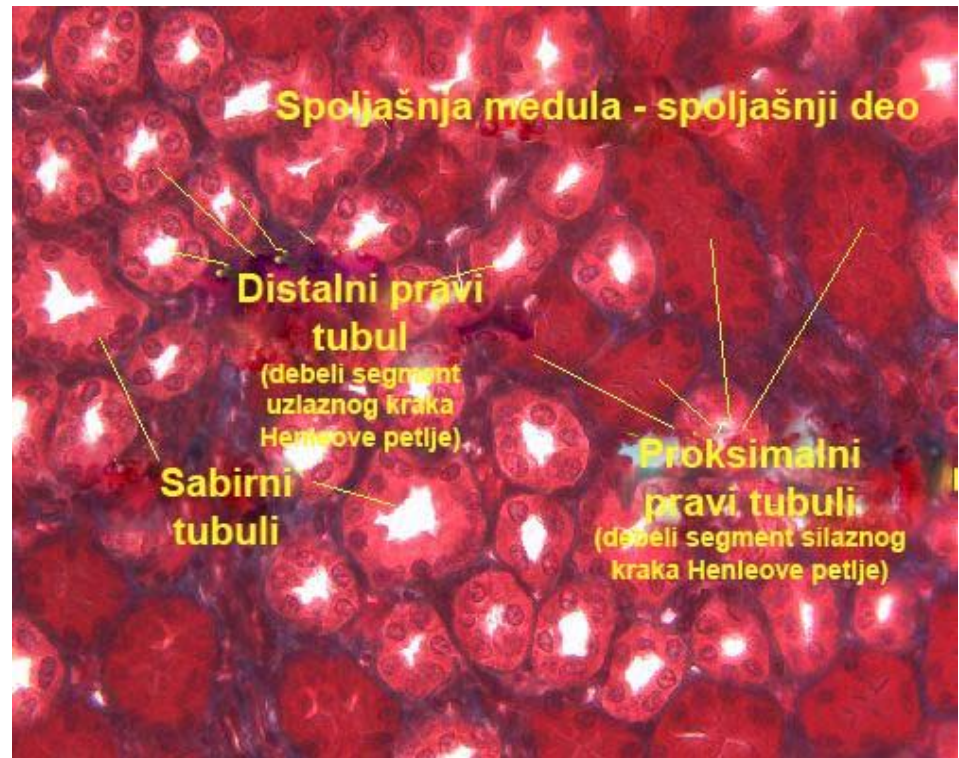
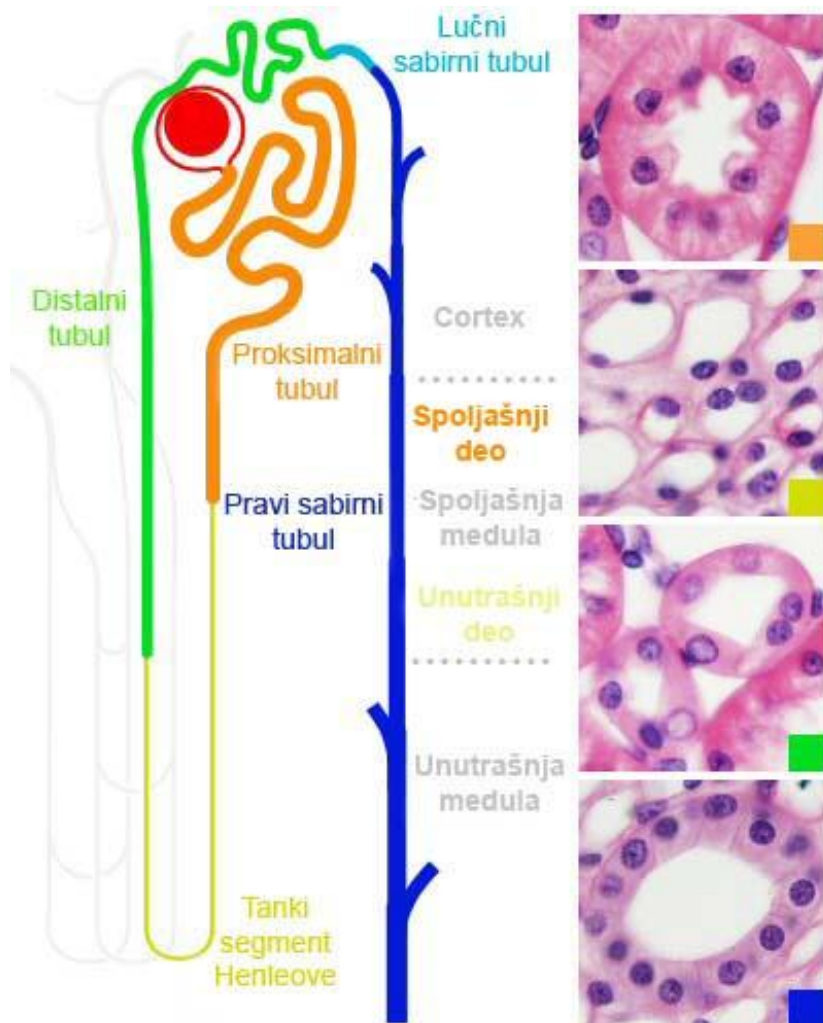


Хенлеова петља - медула

- **Хенлеова петља** се састоји из:
 - дебелог сегмента силазног крака – **проксимални прави тубул** (улази из кортикалног лавиринта у медуларни зрак)
 - **танког сегмента** силазног крака
 - **танког сегмента** узлазног крака
 - дебелог сегмента узлазног крака – **дистални прави тубул** (враћа се из медуларног зрака у лавиринт)

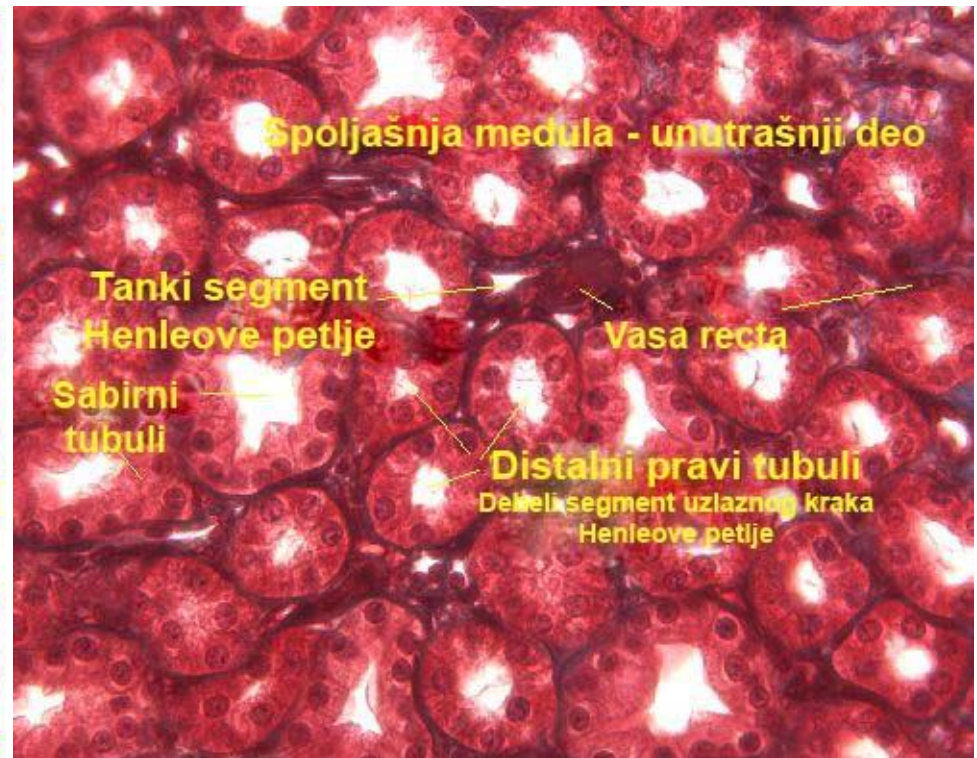
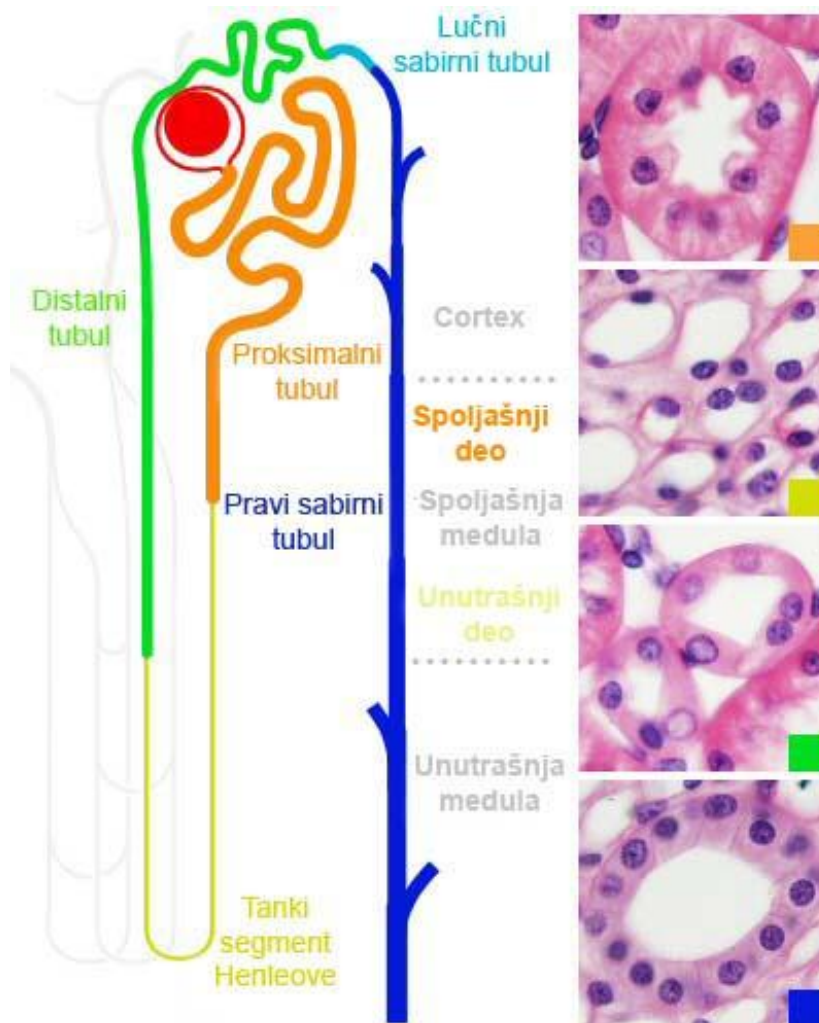


Спољашња медула - спољашњи део



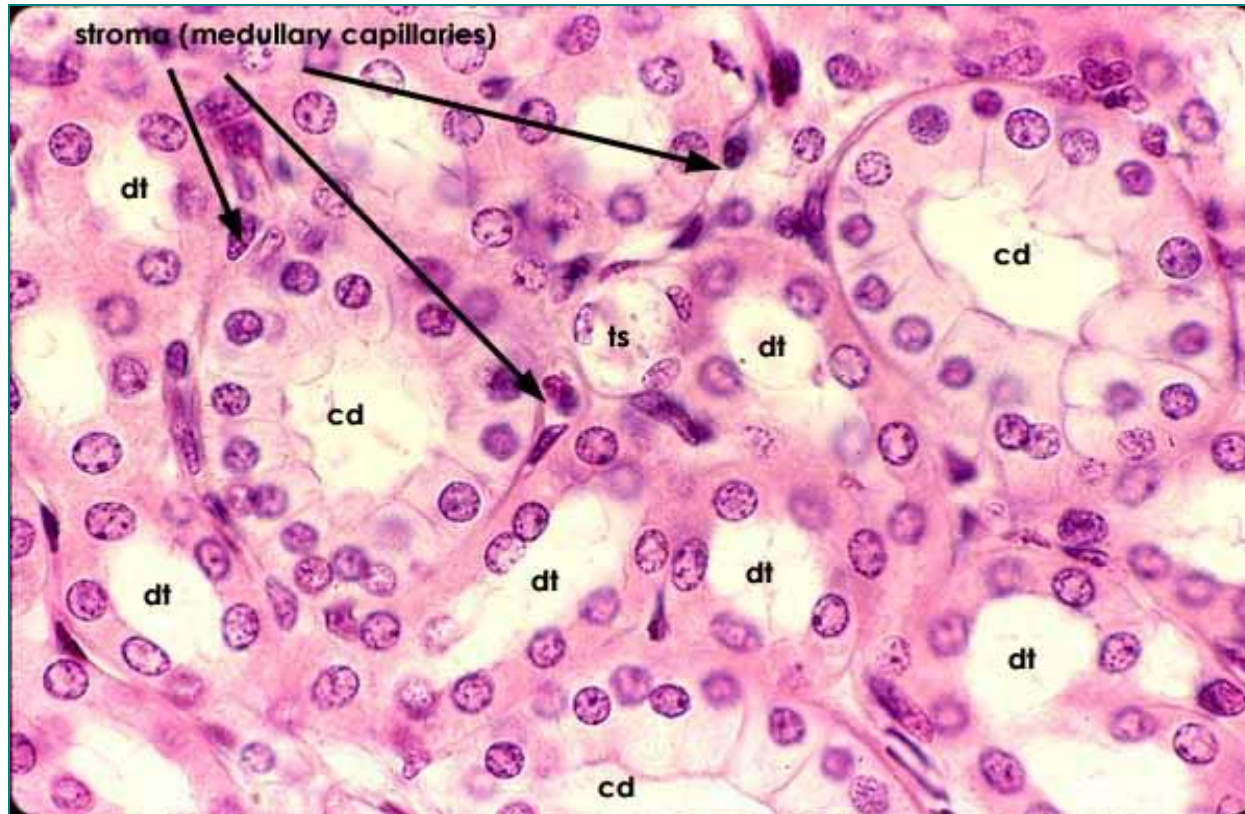
- Садржи проксималне праве тубуле, дисталне праве тубуле (дебеле сегменте Хенлеове петље) и сабирне тубуле.

Спољашња медула - унутрашњи део



- Садржи танке танке сегменте Хенлеових петљи, дисталне праве тубуле и сабирне тубуле

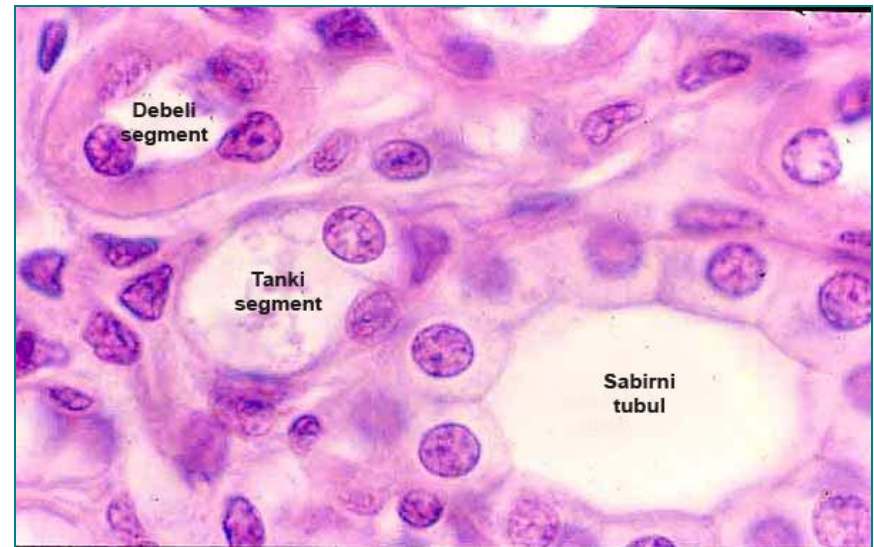
Хенлеова петља – спољашња медула (унутрашњи део)



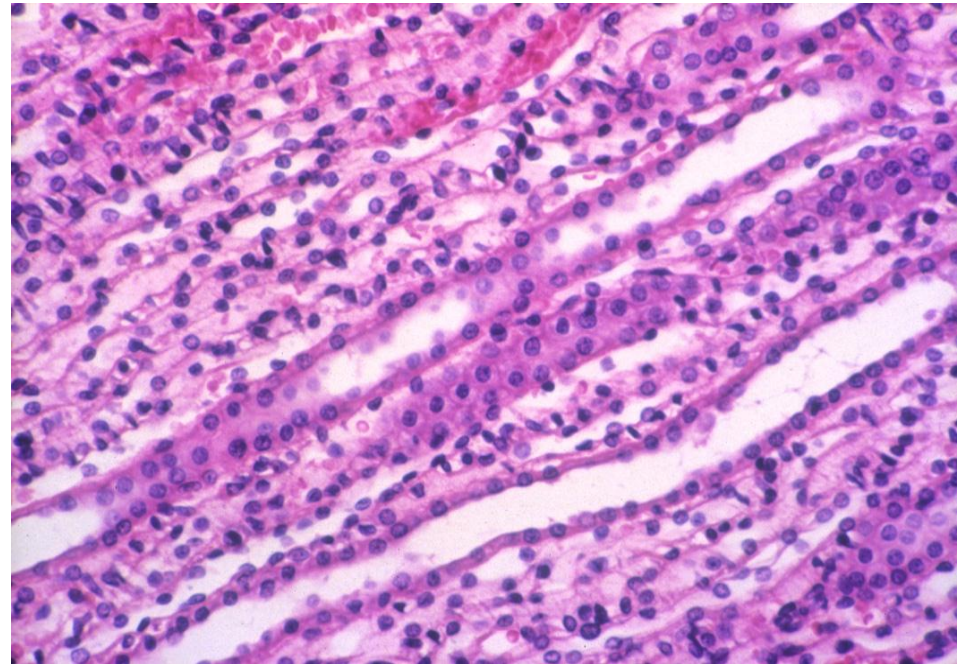
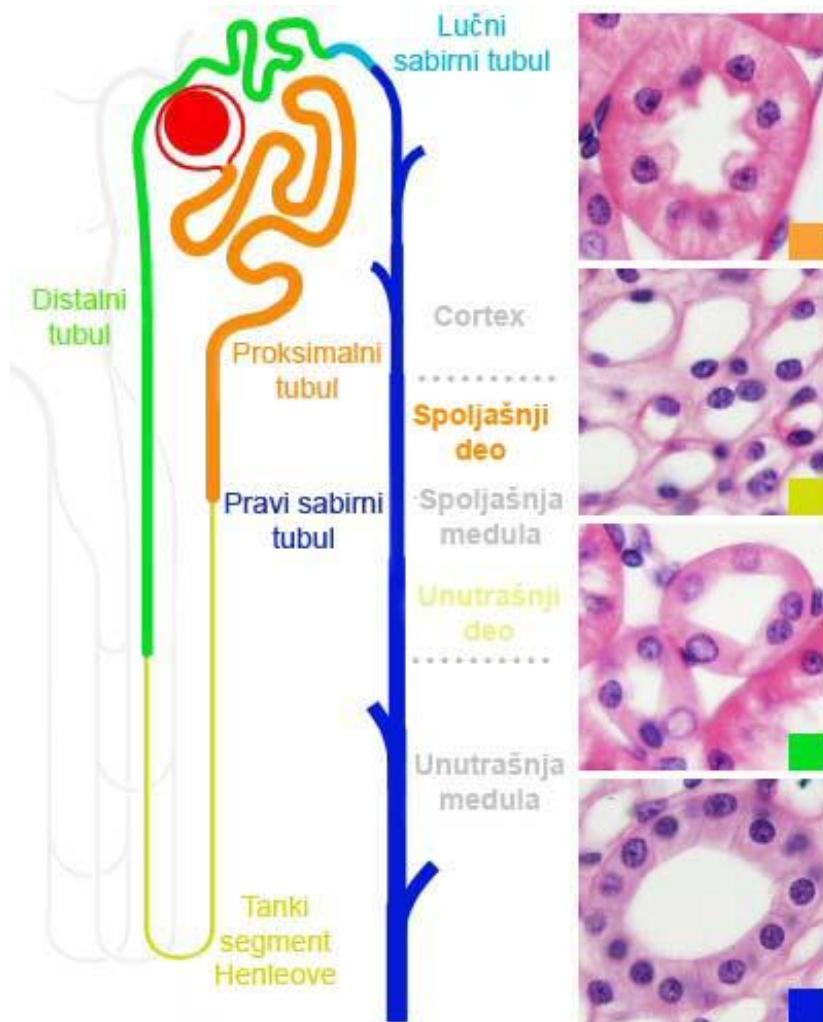
- **Танки сегмент Хенлеове петље, дебели силазни и дебели узлазни сегмент (проксимални и дистални прави тубул);** Осим ХП, у медули се налазе и сабирни тубули.

Хенлеова петља – спољашња медула (унутрашњи део)

- **Нисходни крак Хенлеове петље пропустљив је за воду и електролите.** Осмоларност расте од базе ка врху пирамиде – вода дифундује у интерстицијум из лумена тубула – концентрација мокраће.
- **Узлазни крак је непропустљив за воду.** Активно се транспортују јони Na^+ и K^+ у интерстицијум – висок осмотски градијент, али осмоларност мокраће у тубулу опада.

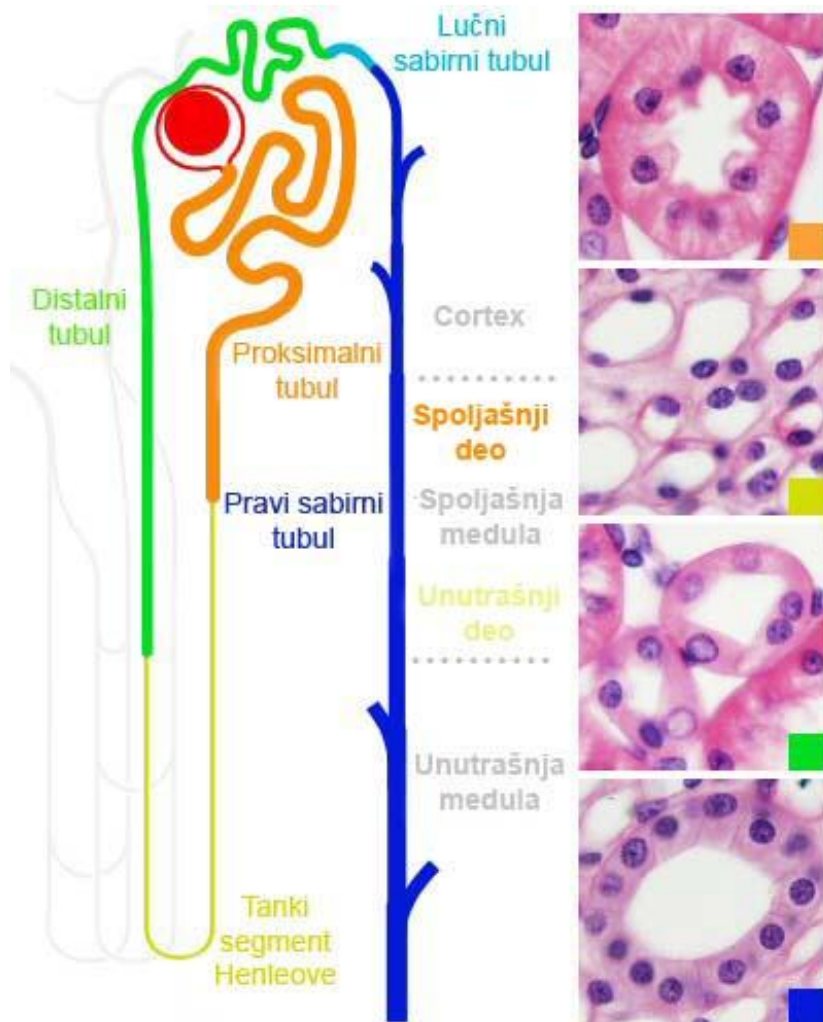


Хенлеова петља – унутрашња медула



- Унутрашња медула садржи **танке сегменте Хенлеових петљи** и **сабирне тубуле**
- Присутни су и vasa recta

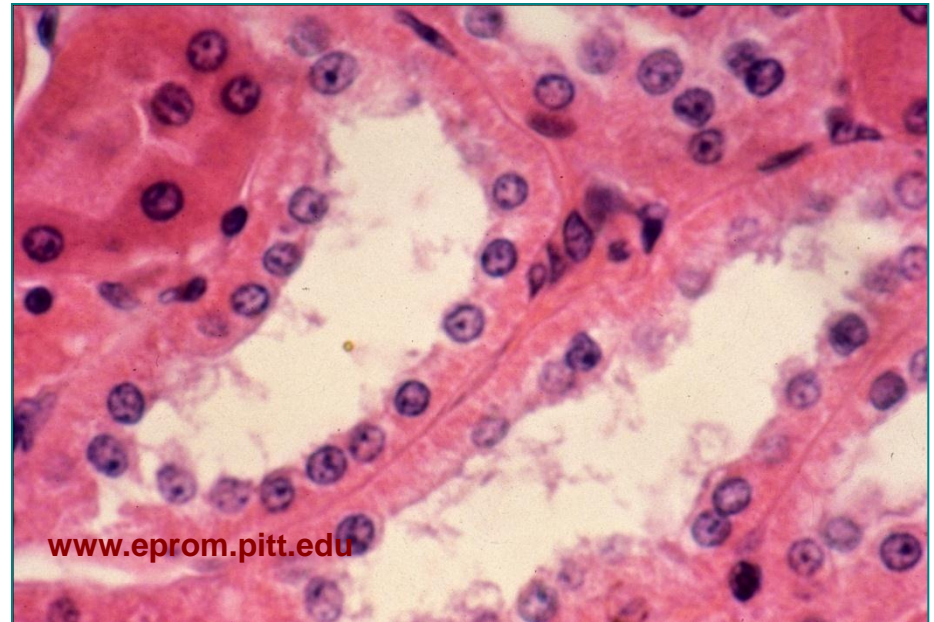
Дистални вијугави тубул - кортекс



- Ужи и краћи од проксималног. Дистални нефроцити су ситнији, светлији и **немају четкаст покров**.

Дистални вијугави тубул - кортекс

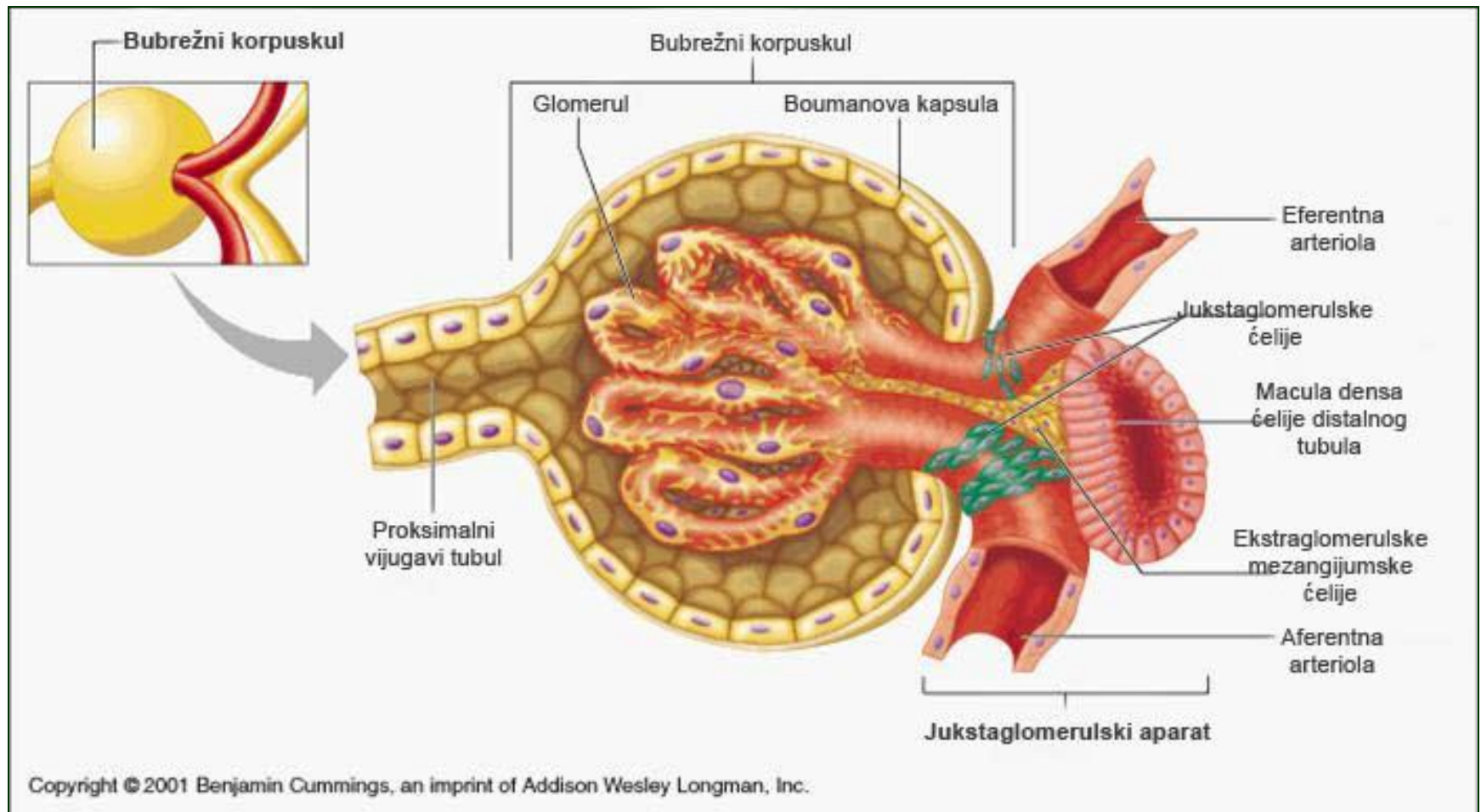
- Лумен је шири. Садржи тзв. **густу мрљу** која припада ЈГА
- Специјализован за **размену јона**. Реапсорпција **бикарбоната**, секреција H^+ (ацидификација мокраће)
- Дејство **алдостерона** - реапсорпција Na^+ , секреција K^+
- Реагује на **ADH**



Јукстагломерулски апарат

- Јукстагломерулски апарат (ЈГА) је заједнички назив за групу специјално диференцираних ћелија смештених на васкуларном полу бубрежног телашца
- Овај комплекс учествује у **регулацији** системског крвног притиска посредством **ренин – ангиотензин – алдостерон** механизма
- ЈГА сачињавају
 - макула денза,
 - јукстагломерулске ћелије,
 - екстрагломерулске мезангијумске ћелије

Јукстагломерулски апарат



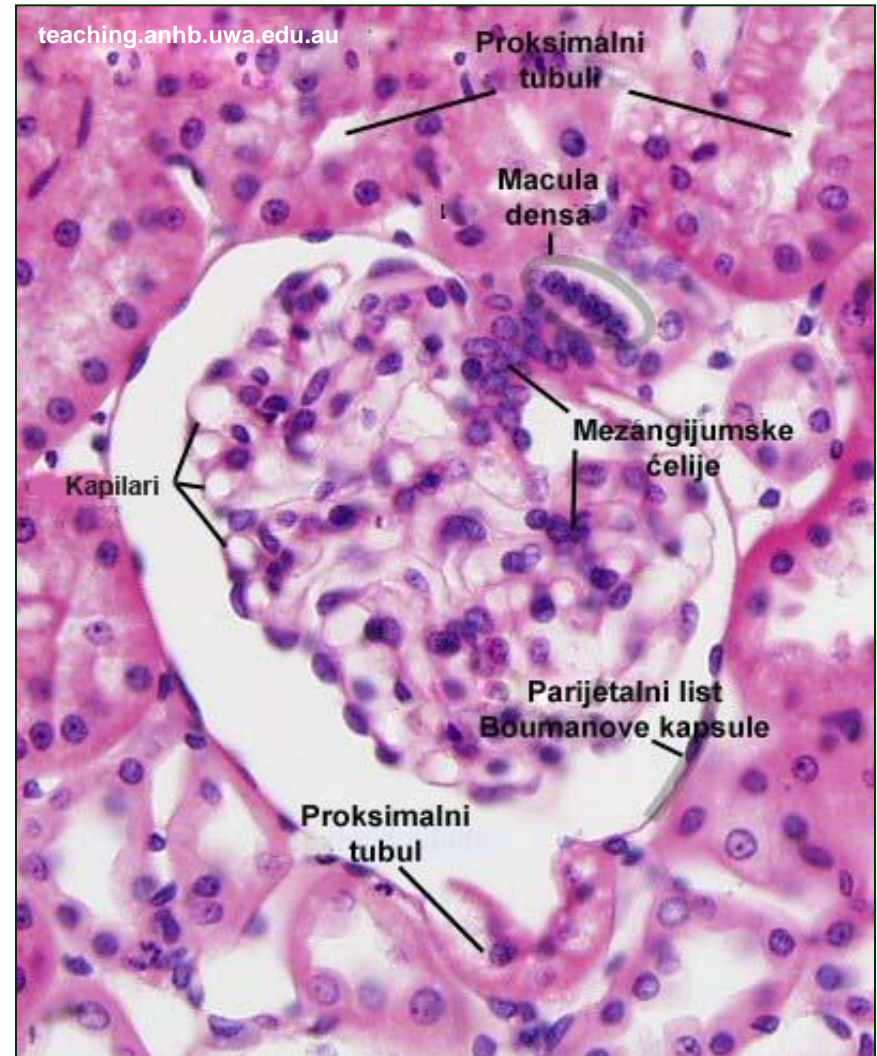
Јукстагломерулски апарат

- **Macula densa**

- На месту контакта дисталног вијугавог тубула и доводне артериоле
- Нефроцити у тубулу су танки и високи, а једра збијена - “**густа мрља**”.

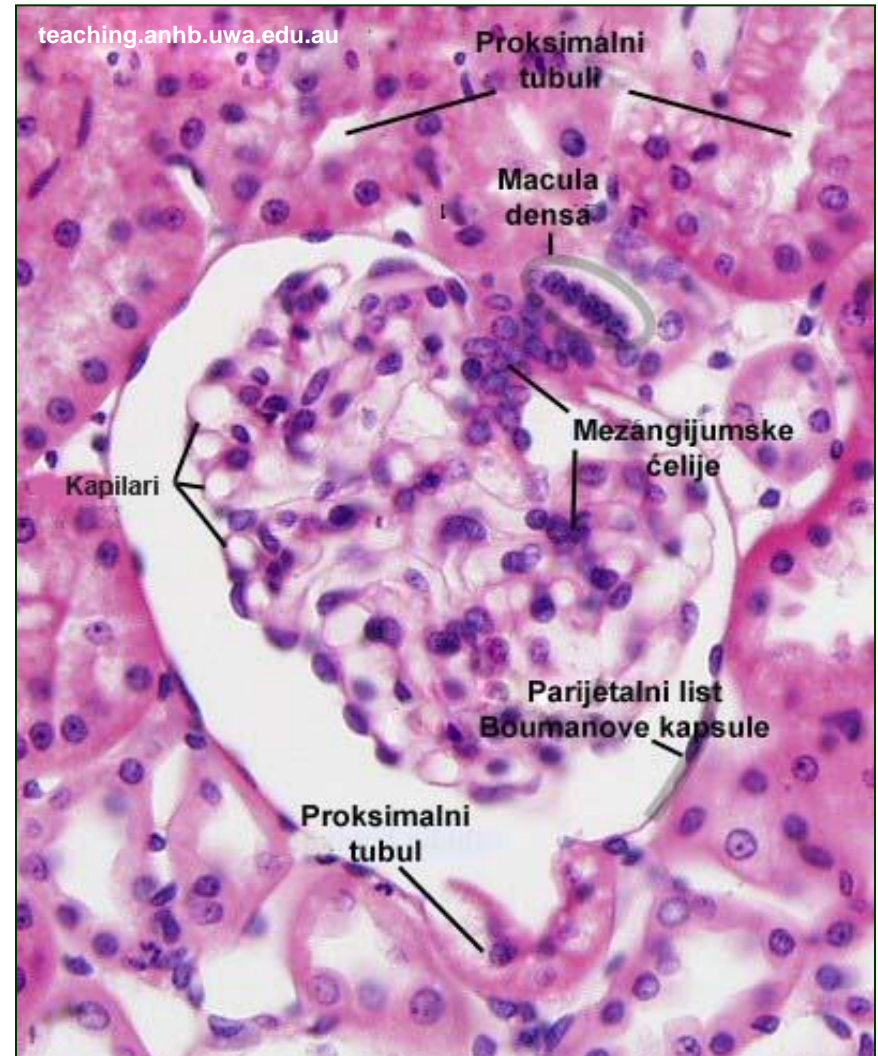
- **Јукстагломерулске ћелије**

- У медији доводне артериоле на месту контакта са ДВТ
- Модификоване глатке мишићне ћелије, синтетски активне – **ренин**
- На пад крвног притиска реагују секрецијом ренина – **барорецептори**.



Јукстагломерулски апарат

- **Екстрагломерулске мезангијумске ћелије (лацис ћелије)**
 - Између макуле дензе доводне и одводне артериоле.
 - Звездасти циторетикулум који посредује у преношењу сигнала са макуле дензе на јукстагломерулске ћелије.



Јукстагломерулски апарат

- ЈГА се активира при смањењу волумена крви и при паду концентрације Na^+ (барорецептор и хеморецептор)
- Ћелије макуле дензе (осморецептори) делују на јукстагломерулске ћелије
- Јукстагломерулске ћелије синтетишу **ренин**
- Ренин делује на конверзију ангиотензиногена (синт. у јетри) у ангиотензин I



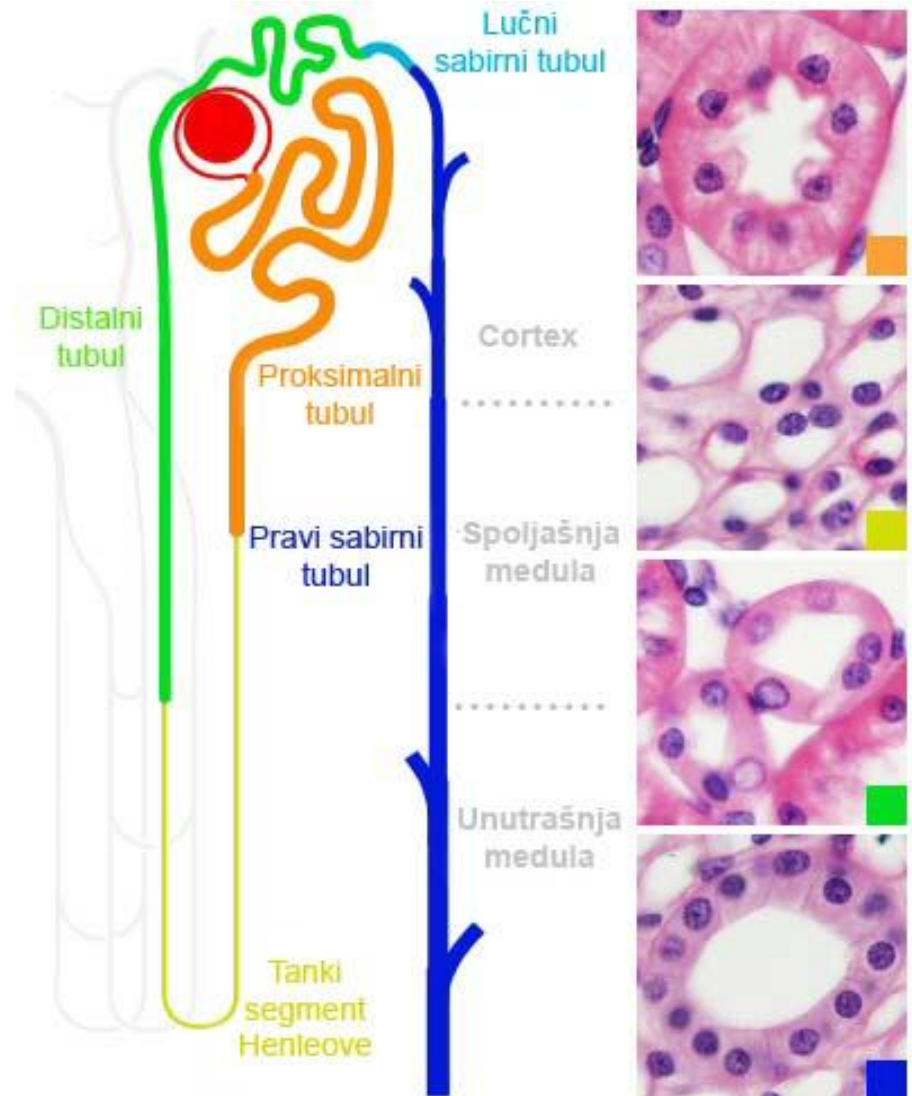
Јукстагломерулски апарат

- Ангиотензин I под дејством ACE (ангиотензин – конвертујућег ензима) који синтетише ендотел плућних капилара прелази у ангиотензин II
- Ангиотензин II – вазоконстриктор; индиректно дејство: кора надбубрега – синтеза алдостерона – реапсорпција воде у дисталним тубулима



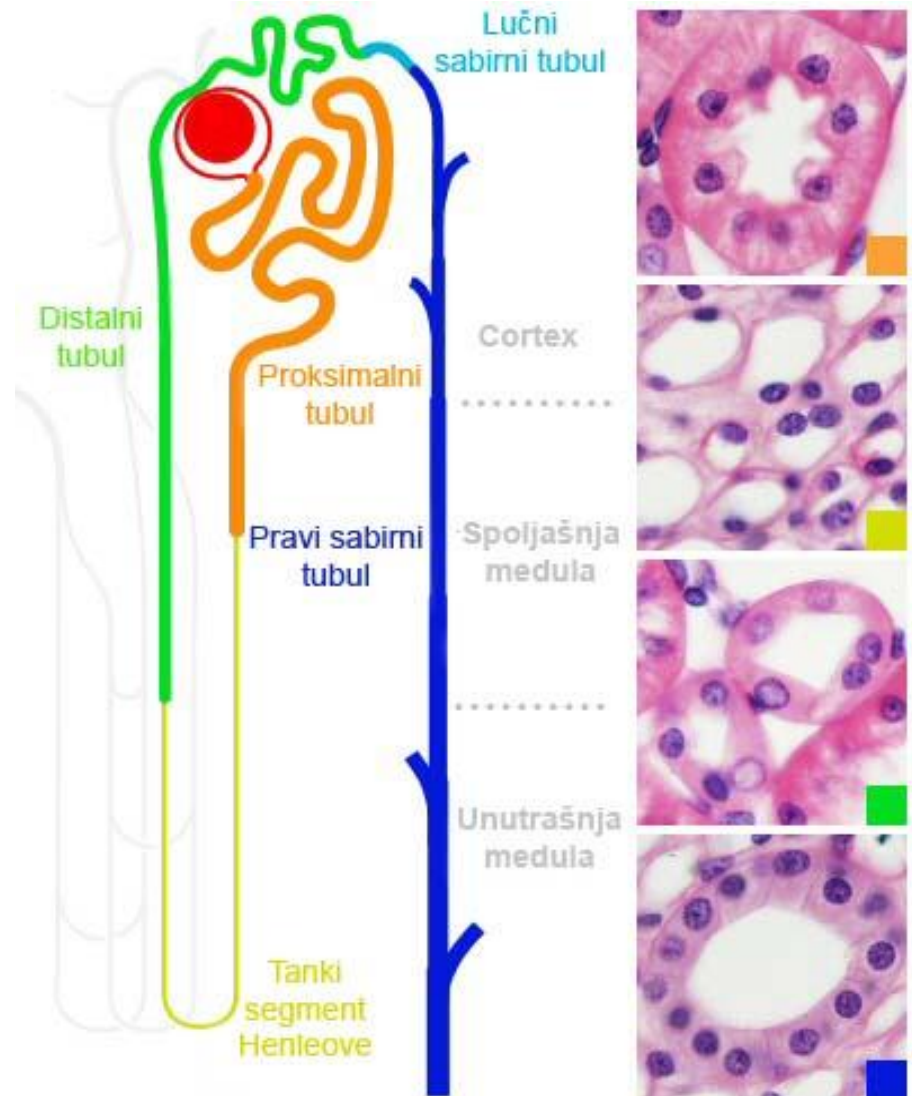
Сабирни тубули и дуктуси

- Сабирни каналикуларни систем бубрега чине сабирни тубули и дуктуси
- Њихова улога је да **преносе** део нересорбованог гломерулског филтрата (дефинитивна мокраћа) од нефрона до малих бубрежних чашица
- Поред тога, у присуству антидиугетског хормона, овај систем **активно апсорбује воду** и учествује у концентрисању мокраће



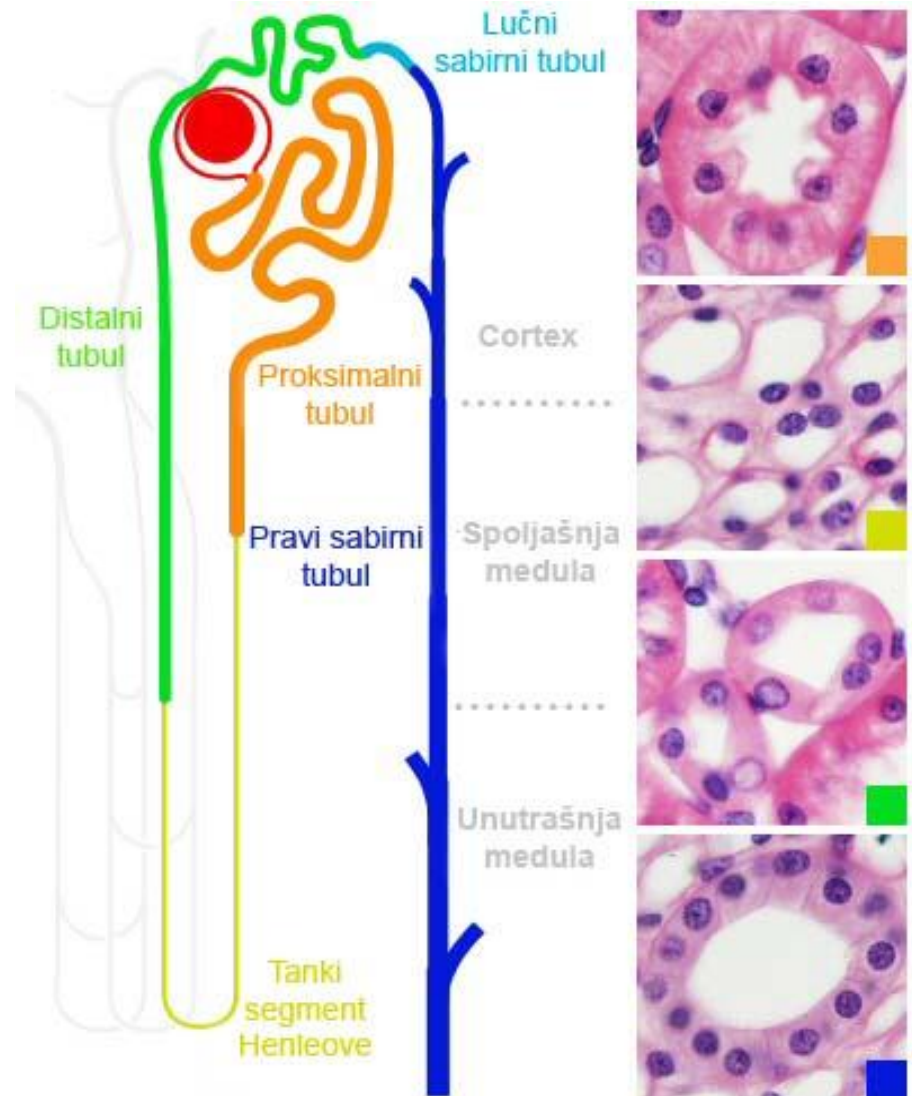
Сабирни тубули и дуктуси

- Сабирни каналикуларни систем се може поделити на:
 - Лучне сабирне тубуле
 - Паве сабирне тубуле
 - Папиларне дуктусае
- **Лучни сабирни тубули**
 - просткоцкаст епител
 - улазе из кортикалног лавирината у медуларни зрак
- **Прави сабирни тубули**
 - прост цилиндрични епител
 - пролазе кроз медуларни зрак, унутрашњи и спољашњи део медуле



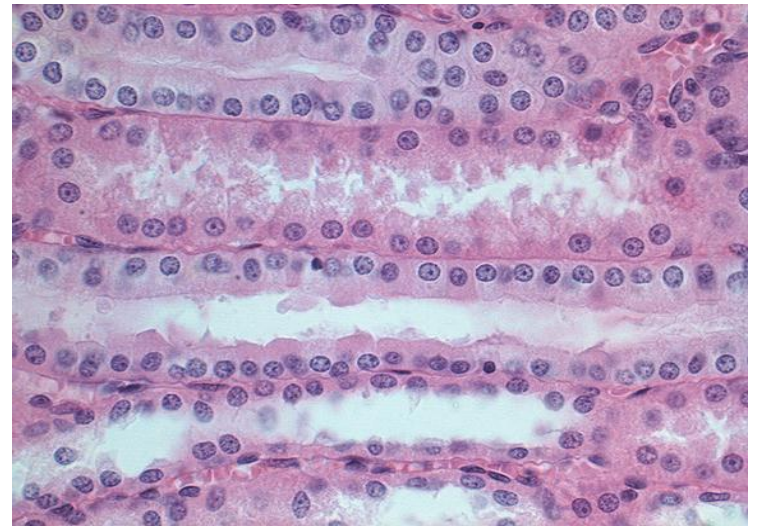
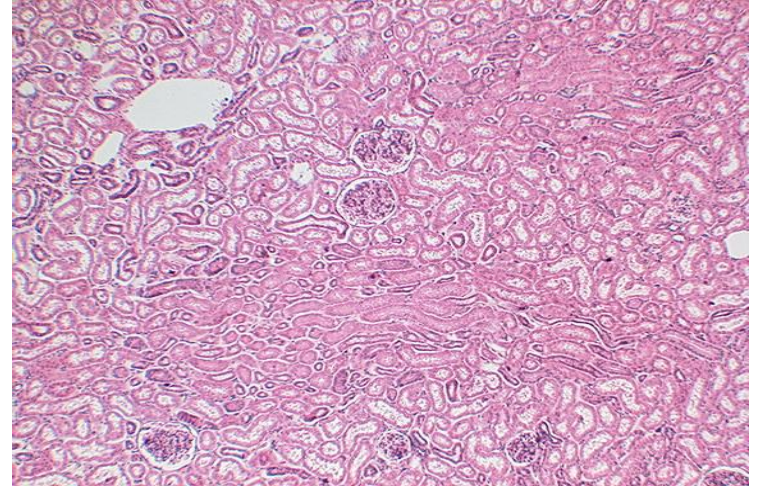
Сабирни тубули и дуктуси

- У близини врха пирамиде 5-7 правих тубула спаја се у **папиларни дуктус (Белинијев канал)**
 - прост цилиндрични епител
- ПД се отварају се на површини реналне папиле (на врху пирамиде) – **решетасто поље (area cribrosa)**

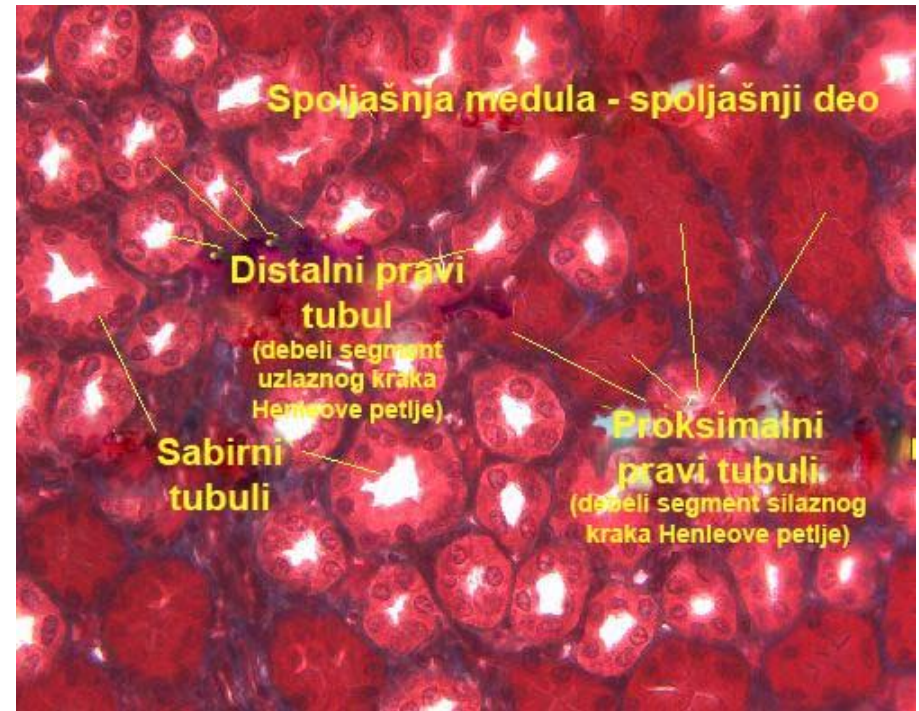
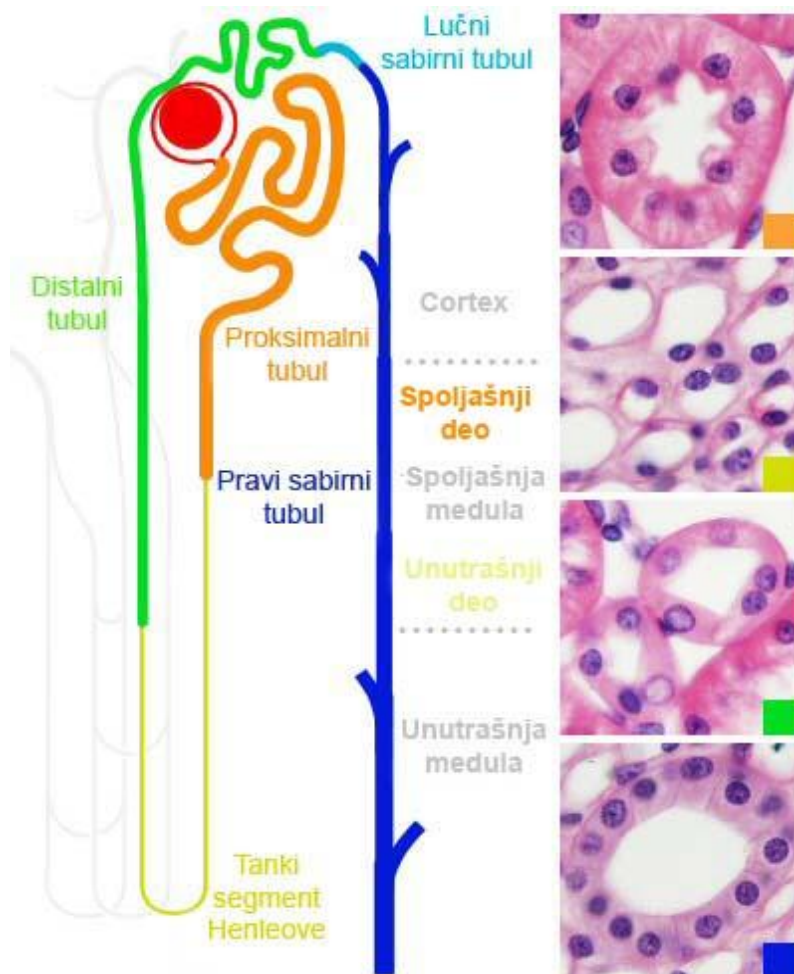


Прави сабирни тубули – медуларни зрак

- У саставу **медуларног зрака** налазе се **сабирни тубули**, проксимални прави тубули и дистални прави тубули
- Сабирни тубули садрже **светле (главне)** и **тамне ћелије**, јасно ограничене
- **Светле ћелије** садрже канале аквапорин-2, -3 и -4
- Осетљиве на дејство АДХ.
- **Тамне (интеркалатне) ћелије** учествују у ацидификацији мокраће

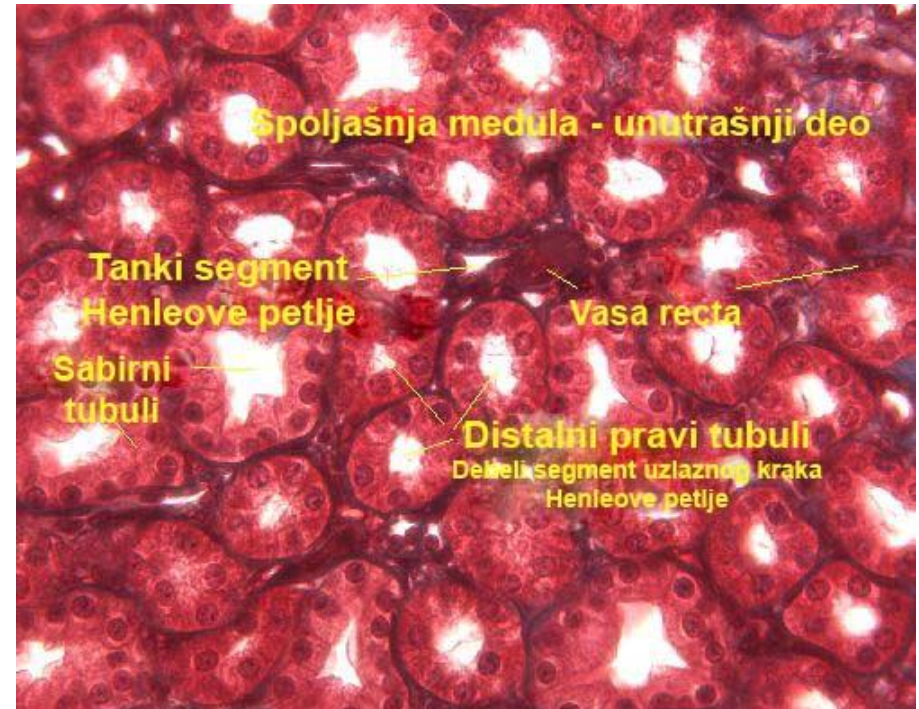
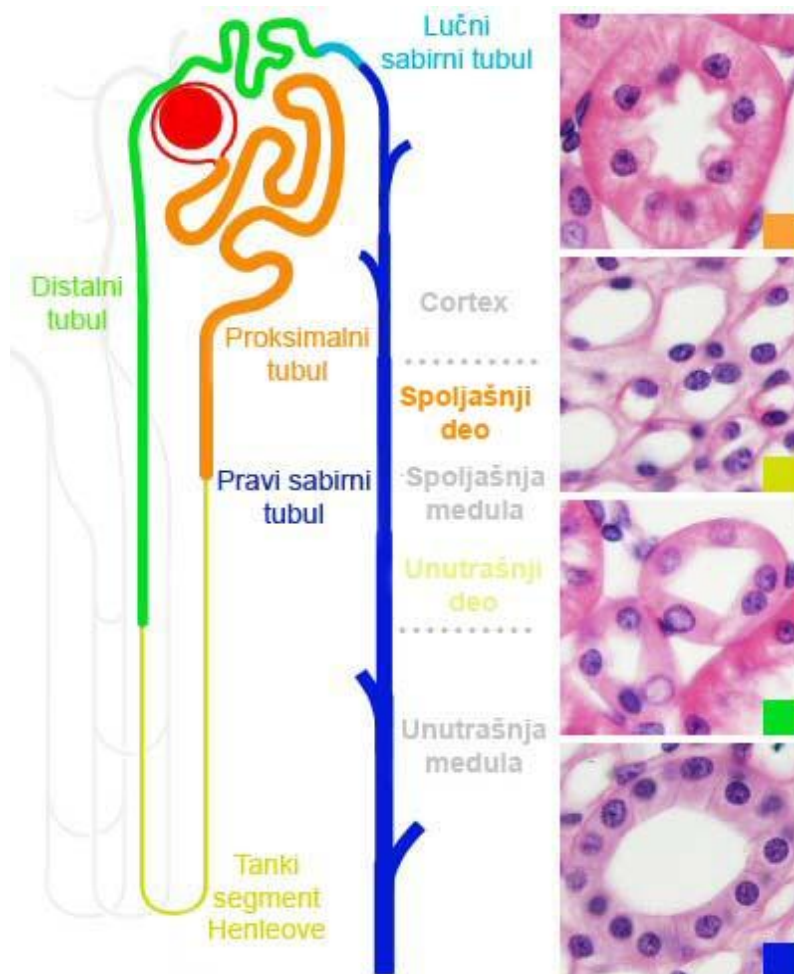


Прави сабирни тубули - спољашња медула (спољашњи део)



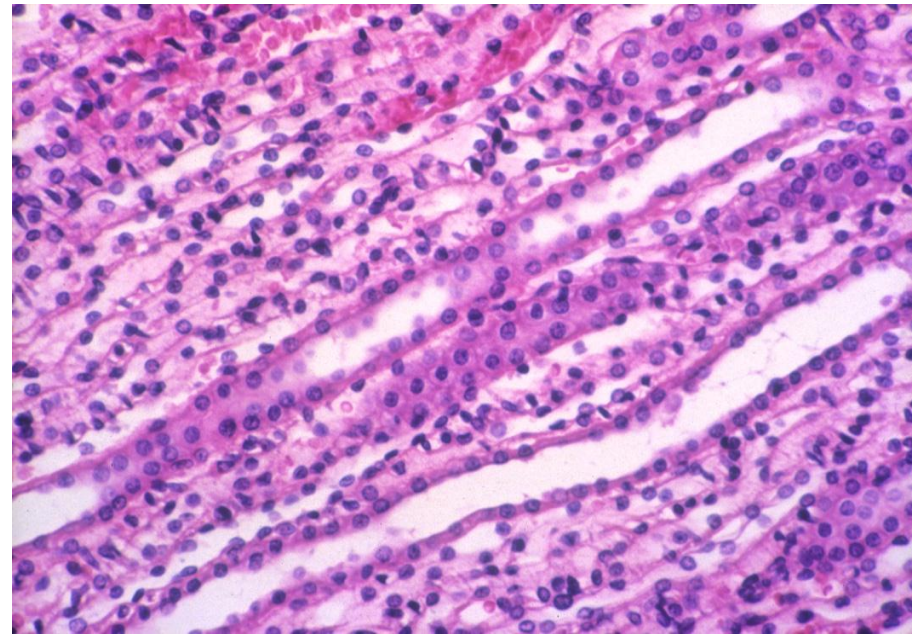
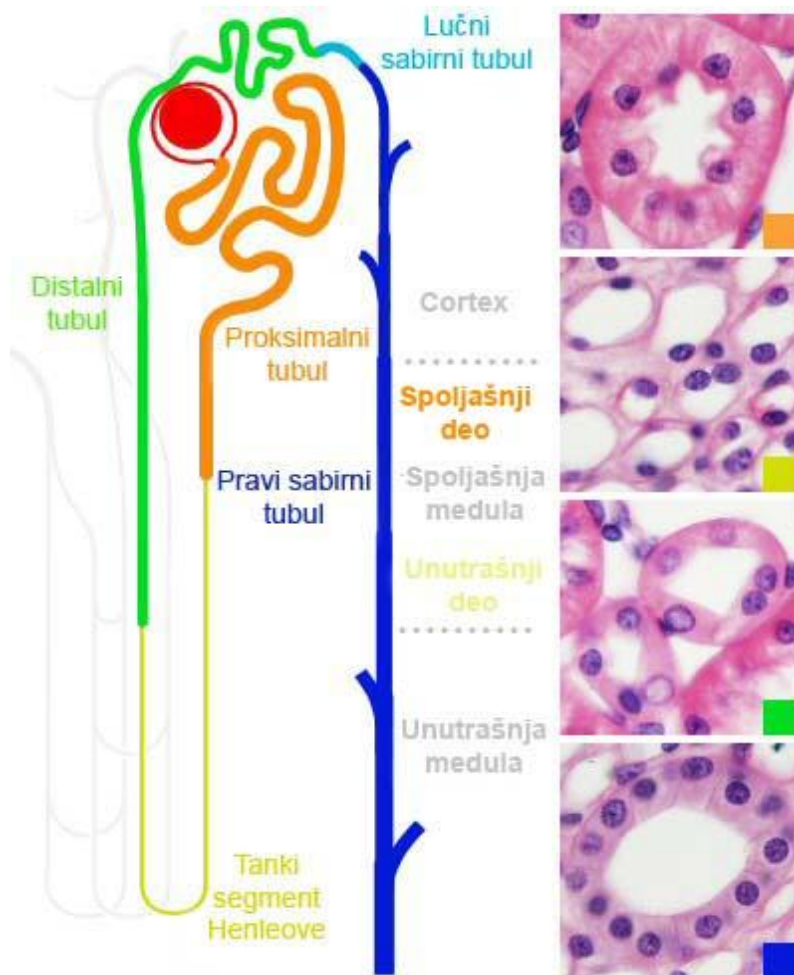
- Садржи проксималне праве тубуле, дисталне праве тубуле (дебеле сегменте Хенлеове петље) и сабирне тубуле.

Прави сабирни тубули - спољашња медула (унутрашњи део)



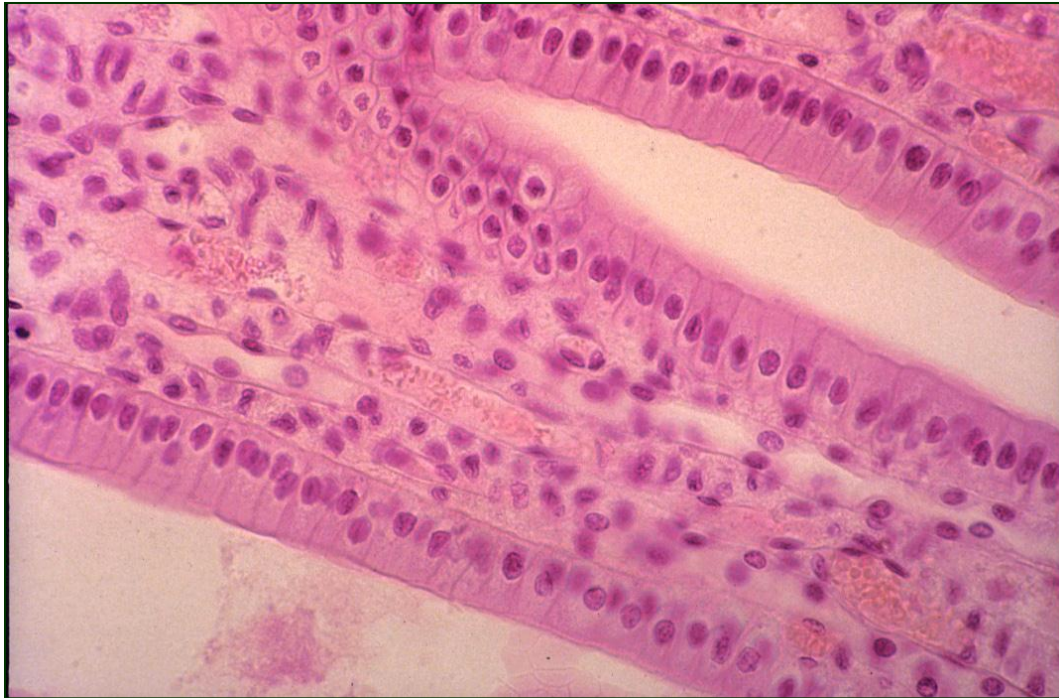
- Садржи танке танке сегменте Хенлеових петљи, дисталне праве тубуле и сабирне тубуле.

Прави сабирни тубули – унутрашња медула



- Унутрашња медула садржи **танке сегменте Хенлеових петљи** и **сабирне тубуле**.
- Присутни су и **vasa recta**

Прави сабирни тубули у близини реналне папиле



- Високи цилиндрични епител сабирних тубула у медули у близини реналне папиле.
- Виде се и танки сегменти Хенлеових петљи и vasa recta

Папиларни дуктуси (Белинијеви канали)

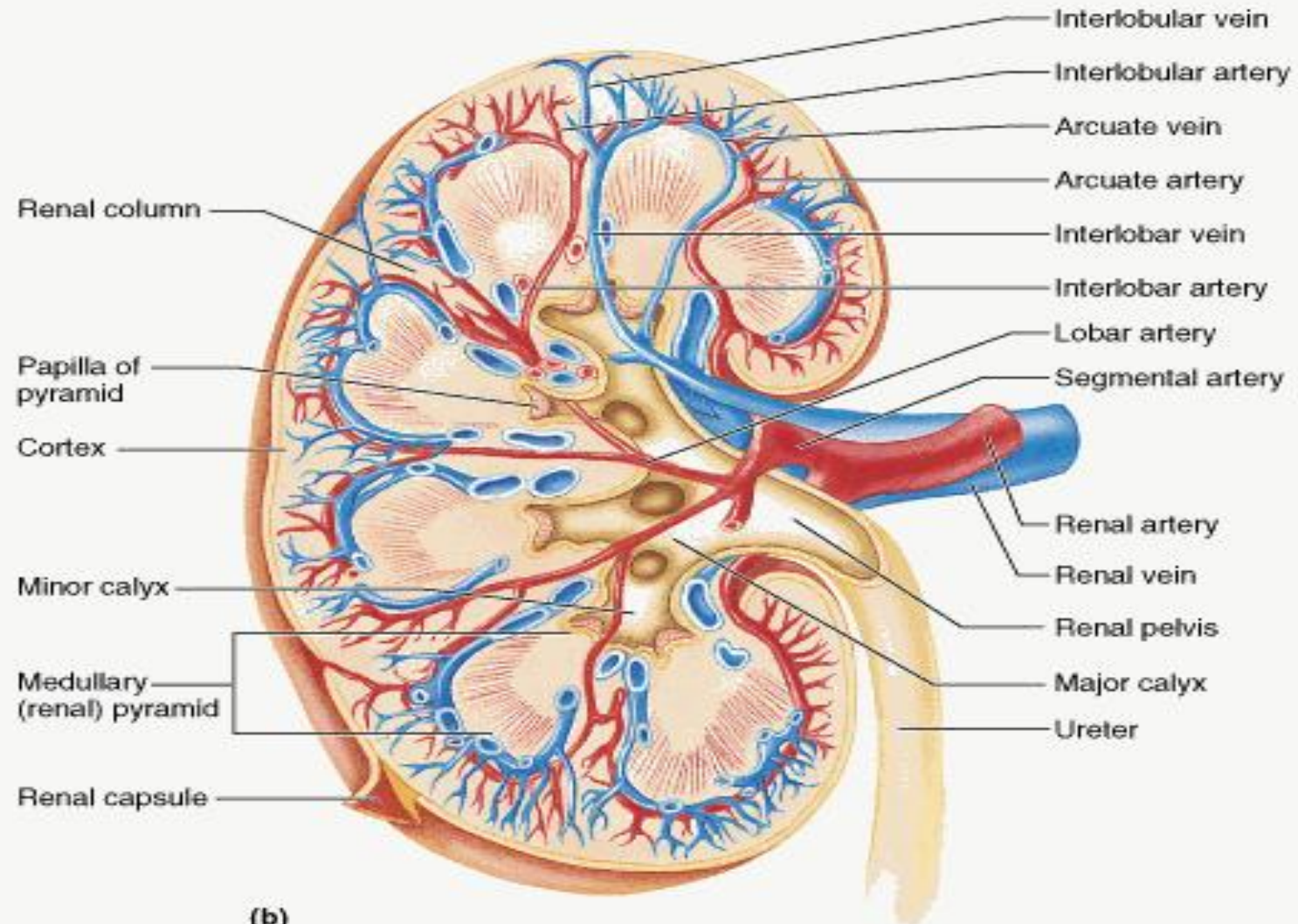


- У близини врха пирамиде 5-7 правих тубула спаја се у **папиларни дуктус (Белинијев канал)**
- **Прост цилиндрични епител** правих сабирних тубула и Белинијевих канала постепено прелази у епител прелазног типа.
- Већи број папиларних дуктуса отвара се на површини реналне папиле - решеткасто поље – **area cribrosa**

Васкуларизација бубрега

- Бубрези су изузетно добро прокрвљени органи (1200 ml крви у минути)
- Васкуларизују их реналне артерије које у нивоу хилуса дају предњу и задњу завршну грану
- Њиховим гранањем настаје **5 сегментних артерија**.
- Гранањем сегментних артерија настају **интерлобарне артерије (aa. *interlobares*)**
- Интерлобарне артерије се пењу уз Бертинијеве колумне до база реналних пирамида где се гранају на **лучне артерије (aa. *arcuatae*)**
- Лучне артерије настављају ток под правим углом на граници медије и кортекса и дају огранке – **интерлобуларне артерије (aa. *interlobulares*)**

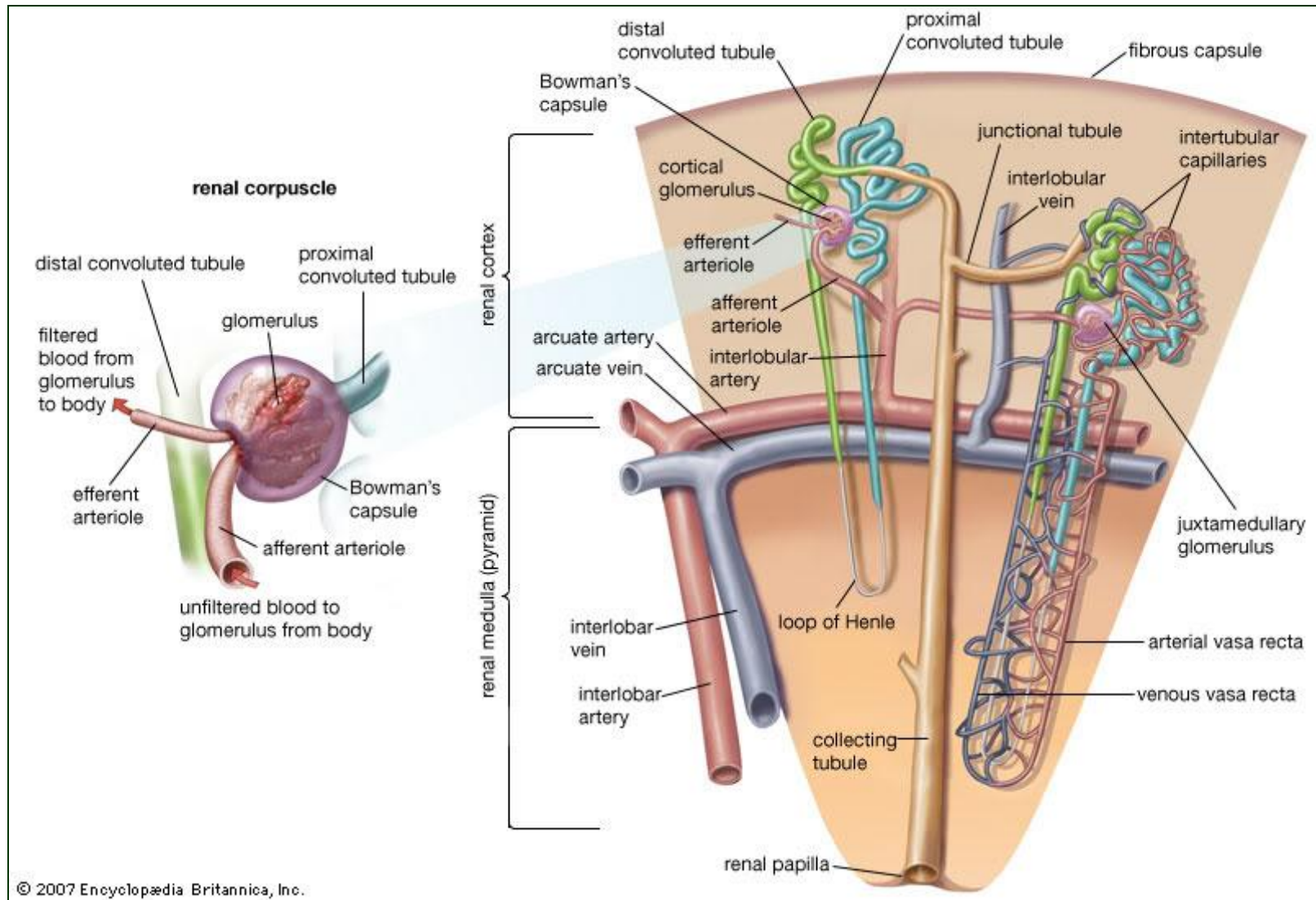
Васкуларизација бубрега



Васкуларизација бубрега

- Интерлобуларне артерије се пружају ка капсули бубрега попут чешља. Терминалне гранчице испод капсуле формирају **капсуларни капиларни сплет**
- Интерлобуларне артерије дају своје бочне огранке - **аферентне артериоле**. Унутар гломерула од њих настаје **гломерулски капиларни сплет** из кога израстају **еферентне артериоле**
- Еферентне артериоле расипају се **у перитубуларну капиларну мрежу**. Исхрањују проксималне и дисталне вијугаве тубуле и уливају се у **интерлобуларне вене**
- Еферентне артериоле јукстамедуларних нефрона дају танке капиларе који прате Хенлеове петље и који се називају **vasa recta**
- **Vasa recta** прате ток ХП - уливају се (као и перитубуларни капилари) у интерлобуларне вене

Васкуларизација бубрега

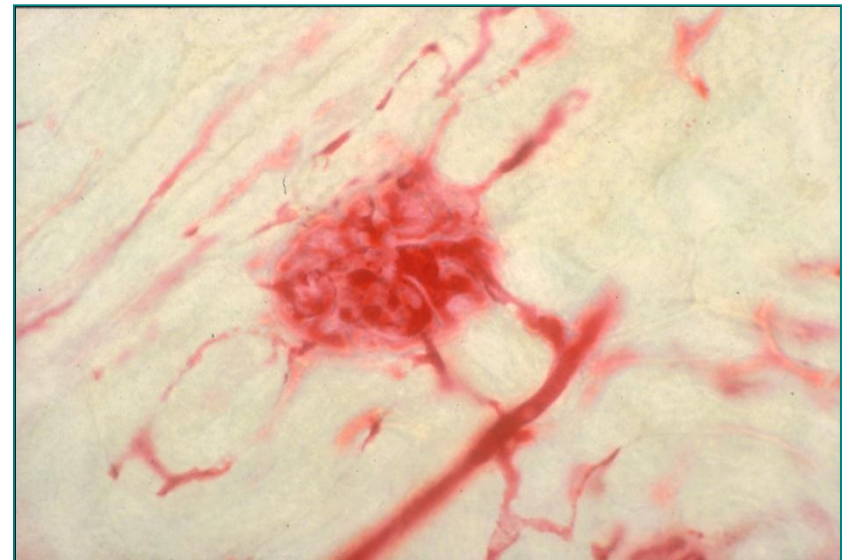
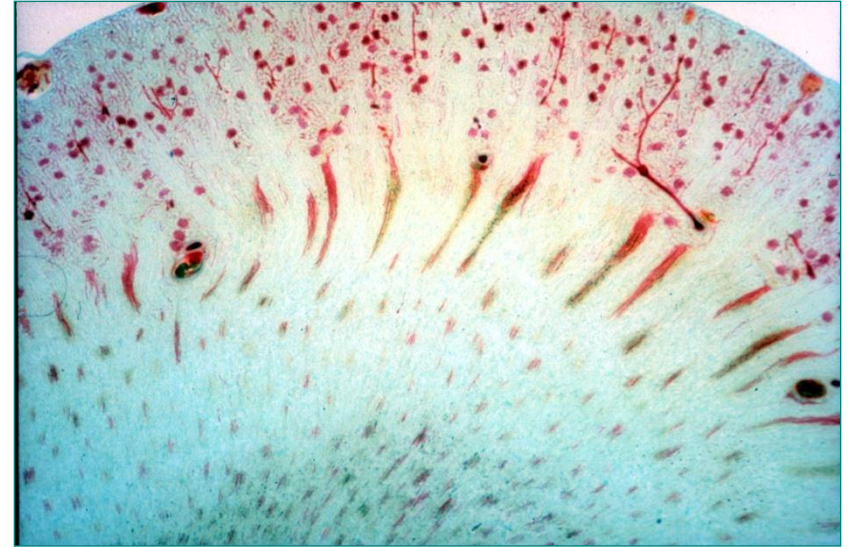


Васкуларизација бубрега

- Вене бубрега прате ток артерија
- Капилари капсуле и спољашњег дела коре формирају **venae stellatae**
- Стелатне вене и перитубуларни капилари уливају се у **интерлобуларне вене**, а ове у **вене аркуате** (лучне вене)
- Од лучних вена настају **интерлобарне вене**, а од њих **ренална вена** којом се крв одводи из бубрега

Васкуларизација бубрега

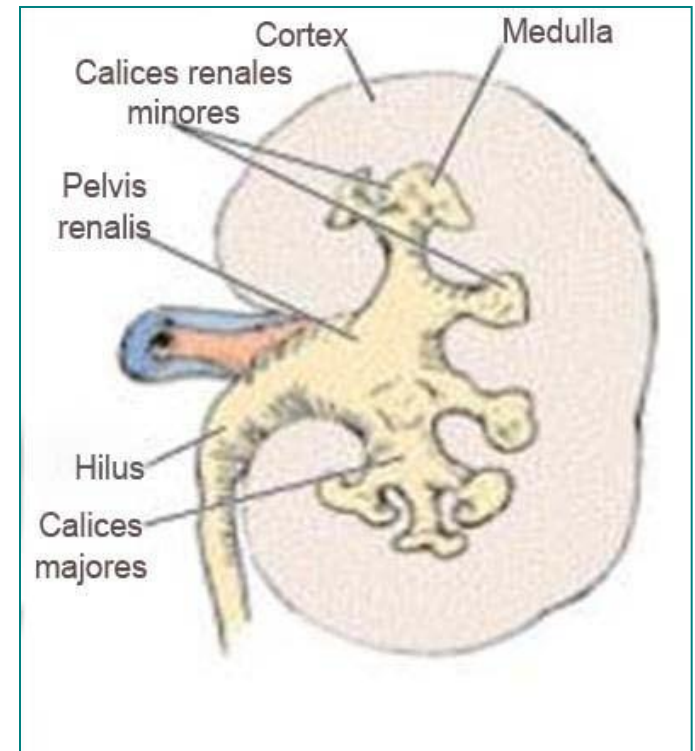
- Кортекс садржи гломеруле са аферентним и еферентним артериолама, перитубуларне капиларе, интра- и интерлобуларне артерије
- Артерија аркуата на граници кортекса и медуле
- У медули – vasa recta



Мокраћни путеви

Мокраћни путеви

- Дефинитивно уобличена мокраћа се излучује из бубрега папиларним дуктусима преко решетастог поља реналне папиле
- Мокраћа из бубрега улази у мокраћне путеве који имају искључиво кондукторну улогу
- Мокраћне путеве чине:
 - **Calices renales minores** (мале бубрежне чашице)
 - **Calices renales majores** (велике бубрежне чашице)
 - **Pelvis renalis** (бубрежна карлица)
 - **Ureter** (мокраћовод)
 - **Vesica urinaria** (мокраћна бешика)
 - **Urethra** (мокраћна цев)



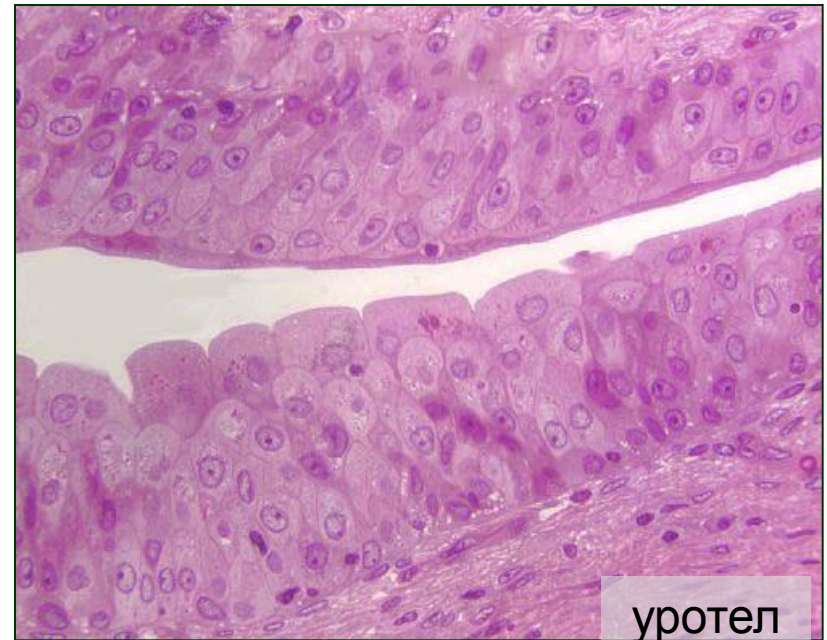
Мокраћни путеви

- Сви мокраћни путеви изузев уретре имају исти план грађе
- Њихов зид се састоји из три слоја: мукозе, мишићног алоја и адвентиције
- **Слузница** свих уринарних путева, изузев дисталног дела уретре, обложена је епителом прелазног типа (**уротелом**)
- Испод епитела налази се ламина проприја
- Уротел је непропустљив за воду и соли и представља осмотску баријеру између мокраће и ткивне течности



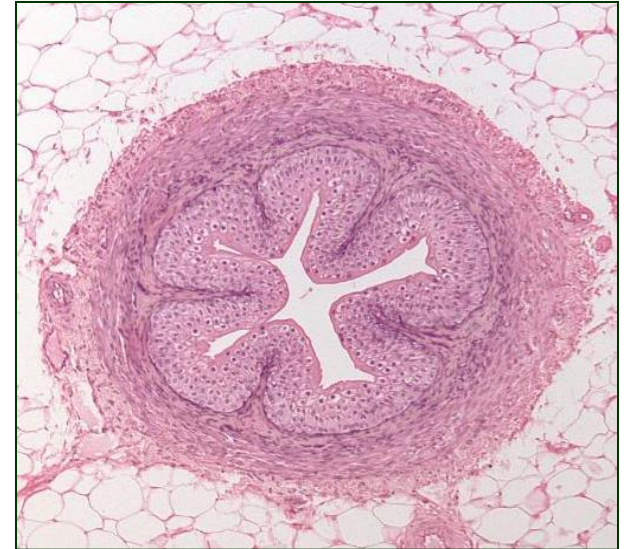
Мокраћни путеви

- Уротел је идеално прилагођен променама запремине органа
- **Мишићни слој** граде два подслоја глатких ћелија:
 - Унутрашњи подслој граде лонгитудинално оријентисани снопови ћелија
 - Спољашњи подслој – циркуларно оријентисани
- **Адвентиција** је слој растреситог везива (адипоцити, крвни и лимфни судови, нерви)



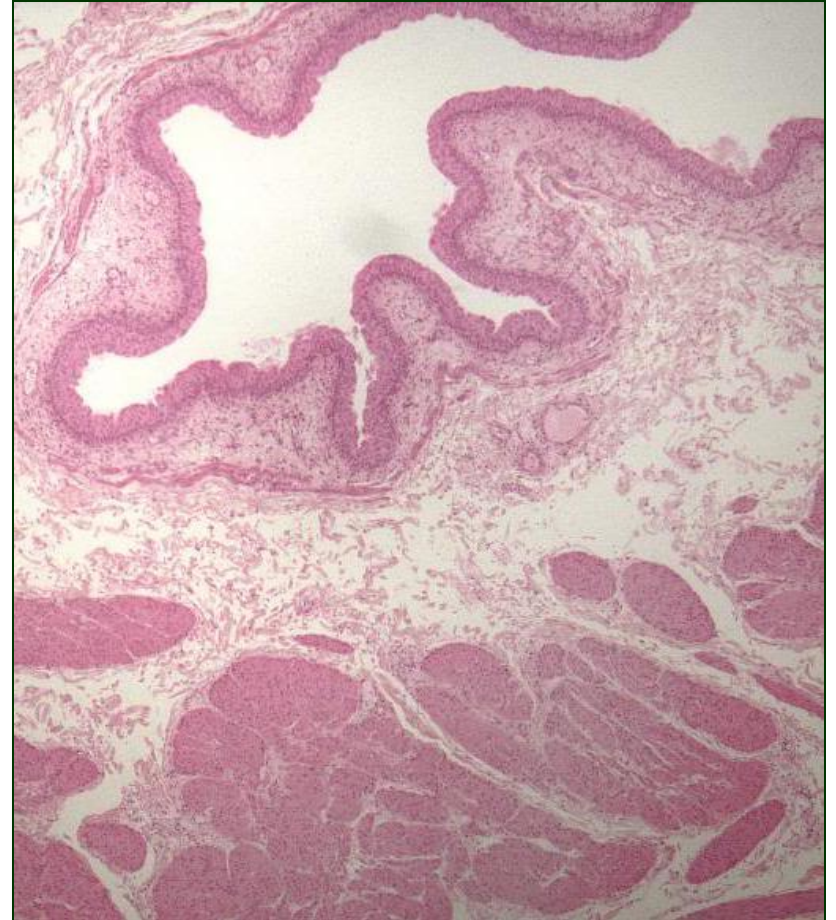
Мокраћовод (ureter)

- Мокраћовод (**ureter**) је парни цевасти орган дужине око 30 cm, калибра 4-5 mm
- Перисталтичке контракције уретера спроводе мокраћу од бубрежне карлице до мокраћне бешике
- Зид уретера чине:
 - **Tunica mucosa**
 - Lam. epithelialis
 - Lamina propria
 - **Tunica muscularis**
 - Унутрашњи лонгитудинални слој
 - Спољашњи циркуларни слој
 - **Tunica adventitia**



Мокраћна бешика (vesica urinaria)

- Мокраћна бешика (**vesica urinaria**) је растегљив кесasti орган који служи као привремени резервоар урина
- У зиду постоје **три отвора** – два за уретере и један за уретру
- Троугласти део зида између ових отвора означава се као **trigonum**
- Грађа је слична уретеру, али са знатно дебљим мишићним слојем



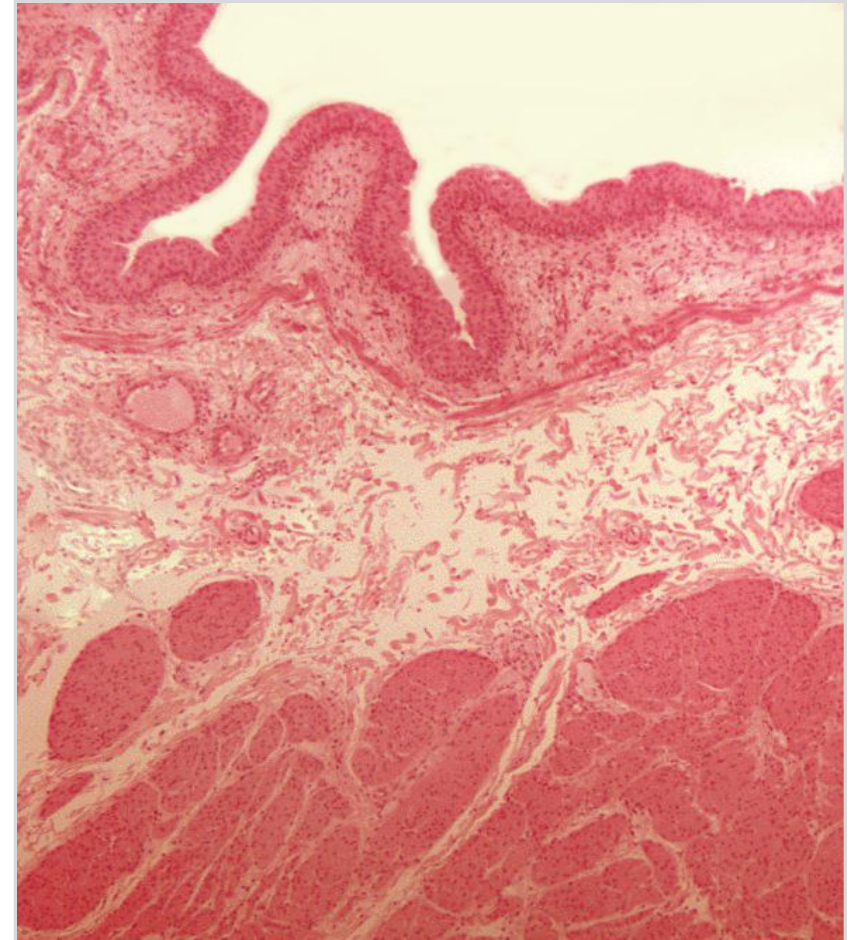
Мокраћна бешика (vesica urinaria)

- Између слузнице и мишићног слоја налази се тела субмукоза
- У пределу унутрашњег отвора уретре мишићни слој формира **унутрашњи сфинктер уретре**
- Највећи део бешике обавија адвентиција, док сероза покрива само горњи део органа (fundus)



Мокраћна бешика (vesica urinaria)

- **Tunica mucosa**
 - Lamina epithelialis
 - Lamina propria
 - Lamina muscularis
- **Tela submucosa**
- **Tunica muscularis**
 - Унутрашњи и спољашњи лонгитудинални слој
 - Средишњи циркуларни слој
- **Tunica adventitia**



Мокраћна цев (urethra) жене

- Мокраћна цев (**urethra**) одводи урин из бешике изван тела
- **Уретра жене** је дуга 4-5 cm и отвара се у вестибулуму вагине испод клиториса
- Средишњи део уретре обавијају влакна скелетне мускулатуре која граде **спољашњи сфинктер уретре** (тонус је под контролом воље)



Мокраћна цев (urethra) жене

- Изграђена је од:
 - **Tunica mucosa**
 - *Lam. epithelialis*
 - Епител прелазног типа (проксимални део)
 - Цилиндрични слојевити епител
 - Плочастослојевити без орожавања (дистални део)
 - *Lamina propria*
 - Садржи периуретралне (Скенеове) жлезде
 - **Tunica muscularis**
 - Унутрашњи лонгитудинални
 - Спољашњи циркуларни (у почетном делу заједно са бешиком гради унутрашњи сфинктер уретре)
 - **Tunica adventitia**

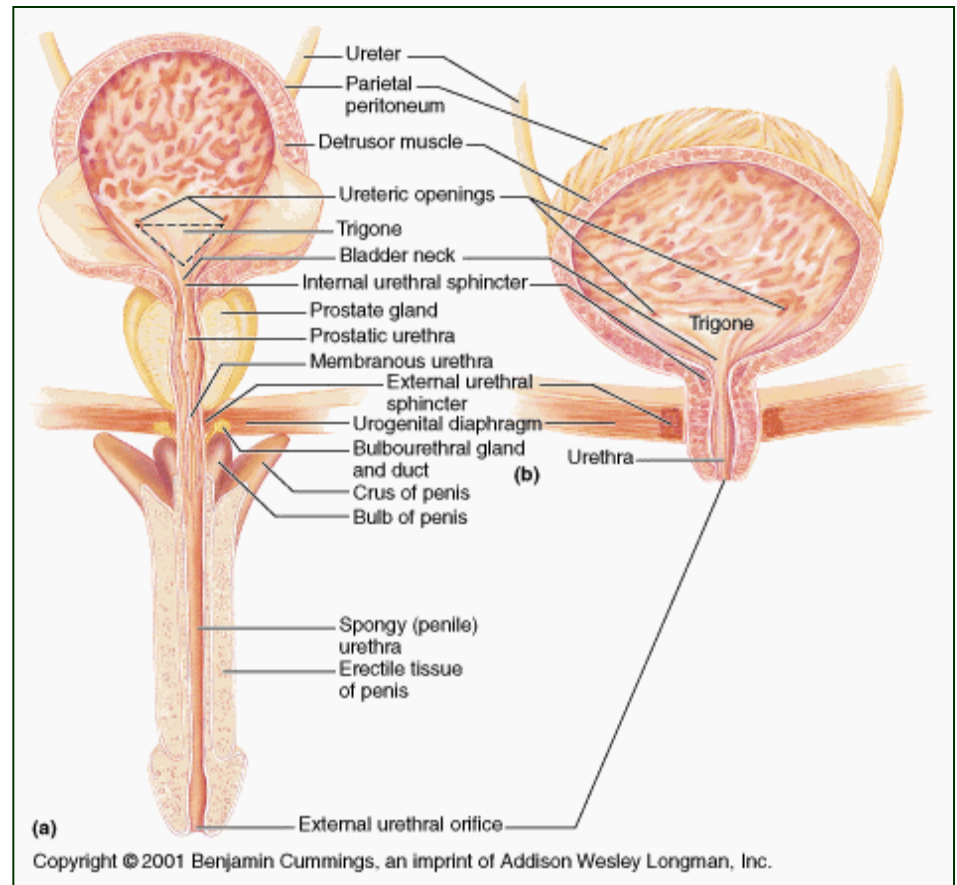
Мокраћна цев (urethra) мушкарца

- Уретра мушкарца је дуга око 20 cm
- Анатомохистолошки се дели на три дела:
- **Простатични део**
 - дуг око 3-4 cm и целом дужином се пружа кроз простату
 - на задњем зиду се налази **семени брежуљак** на чијој средини се отвара **utriculus prostaticus** (слепи канал непознатог значаја), а бочно од њега се отварају **ејакулаторни дуктуси**



Мокраћна цев (urethra) мушкарца

- **Мембрански део**
 - Дуг око 1 cm
 - Појављује се цилиндрични слојевити епител
 - Око овог дела се налази **спољашњи сфинктер уретре** (вољни мишић од скелетне мускулатуре)



Мокраћна цев (urethra) мушкарца

- **Спонгиозни део**

- Дуг око 15 cm и смештен у сунђерастом телу пениса
- Обложен цилиндричним слојевитим епителом све до **фосе навикуларис** где се појављује плочасто слојевити епител без орожавања
- Садржи мукозне уретралне жлезде (Литреове жлезде), чији секрет штити епител од урина

