



Универзитет у Крагујевцу
Факултет медицинских наука
Основне струковне студије
Катедра за Хистологију и ембриологију

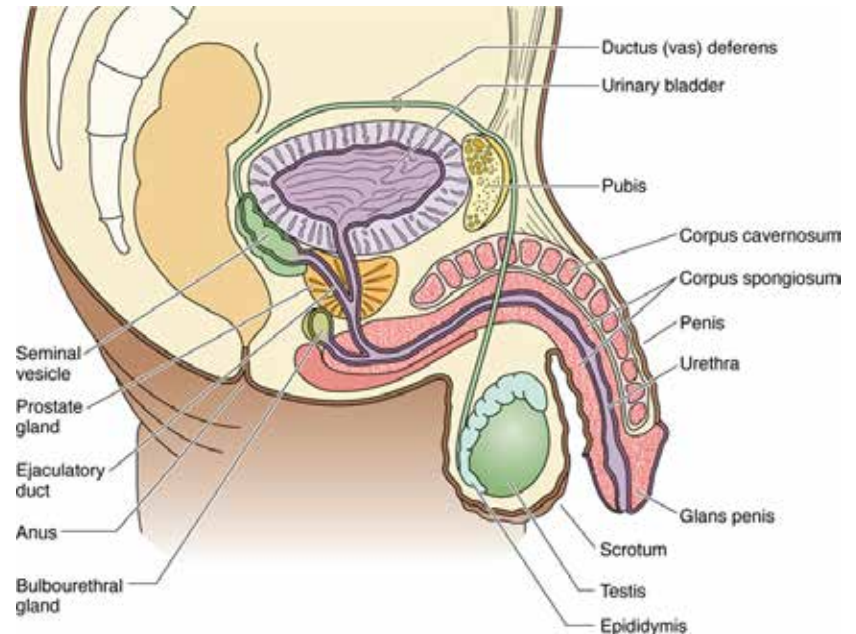
МУШКИ РЕПРОДУКТИВНИ СИСТЕМ

четрнаеста недеља наставе

Мушки репродуктивни систем

Мушки репродуктивни систем

- Мушки репродуктивни систем чине:
- **Гонаде** или **пар тестиса**, чија је функција стварање сперматозоида и синтеза андрогених хормона;
- **Парни систем изводних канала** који скупљају и спроводе сперматозоиде;
- **Помоћне егзокрине жлезде**, које стварају семену течност, као и течност која влажи уретру;
- **Пенис**, копулациони орган.



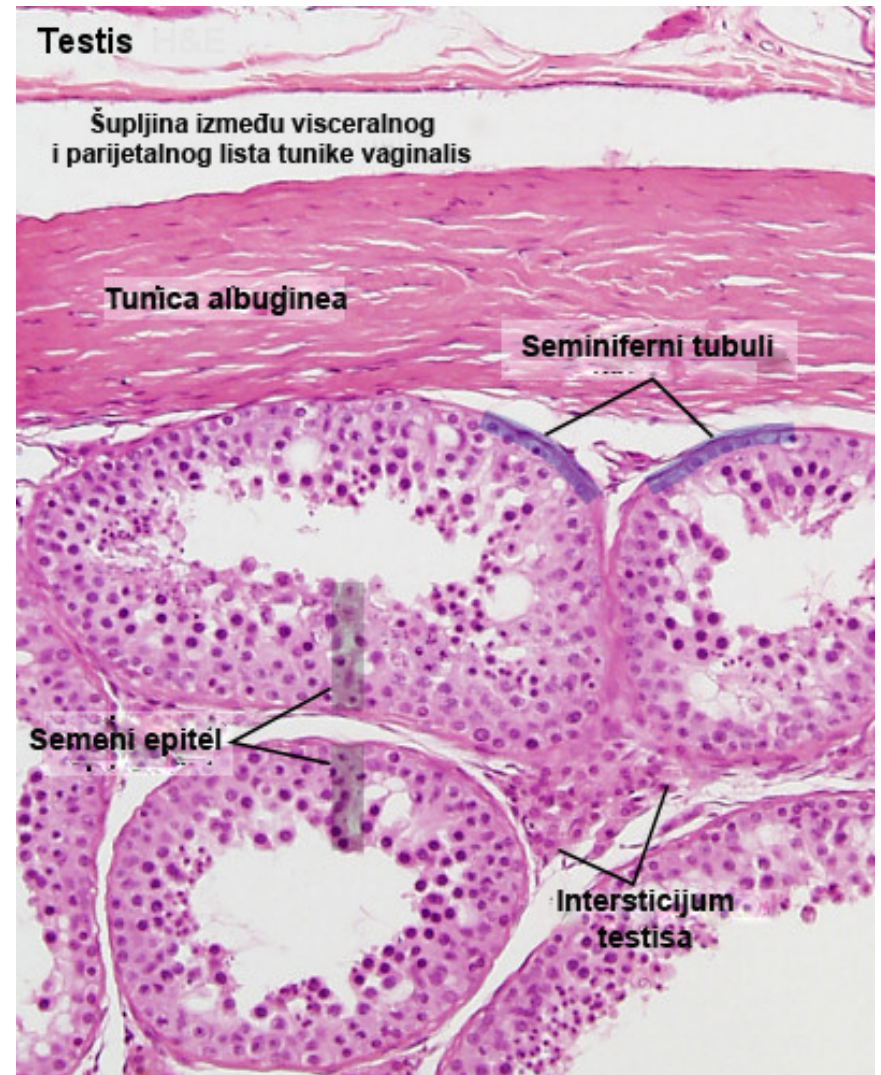
Gartner and Hiatt: Color Textbook of Histology, 3rd ed. Philadelphia, W.B. Saunders, 2007.

Тестис

- **Тестиси** су парни органи који се током ембриогенезе развијају у абдомену, да би се касније током фетусног живота спустили у скротум.
- **Скротум** је покривен кожом са бројним фоликулима длака и знојним жлездама.
- У дубљим слојевима **коже скротума** налазе се **мишићна влакна** која својим контракцијама омогућују покретљивост коже скротума.

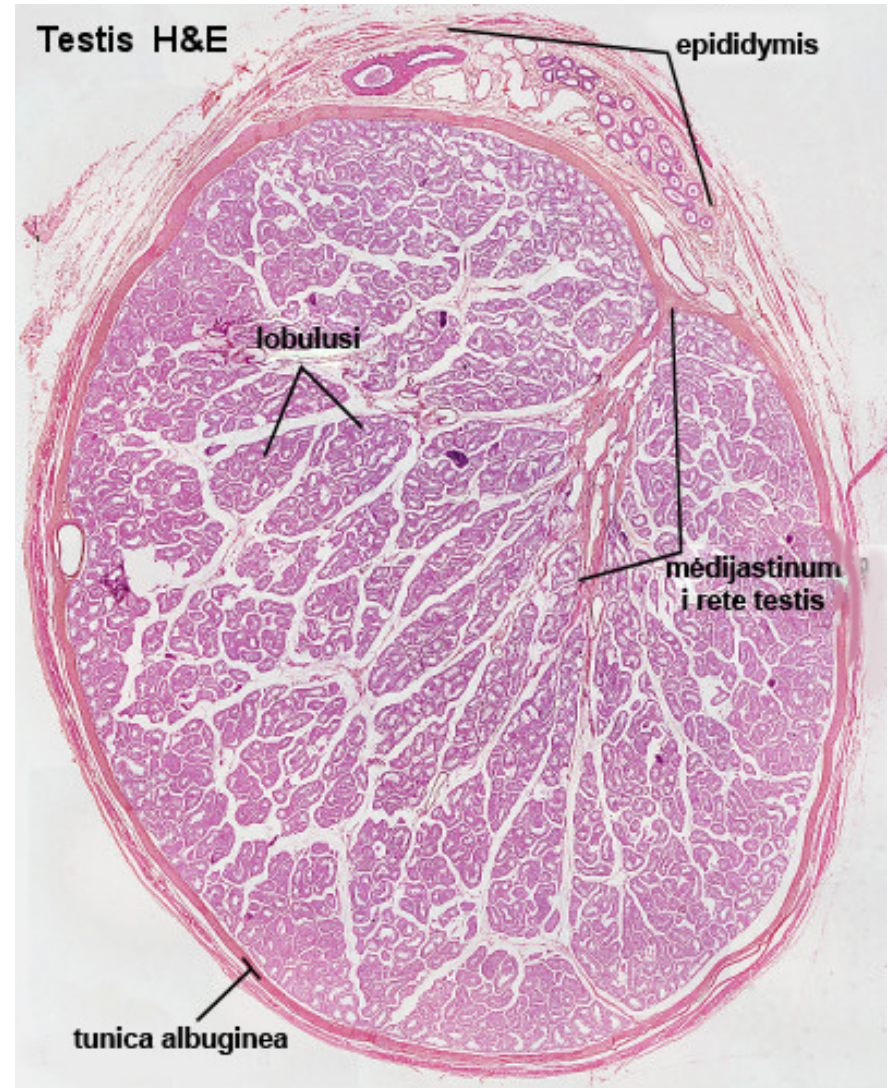
Тестис

- Површину тестиса прекрива **туника вагиналис** која има паријетални и висцерални лист, између којих се налази мала количина течности која спречава трење.
- Паријетални лист је обложен мезотелом, док висцерални лист око тестиса формира капсулу која се назива **туника албугинеа** (*tunica albuginea*).



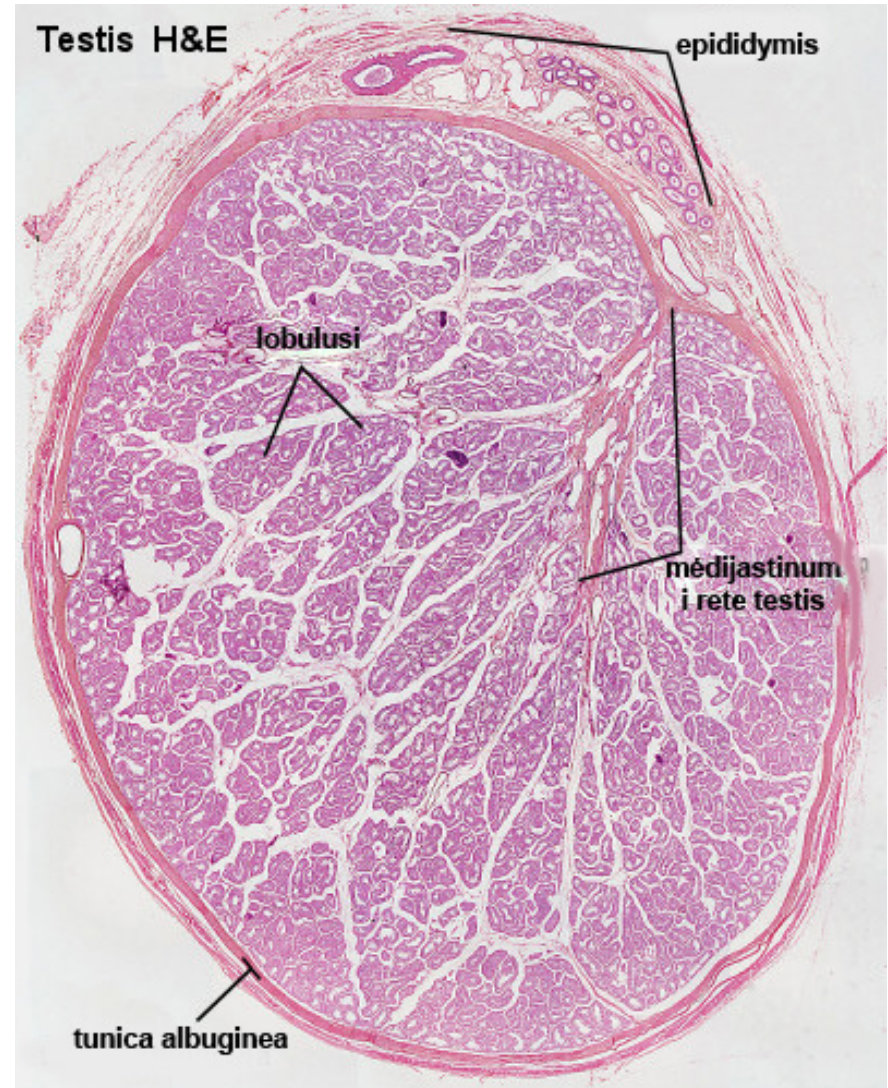
Тестис

- Ова везивна капсула је задебљала у свом задњем делу где формира **медијастинум тестиса**.
- Од медијастинума полазе крвни судови и везивне септе које непотпуно деле интерстицијум тестиса на око 250 режњића (*lobuli testis*).



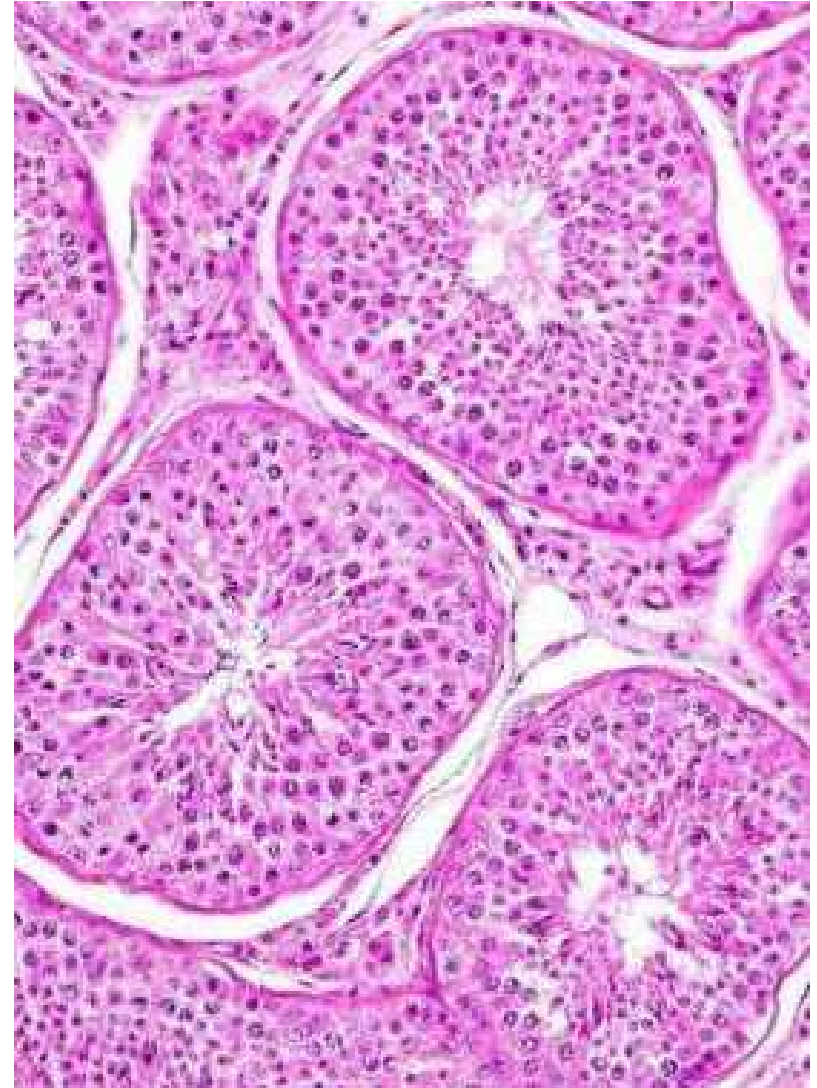
Тестис

- У сваком лобулусу тестиса налазе се 1-4 јако изувијана каналића који се називају **семене цевчице** или **семиниферни тубули** (*tubuli seminiferi contorti*).
- У семиниферним каналићима тестиса одвија се сперматогенеза.



Тестис

- Семиниферни каналићи се састоје од 3 категорије ћелија:
- **Сертолијевих ћелија**, које се протежу од базалне мембране до лумена каналића;
- Неколико категорија герминативних ћелија;
- Перитубуларних ћелија које окружују каналић.

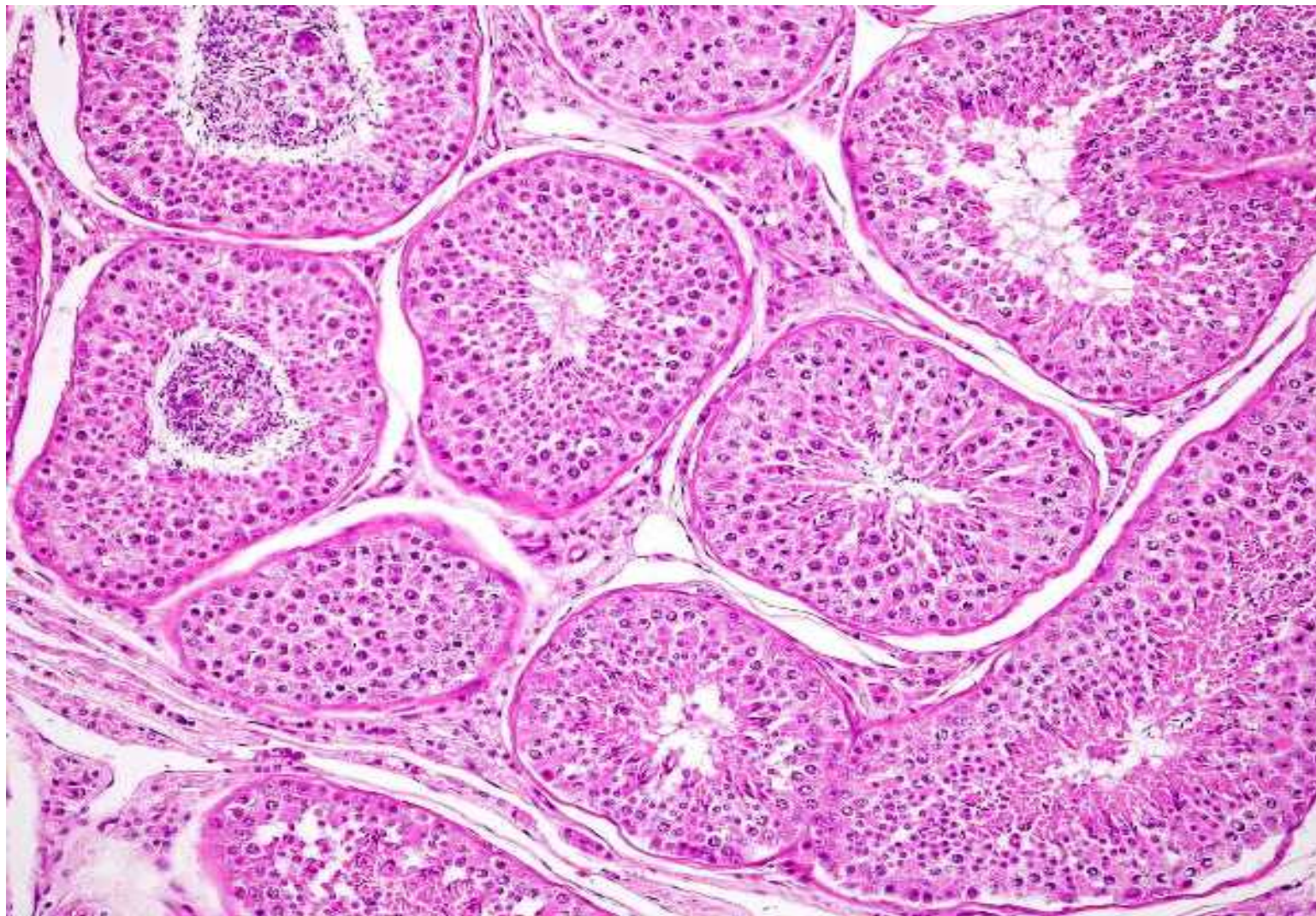


Семиниферни каналићи

- **Семиниферни каналићи** (тубули) су обложени специфичним слојевитим епителом који се зове **семиниферни (герминативни) епител**.
- Овај епител садржи две посебне ћелијске популације: **сперматогене** (герминативне) и **Сертолијеве** (потпорне) **ћелије**.

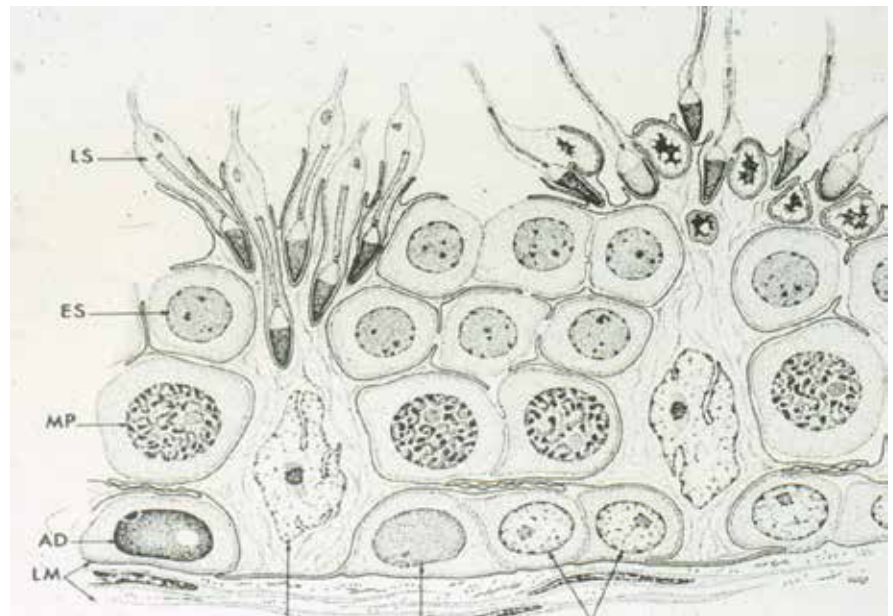


Семиниферни каналићи



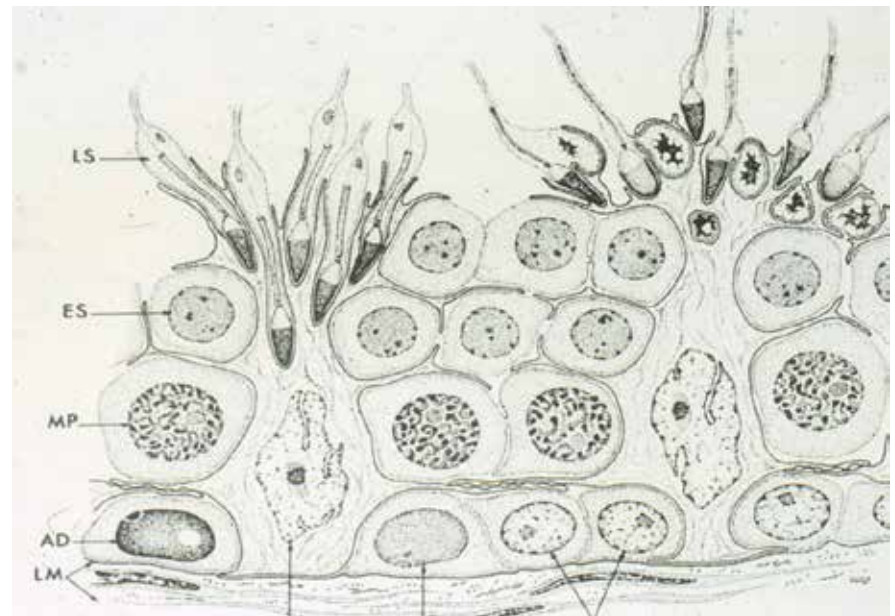
Семиниферни каналићи

- **Сперматогене ћелије** су мушке герминативне ћелије које се деле и мигрирају од базалне мембране ка лумену, при чему постепено сазревају.
- Ови различити развојни стадијуми сперматогених ћелија чине **семиниферни епител**.



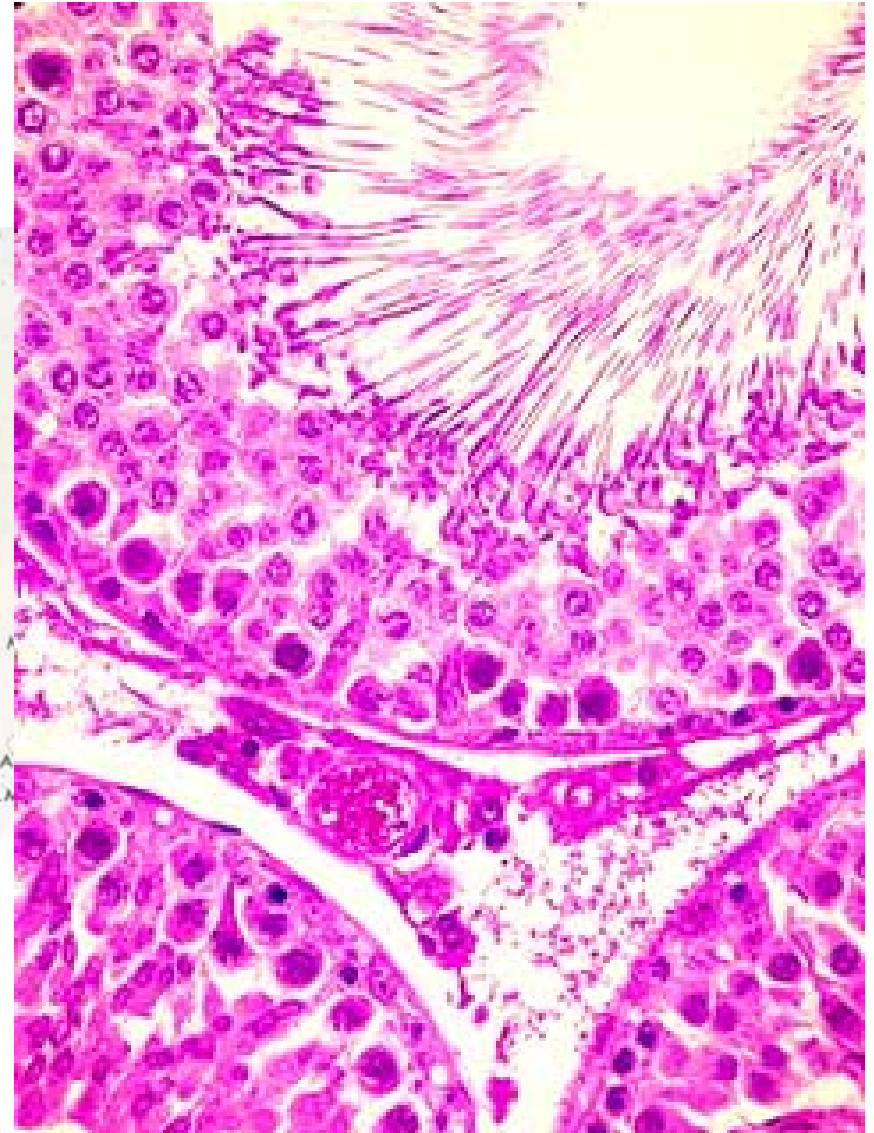
Семиниферни епител

- **Герминативне ћелије**
обухватају различите ћелијске
ентитете:
- **сперматогоније**
- **примарне сперматоците**
- **секундарне сперматоците**
- **сперматиде**
- **сперматозоиде**



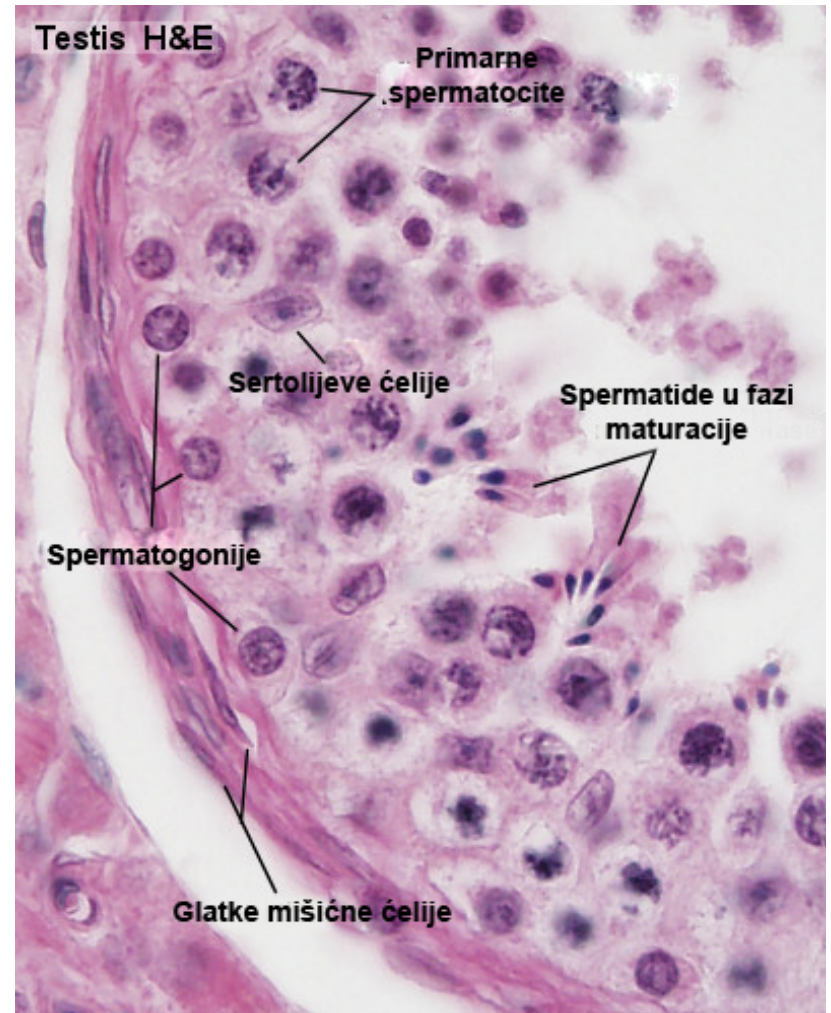
Семиниферни епител

- **Герминативне ћелије**
обухватају различите ћелијске
ентитете:
- **сперматогоније**
- **примарне сперматоците**
- **секундарне сперматоците**
- **сперматиде**
- **сперматозоиде**



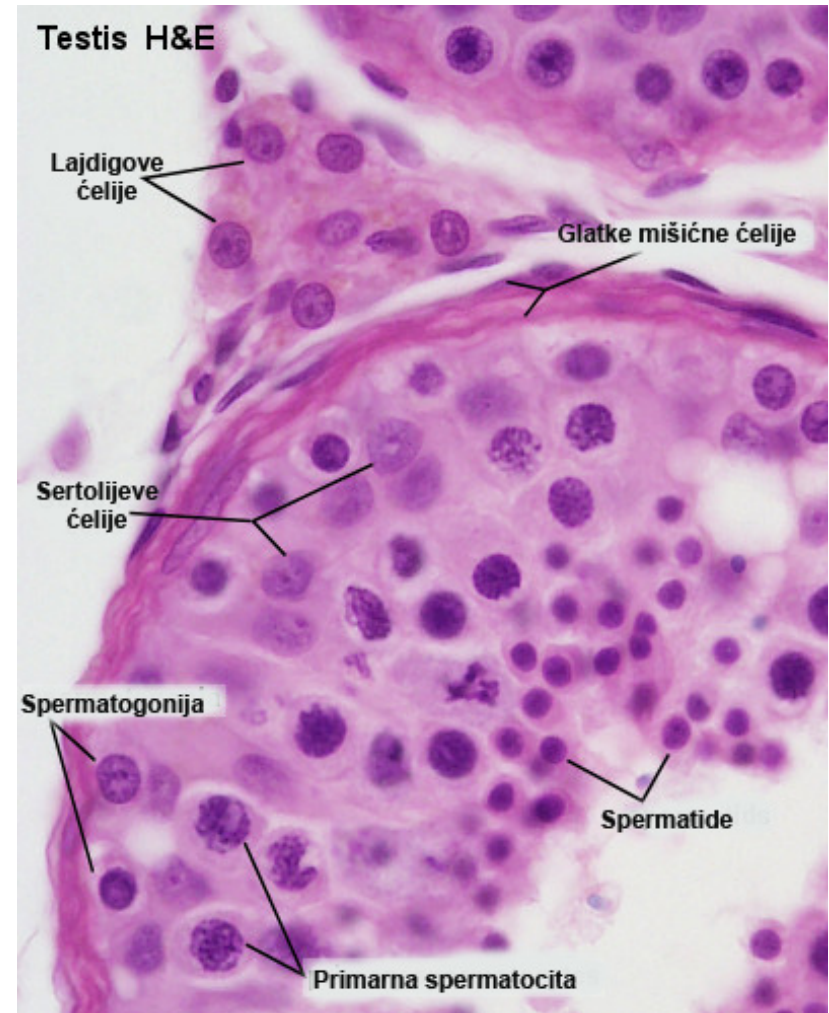
Сперматогоније

- **Сперматогоније** су смештене непосредно уз базалну мембрану.
- Неке сперматогоније митотичким деобама дају нове генерације сперматогонија и остају стем ћелије, док се друге диференцирају у примарне сперматоците.
- Овај процес представља **пролиферативну фазу** сперматогенезе.



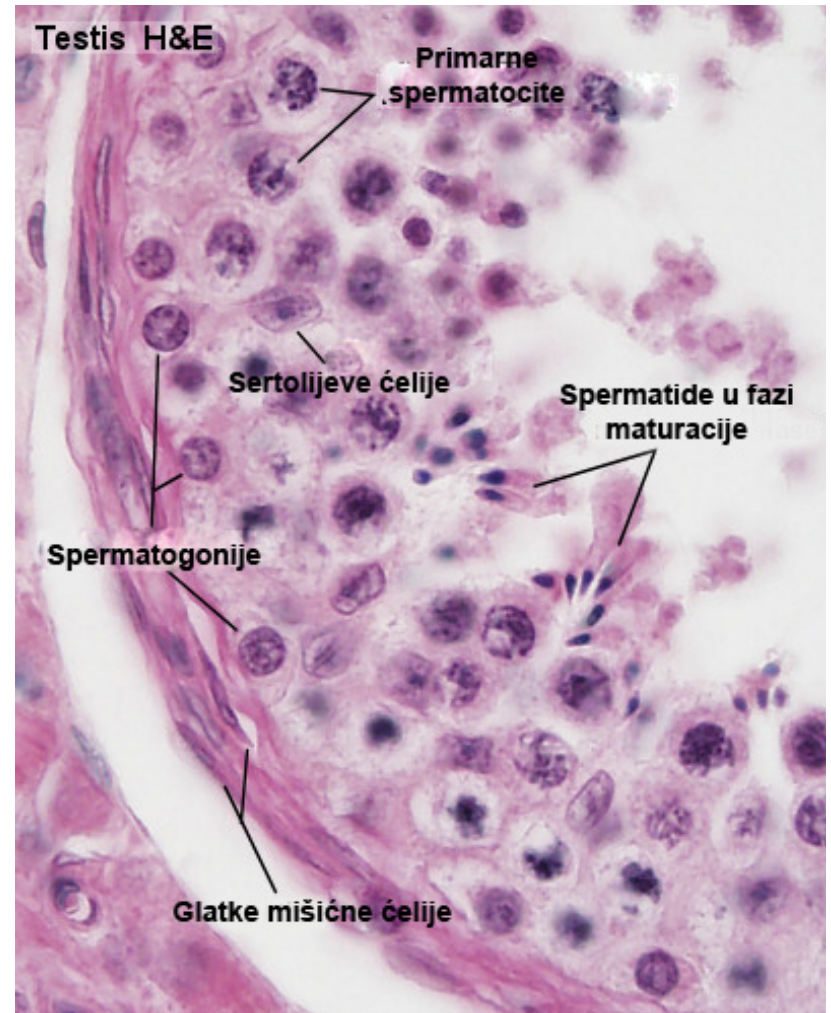
Примарне и секундарне сперматоците

- **Примарне и секундарне сперматоците** подлежу мејотичким деобама.
- Од **примарних сперматоцита** првом мејотичком деобом настају **секундарни сперматоцити**.
- Од **секундарних сперматоцита** другом мејотичком деобом настају **сперматиде**.
- Овај процес се назива **мејотичка фаза сперматогенезе**.



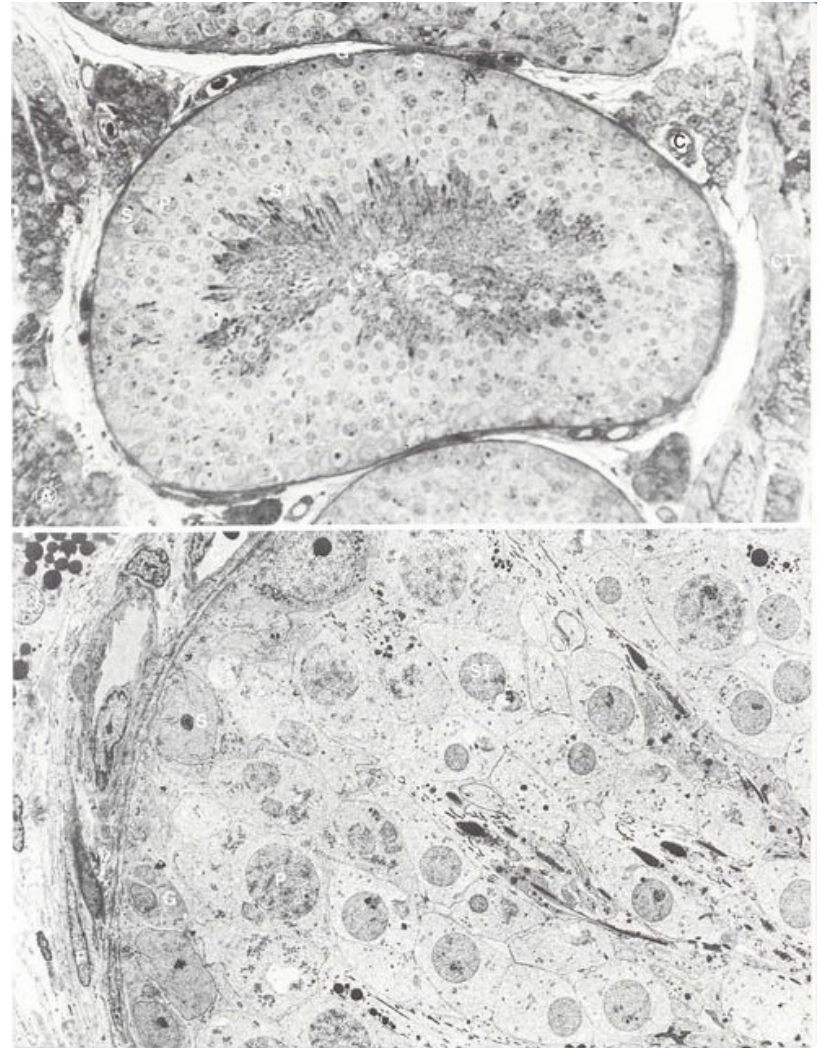
Сперматиде

- **Сперматиде** се налазе у апикалним деловима семиниферног епитела.
- Оне се диференцирају у сперматозоиде процесом **спермиогенезе** који представља **трећу фазу** сперматогенезе.



Герминативне ћелије

- **A.** Пресек тестиса, свтетлосна микроскопија.
- **B.** ТЕМ фотомикрографија семиниферних тубула.
- **C** – капилар;
- **СТ** – везивно ткиво;
- **G** – сперматогонија;
- **I** – интерстицијална Лајдигова ћелија;
- **P** – примарна сперматоцита;
- **S** – Сертолијева ћелија;
- **ST** – Сперматиде;
- **стрелица** – сперматозоид у развоју (стварање акрозоме).
- (Легенда и фотомикрографија www.visualhistology.com)



Сперматогенеза

- Процес **продукције мушких полних ћелија** од сперматогонија до сперматозоида.
- Почиње у пубертету.
- Ћелије сперматогенезе:
- Сперматогоније А и Б- диплодне ћелије (46 хромозома)
- Примарне сперматоците – диплодне ћелије (46 хромозома)
- Секундарне сперматоците – хаплоидне ћелије (23 хромозма)
- Сперматиде – хаплоидне ћелије (23 хромозома)
- Сперматозоид – хаплоидна ћелија (23 хромозома)

Спермиогенеза

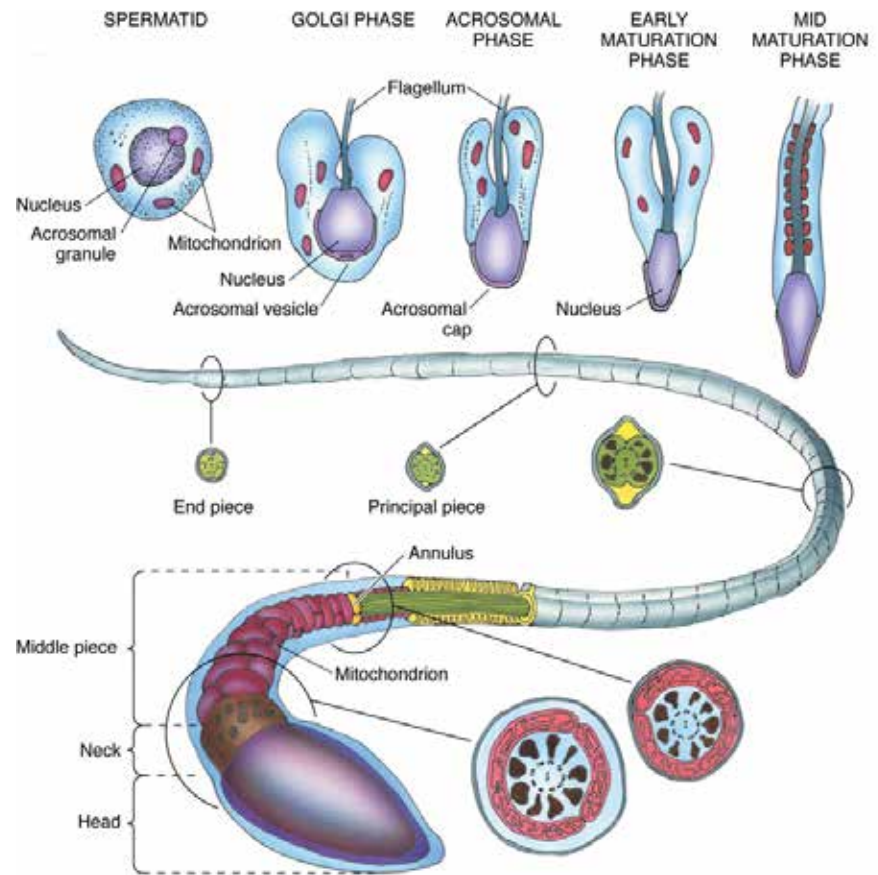
- Представља **диференцијацију сперматиде у сперматозоид.**
- Процес спермиогенезе карактерише:
- Стварање акрозома
- Издуживање једра
- Кондезовање хроматина (транскрипционо некативан)
- Раст флагеле од центриола
- Губитак цитоплазме сперматиде (резидуална тела)

Сперматозоиди

- У процесу спермиогенезе сперматиде одбацују већи део своје цитоплазме и стварају флагеле трансформишући се у **сперматозоиде**.
- Сперматозоид је дугачка ћелија ($\sim 65 \mu\text{m}$), која је састављена од **главе**, у којој се налази нуклеус и **репа** одговорног за његову дужину.
- **Реп сперматозоида** састоји се од: **врата, средњег, главног и завршног дела**.
- Плазмалема главе наставља се на плазмалну мембрану репног дела.

Сперматозоиди

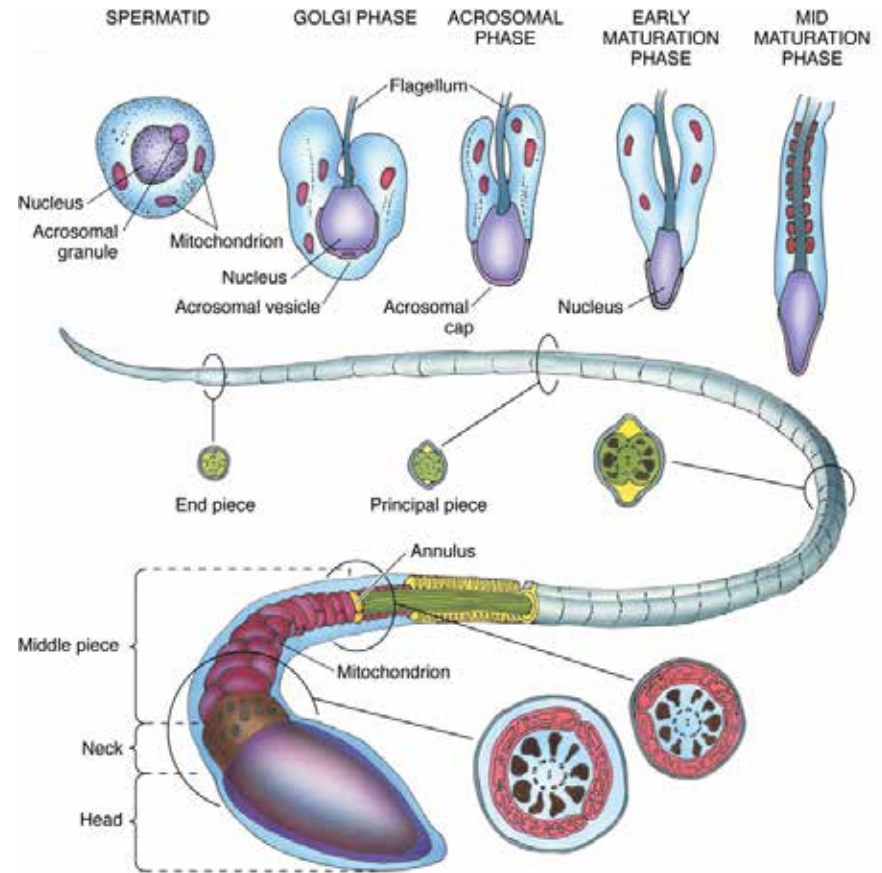
- **Врат** се састоји од 9 лонгитудинално распоређених стубова-везивних фибрила које окружују два центриола.
- Задња страна стубова се наставља са 10 спољашњих густих фибрила.
- **Средњи део** карактерише присуство митохондрија које у виду спиралног омотача обухватају спољашње густе фибриле и аксонему.
- Средњи део репа се завршава анулусом (прстеном).
- Два од укупно 9 спољашњих густих фибрила завршавају се на анулусу, док се преосталих 7 протежу даље у главни део.



Gartner and Hiatt: Color Textbook of Histology, 3rd ed. Philadelphia, W.B. Saunders, 2007.

Сперматозоиди

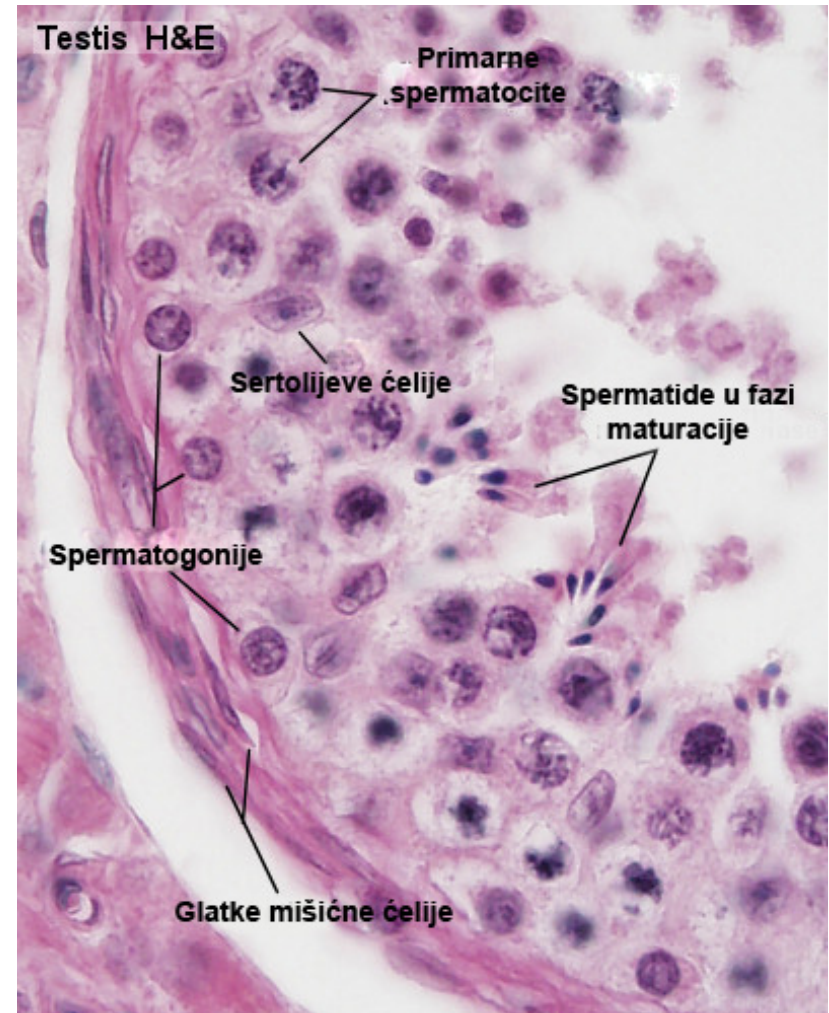
- **Главни део** је најдужи сегмент репа сперматозоида и протеже се од анулуса до завршног дела.
- Аксонема главног дела представља наставак аксонеме средњег дела.
- Око аксонеме налази се 7 спољашњих густих фибрила које су наставак таквих фибрила из средњег дела (окупане фиброзним омотачем).
- **Репни део** грађен је од централне аксонеме окупане плазмалемом.
- Аксонема је дезорганизована у фрагменте од 0,5 до 1 μm .



Gartner and Hiatt: Color Textbook of Histology, 3rd ed. Philadelphia, W.B. Saunders, 2007.

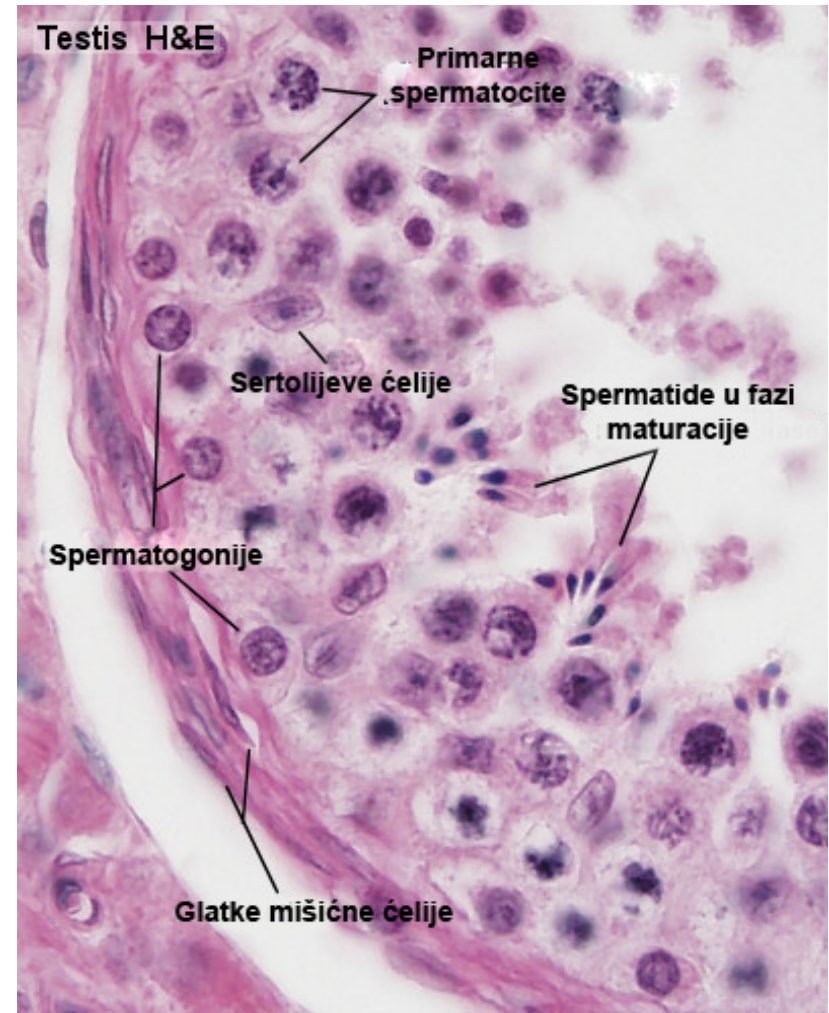
Сертолијеве ћелије

- Сертолијеве ћелије су **потпорне ћелије** семеног епитела.
- Свака Сертолијева ћелија пролази **кроз целу дебљину** семиниферног епитела.
- То су **поларизоване цилиндричне ћелије** са апикалним, латералним и базалним одељком.



Сертолијеве ћелије

- У улегнућима ћелијске мембране Сертолијевих ћелија смештене су **сперматогене ћелије**.
- Сертолијеве ћелије **не мигрирају и не деле се**.
- Између Сертолијеве ћелије и герминативних ћелија постоји **структурна и функционална међузависност**.



Сертолијеве ћелије

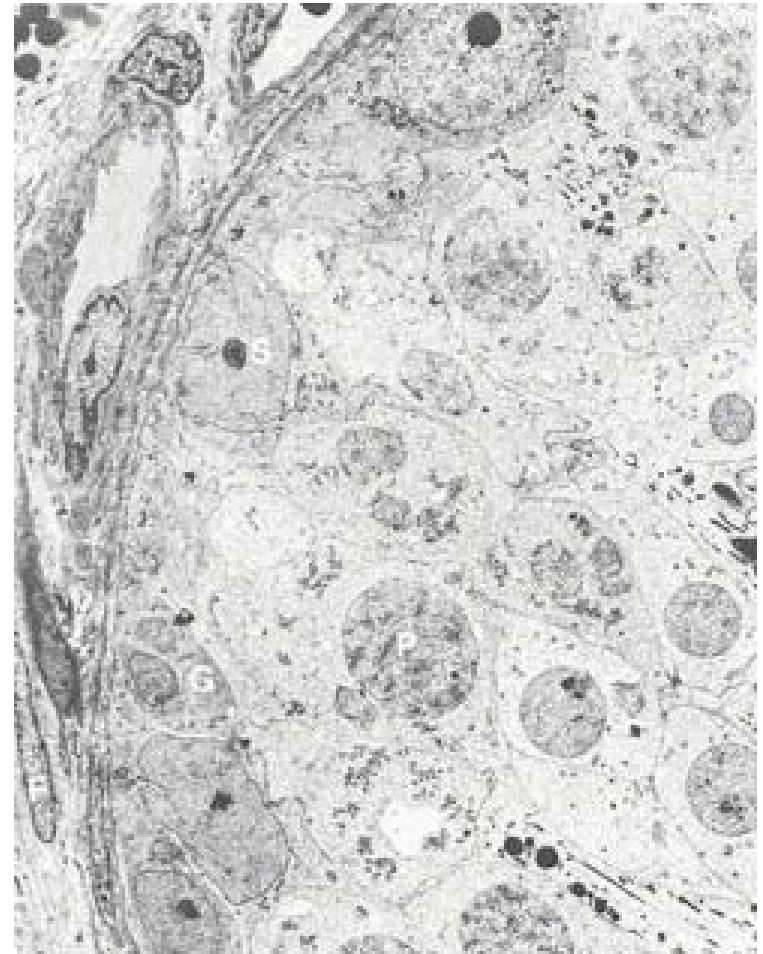
- Латералне мембране суседних Сертолијевих ћелија формирају **оклудентне везе** у нивоу између **сперматогонија** и **примарних сперматоцита**.
- Оклудентне везе **деле зид** семеног канала на **базални** и **адлуменски одељак**.
- На тај начин оклудентне зонуле Сертолијевих ћелија чине **крв-тестис баријеру** која врши изолацију и “скривање” ћелија адлуменског одељка семеног епитела од рекције имуног система.

Сертолијеве ћелије

- Сертолијеве ћелије имају вишеструку улогу:
- **Формирање крв-тестис баријере;**
- **Потпорно-нутритивна функција** – потпомажу развој герминативних ћелија;
- **Фагоцитна улога** - врше фагоцитозу резидуалне цитоплазме сперматиде и уклањају дегенерисане сперматозоиде;
- **Секретна улога** - продукују андроген-везујући протеин, анти-Милеров хормон, инхибин, трансферин и медијум богат у фруктози.

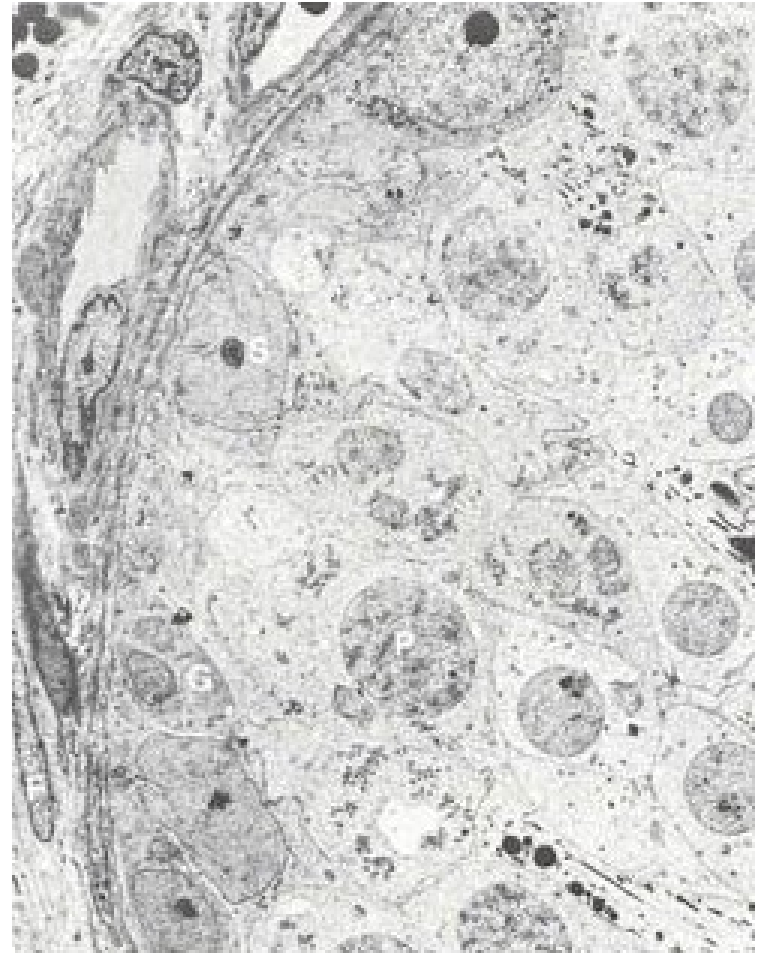
Перитубуларно везивно ткиво

- Око сваког **семиниферног каналића** налази се **ламина проприа**, везивно ткиво које се састоји од:
 - слоја колагеног везива (**базална ламина**)
 - 3-5 слојева **миоидних ћелија** (перитубуларне контрактилне ћелије)
 - крвних и лимфних судова.



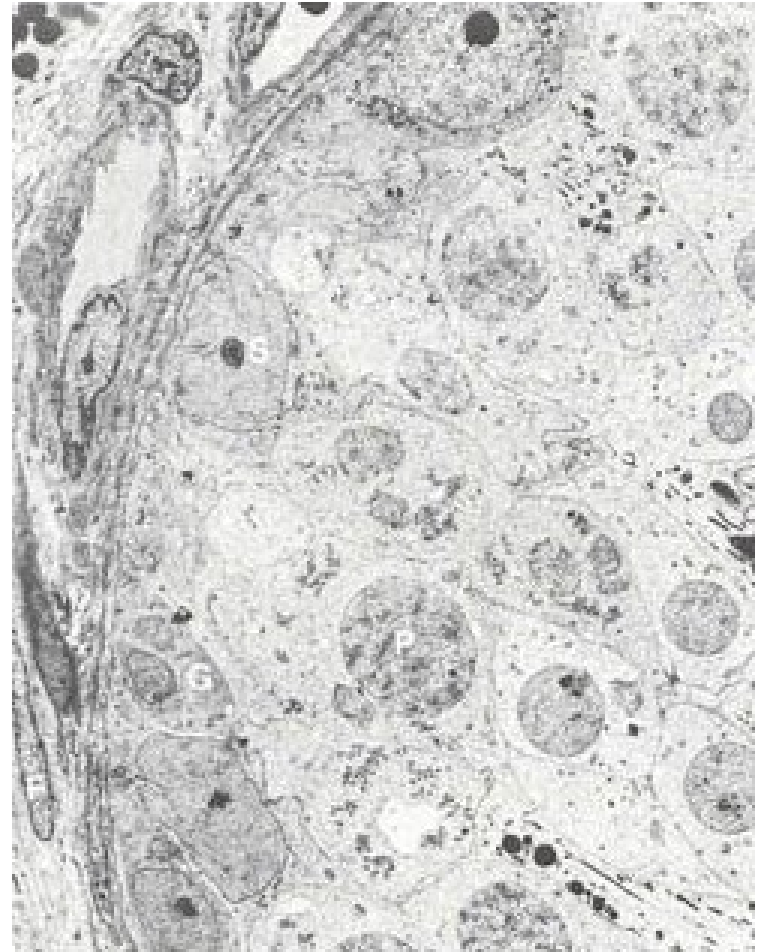
Перитубуларно везивно ткиво

- **Миоидне ћелије** имају карактеристике и фибробласта и глатких мишићних ћелија.
- Оне лаче базалну (екстерну) ламину и фибриларни колаген који их окружује и раздваја у слојеве.
- **Перитубуларно ткиво** обезбеђује механичку потпору и контрактилност семиниферних тубула и истовремено представља селективно пермеабилну баријеру за пролаз макромолекула.



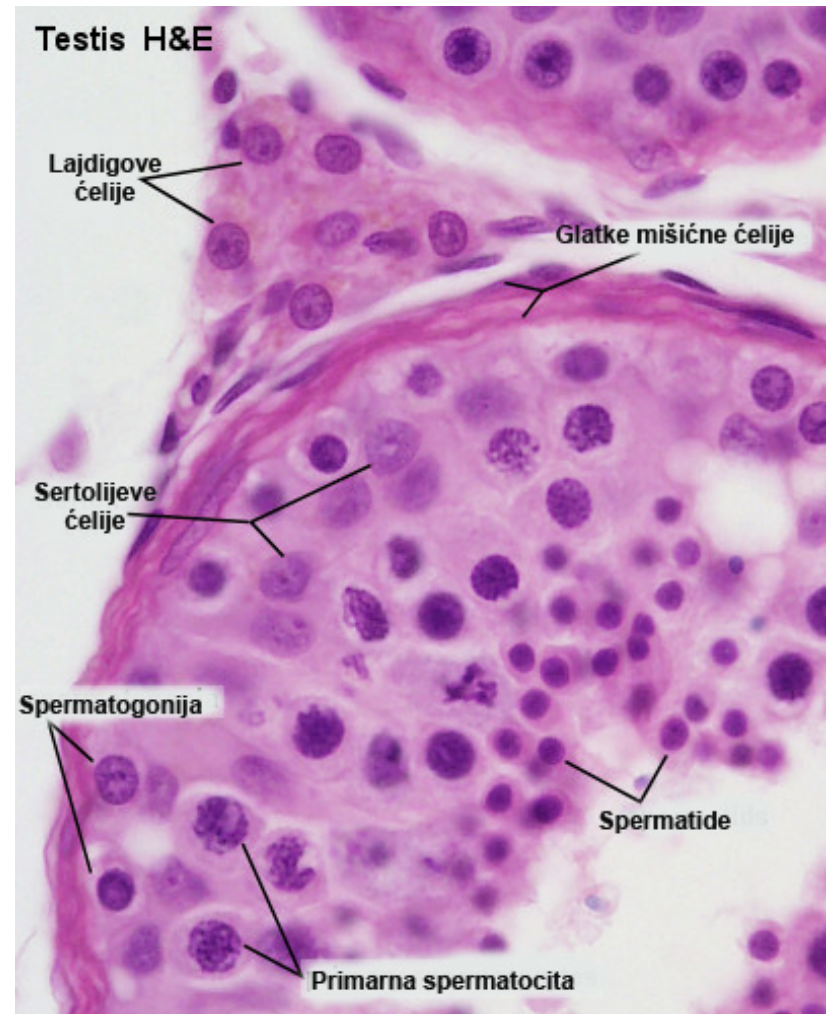
Перитубуларно везивно ткиво

- Поред тога, стимулисано **тестостероном**, перитубуларно ткиво паракрино секретује своје биосинтетске продукте којима **утиче на процес сперматогенезе**.
- Такође, оно представља извор **прекурсорских ћелија** које се могу диференцирати у **Лајдигове ћелије**.



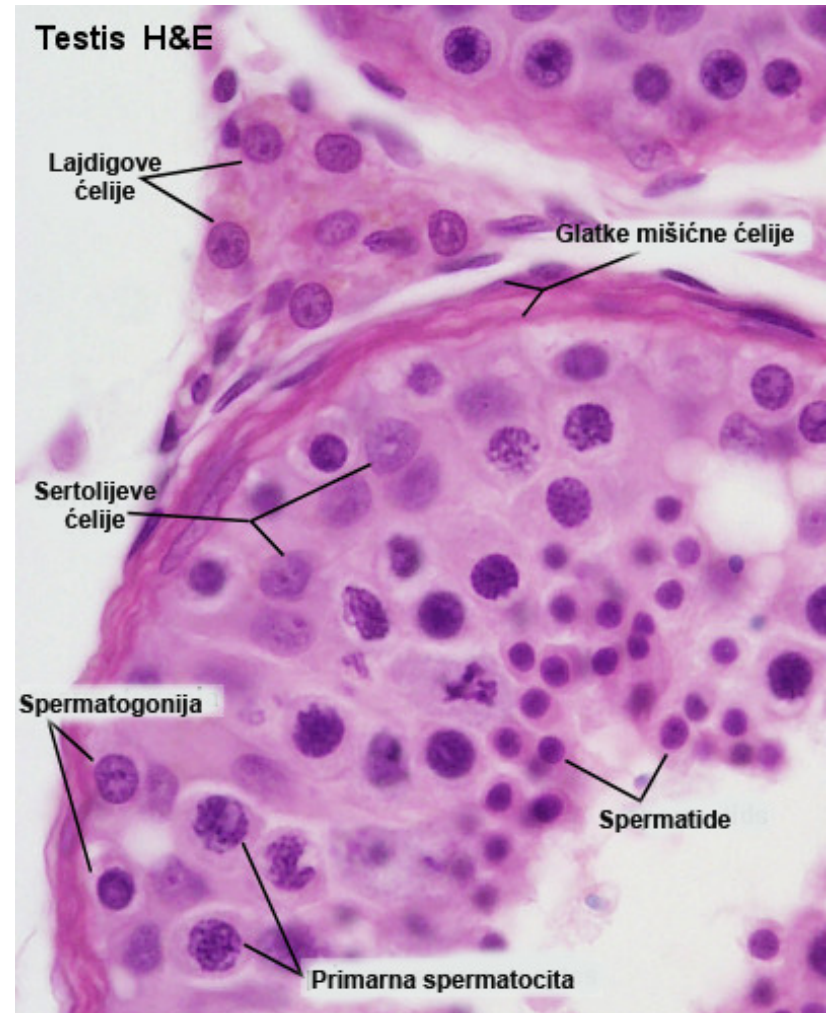
Интерстицијално ткиво тестиса

- Растресито везивно ткиво које се налази око семиниферних каналића садржи:
- ендокрине **Лајдигове** (*Leydig*) **ћелије**
- крвне и лимфне судове
- нервна влакна
- фибробласте, макрофаге и мастоците.



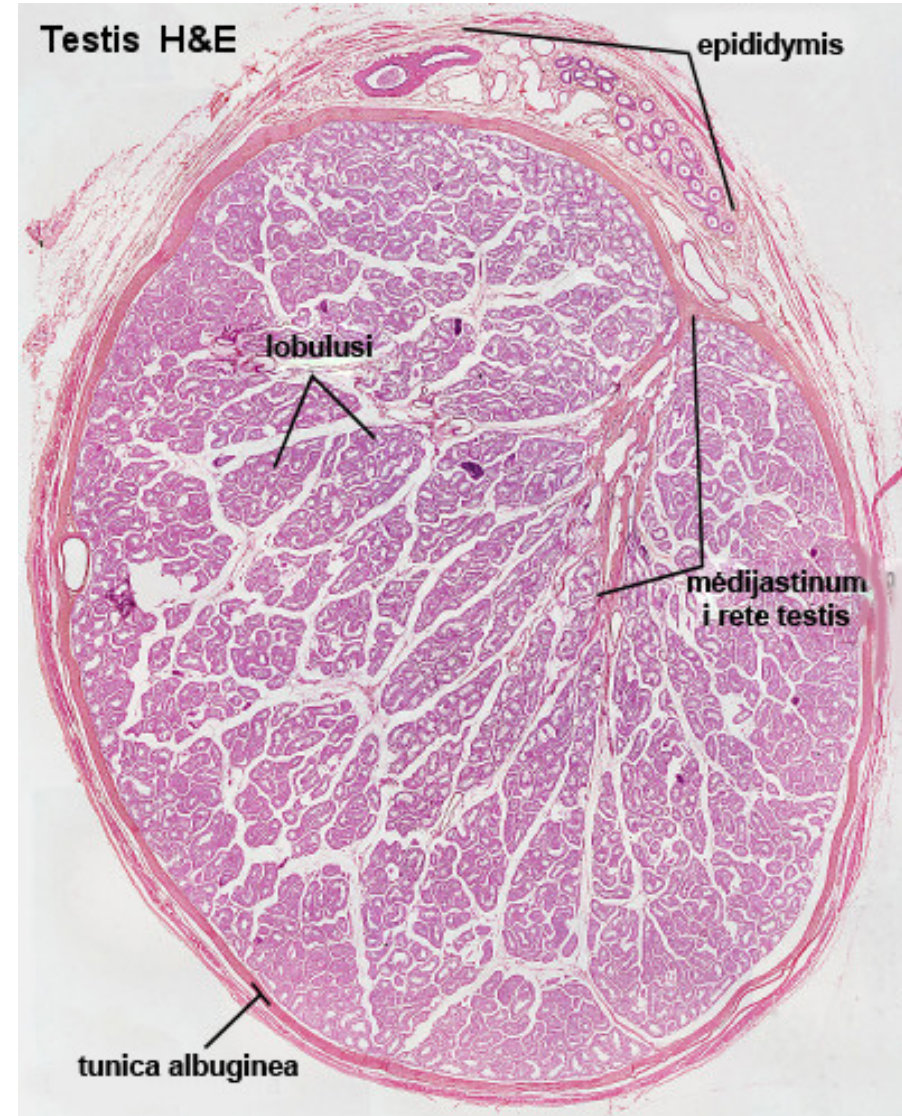
Лајдигове ћелије

- **Лајдигове ћелије** су велике, полигоналне, ацидофилне ћелије које секретују **тестостерон**.
- Поседују карактеристике ћелија које продукују **стероидне hormone**: велику количину **глЕР**, **митохондрије** са тубуловезикуларним кристама, **масне капљице** и веома развијен **Голџи комплекс**.



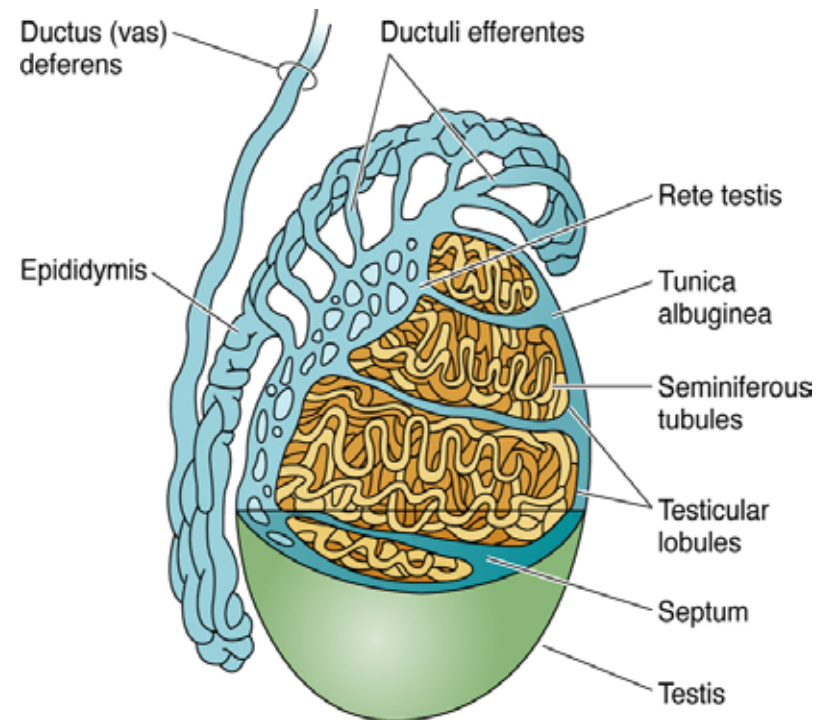
Интратестисни изводни канали

- Формирани сперматозоиди из изувијаних **семиниферних тубула** прелазе у њихове праве делове **тубуле ректе** (садрже само Сертолијеве ћелије).
- **Тубули ректи** се затим спајају у медијастинуму тестиса градећи **рете тестис**.
- Каналићи у **рете тестис** обложени су **једноредним коцкастим епителом**.
- Даљим спајањем каналића **рете тестис** настаје 10-20 одводних каналића (***ductuli efferentes***) који пролазе кроз тунику албугинеу и формирају **главу епидидимиса**.



Екстратестисни изводни канали

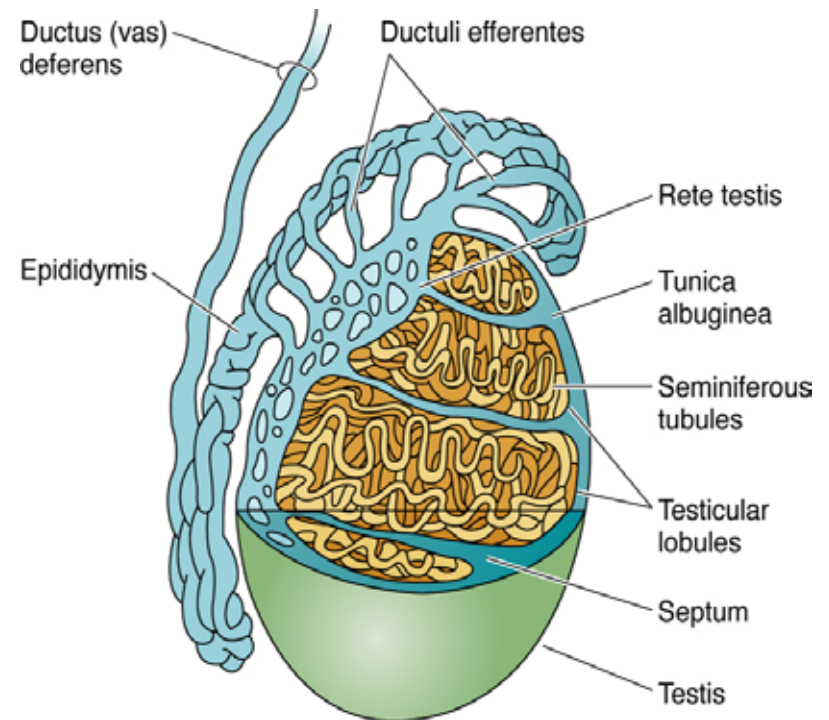
- **Дуцтули ефферентес** чине почетни део **екстратестисних изводних канала**.
- У њиховом зиду се препознају три слоја:
- туника мукоза
- туника мускуларис
- туника адвентиција
- У састав тунике мукозе улазе **епител и ламина проприја**.
- **Епител** је у почетном делу **прост коцкаст**, а затим га смењује **псеудослојевит дворедан епител**.



Gartner and Hiatt: Color Textbook of Histology, 3rd ed.
Philadelphia, W.B. Saunders, 2007.

Ductus epididymis

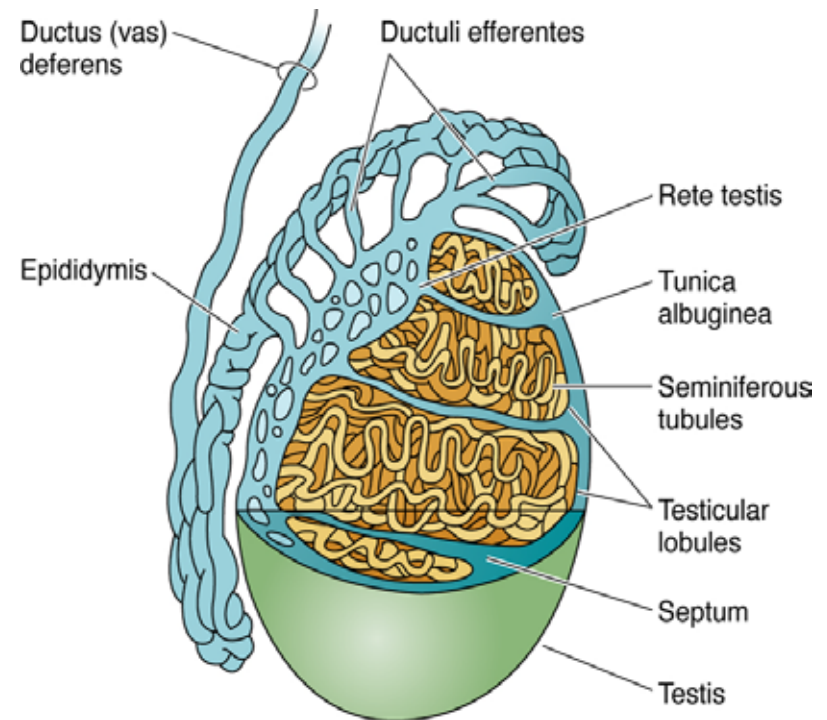
- Спајањем ***ductuli efferentes*** настаје почетни сегмент или глава пасеменика (***caput epididymis***).
- На главу епидидимиса наставља се средишњи, тањи део овог цевастог органа – тело (***corpus***).
- Завршни сегмент представља реп (***cauda epididymis***).



Gartner and Hiatt: Color Textbook of Histology, 3rd ed.
Philadelphia, W.B. Saunders, 2007.

Ductus epididymis

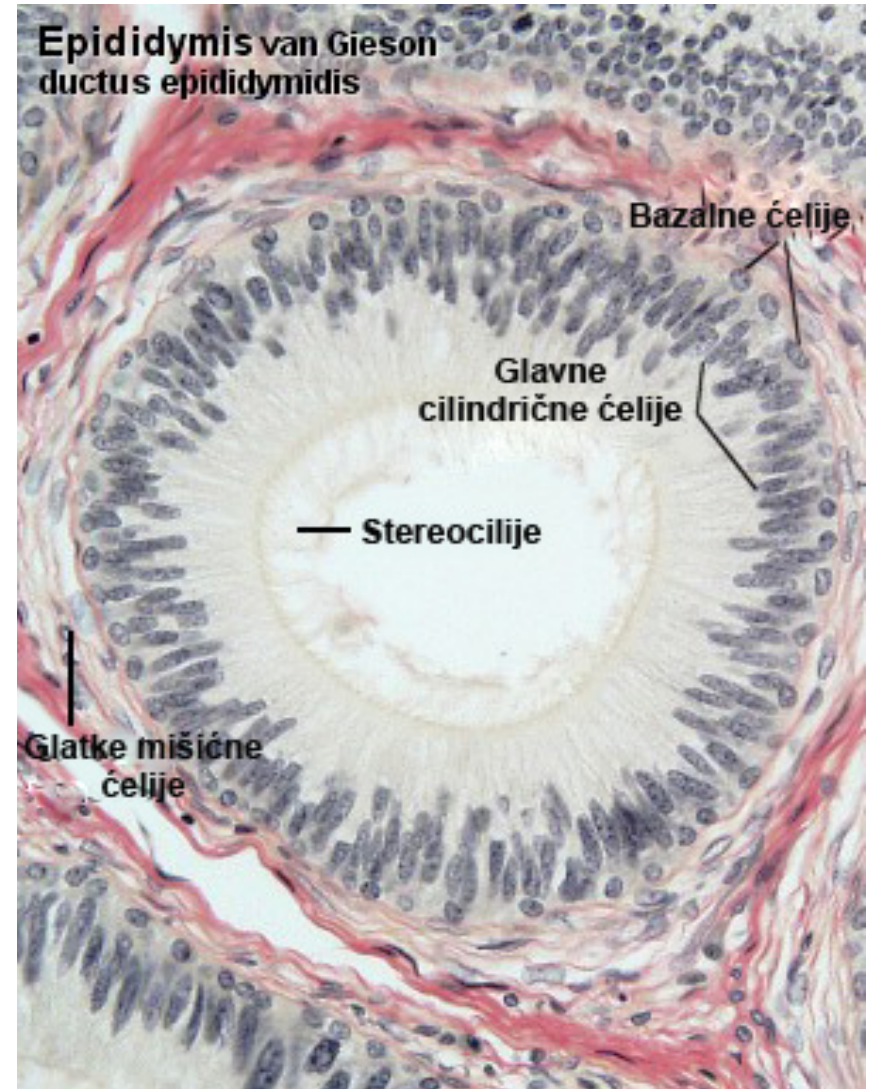
- **Дуктус епидидимис** је дугачак изувијан цевasti орган (око 4-6m) који континуирано спроводи сперматозоиде из тестиса.
- Пасивни транспорт сперматозоида кроз епидидимис траје око **12 дана** и за то време долази до њиховог **згушњавања** услед ресорпције тестисне течности.



Gartner and Hiatt: Color Textbook of Histology, 3rd ed. Philadelphia, W.B. Saunders, 2007.

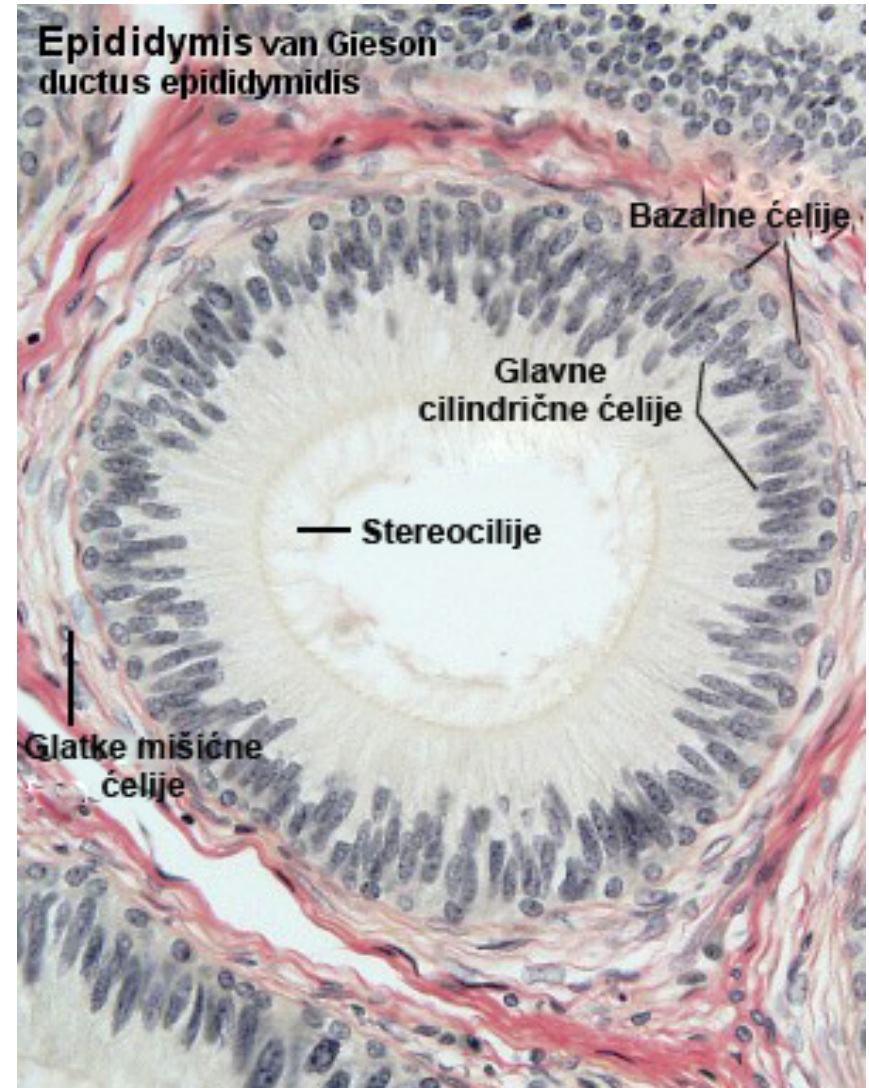
Ductus epididymis

- Зид **епидидимиса** састоји се из три слоја:
- **тунике мукозе**
- **тунике мускуларис**
- **тунике адвентиције**



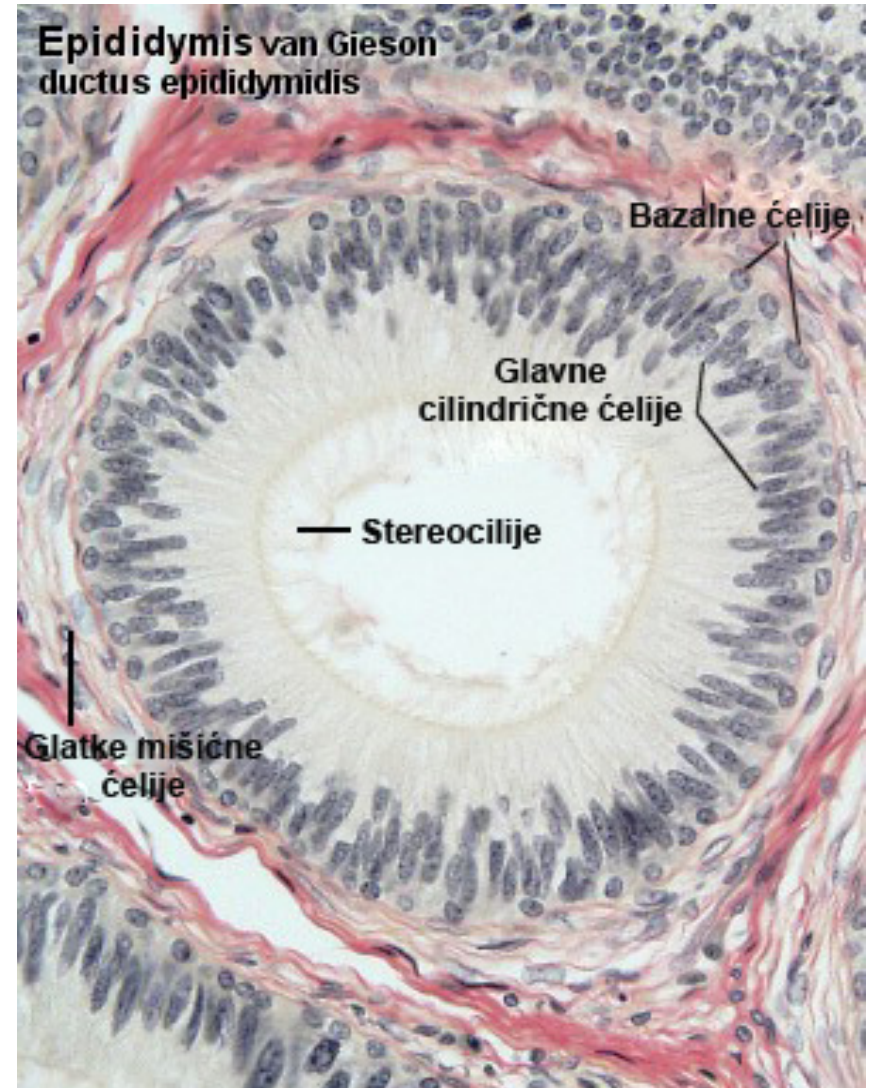
Ductus epididymis

- Туника мукоза састоји се од ламине епителијалис и ламине проприје.
- Ламину епителијалис гради псеудослојевит дворедан епител.
- У саставу епитела налазе се **високе цилиндричне** ћелије са дугачким микровилима и **ниске базалне** матичне ћелије.
- **Лamina проприја** је саграђена од ретких фибробласта и колагених фибрила.



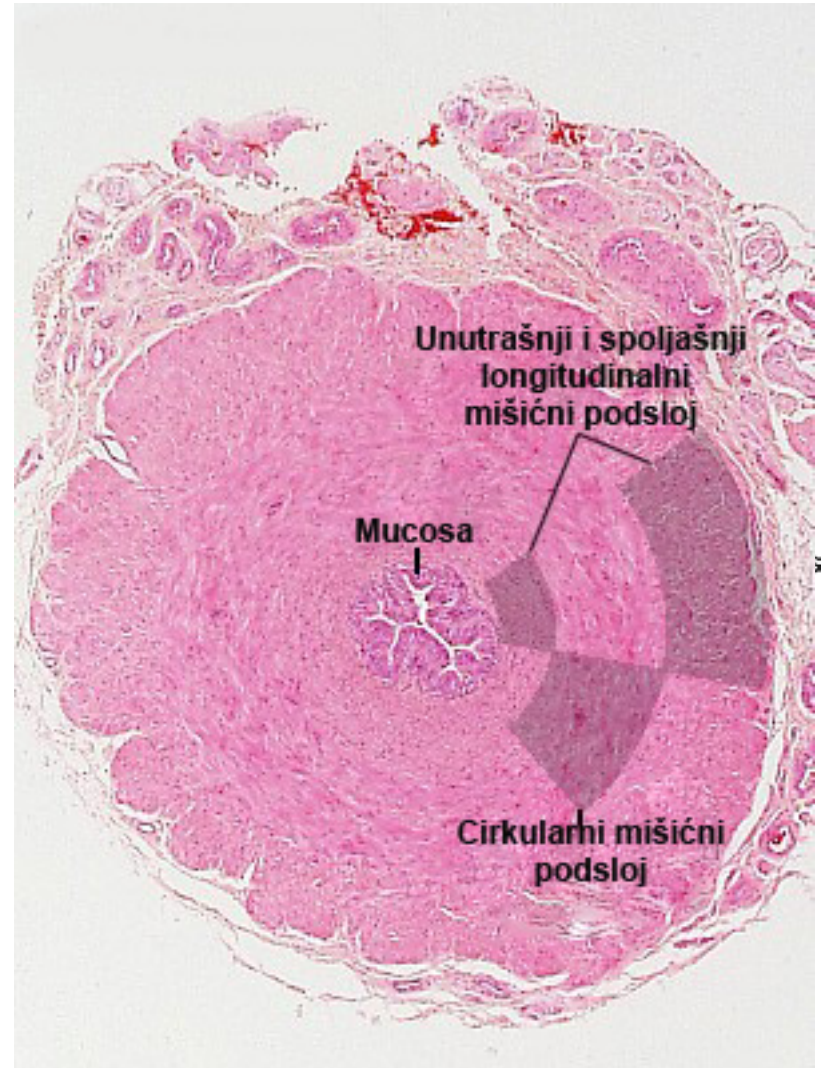
Ductus epididymis

- **Туника мускуларис** је у почетним деловима састављена **од једног циркуларног слоја** глатких миоцита, док је у пределу репа знатно дебља и **трослојна**.
- На површини епидидимиса налази се богато васкуларизовано растресито везивно ткиво (**туника адвентиција**) која образује танку фиброзну капсулу.



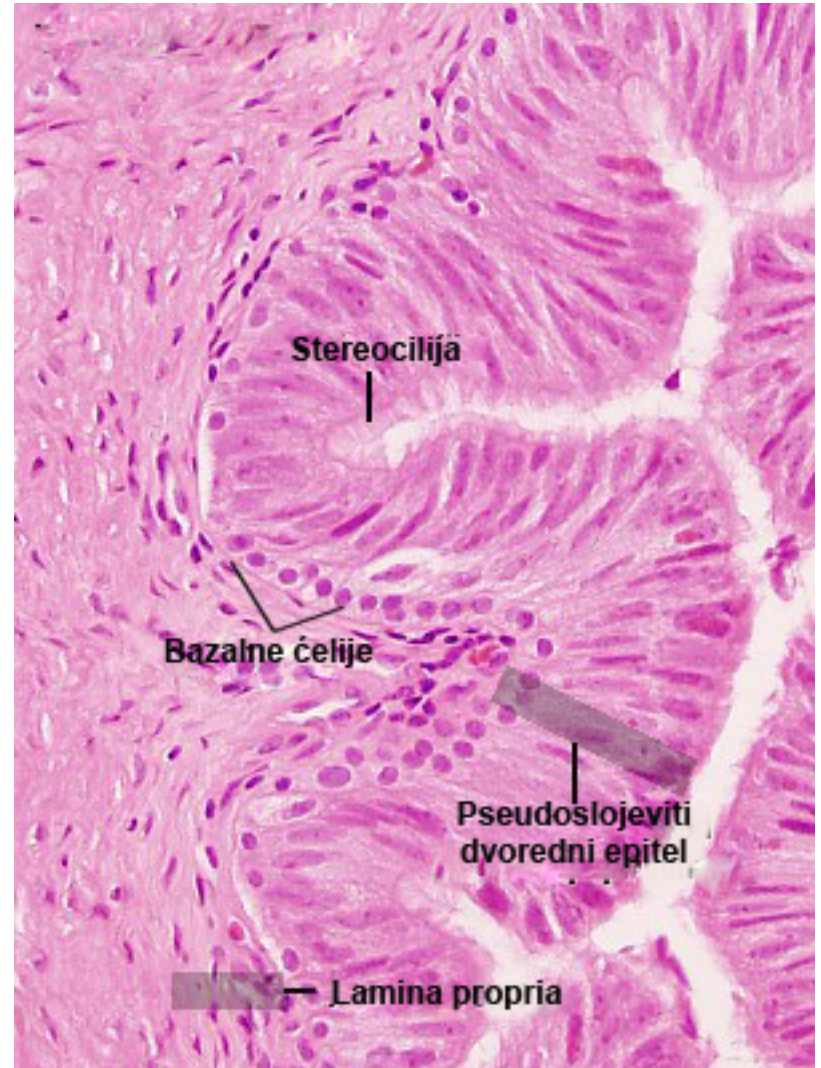
Ductus seu vas defferens

- Полазећи од репа епидидимиса, систем одводних канала се наставља **дуктусом деференсом**.
- **Дуктус деференс** током ејакулације омогућава **пражњење сперматозоида у уретру**.
- Зид овог цевастог органа састоји се такође из три слоја: **туника мукоза**, **туника мускуларис** и **туника адвентиција**.



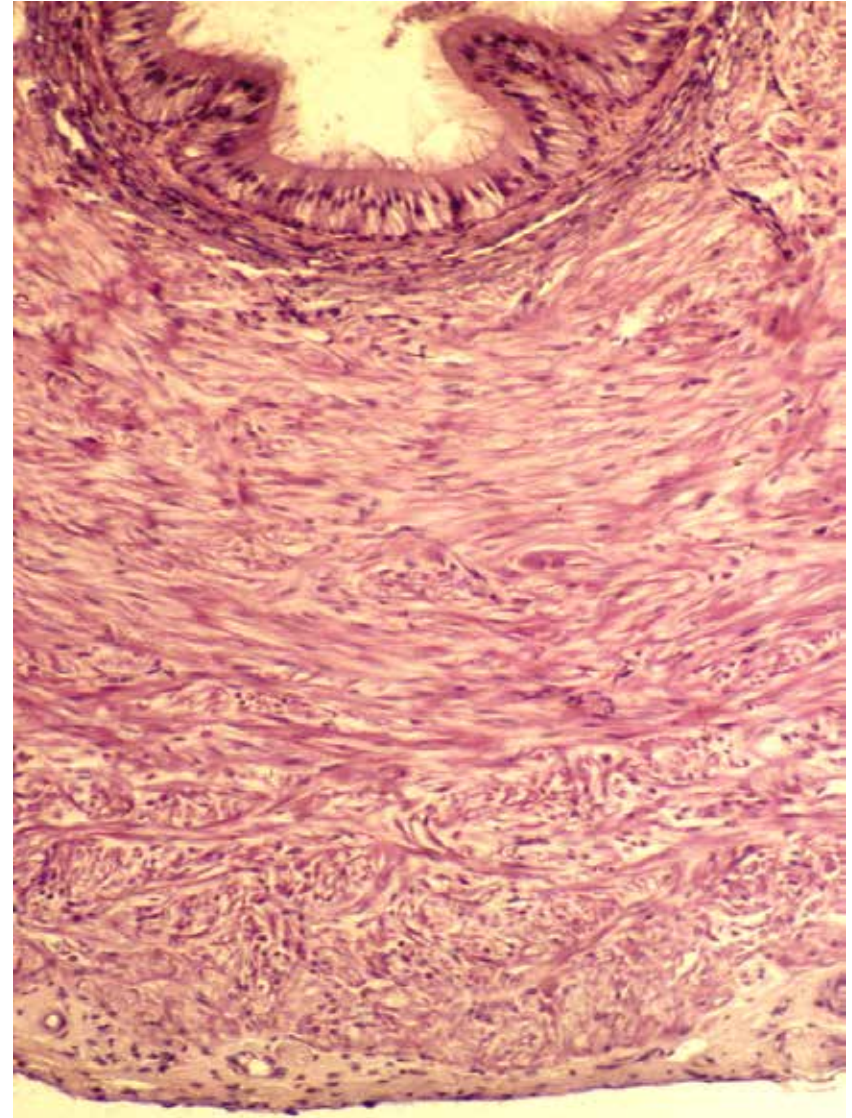
Ductus deferens

- Туника мукоза састоји се из епитела и ламине проприје.
- Псеудослојевит дворедан епител садржи високе цилиндричне ћелије са стереоцилијама и ниске базалне, матичне ћелије.
- Ламина проприја је богата еластичним влакнима



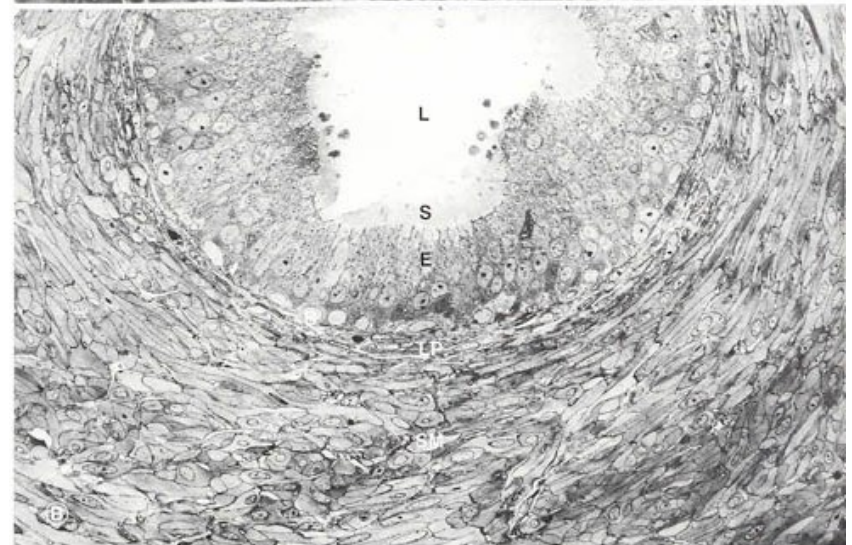
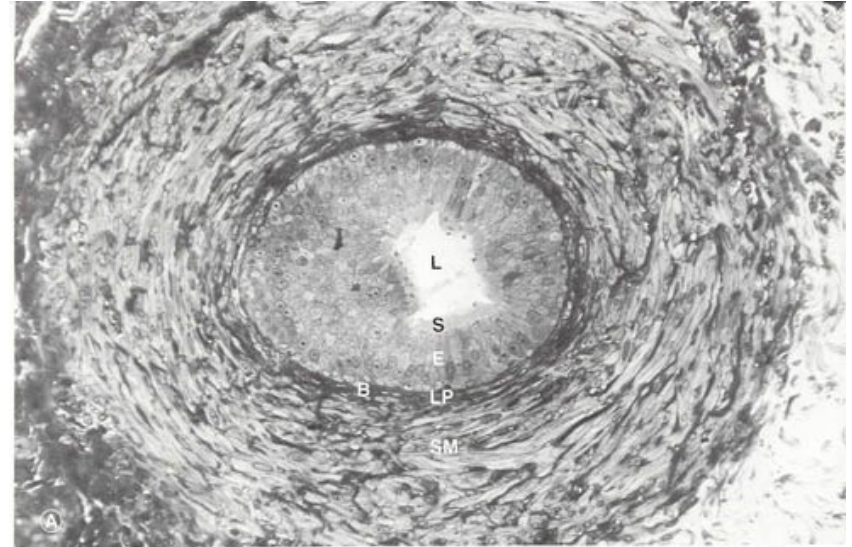
Ductus deferens

- **Најразвијенији део зида дуктус деференса је туника мускуларис.**
- Састоји из три слоја: **спољашњег и унутрашњег лонгитудиналног и средњег дебелог циркуларног слоја.**
- На површини семовода налази се слој растреситог везивног ткива – **туника адвентиција.**



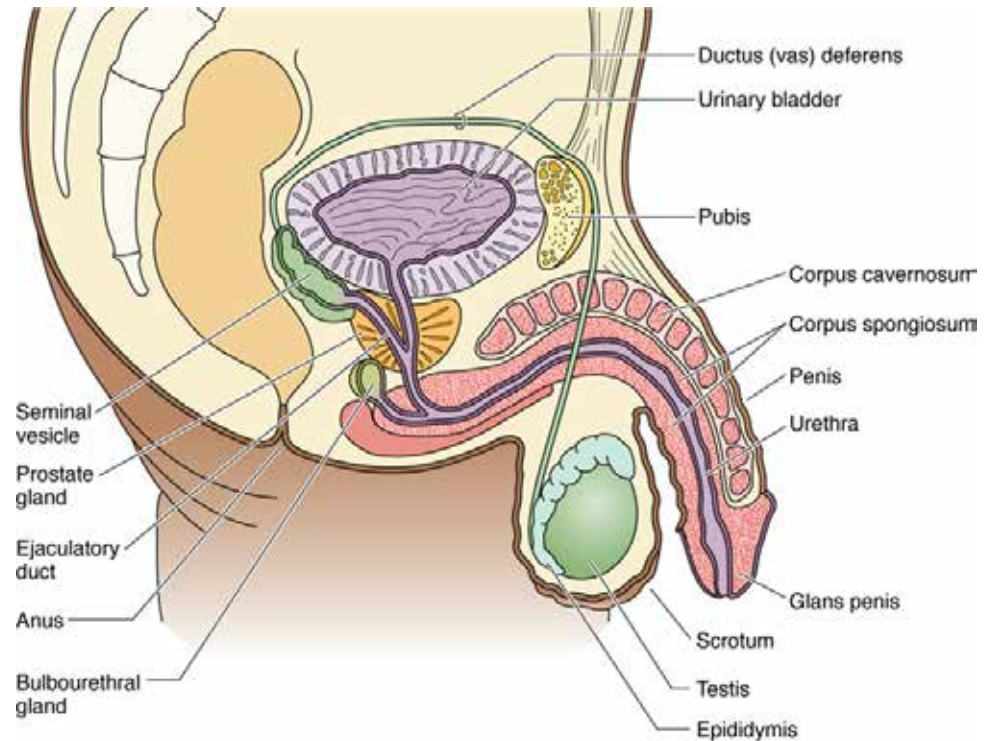
Ductus deferens

- Слика **A** и **B**. Оптичка и TEM фотомикрографија ductus deferens-а.
- **B** – базална ћелија;
- **E** – псеудослојевити дворедан епител;
- **L** – лумен;
- **LP** – ламина проприа;
- **S** – стереоцилија;
- **SM** – глатки мишић
- (Легенда и фотомикрографија www.visualhistology.com)



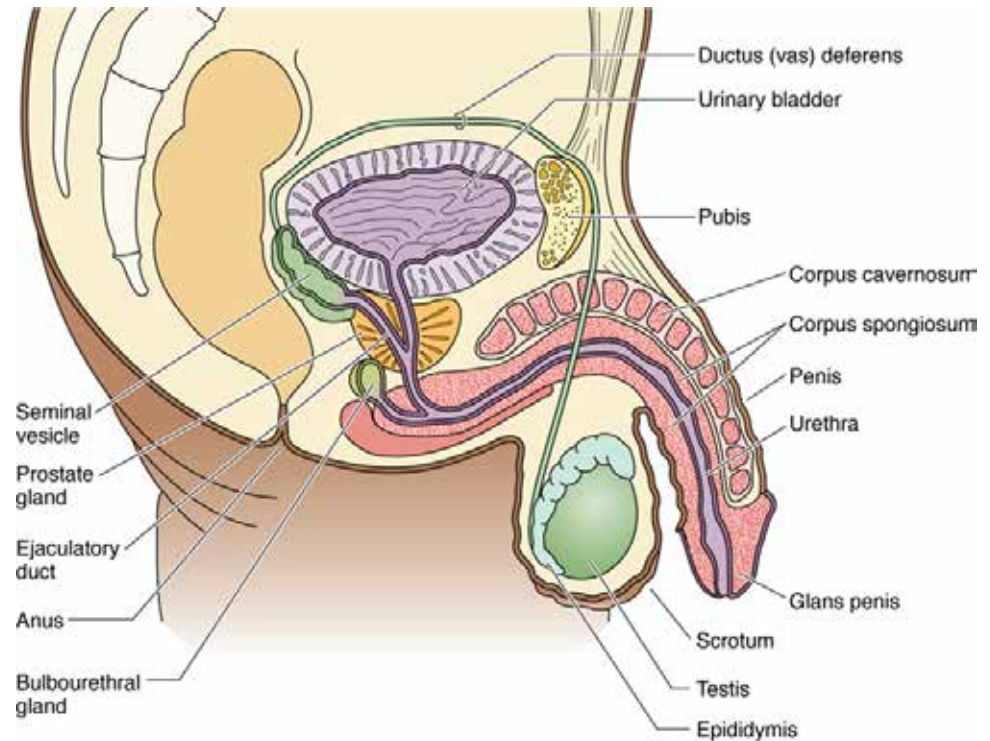
Ductus deferens

- У свом завршном делу, дуктус деференс се проширује градећи **ампулу** (*ampulla ducti deferenti*) у коју се уливају **изводни канали семених кесица** у тренутку када кроз ампулу пролазе сперматозоиди.
- На крају ампуларног проширења, **дуктус деференс улази у тело простате** и у том сегменту његов зид губи тунику мускуларис и адвентицију.
- Овај завршни део семовода назива се ***ductus ejaculatorius*** и он се завршава **уливањем у лумен простатичног дела уретре**.



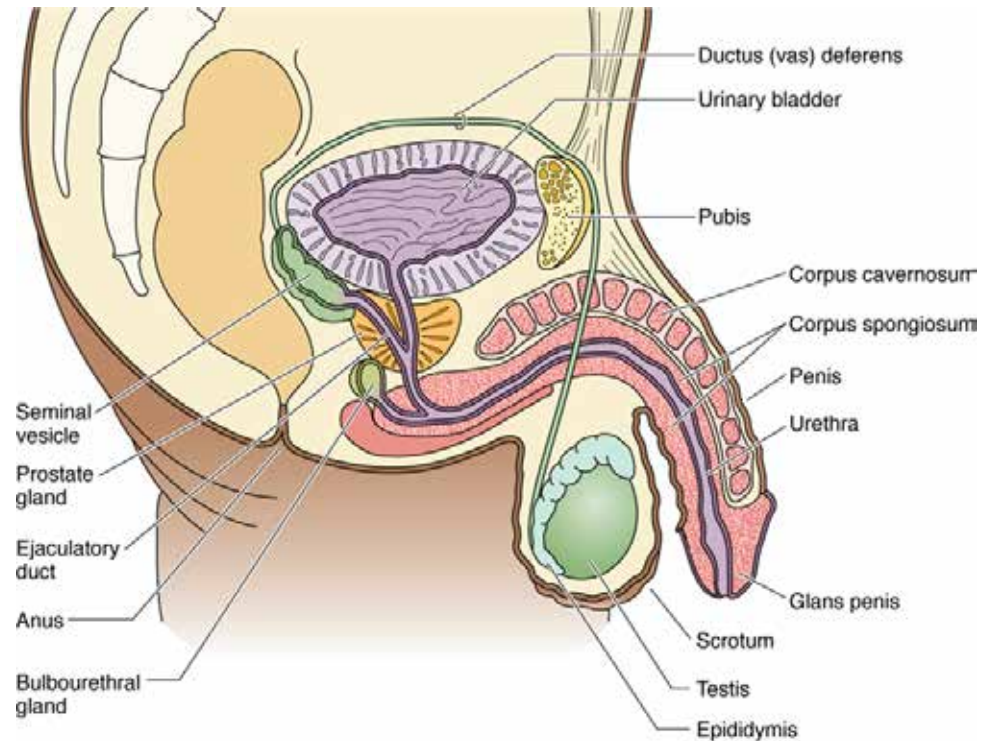
Помоћне жлезде мушког репродуктивног система

- Жлезде придодате мушком репродуктивном тракту су:
- **vesiculae seminales**
- **простата и**
- **Cowper-ове**
булбоуретралне жлезде



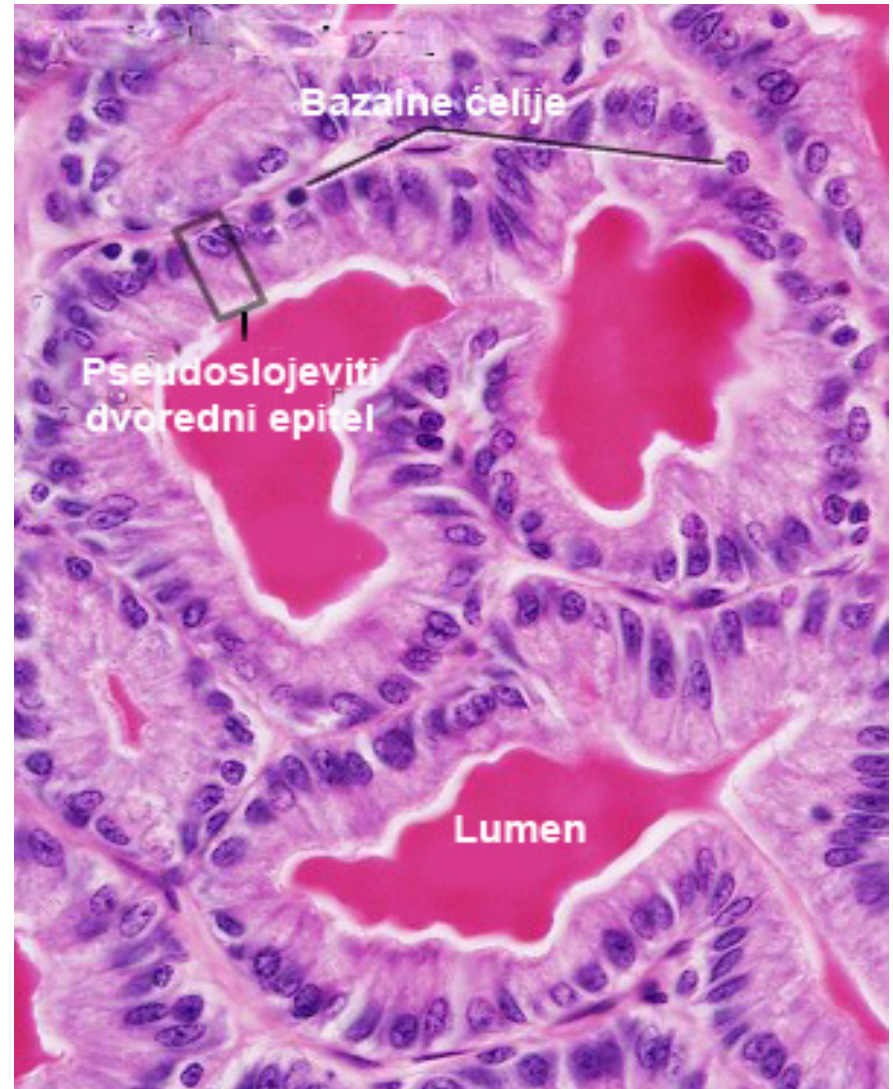
Vesicula seminalis

- **Семене кесице** су парне жлезде дугуљастог облика, обавијене капсулом, смештене **уз задњи зид мокраћне бешике**.
- Свака од њих представља изувијану цев дужине око 15cm.
- Простор између „вијуга” попуњава **растресито везивно ткиво**



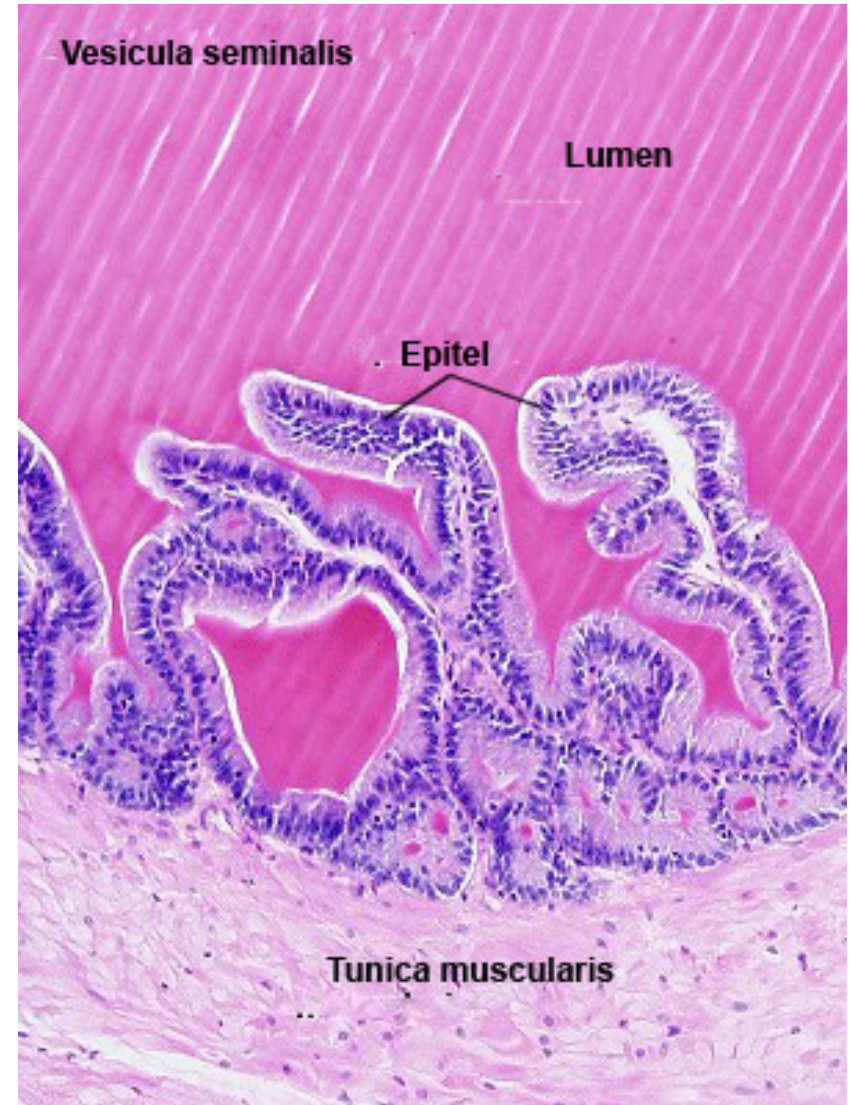
Vesicula seminalis

- **Семене кесице** су парне жлезде дугуљастог облика, обавијене капсулом, смештене **уз задњи зид мокраћне бешике**.
- Свака од њих представља изувијану цев дужине око 15цм.
- Простор између „вијуга” попуњава **растресито везивно ткиво**



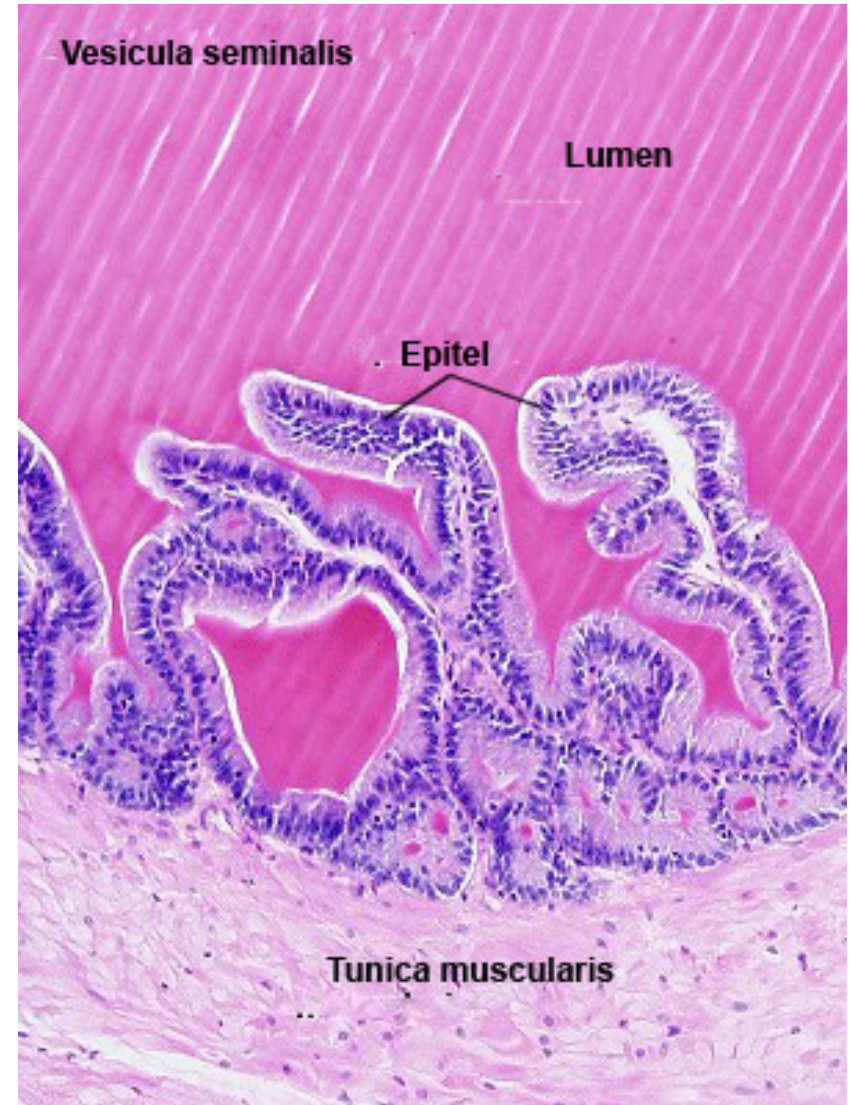
Vesicula seminalis

- Зид семене кесице, састоји се из три слоја:
- **тунике мукозе**
- **тунике мускуларис** и
- **тунике адвентиције**



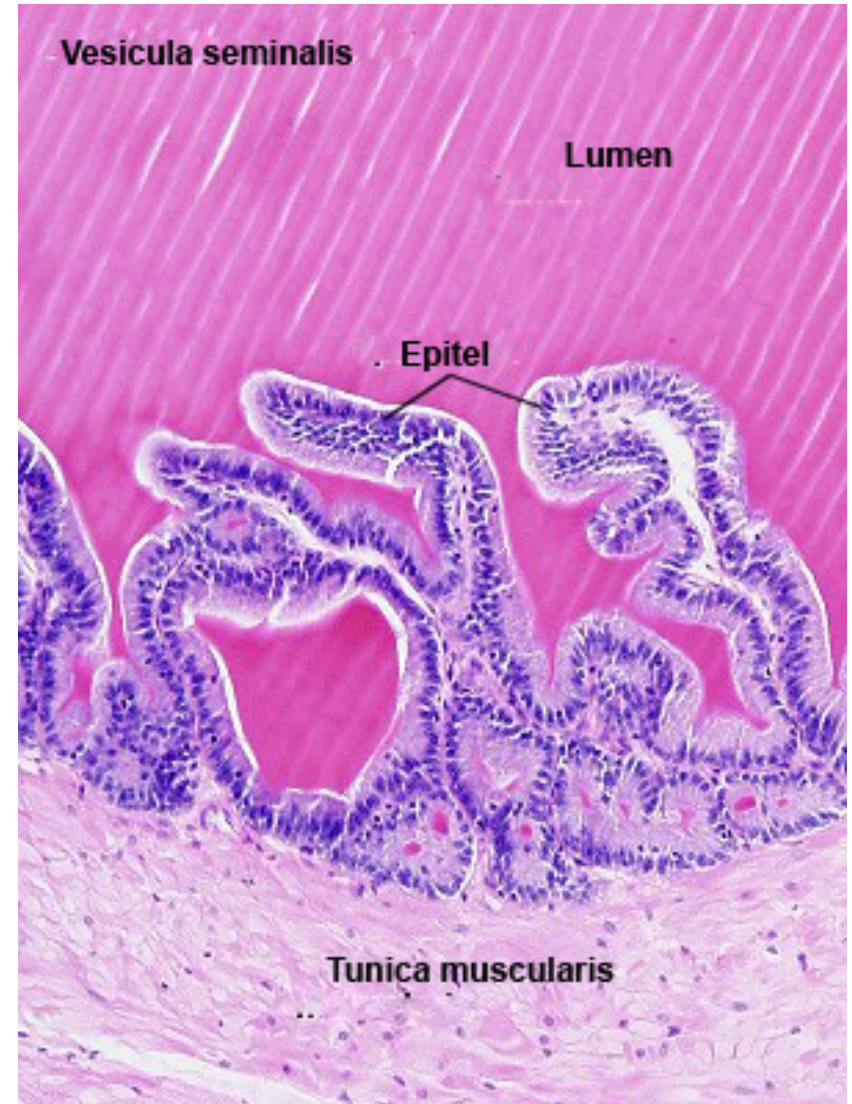
Vesicula seminalis

- **Туника мукоза** прави бројне ирегуларне наборе који проминирају у лумен цевчице.
- Састављена је из **једнослојног коцкастог** или **цилиндричног епитела** и **ламине проприје**.
- **Коцкасте ћелије** синтетишу протеински секрет богат фруктозом (извор енергије за покретање сперматозоида), фибриногеном, витамином Ц и простагландинима.



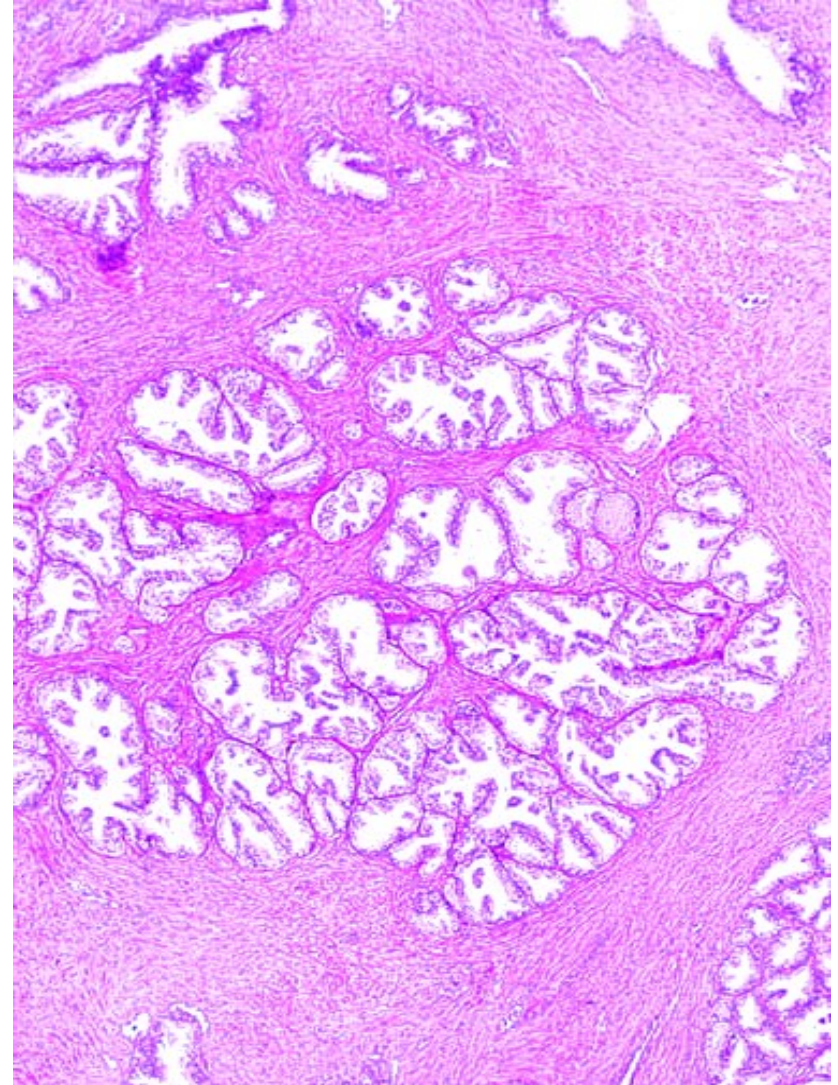
Vesicula seminalis

- У дубини набора мукозе, епител је често **дворедан цилиндричан**, па осим секретних (високих цилиндричних ћелија) садржи и **базалне, матичне ћелије**.
- **Туника мускуларис** састоји се од **циркуларног и лонгитудиналног слоја**, чијом контракцијом се, током ејакулације, потискује секрет у смеру ампуле дуктус деференса.



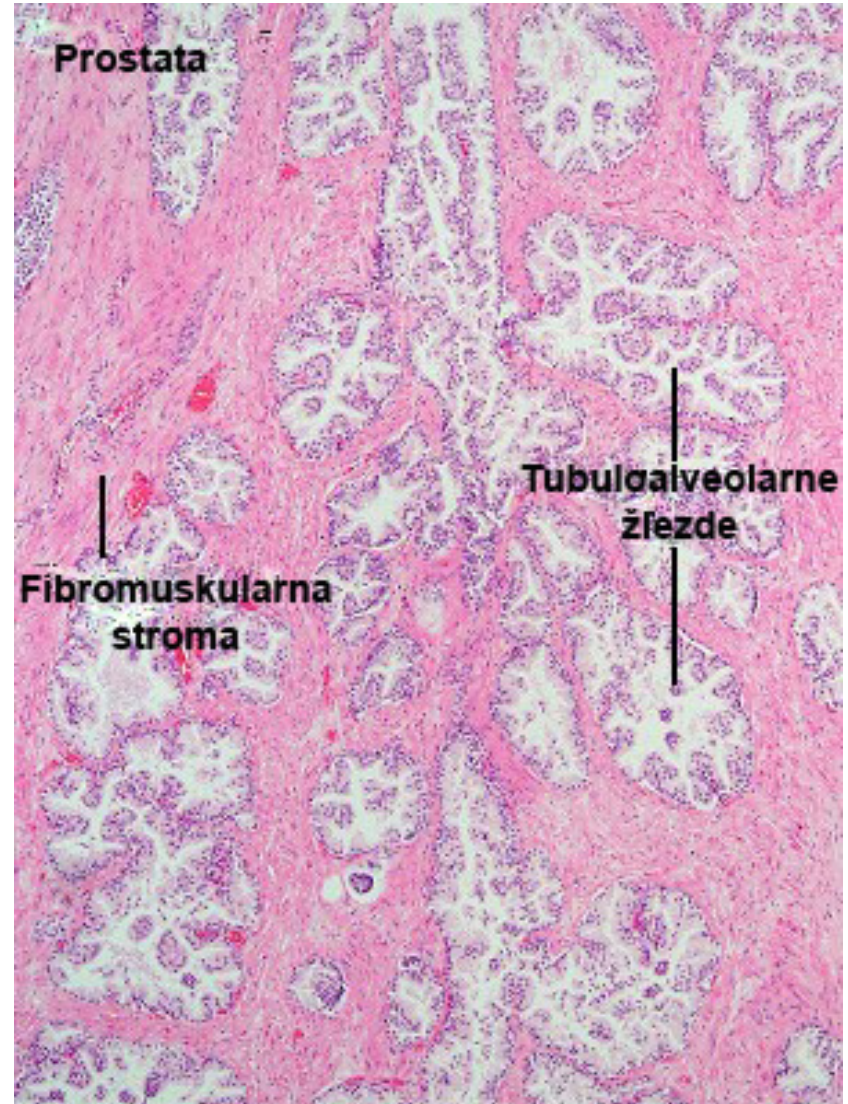
Простата

- **Паренхим** је састављен од великог броја **тубулоалвеоларних жлезда** различите величине, које су распоређене радијално у **три концентрична слоја** око уретре.
- Најмање жлезде су **најближе уретри**, изгледају као инвагинације њене мукозе, па се зато називају **мукозне жлезде**.



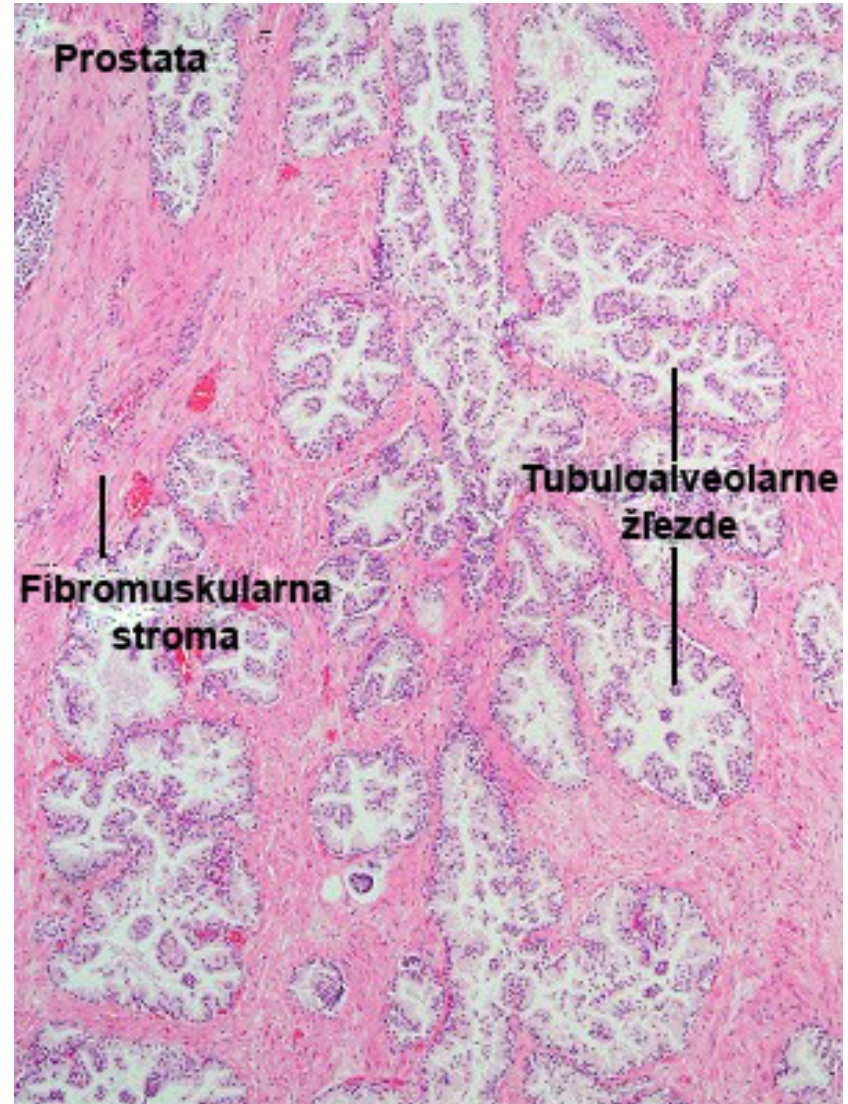
Простата

- Други слој чине нешто веће **субмукозне жлезде**, које се својим изводним каналима такође уливају у уретру.
- У **трећем**, периферно распоређеном **слоју**, налазе се највеће и најразгранатије тзв. **праве простатичне жлезде**.



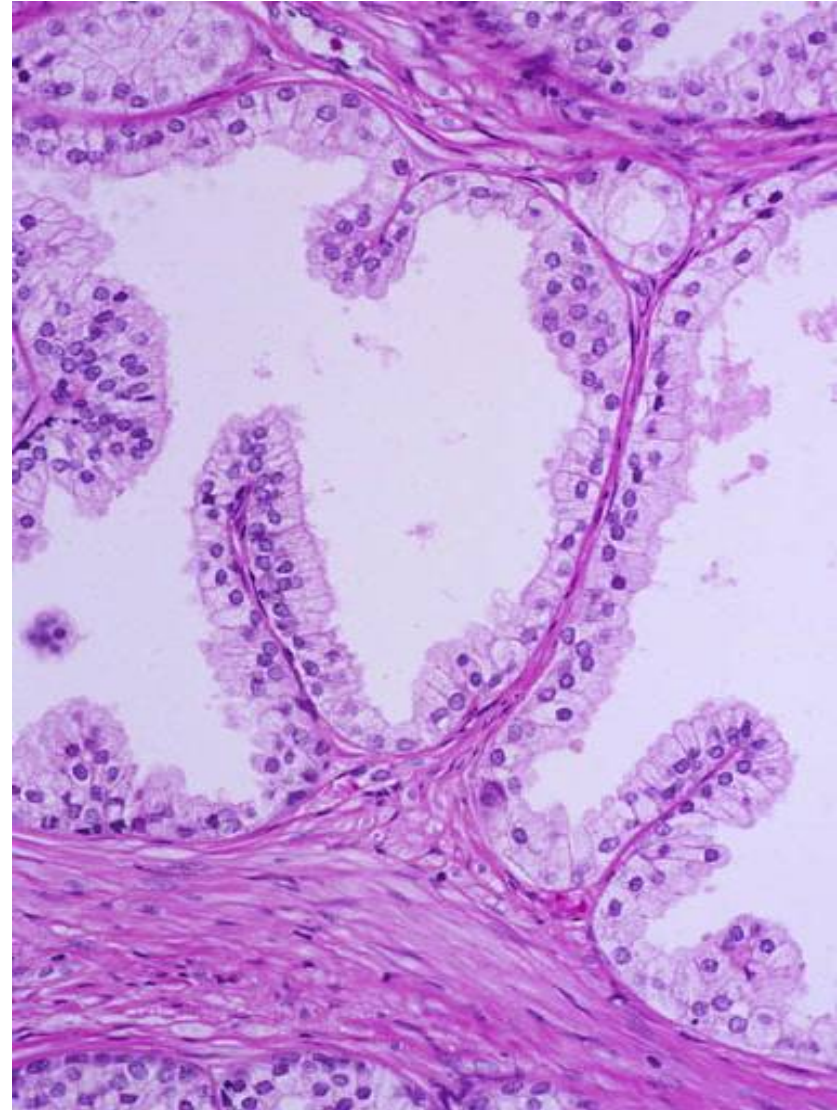
Простата

- **Праве простатичне жлезде** (има их 30-50) производе највећи део **простатичног секрета** и изливају га у уретру посредством 15-30 изводних канала.
- Све простатичне жлезде поседују изражену **базалну ламину**, на коју се ослањају **секретни делови** састављени од **једнослојног цилиндричног епитела**.



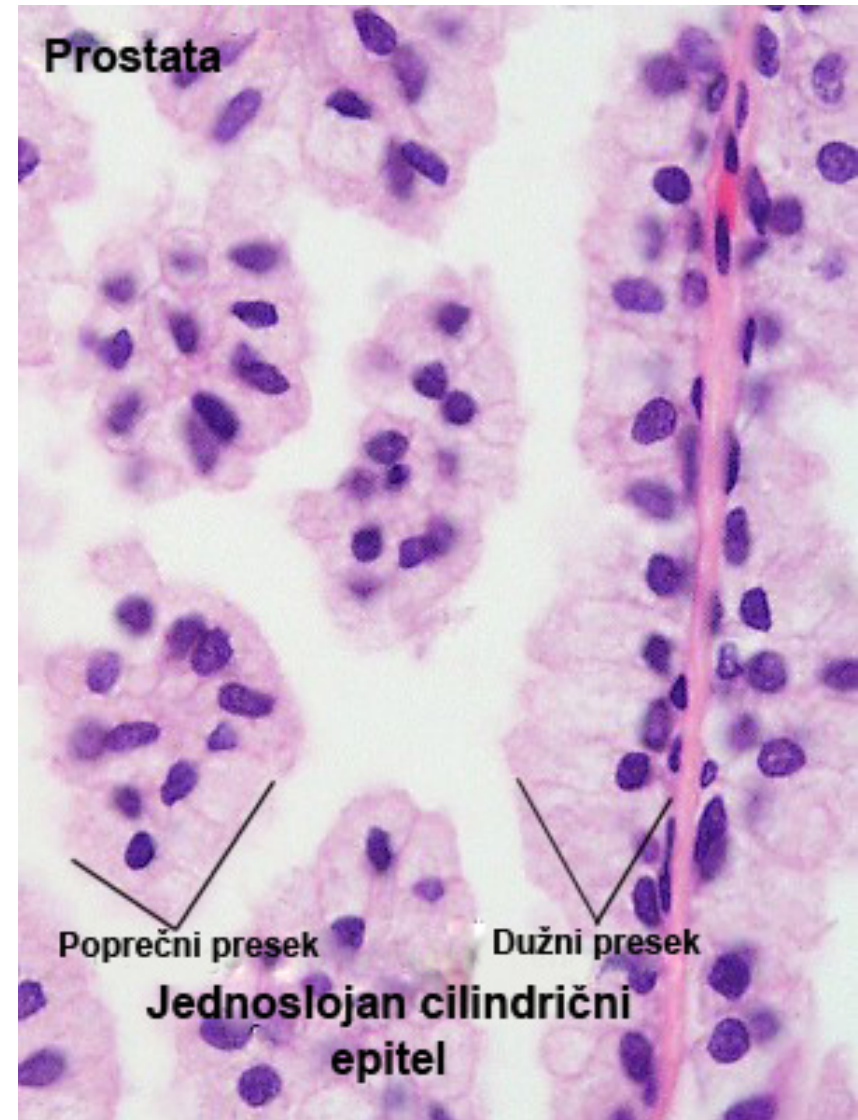
Простата

- Под дејством **андрогених хормона**, епител постаје **цилиндричан дворедан**, са секретним цилиндричним и ниским базалним ћелијама.
- **Изводни канали** жлезда обложени су **дворедним цилиндричним епителом**, који се постепено мења на свом путу ка уретри, па у непосредној близини **постаје епител прелазног типа** (уротел).
- Између жлезда налази се обилна **фибромускуларна строма**.



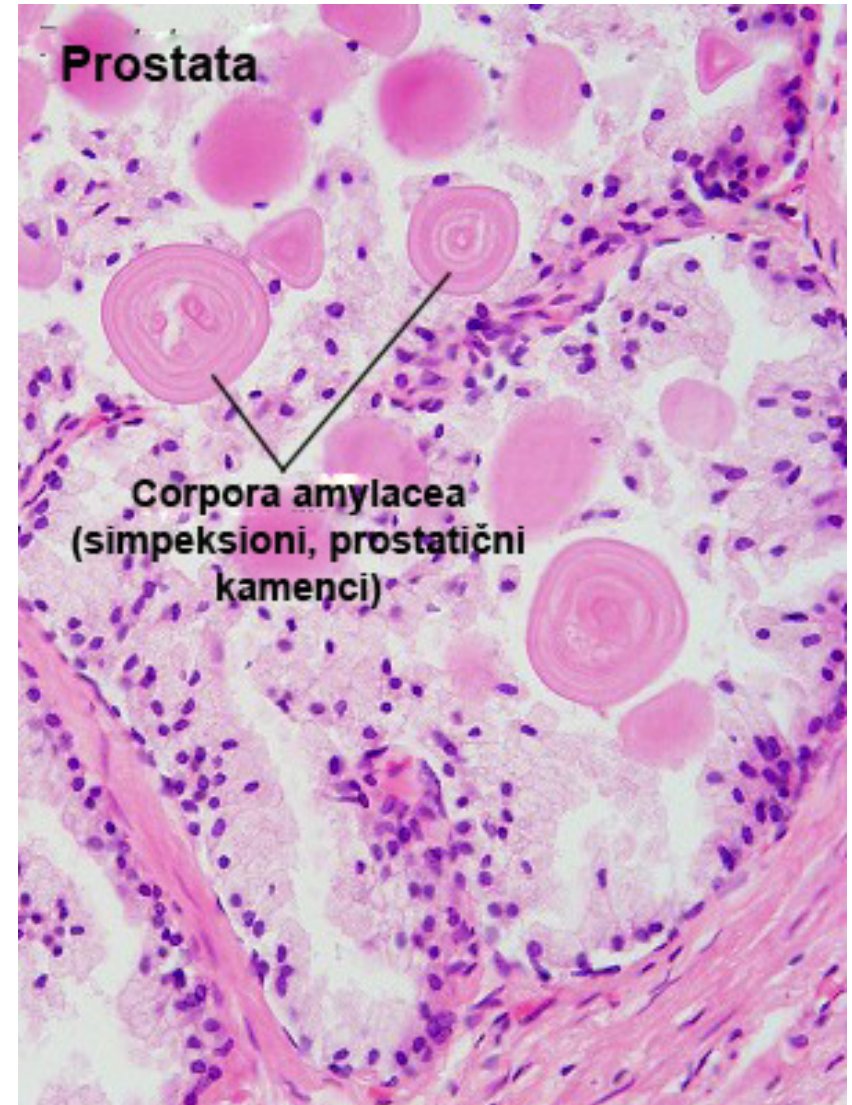
Простата

- Под дејством **андрогених хормона**, епител постаје **цилиндричан дворедан**, са секретним цилиндричним и ниским базалним ћелијама.
- **Изводни канали** жлезда обложени су **дворедним цилиндричним епителом**, који се постепено мења на свом путу ка уретри, па у непосредној близини **постаје епител прелазног типа** (уротел).
- Између жлезда налази се обилна **фибромускуларна строма**.



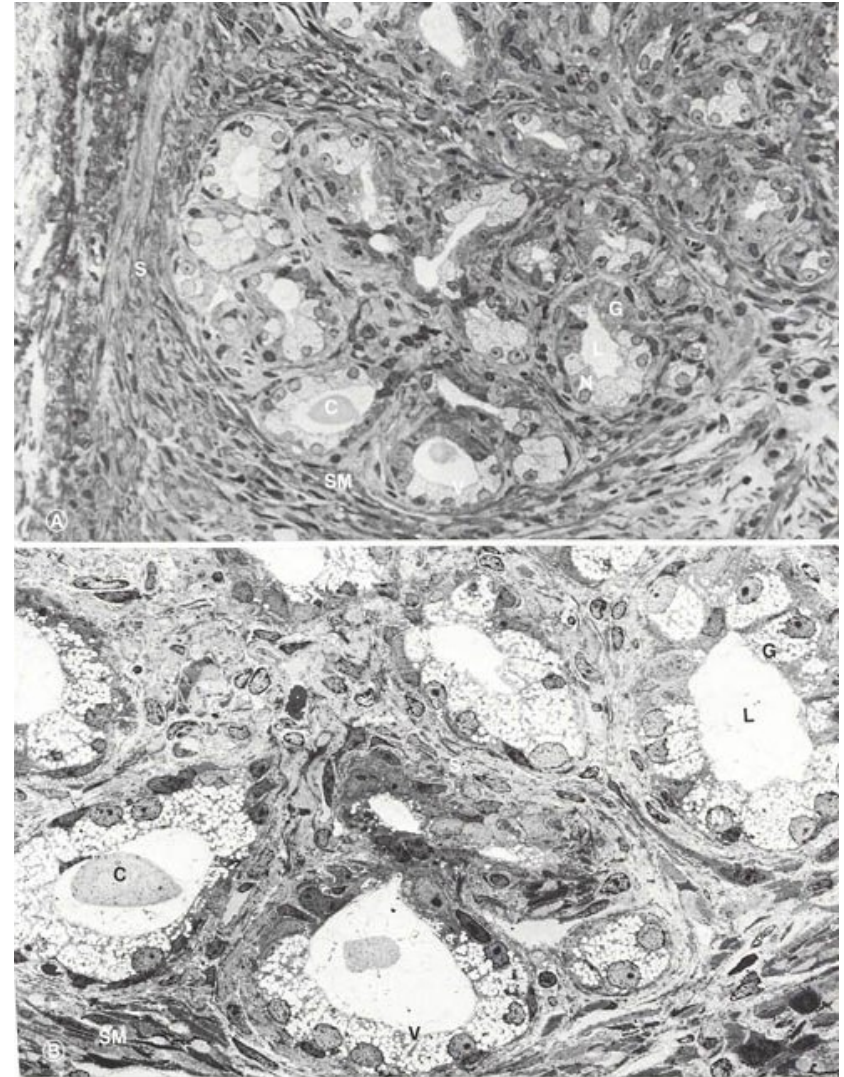
Простата

- Лумени тубулоалвеоларних жлезда често су испуњени кружним или овалним **простатичним каменцима (corpora amylacea)**.
- Простатични каменци састоје се од калцификованих гликопротеина.
- Њихов број повећава са старењем.



Простата

- Слика А и Б. Оптичка и ТЕМ фотомикрографија пресека простате.
- **C** – простатични каменац;
- **G** – ацинус тубулоацинусне жлезде;
- **L** – лумен ацинуса;
- **H** – нуклеус секреторне ћелије;
- **S** – везивно-мишићна строма
- **SM** – глатки мишић;
- **V** – секреторне везикуле у апикалном домену секреторне ћелије.
- (Легенда и фотомикрографија www.visualhistology.com)



Булбоуретралне жлезде (*gll. bulbouretrales*)

- **Булбоуретралне жлезде** су мале, парне, округле, тубулоалвеоларне жлезде које синтетишу **мукоидни секрет** у току копулације.
- Смештене **са обе стране уретре** и у њу изливају секрет посредством изводног канала.
- **Секретни епител** ових жлезда је **једноредан**, а облик варира у зависности од напуњености **од високог цилиндричног**, преко **коцкастог до плочастог**.

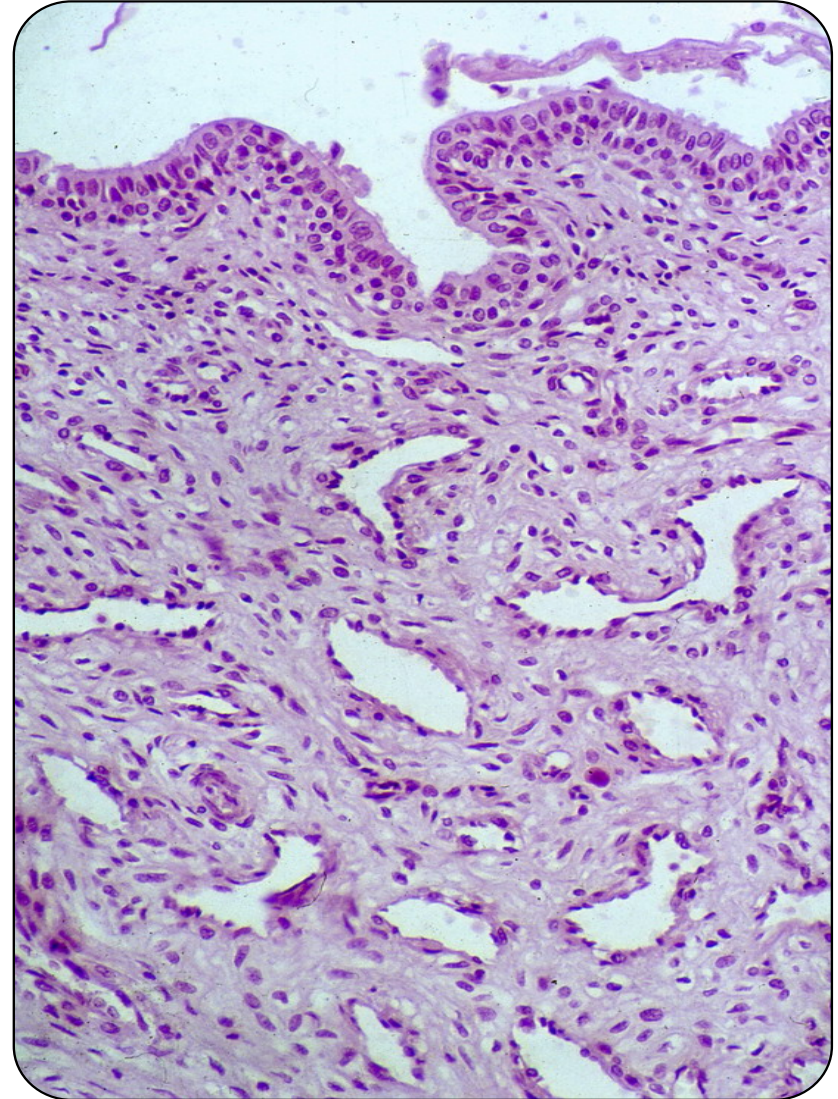
Penis

- **Пенис** представља завршни орган гениталног и уринарног тракта мушкарца.
- Чине га **три еректилна тела**: два ***corpora cavernosa***, смештена на дорзалној страни и ***corpus spongiosum*** смештен на вентралној страни.
- Кроз ***corpus spongiosum*** пролази ***pars spongiosa*** уретре.



Penis

- На свом предњем крају, **корпус спонгиозум** се проширује у **гланс пенис**.
- Свако еректилно тело, обавијено је **туником албугинеом** од које у унутрашњост еректилних тела улазе **трабекуле**.
- **Између трабекула** се у кавернозним телима налазе **синуси или каверне**, а у спонгиозном телу **венске анастомозе**.
- Током ерекције ове шупљине су испуњене крвљу.



Penis

- **Еректилна тела** су васкуларизована **дубоким и дорзалним артеријама пениса**.
- **Дубоке артерије** пролазе кроз **кавернозна тела** и дају три врсте огранака:
- **артеријсковенске анастомозе** – спајају дорзалне артерије са одводним венама на површини кавернозних тела;
- **артерије хелицине** – празне се у синусе кавернозног тела, па се означавају и као функционалне гране;
- **ситне гранчице** или **метартериоле** – нутритивне гране, исхрањују трабекуле и дренирају се у каверне.
- **Дорзалне артерије** су смештене **између капсуле еректилних тела и фасције пениса**, исхрањују тунику албугинеу и веће трабекуле, а мали део крви из њих се излива у синусе еректилних тела.

Penis

- **Кожа пениса** је танка, пигментисана и покретна.
- Садржи доста **еластичних влакана** и **модификоване лојне жлезде** (*Tyson*-ове жлезде).
- **На глансу** прелази у **плочастослојевит епител** без орожавања, а затим у **епител уретре**.
- Садржи **слободне нервне завршетке** и **Meissner-ове корпускуле**, а у кожи гланса и бројна **генитална телашца**.