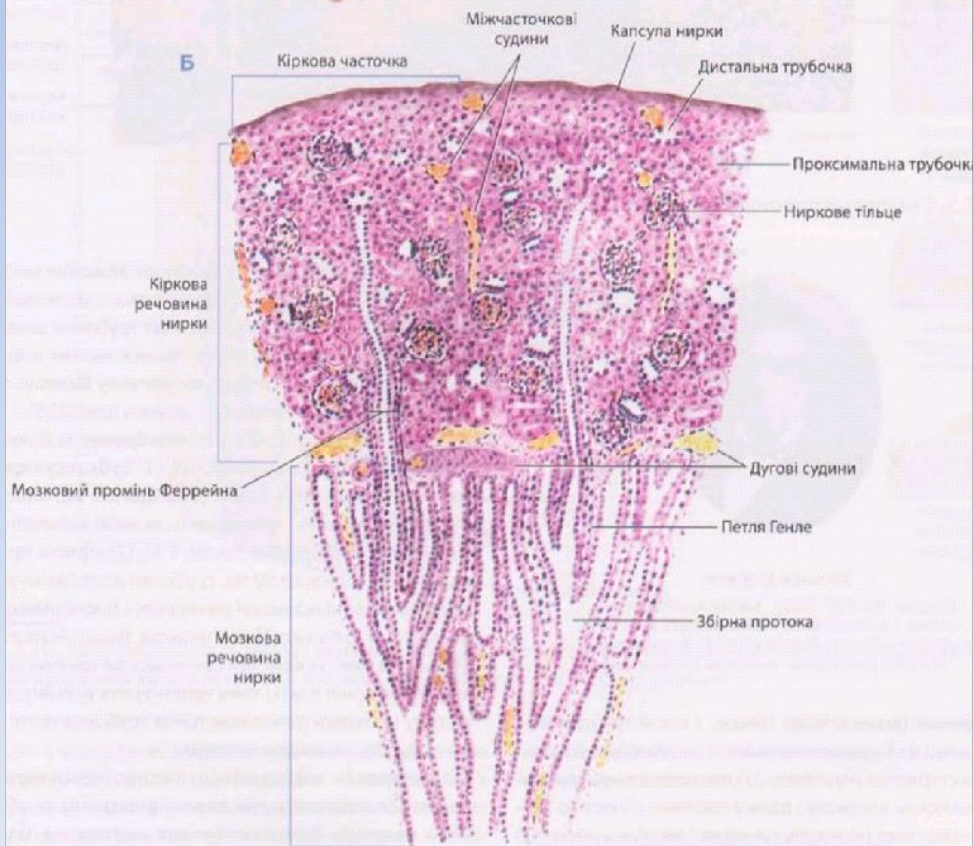
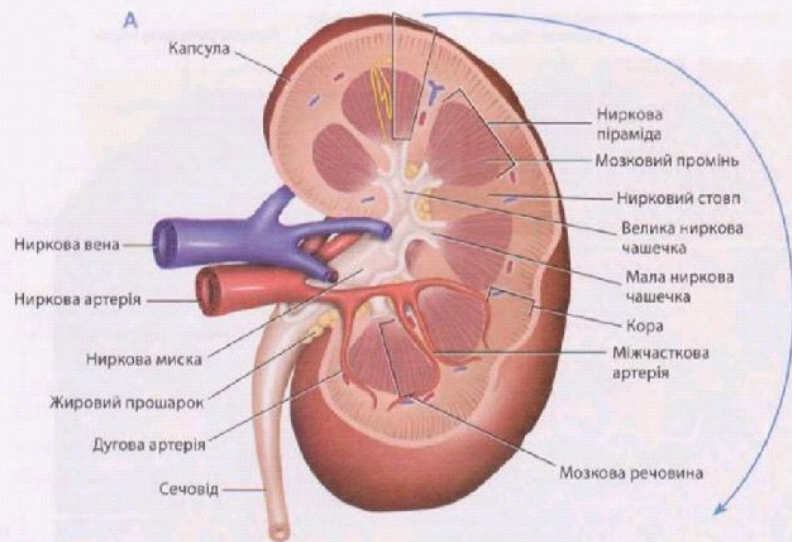


# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

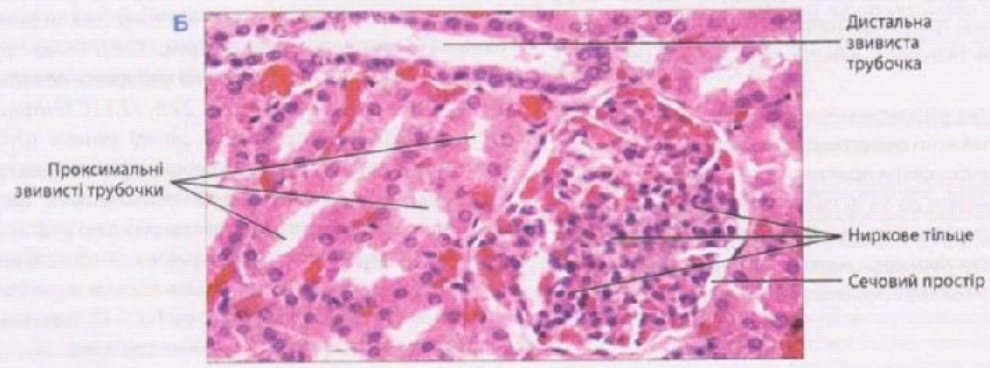
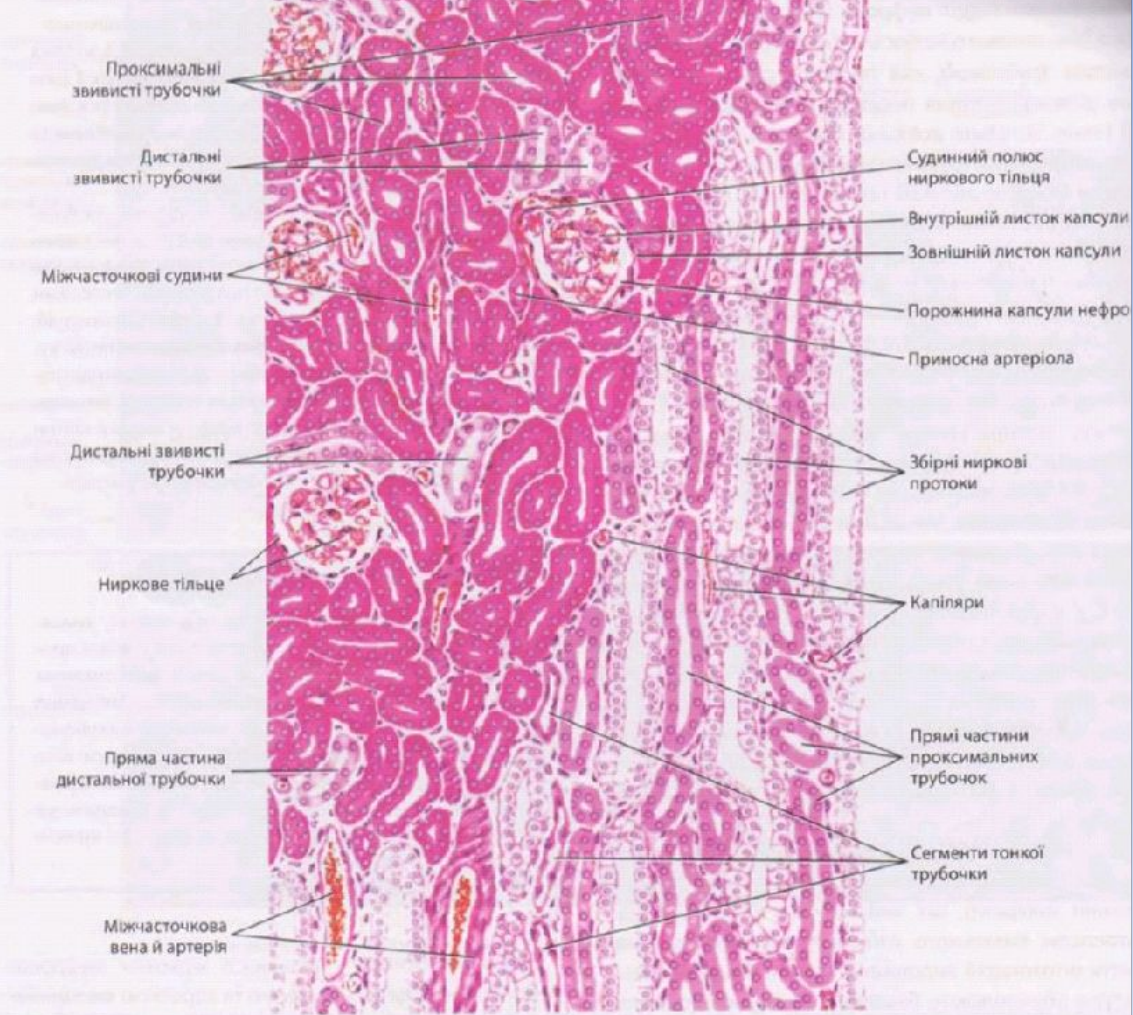
## **Лекція: Морфофункціональна характеристика органів сечової системи**

- **Сечова система** включає органи сечоутворення – нирки, а також сечовивідні шляхи, до яких належать сечоводи, сечовий міхур та сечівник. **Нирка** – головний орган видільної системи, який виконує функції:
  - підтримання сталості внутрішнього середовища організму,
  - регуляція водно-сольового обміну та кислотно-лужної рівноваги,
  - регуляція артеріального тиску,
  - перетворення неактивного попередника вітаміну D в активну форму
  - ендокринна
- **Будова нирки**
  - Це паренхіматозний орган, зовні покритий фіброзною капсулою, яка утворена щільною волокнистою сполучною тканиною, та прошарками пухкої сполучно тканини, збагаченою ретикулярними волокнами (інтестіцій). Спереду – серозною оболонкою. Зовні капсули, особливо на ділянці воріт і задньої поверхні – жирова капсула нирки.
  - Паренхіма представлена епітеліальною тканиною, з якої утворені **ниркові тільця, звивисті та прямі канальці**.
  - Закономірності розташування паренхіматозних елементів нирки обумовлюють неоднорідність гістологічної картини органа: периферична частина більш темна і зерниста, що зумовлює наявність ниркових тілець та зрізаними впоперек звивистих канальців. Вона має назву **кіркової речовини**.
  - Внутрішня частина органу світліша і посмугована, оскільки в її складі переважають зрізані прямі канальці - **мозкова речовина**. Вона утворює вузькі вrostання у кіркову – так звані промені Феррейна; в свою чергу, у мозкову речовину під назвою стовпів Бертена проникають широкі тяжі кіркової речовини. Останні ділять мозкову речовину на ниркові піраміди. Ниркова піраміда з прилеглими до неї ділянками кіркової речовини утворюють **ниркову частку**, яка в свою чергу складається з **часточок**.



- Структурно-функціональна одиниця нирки –**нефрон**.
- Склад нефрону:
- ниркове тільце (капсула Шумлянського-Боумана разом з капілярним клубочком)
- проксимального звивистого і прямого канальця
- тонкого канальця
- дистального прямого і звивистого
- За локалізацією, особливостями будови та функціями розрізняють:
- **субкапсулярні нефрони** 1% - ниркові тільця знаходяться під капсулою, канальці короткі і не виходять за межі кіркової речовини
- **кіркові нефрони** 80% - канальці яких закінчуються у зовнішній зоні мозкової речовини
- **юкстамедулярні** 20% - ниркові тільця локалізуються на межі коркової і мозкової речовини, канальці довгі.
- У нефронах відбувається **процес сечоутворення**, в якому розрізняють три етапи:
- - фільтрація плазми крові з утворенням первинної сечі
- - реабсорбція – зворотне всмоктування з первинної сечі і виведення у кров речовин, необхідних для життєдіяльності організму
- - секреція – перенесення з крові у сечу низки речовин, а також транспортування сечі до сечовивідних органів.
- Кіркові нефрони – головні структурні компоненти нирки, у яких відбувається процеси сечоутворення.
- Юкстамедулярні нефрони практично не задіяні у процесах фільтрації, вони є своєрідними шунтами для швидкого пропускання крові через нирку.

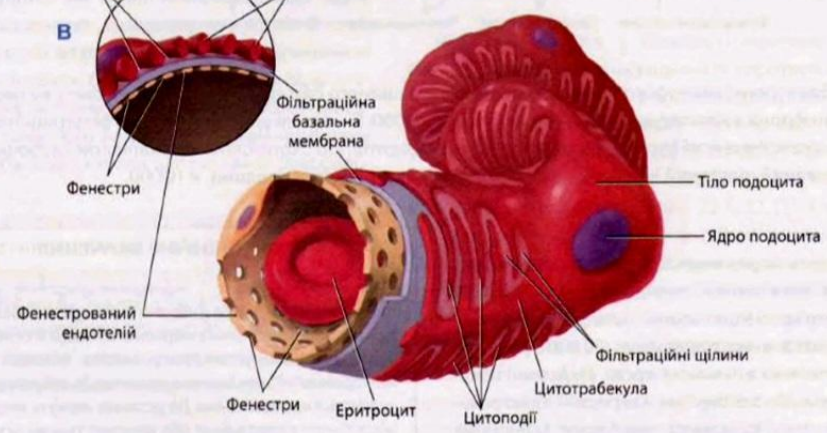
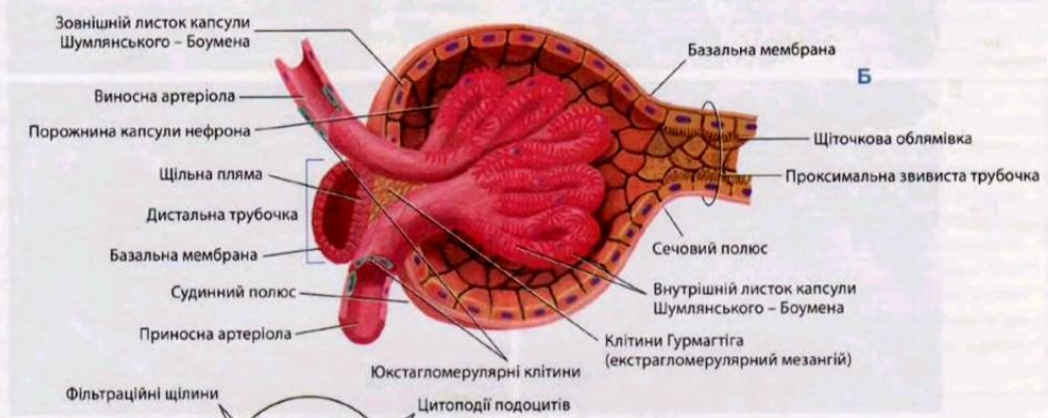
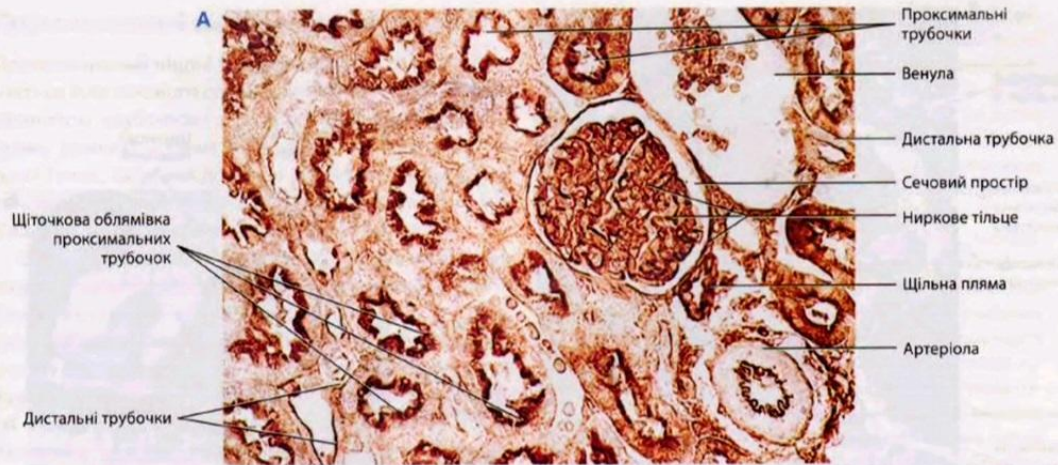




- **Ниркове (Мальпігієве) тільце.**
- Ниркове тільце забезпечує перший етап сечоутворення, а саме фільтрацію плазми крові з утворенням первинної сечі. Складається з **судинного клубочка і капсули Шумлянського-Боумена**, яка утворена двома листками - зовнішнього побудованого з одношарового плоского епітелію, оточеного базальною мембраною, виконує бар'єрну функцію, не проп ендотеліюускаючи компоненти первинної сечі в інтерстичій нирки;
- внутрішній листок побудований зі специфічних епітеліальних клітин – подоцитів, від тіла відходять великі відростки –**цитотрабекули**, які в свою чергу, утворюють дрібніші відростки – **цитоподії**, останні своїми розширеними закінченнями контактують зі спільною для капіляра і подоцита базальною мембраною.
- Між зовнішнім і внутрішнім листками утворюється простір, в якому збирається первинна сеча, яка звідки надходить у проксимальний звивистий каналець.
- 
- **Судинний клубочок** складається з капілярів фенестрованого типу, які утворюють петлі між приносяюю і виносною артеріолами. У кіркових нефронах приносяна артеріола удвічі ширша від виносною, що зумовлює вислкий гідростатичний тиск у капілярах і є єдиним з чинників високої фільтраційної здатності ниркового тільця Іншою важливою морфо функціональною особливістю капілярів є наявність в
- ендотеліі великою кількості фенестр – вікончастих перфорацій. Між капілярами залягає особливий різновид сполучної тканини –**мезангій**, утворений мезангіоцитами ті міжклітинною речовиною.
- **Мезангіоцити** – клітини з відростками, які виконують низку важливих функцій:
- опорну – завдяки наявності міофіламентів
- регуляцію кровоплину в капілярах завдяки здатності цих клітин до скорочення
- здійснюють фагоцитоз макромолекул з первинної сечі та продуктів деградації ниркового тільця
- синтезують компоненти базальної мембрани і міжклітинної речовини мезанглію
- частина клітин продукує ренін.
-

- **Гломулярна базальна (фільтраційна) мембрана**, котра залягає між вісцеральним листком капсули нефрона і стінками гемокапілярів, є єдиною непереривною структурою у складі фільтраційного бар'єра. У складі мембрани розрізняють три шари: зовнішній і внутрішній - світлі (електронно-прозорі), і середній - темний (електронно-щільний), який побудований із мікрофібрил, які втоплені в протеоглікановий матрикс.
- Таким чином, до **фільтраційного бар'єра** належать:
  - фенестрований ендотелій капілярів клубочка
  - тришарова базальна мембрана
  - фільтраційні щілини між цитоподіями подоцитів.
- Ультраструктурно у гломерулярній базальній мембрані розрізняють три шари: зовнішній та внутрішній – світлі, і середній – електронно-щільний темний. Світлі шари містять ламінін, гепарансульфат та аніонні ділянки. Середній шар побудован з мікрофібрил (колаген IV типу), які втоплені в протеоглікановий матрикс
- 
- Бар'єр непроникний для речовин молекулярною масою більш 70 000 дальтон і формених елементів крові.
- Обчислено, що через ниркові клубочки людини за добу проходить в середньому 1800 л крові, при цьому утворюється до 180 л первинної сечі.
- 
- **Клінічне значення.**
- **Гломерулонефрит** -інфекційно-алергічне захворювання, для якого характерне дифузне ушкодження базальних мембран судинного клубочка ниркового тільця. Клінічно хвороба проявляється оліурією, гематурією, протеїнурією, підвишеним артеріальним тиском і набряками.

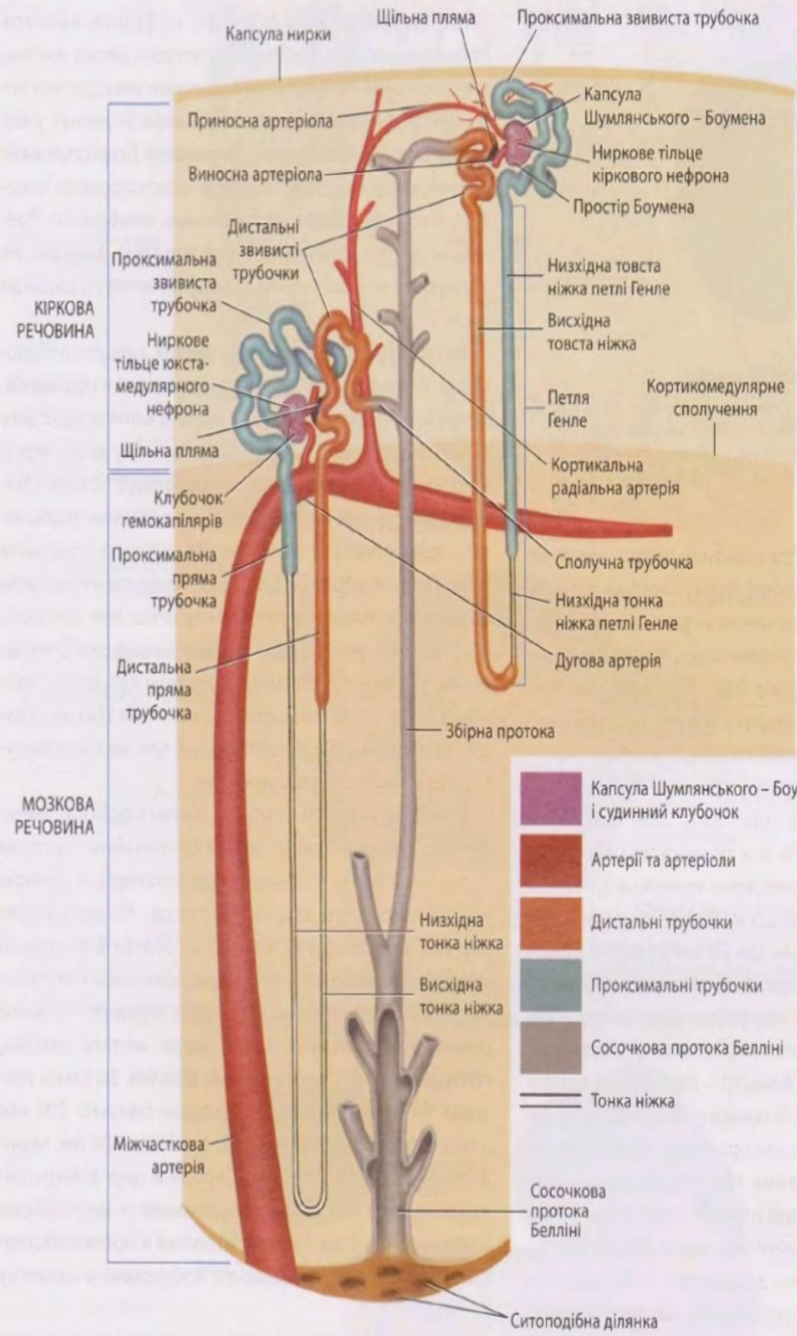




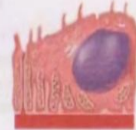


- **Проксимальний відділ нефрона** ( звивистий і прямий канальці) висланий одношаровим циліндричним або кубічним епітелієм. На апікальній частині має щіточкову облямівку, яка складається з мікроворсинок і сприяє всмоктуванню глюкози. Базальна частина має базальну посмугованість, утворену складками плазмолемми, між якими знаходяться мітохондрії. Це забезпечує активний транспорт електролітів за рахунок ферментів (сукцинатдегідрогеназа). Білки всмоктуються шляхом піноцитозу. Вода всмоктується пасивно. Таким чином, у проксимальних канальцях починається другий етап сечоутворення, в саме відбувається активна реабсорбція практично всієї глюкози, усіх білків та амінокислот, до 85% іонів натрію, а також пасивна реабсорбція з первинної сечі близько 85% води. Названі процеси не регулюються гормонам, тому реабсорбція отримала назву облігатної.
- **Тонка трубочка** у більшості кіркових нефронів представлена довгою низхідною та короткою висхідною частинами петлі Генле. Вона утворена невеликими плоскими епітеліоцитами, які беруть участь в подальшому пасивному всмоктуванні води, що обумовлює процес концентрування сечі.
- Тонкі трубочки разом зі збірними трубочками забезпечують пасивну реабсорбцію води. Основна відмінність полягає у тому, що у тонких канальцях цей процес не залежить від впливу гормонів, тоді як епітеліоцити збірних трубочок набувають проникності для води під впливом антидіуретичного гормону гіпофіза.
- **Механізм протитечно-поворотно-множинної системи концентрування сечі.**
- Головними структурами, які запскають механізм концентрування сечі, є частини петлі Генле. Клітини під дією гормону наднирників альдостерону реабсорбують іони  $\text{Na}^+$  і одночасно затримують воду, внаслідок чого тканинна рідина прилеглого інтерстицією стає гіпертонічною. Стінка низхідної частини петлі, навпаки, пропускає воду в інтерстицій, і поступово сеча у тонкій трубочці перетворюється з ізотонічної (верхня частина) у гіпертонічну
- (нижня частина), сеча у висхідній частині тонкої трубочки поступово стає гіпотонічною. Оскільки збірні трубочки знаходяться у тому ж самому гіпертонічному середовищі, що й петлі Генле, поступово через стінку збірних проток під впливом антидіуретичного гормону із сечі пасивно виходить вода, і сеча на верхівці піраміди також стає гіпертонічної.
-

- **Дистальний відділ нефрона** (прямий і звивистий канальці) забезпечує реабсорбцію, яка на противагу проксимальним трубочкам залежна від впливу гормонів і тому отримала назву факультативної. Тут завершується процес реабсорбції електролітів, активність ферментів трансмембранного транспорту яких регулюється гормоном альдостероном. Менш інтенсивне функціональне навантаження дистального відділу, на відміну від проксимального, обумовлене певними морфологічними особливостями їхнього епітелію: на апікальній поверхні відсутня щіточкова облямівка, базальна посмугованість добре виражена, що свідчить про активне транспортування води й електролітів.
- **Збірні ниркові протоки** належать до початкових відділів сечовивідних шляхів, але в них ще продовжуються процеси сечоутворення, а саме – пасивна реабсорбція води під дією антидіуретичного гормону та секреція іонів водню. Збірні протоки локалізуються у пірамідах мозкової речовини. Від збірної протоки мозкового променя відходять **сполучні трубочки**, які з'єднують дистальні ниркові канальці з протоковою системою нирки, зливаючись, формують сосочкові протоки Белліні.
- Серед збірних проток нирки розрізняють три різновиди:
  - кортикальні – входять до складу мозкових променів
  - медулярні – утворюються в результаті злиття кількох кортикальних проток
  - папілярні – протоки Белліні.
- Збірні трубочки вистелені одношаровим кубічним епітелієм. Більшість клітин мають світлу, бідну на органели цитоплазму. Беруть участь в остаточному всмоктуванні води. Темні клітини, подібно парієтальним клітинам залоз шлунку, мають внутрішньоклітинні канальці, та виділяють іони  $H^+$  і спричиняють підкисленню сечі.
- Таким чином, процес сечоутворення базується на процесах фільтрації, реабсорбції та секреції.
- **Клінічне значення.**
- Нецукровий діабет нейрогенного типу – захворювання, при якому порушується здатність клітин дистальних відділів нефронів та збірних трубочок реагувати на вплив антидіуретичного гормону. Як наслідок знижується реабсорбція води та концентрування сечі.
-



Проксимальна звивиста трубочка



Збірна протока



Дистальна звивиста трубочка



Висхідна товста ніжка петлі Генле



Низхідна тонка ніжка петлі Генле

- Капсула Шумлянського – Боумена і судинний клубочок
- Артерії та артеріоли
- Дистальні трубочки
- Проксимальні трубочки
- Сосочкова протока Белліні
- Тонка ніжка

- **Ендокринна система нирок.**
- Функції:
  - участь у регуляції кровоплину
  - участь у регуляції сечоутворення
  - вплив на загальну гемодинаміку
  - регуляція водно-сольового обміну в організмі.
- Ендокринна система нирок включає три основні компоненти:
  - юкстагломерулярний комплекс (ренін-ангіотензівну систему)
  - інтерстиційні клітини мозкової речовини (простагландинова система)
  - клітини дистальних каналців, які є елементом калікреїн-кінінової системи.
- **Юкстагломерулярний комплекс** представлений:
  - юкстагломерулярними клітинами
  - клітинами щільної плями
  - юкставаскулярними клітинами Гурмагтіка
  - мезангіальними клітинами.
- **Юкстагломерулярні клітини** локалізовані в стінці приносячої і виносячої артеріол. Вони є видозміненими гладкими міоцитами, які втратили здатність до скорочення, але набули властивості секреторних клітин. Головна роль клітин полягає в тому, що вони реагують на зниження артеріального тиску посиленням синтезом **ренину**, який ініціює низку реакцій з утворенням ангіотензину-2, що підвищує артеріальний тиск двома шляхами:
  - 1)стимулює скорочення стінки артеріол,
  - 2)стимулює секрецію альдостерону, який затримує в організмі воду і натрій, внаслідок чого збільшується об'єм циркулюючої крові.
- **Клітини щільної плями** представлені епітеліоцитами прямої частини дистального каналця нефрона, який піднімаючись із мозкової речовини у кіркову, підходить до судинного полюса ниркового тільця, локалізуючись між приносячою і виносячою артеріолами. Ці клітини як осморорецептори сигналізують про рівень  $\text{Na}^+$  у сечі.
- **Юкставаскулярні клітини** залягають у трикутному просторі між приносячою і виносячою артеріолами. Ці клітини передають сигнал про концентрацію іонів  $\text{Na}^+$  від клітин щільної плями до юкстагломерулярних клітин; у разі функціональної недостатності останніх можуть синтезувати ренін. Існують також дані щодо їхньої здатності до синтезу еритропоетину.

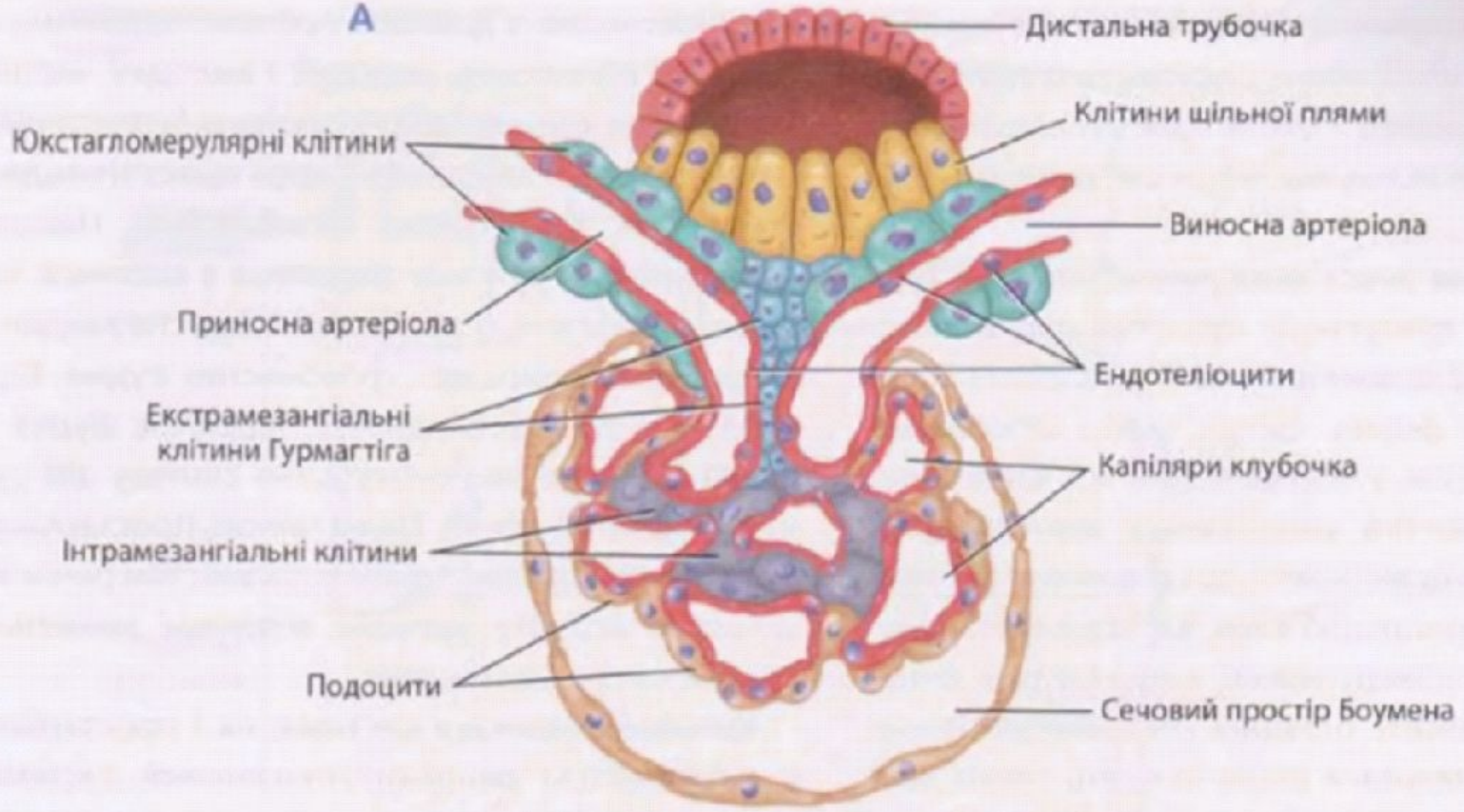


- **Простагландиновий апарат** інтерстиційними клітинами, розташованими в мозковій речовині. Представлені базальною мембраною проксимальних і дистальних звивистих каналців.
- **Калікреїн-кінінова система** є антагоністом ренін-ангіотензивної системи, тобто має судинорозширювальний вплив, підсилює натрійурез та діурез шляхом пригнічення реабсорбції натрію і води в каналцях нефронів. Ця система представлена клітинами дистальних каналців, які виділяють **калікреїн**, який взаємодіє з кініногенами плазми крові з утворенням кінінів. Клітини стимулюють секрецію простагландинів, які викликають розширення судин, що призводить до зниження артеріального тиску.

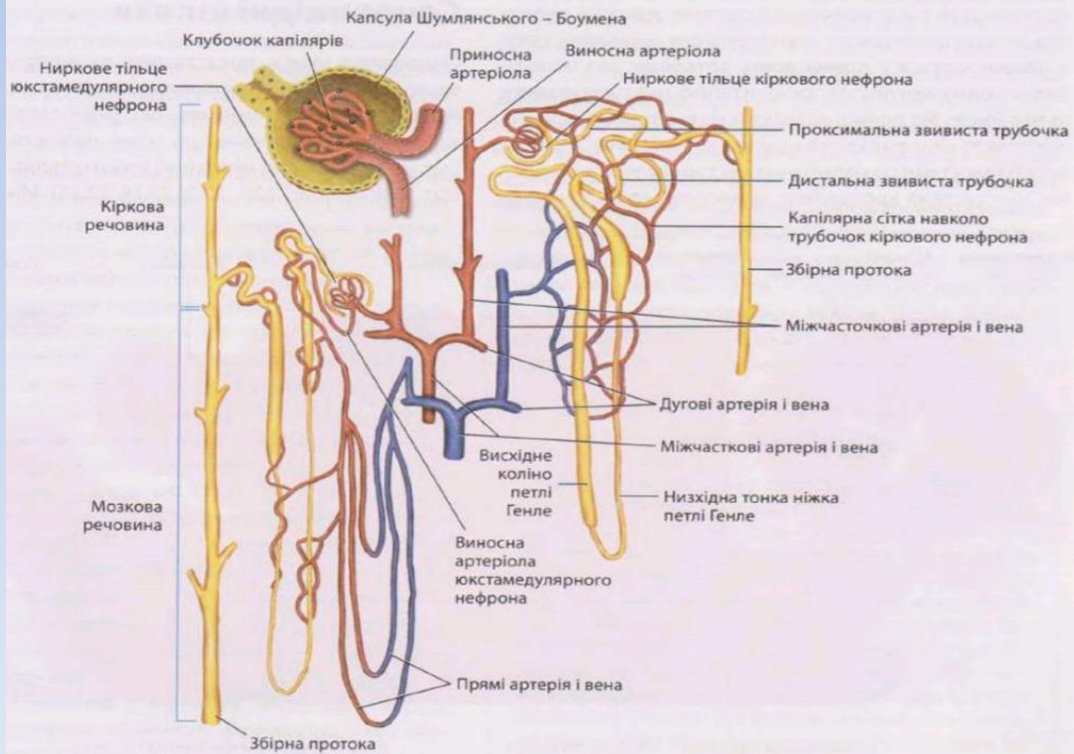
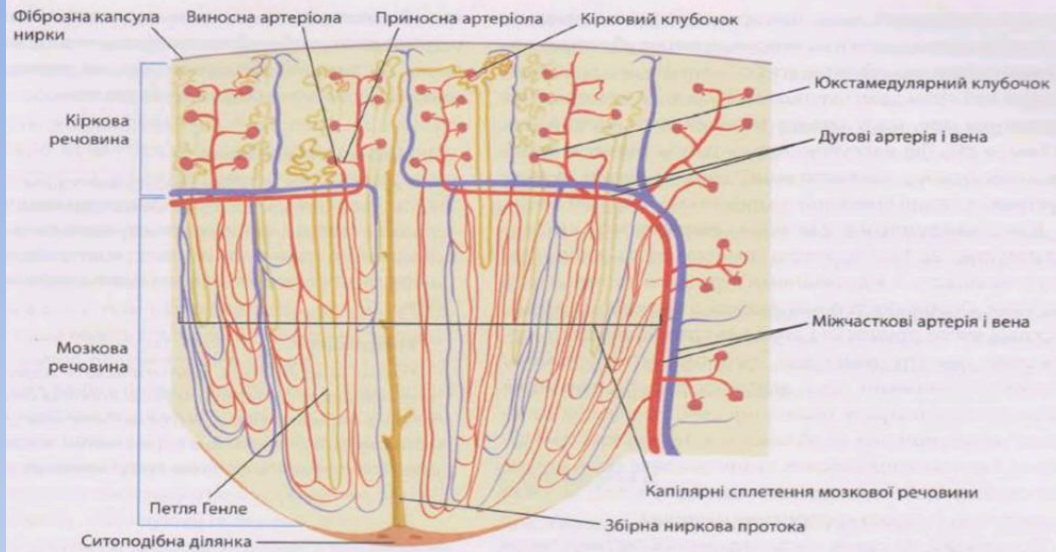
- 

-

**A**



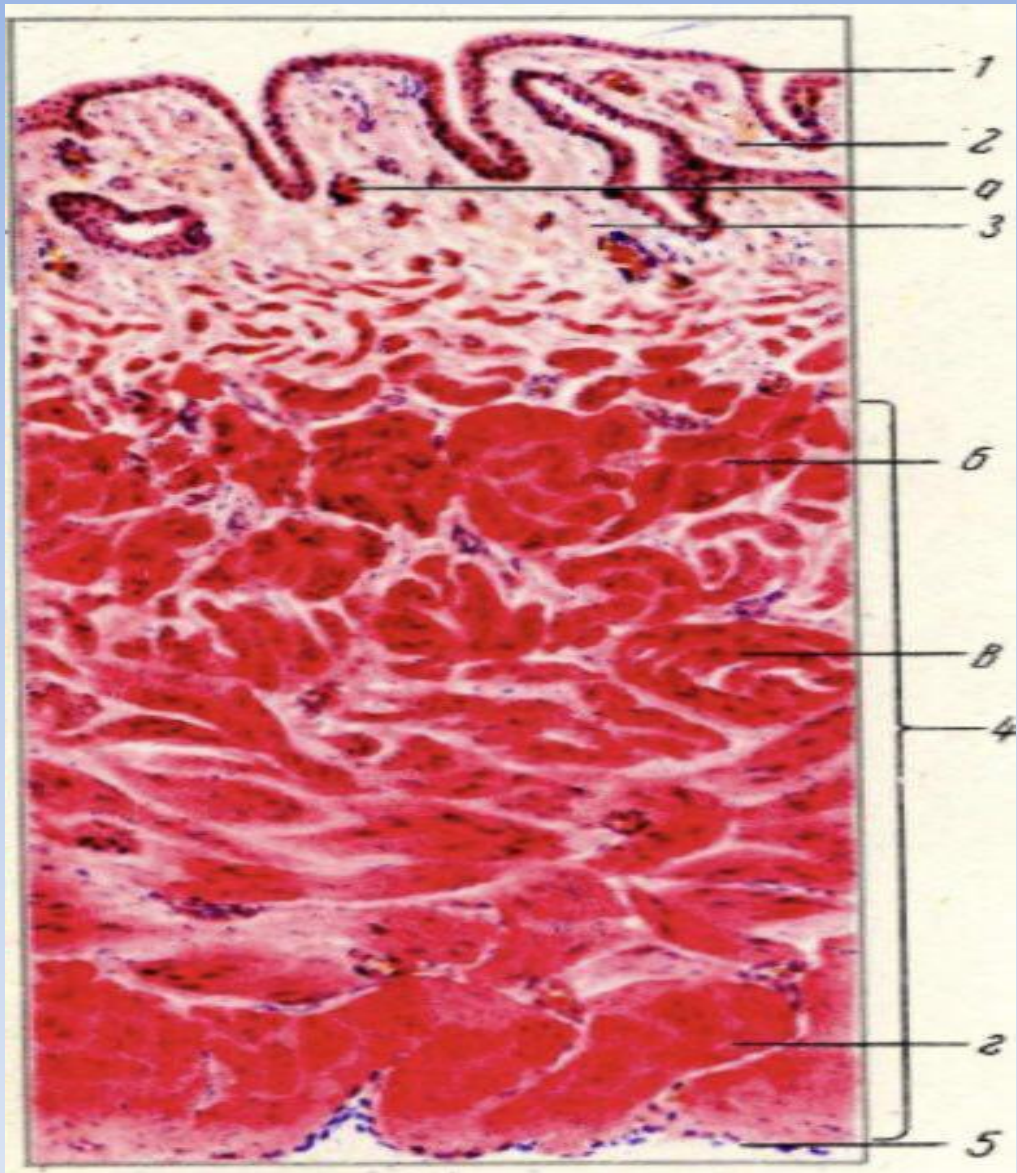
- 
- **Кровопостачання нирок.**
- Кров надходить до нирки по нирковій артерії. Ниркова артерія ділиться на *міжчасткові артерії*, які йдуть між пірамідами. На межі кіркової речовини з мозковою артерією повертають під прямим кутом і утворюють *дугові артерії*. Від них відгалужуються *міжчасточкові артерії*, далі *приносні артеріоли*, які розпадаються на *капіляри клубочків* (*первинна чудесна сітка* оскільки вона розміщена між двома артеріолами). Капіляри клубочка збираються у *виносні артеріоли*. У **кіркових нефронах** діаметр приносної артеріоли більший ніж виносної, що забезпечує високий тиск у гемокапілярах клубочка і сприяє процесу фільтрації у нирковому тільці. Виносні артеріоли дають початок вторинній (перитубулярній) капілярній сітці, яка обплітає трубочки нефрона; завдяки якій відбувається процес реабсорбції. Далі кров збирається у венозне русло. Під капсулою нирки наявні *зірчасті вени*, які зливаються у *міжчасточкові*, далі – у *дугові* та *міжчасткові*; останні біля ворот з'єднуються у *ниркові вени*.
- В **юкстамедулярних нефронах** діаметр приносної артеріоли дорівнює діаметру виносної. Тому тиск у капілярах клубочка невисокий. Виносні артеріоли направляються в мозкову речовину і розгалужуються на *прямі судини* і переходять у венозне русло. Наслідком означеної морфологічної особливості є те, що юкстамедулярна система кровоносних судин виконує роль шунта, що служить для перекидання надлишку крові за умов інтенсивного кровоплину у нирках.
- 
- **Клінічне значення.**
- У відповідь на звуження просвіту ниркової артерії (пухлина, атеросклероз, запальний процес) розвивається стійка ниркова гіпертонія. Це зумовлює зниження артеріального тиску у приносної артеріоли, що викликає включення барорецепторної функції юктагломерулярних клітин і стимулює синтез реніну.
- 
- 
-

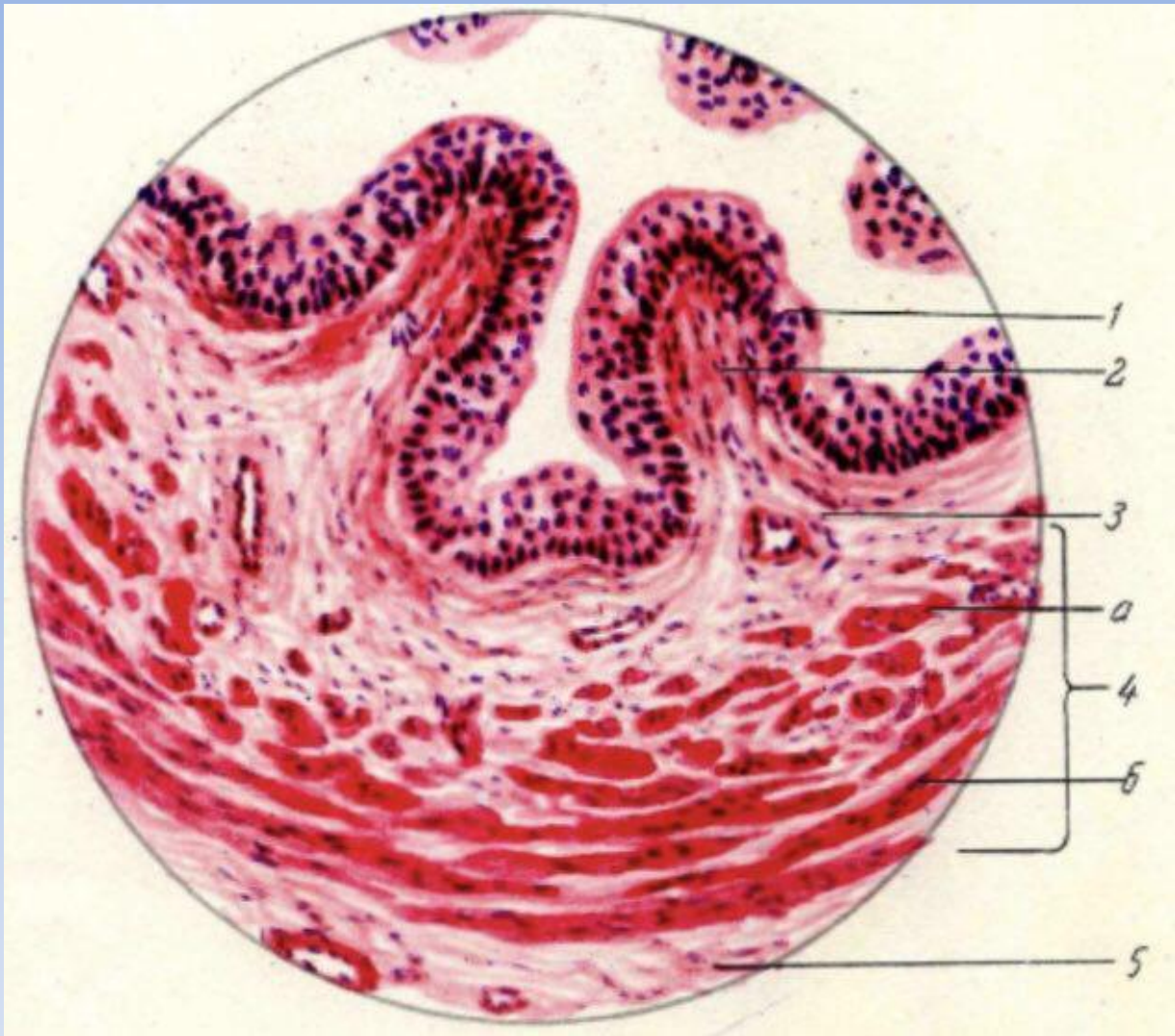




- **Сечовивідні шляхи:**
- ниркові чашечки
- ниркові миски
- сечовий міхур
- сечоводи
- сечівник
- Мікроскопічна будова усіх означених порожнистих органів, за винятком сечівника, подібна.
- **Слизова оболонка:**
- епітеліальна пластинка, утворена **перехідним** епітелієм - уротелій (крім сечівника, в якому перехідний епітелій поступово замінюється на багатощаровий плоский незроговілий), товщина епітелію змінюється залежно від ступеня наповнення сечовивідних шляхів.
- власна пластинка - пухка сполучна тканина, можуть залягати секреторні відділи залоз, котрі продукують слиз.
- У сечовому міхурі складки слизової оболонки, на відміну від сечоводів, різнонаправлені. Ділянкам стінки сечового міхура між впадінням сечоводів і виходом сечівника має назву трикутника: складки відсутні, а у власній пластинці залягають залози, котрі продукують слиз.
- **М'язова оболонка** утворена двома (у верхній частині сечовода) або трьома шарами гладких міоцитів.
- **Зовнішня оболонка** – частіше адвентиційна, тільки задня поверхня сечового міхура покрита серозною оболонкою.
- **Клінічне значення.**
- **Сечокам'яна хвороба** – хронічне захворювання, при якому в ниркових чашечках і сечоводах утворюються різні за величиною, структурою та хімічним складом камені. Хвороба може бути викликана як запальними чинниками, так і місцевими. Камені, перекриваючи шляхи відтоку сечі, викликають атрофію, запалення і склероз тих відділів сечовивідних шляхів, які розташовані вище від перешкоди. Процес може закінчитися ерогенним сепсисом і хронічною нирковою недостатністю.

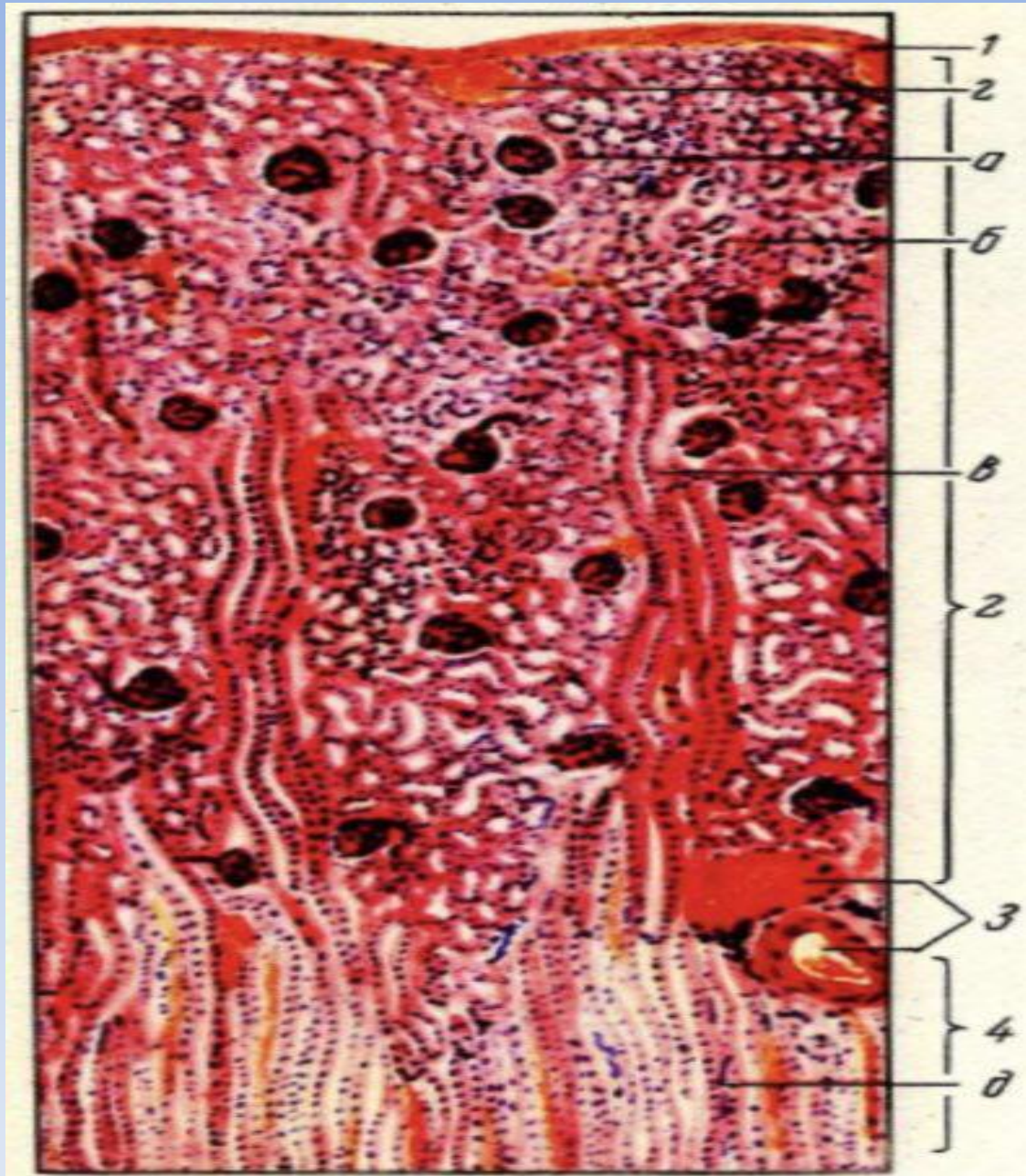
- Верхня частина сечового міхура. Забарвлення: гематоксилін-еозином. Збільшення: об'єктив 8, окуляр 5. Urinary bladder.
- 1-перехідний епітелій, transitional epithelium
- 2-власна пластинка слизової оболонки: lamina propria
- а) кровоносна судина, blood vessel
- 3-підслизова основа, tunica submucosa
- 4-м'язова оболонка, muscularis
- б)поперечно розташовані м'язи, cross section
- в)спирально розташовані м'язи, circular muscular layer
- г)продольно розташовані м'язи, longitudinal muscular layer
- 5-серозна оболонка, serosa
- 
- Розглядаючи препарат, слід знайти внутрішню поверхню органа, вистелену перехідним епітелієм. Останній розташований на тонковолокнистій власній пластинці слизової оболонки, яка без різкої межі переходить у слаборозвинену сполучнотканинну підслизову основу. Під нею знаходиться досить добре виражена м'язова оболонка. Зовнішня оболонка тонка, рожевого кольору, покрита мезотелієм.
- 
-







- Середня частина сечовода. Забарвлення гематоксилін-еозином. Збільшення: об'єktiv 8, окуляр 10. Urether.
- 1-перехідний епітелій, transitional epithelium
- 2-власна пластинка слизової оболонки, lamina propria
- 3-підслизова оболонка, tunica submucosa
- 4-м'язова оболонка: muscularis layer
- а)продольний шар, longitudinal muscular layer
- б)циркулярний шар, circular muscular layer
- 5-сполучнотканинна оболонка connective tissue capsule
- 
- На поперечному зрізі просвіт сечовода має зірчасту форму, орган вистелений перехідним епітелієм. Епітелій розташований на тонкій базальній мембрані, за якою бачимо слабо виражений прошарок полужної тканини - власну пластинку слизової оболонки. Підслизова основа, яка розташована глибше, суттєво за будовою не відрізняється. За нею йде м'язовий шар та адвентиційна оболонка - пухка сполучна тканина, багата на адипоцити та судини.
-



- Нирка. Забарвлення гематоксилін-еозином. Збільшення: об'єktiv 8, окуляр 5. Kidney.
- 1-капсула, capsula
- 2-кіркова речовина, cortex
- а) Мальпигієво тільце, Malpighian corpuscle
- б) головні та вставні відділи, main and intercalated acini
- в) мозкові промені, medullary rays
- г) вена, vein
- 3- судини, vessels
- 4-мозкова речовина, medulla
- д) прямі канальці, straight tubules
- При вивченні препарату на малому збільшенні необхідно звернути увагу на наявність двох зон, що відрізняються забудовою та інтенсивністю забарвлення – мозкової та кіркової речовини. Зовні нирка вкрита сполучнотканинною капсулою, під якою розташована кіркова речовина. Вона складається з округлих утворів, так званих ниркових тілець, проміжки між якими зайняті поперечно та косо зрізаними епітеліальними трубочками – звивистими канальцями. Мозкова речовина забарвлена на препараті світліше. Вона утворена прямими канальцями. Епітелій, що їх утворює, забарвлений блідо-рожево. Межа між кірковою та мозковою речовиною нерівна: мозкова речовина глибоко вростає в кіркову у вигляді клинів, що звужуються доверху і складаються з параллельно **орієнтованих** прямих канальців. Ці структури називають мозковими променями. У ділянках кіркової речовини, які розташовані між двома мозковими променями, трапляються міжчасточкові артерії, а на межі між кірковою і мозковою речовиною в оточенні сполучної тканини, з більш вираженою м'язовою оболонкою – дугові артерії. Кіркова речовина вростає в мозкову у вигляді так званих ниркових стовпів. При вивченні препарату на великому збільшенні у складі ниркового тільця легко побачити розташований по центрі округлої форми клубочок ниркового тільця, оточений капсулою нефрона. Остання складається з двох листків: зовнішнього, що виглядає на препараті як ланцюжок витягнутих ядер фіолетового кольору, і внутрішнього, щільно зрощеного з судинним клубочком. Між листками є вузька щілинна порожнина – сечовий простір капсули нефрона. Сам клубочок здається побудованим з великої кількості ядер, які належать ендотеліальним, сполучнотканинним клітинам і клітинам вісцерального листка капсули нефрона. В капілярах клубочка бачимо формені елементи крові. Кожне ниркове тільце оточене канальцями проксимального відділу. Для останніх характерний щілиноподібний просвіт, інтенсивно червоний колір цитоплазми нефроцитів, що складають його стінку, відсутність чіткої межі між ними. Поблизу ниркового тільця трапляються також канальці дистального відділу нефрона. Для них характерний виражений просвіт, епітеліоцити, що їх утворюють, мають кубічну форму, блідо забарвлену цитоплазму. В мозкових променях розташовані канальці з найменшим просвітом, вони утворені плоским, блідо забарвленим епітелієм. Ділянки цитоплазми з ядрами виступають у просвіт канальців. Ці особливості характерні для низхідної частини петлі нефрона. Мозкова речовина утворена збірними нирковими трубочками з широким просвітом, вистеленими кубічним епітелієм.