

Лекція №14

для студентів 2 курсу 2 медичного факультету
Спеціальність «Лабораторна діагностика»

ВИДІЛЕННЯ-1

Лектор: Жернова
Наталія Петрівна

Запоріжжя, 2016

У процесі метаболізму синтезуються сполуки, від яких організм має звільнитися, оскільки вони, накопичуючись у значній кількості, порушують функції окремих органів і всього організму і навіть можуть спричинити його загибель. Виділення зазнають також деякі речовини, що надходять із їжею, або вводяться при проведенні лікувальних процедур. Серед зазначених метаболітів трапляються газоподібні, рідкі й тверді речовини. У виділенні їх, крім нирок, беруть участь й інші органи: легені, потові залози шкіри, ТК.

- **Легені** виводять з організму CO_2 , воду, деякі летючі речовини, наприклад пари ефіру і хлороформу при наркозі, пари алкоголю при сп'янінні.
- **Слинні і шлункові залози** виділяють важкі метали, ряд лікарських засобів (морфін, хінін, саліцилати) і чужорідних органічних сполук.
- Екскреторну функцію виконує **печінка**, видаляючи з крові ряд продуктів азотистого обміну.
- **Підшлункова залоза та кишкові залози** екскретують важкі метали, лікарські речовини.

- **Залози шкіри** відіграють суттєву роль у виділенні. З потім з організму виводяться вода і солі, деякі органічні речовини, зокрема сечовина, а при напруженій м'язовій роботі - молочна кислота.
- Продукти виділення **сальних і молочних залоз** - шкірне сало і молоко мають самостійне фізіологічне значення - молоко як продукт харчування для новонароджених, а шкірне сало для змащування шкіри.

ФУНКЦІЇ НИРОК.

- 1) участь в регуляції об'єму крові та позаклітинної рідини (волюморегуляція);
- 2) регуляція концентрації осмотично - активних речовин в крові та інших рідинах тіла (осморегуляція);
- 3) регулювання іонного складу сироватки крові і іонного балансу організму (іонна регулювання);
- 4) участь у регуляції кислотно-основного стану (стабілізація рН крові),

5) участь у регуляції артеріального тиску, еритропоезу, згортання крові, модуляції дії гормонів завдяки утворенню і виділенню в кров біологічно активних речовин (інкреторна функція);

6) участь в обміні білків, ліпідів і вуглеводів (метаболічна функція);

7) виділення з організму кінцевих продуктів азотистого обміну і чужорідних речовин, надлишку органічних речовин (глюкоза, амінокислоти та ін), які надійшли з їжею або утворилися в процесі метаболізму (екскреторна функція).

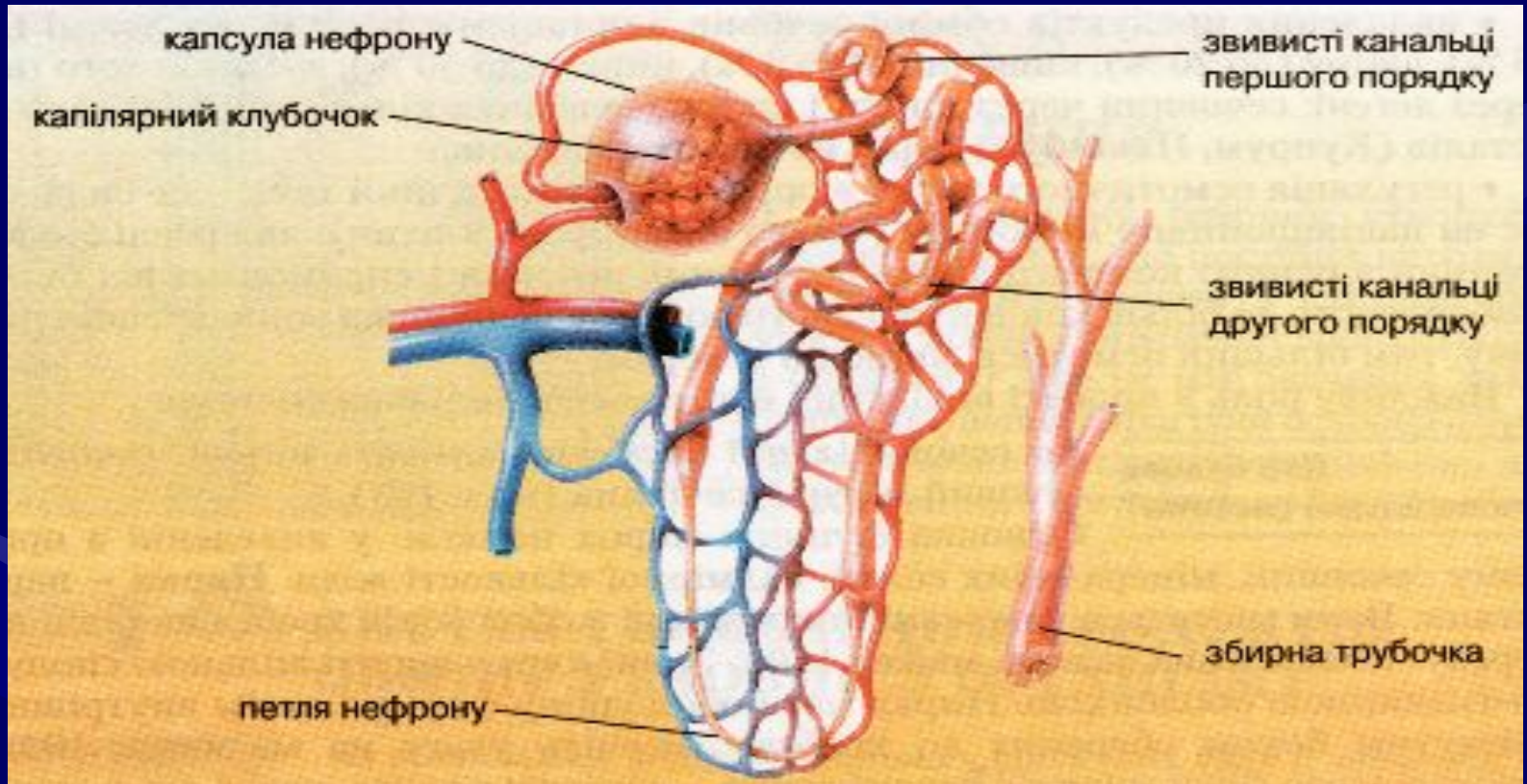
Структурно-функціональною одиницею нирок є нефрон.

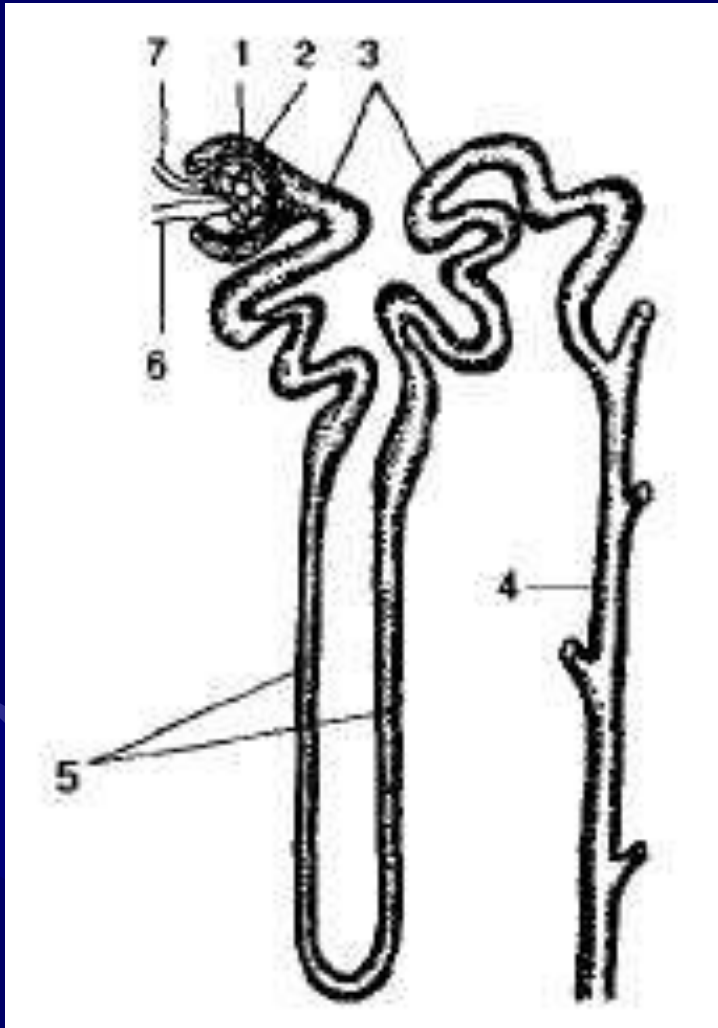
У кожній нирці їх налічується 1,2—1,3 млн.

Залежно від місця розміщення в нирці розрізняють три типи нефронів:

- ✓ суперфіціальні нефрони — 20—30 %,
- ✓ інтракортикальні — 60—70 %,
- ✓ юкстамедулярні — 10—15 %.

НЕФРОН





Будова нефрона:

1 — судинний клубочок (тільце);

2 — капсула Боумена-Шумлянського;

3 — покручені каналці першого і другого порядку відповідно;

4 — збірний проток;

5 — петля Генле;

6 - приносні артеріоли

7 - виносні артеріоли.

СЕГМЕНТИ НЕФРОНУ:

- 1) проксимальний, складу якого входять звитя і пряма частина проксимального каналця;
- 2) тонкий відділ петлі нефрона, що включає спадну і тонку висхідну частину петлі;
- 3) дистальний сегмент, утворений товстим висхідним відділом петлі нефрона, дистальним звитим каналцем і сполучною відділом.

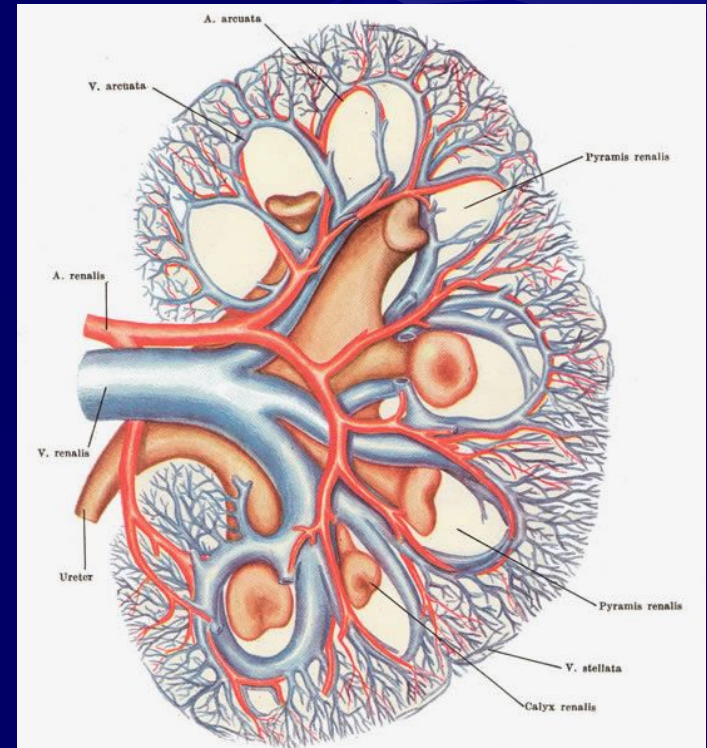
ТИПІВ НЕФРОНІВ:

- ❖ суперфіціальні (поверхневі),
- ❖ інтракортикальні і
- ❖ юкстамедулярні.

Відмінність між ними полягає в локалізації в нирці, величиною клубочків, в глибині розташування клубочків і проксимальних каналців у кірковій речовині нирки і в довжині окремих ділянок нефрона, особливо петель нефрону

КРОВОПОСТАЧАННЯ НИРОК

У нормі в дорослої людини через нирки проходить до 25 % серцевого викиду (1000—1200 мл/хв), і питомий кровотік через них становить 400 мл /100 г /хв,



характеристика ниркової мембрани

- Фільтрувальна мембрана, що знаходиться на шляху рідини, складається з трьох шарів:
 1. ендотелію кровоносних капілярів,
 2. базальної мембрани й
 3. епітеліальних клітин капсули.

Ендотеліальні клітини капілярів мають пори розміром 100—150 нм, закриті лише тонкою діафрагмою. Круглі або овальні отвори ендотеліоцитів, що займають до 30 % площі клітини, **заважають проникненню формених елементів крові й великих молекул.**

Базальна мембрана має товщину 250—400 нм. Вона складається з трьох шарів. Її основний, середній, шар завтовшки 1,2—2,5 нм представлено сітчастими структурами білків. Склад білків непостійний, що забезпечують негативний її заряд. **Це становить один з основних бар'єрів для аніонних і нейтральних макромолекул.**

Епітеліальні клітини — подоцити, що містять актоміозин, скорочення яких **забезпечує один з механізмів регуляції фільтраційної функції нирки.**

МЕХАНІЗМИ УТВОРЕННЯ ПЕРВИННОЇ СЕЧІ

I. У ниркових клубочках відбувається початковий етап сечоутворення - клубочкова, або гломерулярна фільтрація, ультрафільтрація безбілкової рідини з плазми крові в капсулу ниркового клубочка, в результаті чого утворюється первинна сеча.

II. **Канальцева реабсорбція** - процес зворотного всмоктування профільтрувавшихся речовин і води.

III. **Секреція.** Клітини деяких відділів каналця переносять з позаклітинної рідини в просвіт нефрона (секретують) ряд **органічних та неорганічних речовин** або виділяють в просвіт каналця молекули, синтезовані в клітці каналця.

Рівень клубочкової фільтрації залежить від різниці між

- 1.гідростатичним тиском крові (близько 44-47 мм рт. ст. в капілярах клубочка),
- 2.онкотичним тиском білків плазми крові (близько 25 мм рт. ст.) і
- 3.гідростатичним тиском в капсулі клубочка (близько 10 мм рт. ст.).

Ефективний фільтраційний тиск, що визначає швидкість клубочкової фільтрації, становить 10-15 мм рт. ст. [47 мм рт. ст. - (25 мм рт. ст. + 10 мм рт. ст.) = 12 мм рт. ст.].

Фільтрація відбувається тільки в тому випадку, якщо тиск крові в капілярах клубочків перевищує суму онкотичного тиску білків у плазмі і тиску рідини в капсулі клубочка.



Порівняння первинної та вторинної сечі

Ознака	Первинна сеча	Вторинна сеча
Кількість на добу	180 літрів	1,5 літра
Вміст розчинених речовин	Мінеральні солі, глюкоза, амінокислоти, вітаміни, шкідливі продукти обміну.	Надлишок мінеральних солей, шкідливі продукти обміну, надлишок глюкози.

КАНАЛЬЦЕВА РЕАБСОРБЦІЯ

Канальцева реабсорбція відбувається у всіх відділах, але механізм її в різних ділянках неоднаковий. З певною часткою умовності можна виділити три ділянки: проксимальний звитий каналець, петля нефрону і дистальний звитий каналець зі збірною трубочкою.

Процеси реабсорбції бувають *активні* або *пасивні*. Активний процес потребує специфічних *транспортних систем* й *енергії*, пасивні — здійснюються без застосування енергії, ґрунтуючись на фізико-хімічних закономірностях.

Канальцева реабсорбція — це процес всмоктування клітинами каналців і транспорт в міжклітинну рідину й капіляри нирок необхідних для організму речовин із первинної сечі.

У проксимальному звивистому каналці реабсорбується 80% речовин (уся глюкоза, усі вітаміни, гормони, мікроелементи, біля 85% NaCl і H₂O, а також біля 50% сечовини)

Поріг виведення — це концентрація речовини в крові, при якій вона не може бути реабсорбована повністю.

Наприклад, виділення з сечею глюкози (глюкозурія) настає тоді, коли її концентрація в крові перевищує 10 ммоль/л

Транспортування може бути активними та пасивними. **Активна реабсорбція** відбувається за участі спеціальних ферментативних систем із затратою енергії проти електрохімічного градієнта. **Активно реабсорбуються фосфати, Na^+** . За рахунок активної реабсорбції можливе повторне всмоктування з сечі в кров речовин, навіть у тому випадку, коли їх концентрація в крові дорівнює концентрації в рідині каналців чи вища.

Спряжене транспортування глюкози та амінокислот.

З порожнини каналців у клітині речовини транспортуються за допомогою переносника, який обов'язково додатково приєднує Na^+ . Всередині клітини комплекс дисоціює. Концентрація глюкози зростає і за концентраційним градієнтом вона покидає клітину.

Пасивна реабсорбція відбувається без затрат енергії за рахунок дифузії та осмосу. Велика роль у цьому процесі належить різниці гідростатичного тиску в капілярах каналців. За рахунок пасивної реабсорбції здійснюється повторне всмоктування H_2O , хлоридів, сечовини.

Шляхом піноцитозу здійснюється всмоктування білків.

У результаті активного транспортування Na^+ і супроводжуючих його аніонів, осмотичний тиск фільтрату знижується і в капіляри шляхом осмосу переходить еквівалентна кількість води.

У результаті в каналці утворюється фільтрат ізотонічний крові капіляра. Цей фільтрат потрапляє в петлю Генле. Тут проходить подальша реабсорбція і концентрування сечі за рахунок поворотно-протипотокової системи.

Концентрування сечі

У висхідній частині петлі нефрона, яка проходить у мозковій речовині, активно реабсорбуються Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- сечовина. Потрапляючи в міжклітинну рідину, вони підвищують там осмотичний тиск. Низхідна частина петлі Генле проходить у ділянці високого осмотичного тиску, тому з цієї частини петлі виходить вода в міжклітинний простір за законами осмосу.

Вихід H_2O з низхідної частини петлі призводить до того, що сеча стає більш концентрованою відносно плазми крові. Це сприяє реабсорбції Na^+ у висхідній частині петлі, що, у свою чергу, викликає вихід H_2O в низхідній частині. Ці два процеси спряжені, у результаті сеча втрачає в петлі Генле велику кількість H_2O і Na^+ , і на виході з петлі сеча знову стає ізотонічною.

роль петлі Генле як протипоточного концентруючого механізму визначають наступні фактори:

- 1) близьке розташування висхідного та низхідного коліна;
- 2) проникність низхідного коліна для H_2O ;
- 3) непроникність низхідного коліна для розчинених речовин;
- 4) проникність висхідного сегмента для Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- ;
- 5) наявність механізмів активного транспорту у висхідному коліні.

У дистальній частині каналця відбувається подальша реабсорбція Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , H_2O , яка залежить від концентрації цих речовин в крові — факультативна реабсорбція. Якщо їх багато, то вони не реабсорбуються, якщо мало, то вони повертаються в кров. Дистальний відділ регулює та підтримує постійність концентрації іонів Na^+ і K^+ в організмі. Проникність стінок дистальної частини каналця для H_2O регулюється антидіуретичним гормоном (АДГ) гіпофіза (секреція якого залежить від осмотичного тиску крові).

Величину канальцевої реабсорбції речовин визначають за різницею між кількістю їх у первинній і кінцевій сечі. Величину канальцевої реабсорбції води (R_{H_2O}) визначають за різницею між швидкістю клубочкової фільтрації (C_{in}) і кількістю кінцевої сечі й виражають у відсотках по відношенню до

$$\text{ШКФ: } R_{H_2O} = C_{in} - V / C_{in} \times 100\%$$

У звичайних умовах величина реабсорбції становить 98-99%.

Канальцева секреція — це:

- 1) процес переносу речовин через клітини каналців із крові в просвіт каналця в незмінному вигляді, що збільшує швидкість екскреції речовини ниркою;
- 2) виділення з клітини в кров або просвіт каналця синтезованих у нирці фізіологічно активних речовин (простагландини, брадикінін) або екскретуючих речовин (гіпурова кислота, аміак).

Для оцінки очисної екскреторної функції нирок використовується поняття “кліренс” — очищення. Величина кліренса визначається відношенням кількості речовини, віділеної з сечею за 1 хв., до її вмісту в 1 мл плазми крові.

ендокринна функція нирок

1) ренін — його виділення збільшується при зниженні тиску крові в ниркових клубочках; ренін переводить ангіотензіноген в ангіотензин I, який під впливом дипептидкарбоксіпептидази перетворюється в ангіотензин II, який звужує кровоносні судини, що призводить до підвищення артеріального тиску; крім того, ангіотензин II стимулює виділення корою наднирників альдостерону, який підвищує реабсорбцію Na^+ в нирках, за натрієм всмоктується вода, об'єм крові збільшується, що також підвищує артеріальний тиск;

2) кініноген — стимулює утворення кінінів;

3) урокіназа — активатор плазміногена й перетворення його в плазмін, який здійснює фібриноліз;

4) серотонін — судинозвужувальна дія.

У збиральних трубочках, останньому відділі нефрона, відбувається подальша реабсорбція води. Це пов'язано з тим, що збиральні трубочки проходять через мозковий шар нирки, в якому тканинна рідина має високий осмотичний тиск і тому притягує до себе воду.

У результаті фільтрації, реабсорбції та секреції утворюється вторинна сеча кількістю 1,5-2 л на добу. Однак ця кількість непостійна. Залежить від вживання води, білків, добових біоритмів, фізичного навантаження.

Сеча — прозора рідина світло-жовтого кольору.

Реакція слабокисла. рН її коливається від 4,5 до 8,6.

Відносна щільність 1,016-1,022.

У нормі в сечі білок відсутній або визначають його сліди. Серед органічних речовин небілкового походження в сечі зустрічаються оксалати, молочна кислота, кетоніві тіла.

