

Қарағанды мемлекеттік медицина университеті
Физиология кафедрасы
«Жалпы медицина» мамандығы

**«Бүйрек физиологиясы.
Несеп түзілуінің механизмі»**

Дәріскер: аға оқыт. ЛЕПЕСБАЕВА Г.А.

2016



Мақсаты:

Дәрістің соңында студенттер несеп түзу механизмі және нефронда өтетін негізгі үрдістер: ***шумақтық сүзілу, түтікшелердегі қайта сорылу және түтікшелердегі секреция*** мәселесінде құзіретті болуы тиіс



Жағдайлық есеп:

Эмоциялық қозу кезінде бүйректің қантамырларында қан қысымы 65 мм с.б-нан 85 мм.с.б-на дейін жоғарылады, алайда диурездің мөлшері артқан жоқ.

Неліктен?



Жоспар:

1. Ағза үшін бөліну үрдісінің маңызы
2. Несеп түзілу мен несеп шығарудың қызметтік жүйесі
3. Бүйректердің атқаратын қызметтері
4. Несеп түзілу теориясы
5. Клиренс және бүйректердің қызметін зерттеудің сандық әдістері туралы түсінік:
 - түтікшелердегі сұйықтықтың сүзілу мөлшерін анықтау
 - адамда қайта сорылудың мөлшерін анықтау
 - адамда секрецияның мөлшерін анықтау
 - бүйректегі қан ағымының мөлшерін анықтау



Сыртқа шығару (экскреция)

– бұл ағзаның зат алмасу барысында түзілген, қолданысқа қажет емес соңғы өнімдердің, сонымен қатар ағзадан артық суды, тұздарды, органикалық заттарды, бөгде және уытты заттарды сыртқа шығару үрдісі

Сыртқа шығару үрдістерінің маңызы

Сыртқа шығару үрдістері **ағзаның ішкі ортасының тұрақтылығын сақтап тұрады.**

- Негізгі қоректік заттардың – ақуыз, май және көмірсудің ыдырау нәтижесінде ағзада **несепнәр, несеп қышқылы, креатинин, аммиак, карбонат, сульфат, фосфат, индикан, уробилин** және т.б. заттар түзіліп, зат алмасуға белгілі бір мөлшерде қатысады.
- Алайда, аталған заттардың мөлшерінің шамадан тыс артуы ағзаның қалыпты тіршілігін қамтамасыз ететін метаболизм үрдісі үшін қауіпті болуы мүмкін.

Сыртқа шығару үрдістерінің маңызы



- Ағзаның қалыпты тіршілігі аталған заттардың ағзадан шығарылған соң ғана жүзеге асады. Метаболизм үшін қауіпті қажетсіз өнімдерді ағзадан шығару – **сыртқа шығару ҚЖ** қызметі.
- Сыртқа шығару ҚЖ өзара бір-бірімен байланысты бірнеше жүйелерден тұрады.
- Олардың барлығы ортақ соңғы нәтижеге – **тіршілік әрекетінің зиянды өнімдерінің метаболизм үшін тиімді деңгейін ұстауға** негізделеді.

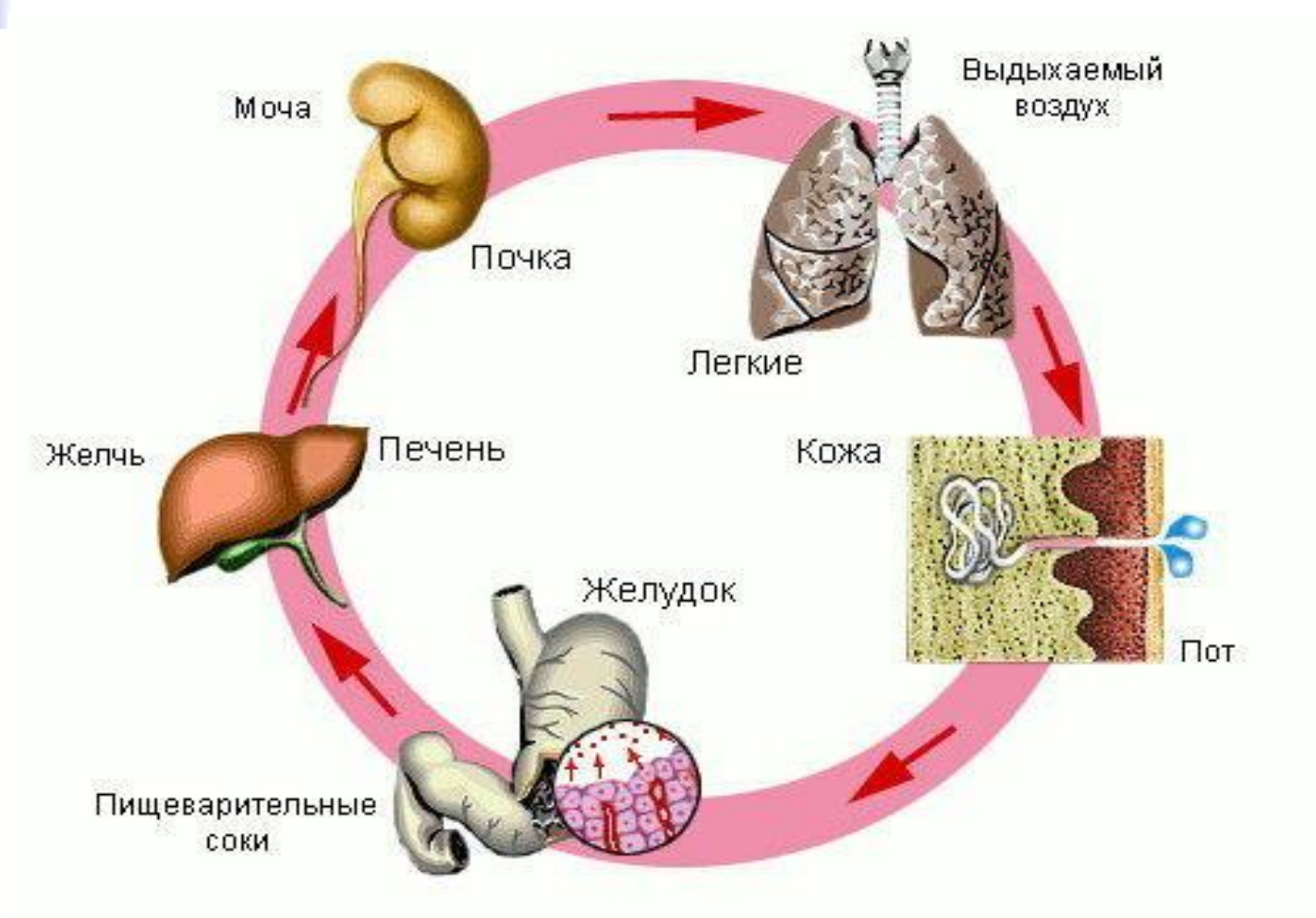


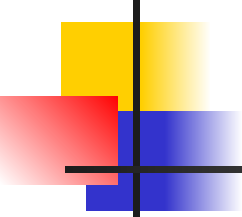
Сыртқа шығару қызметтік жүйесі

- Сыртқа шығару қызметтік жүйесіне кіреді:

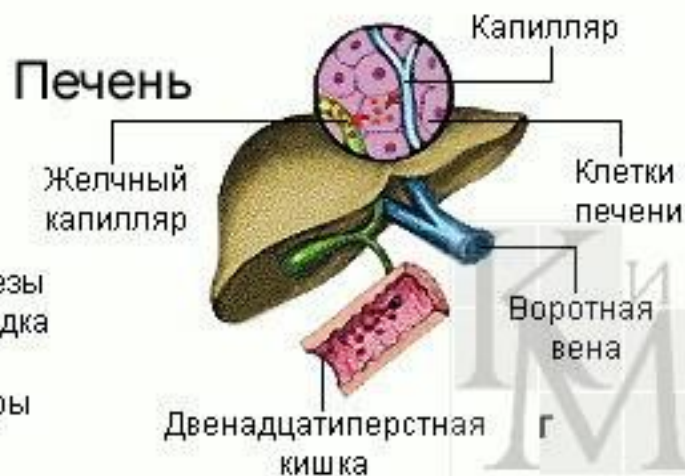
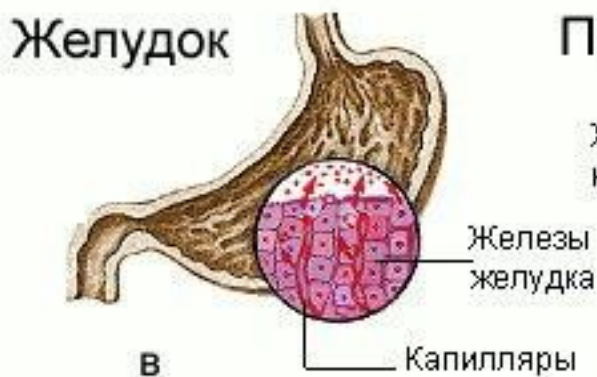
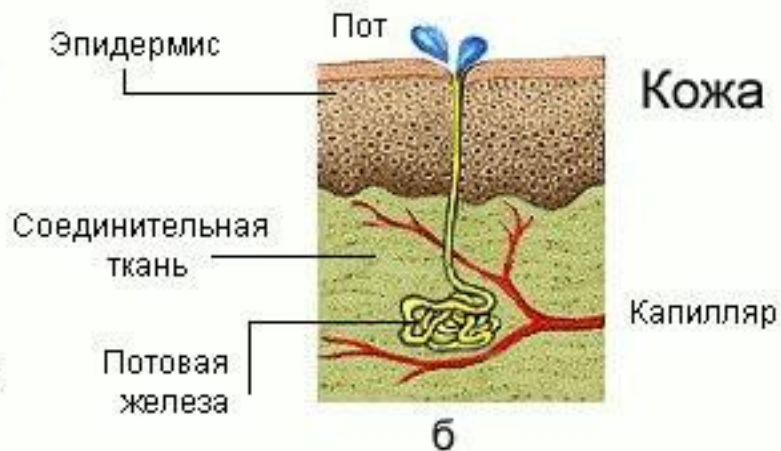
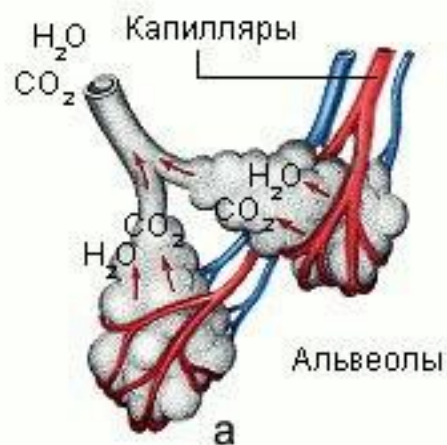
*Тіршілік әрекетінің өнімдерін тер бездері,
өкпе арқылы және асқазан-ішек жолдары
арқылы сыртқа бөліп шығару ҚЖ*

Сыртқа шығару мүшелері



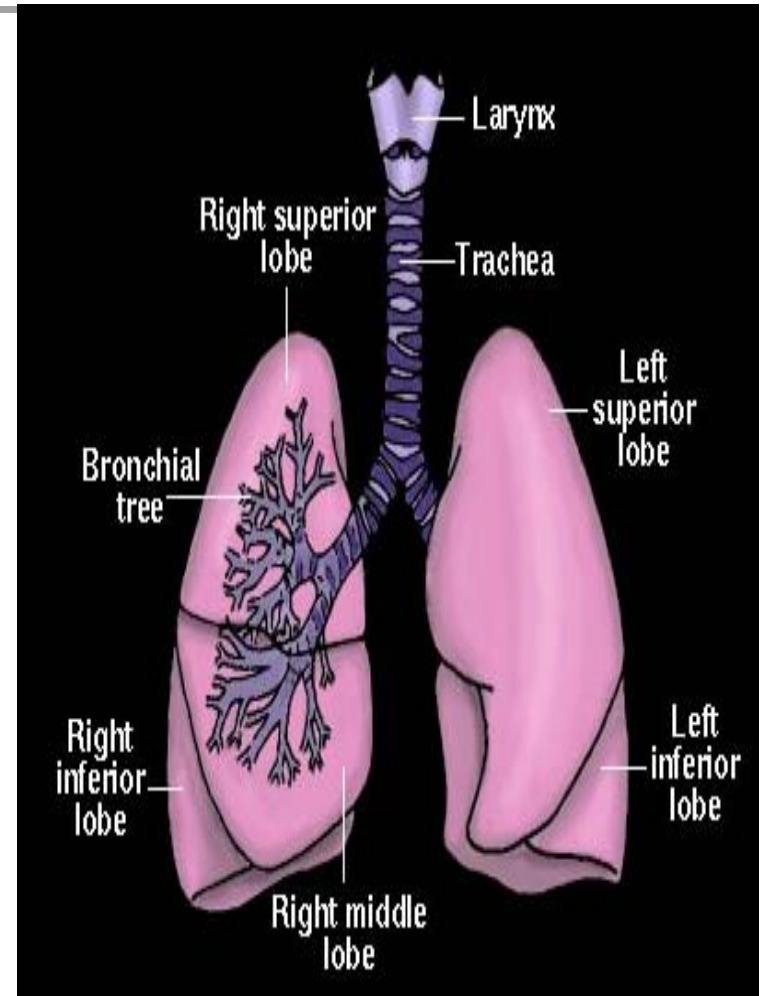
- 
-
- Ағзадан улы заттарды сыртқа шығару бірнеше жол арқылы іске асады: ***термен, ас қорыту жолдарының сөлдерімен, дем шығаратын ауамен, несеппен және нәжіспен.***

Сыртқа шығару мүшелері



Өкпе арқылы сыртқа шығару ҚЖ

- Өкпенің басты қызметі — қаннан CO_2 газы түріндегі «ұшқыш» көмір қышқылын үздіксіз түрде шығарып отыру.
- Өкпе ағзадағы сутегі иондарының концентрациясын ұстауға қатысады.
- Қандағы CO_2 мен H^+ концентрациясы артқанда өкпенің желденуі күшейіп, ағзадан көмір қышқылының шығарылуын қамтамасыз етеді.





Өкпе арқылы сыртқа шығару ҚЖ

- Өкпе арқылы ағзадан ұшатын анестетиктер (азоттың шала тотығы, эфир булары және т.б.), алкаголь, ұшатын органикалық еріткіштер мен фумиганттар шығарылады.



Тер бездерінің маңызы

- зат алмасу үрдісінде түзілетін ыдырау өнімдерін сыртқа шығару;
- жылу реттеуге қатысады, өйткені терінің сыртқы бетінен тердің булануы жылу бөлінудің факторы болып табылады;
- осмостық реттелуге қатысады, яғни су мен тұз бөліну жолымен осмостық қысымның тұрақтылығын (изоосмия) ұстайды.

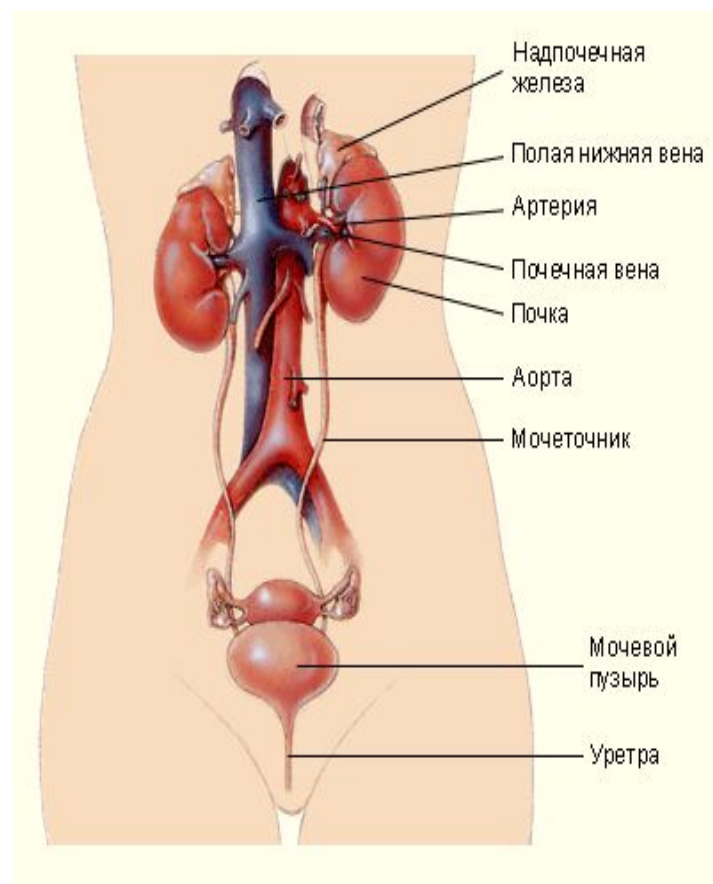
Ас қорыту жолы арқылы сыртқа шығару ҚЖ



- Сілекеймен экзогендік заттар шығарылады (*сынап, күшәла, висмут, бром тұздары, йод, морфин, дәрілік препараттар*).
- Асқазан және ішек сөлдері арқылы ағзадан *бикарбонаттар, несепнәр, ауыр металлдардың кейбір тұздары, дәрілік препараттар (салицилаттар), бөгде орг. қосылыстар* шығарылады.

Сыртқа шығарудың негізгі мүшесі – бүйректер

- Несепті түзуші, жинақтаушы және шығарушы мүшелердің жүйесі.
- Адамда және жоғары сатыдағы жануарларда несеп шығару жүйесі тұрады:
 - екі бүйректерден
 - екі несеппағардан
 - қуықтан
 - несеп жолынан

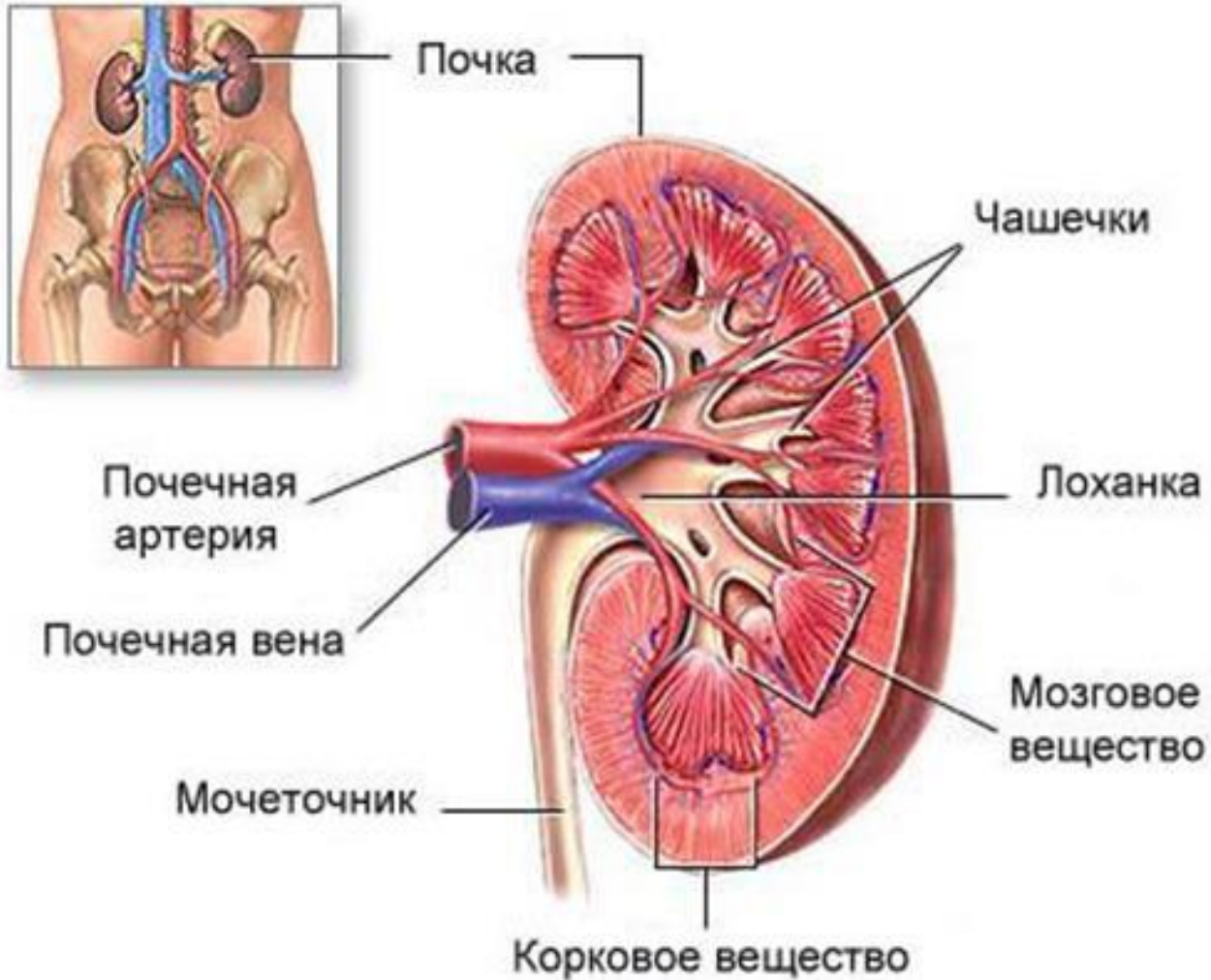




Бүйректің қызметтері

- Экскрециялық (зәр түзу және зәр шығару);
- Судың және мин. тұздардың тепе-теңдігін сақтау;
- Қанның артериялық қысымын реттеу (қан тамырларын тарылтатын фермент – ренин және қан тамырларын кеңейтетін простогландин бөлу);
- Қан жасау (эритропоэтин гормонын бөлу);
- Қандағы түрлі ақуыздардың мөлшерін қалыпта ұстау – қанның онкотикалық қысымын реттеу;
- Қышқыл-сілтілік тепе-теңдікті ұстау;
- Қанның осмостық қысымын реттеу (изоосмия)

Бүйректің құрылысы:





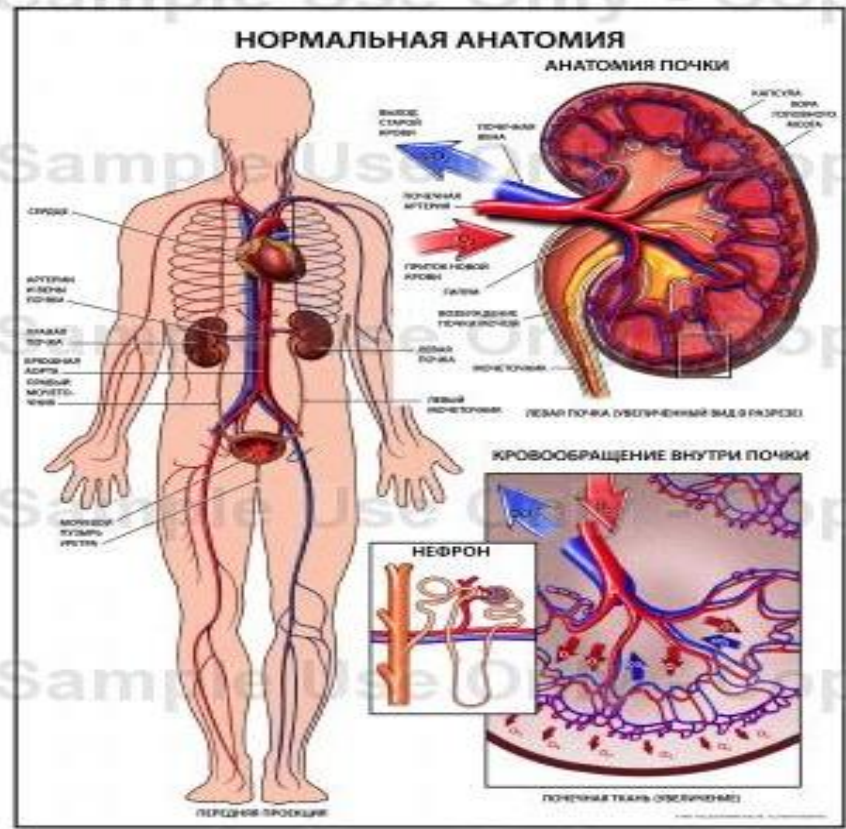
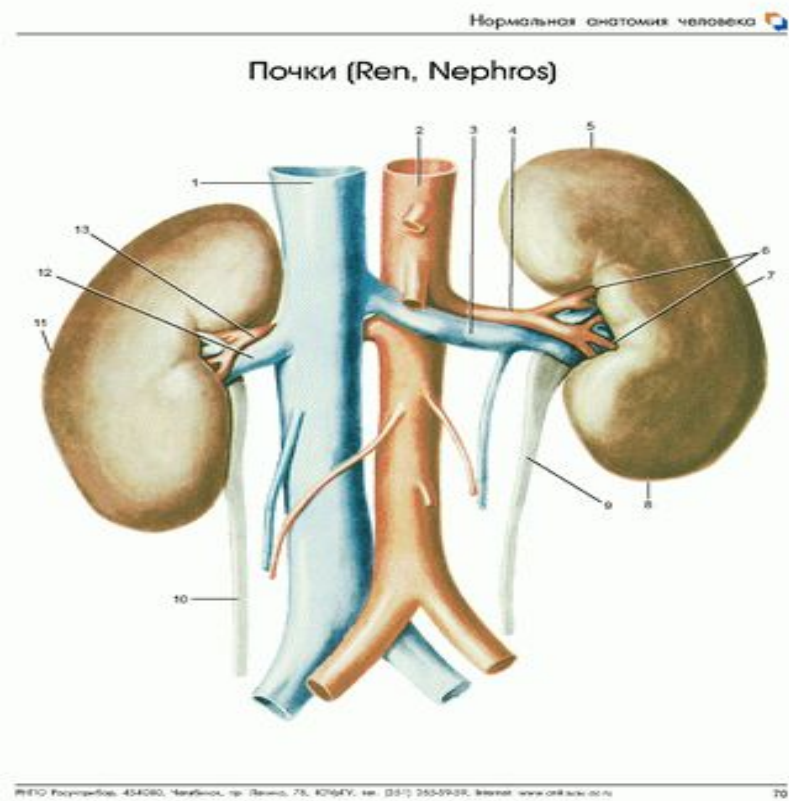
Бүйректің құрылысы:

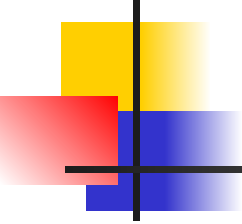
Бүйрек **қыртысты** (бүйректің беткей қабатына жақын орналасқан) және **милық** (ішкі қабат) заттан тұрады.

Қыртысты заты милық қабатқа Бертини бағандары түрінде енеді, ал милық заты қыртысты затқа Феррейн сәулелері түрінде көтеріледі.

Бүйректе **бүйрек ұлпасы** (несепті түзу үшін қажетті қанның сүзілуіне жауапты) мен **тостағанша-түбекше жүйесін** (түзілген несепті жинақтау және шығаруға жауапты) ажыратады.

Бүйректің қанмен қамтамасыз етуінің ерекшеліктері

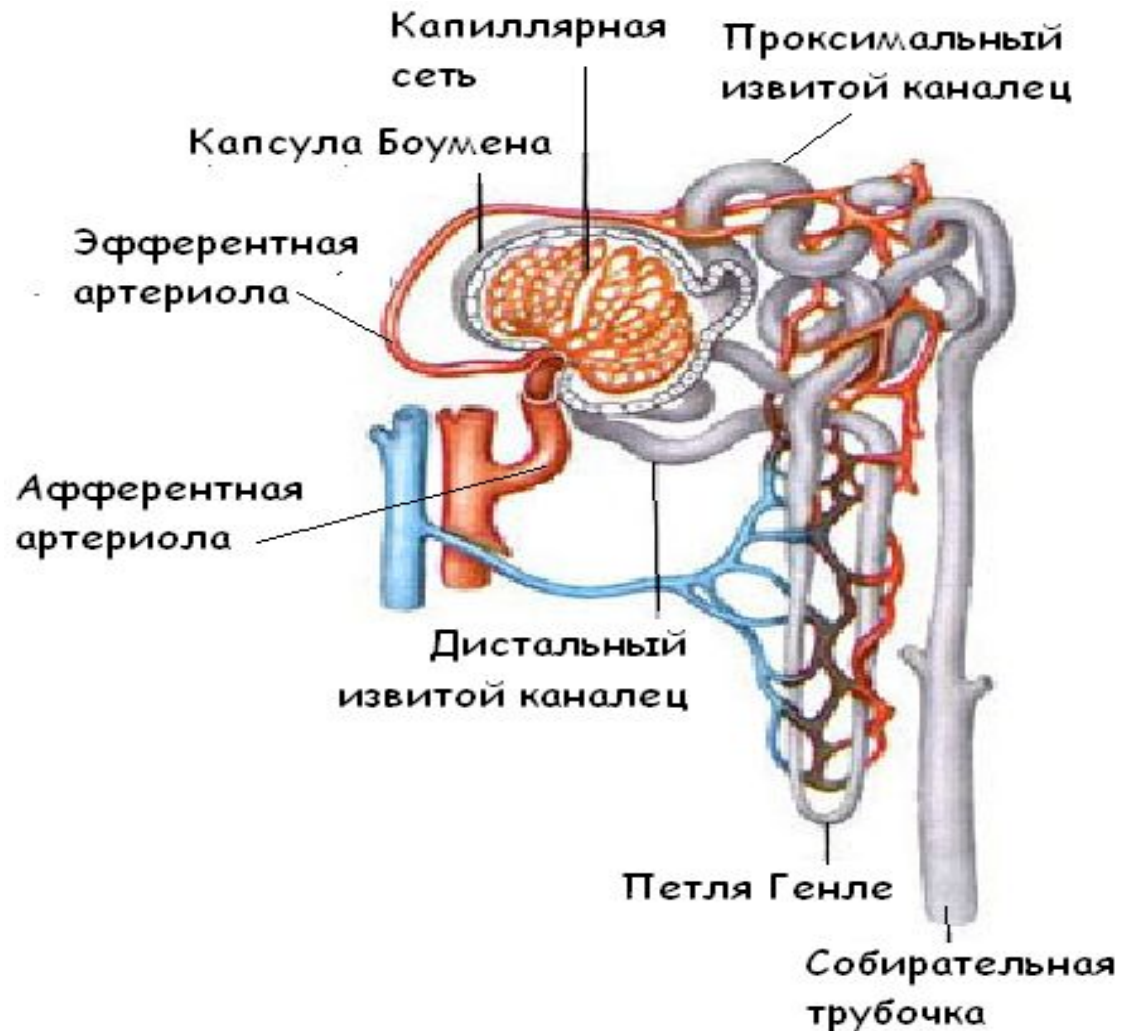




Бүйректердің қанмен қамтамасыз ету ерекшеліктері

- Шумақ капиллярларындағы жоғары қысымы - 70 мм Hg
- Жоғары көлемдің қан ағысы - 1/4 ҚМК - 1800 л/тәул
- Капиллярлардың екі қабаты
- Қыртыстық және юкстамедуллярлық нефрондардың милық затының капиллярларының ерекшеліктері (тура ұзын ілмектер)
- Қыртыстық қан айналымының өзін өзі реттеу механизмі

Нефронның құрылысы және қанмен қамтамасыз етілуі



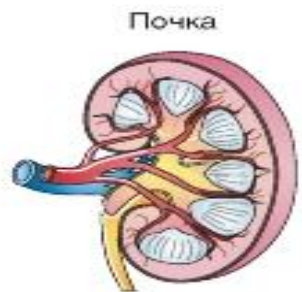
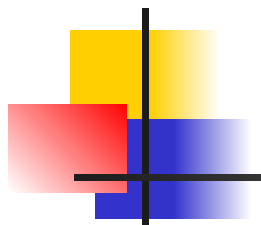


Нефронның құрылысы

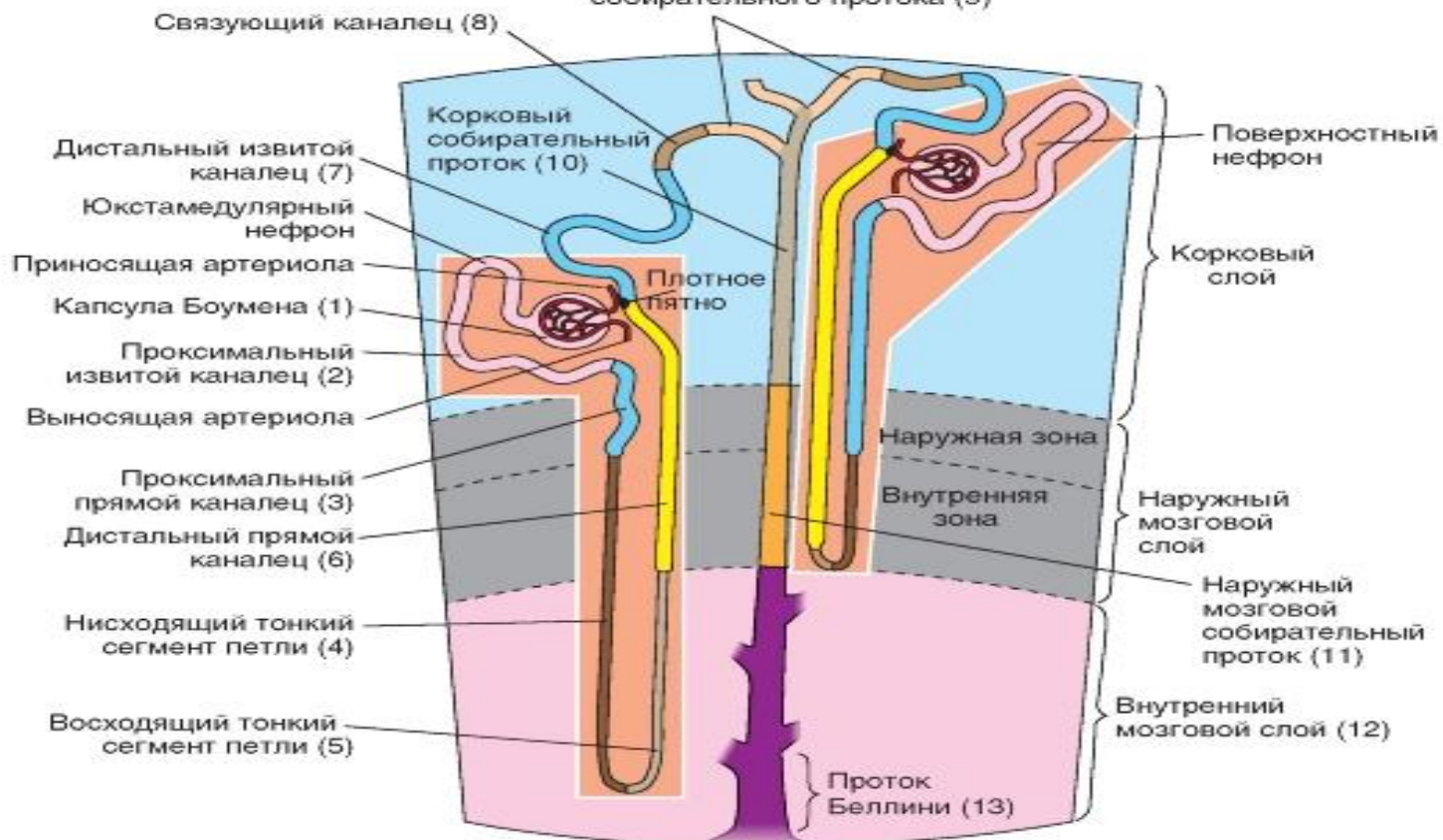
Бүйректің құрылымдық-қызметтік бірлігі – нефрон (саны 2 млн). Ол капсуладан және проксимальды иректелген түтікшеден, Генле ілмегінен, дистальды иректелген түтікшеден тұрады.

Нефрондар орналасуына қарай:

- 1) Суперфасциальды (капсула асты) (1%);
- 2) Қыртыстық (85%);
- 3) Юкстамедуллярлық (милық зат маңы) (14%).



Начальный отдел собирательного протока (9)

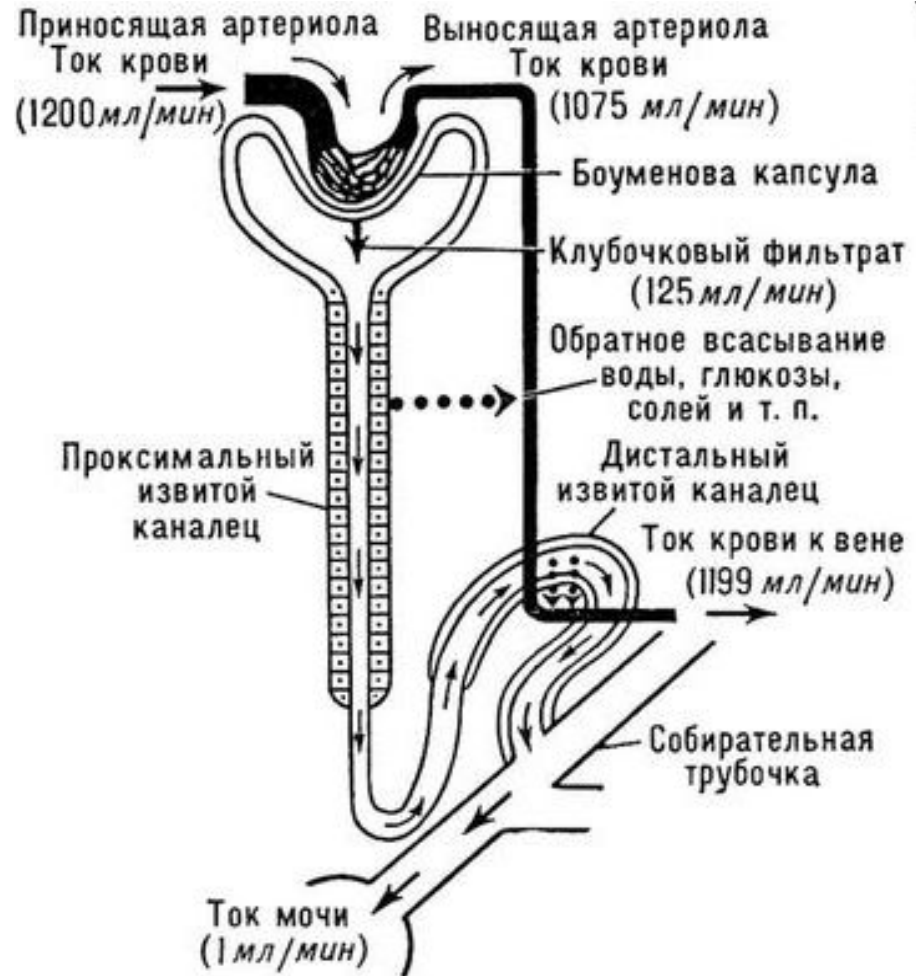


Несеп түзілу теориясы

Фильтрациялық-реабсорбциялық-секрециялық теория

Несеп түзілуінің негізінде 3 үрдіс жатады:

1. шумақтағы сүзілу
2. түтікшелердегі қайта сорылу
3. түтікшелердегі секреция

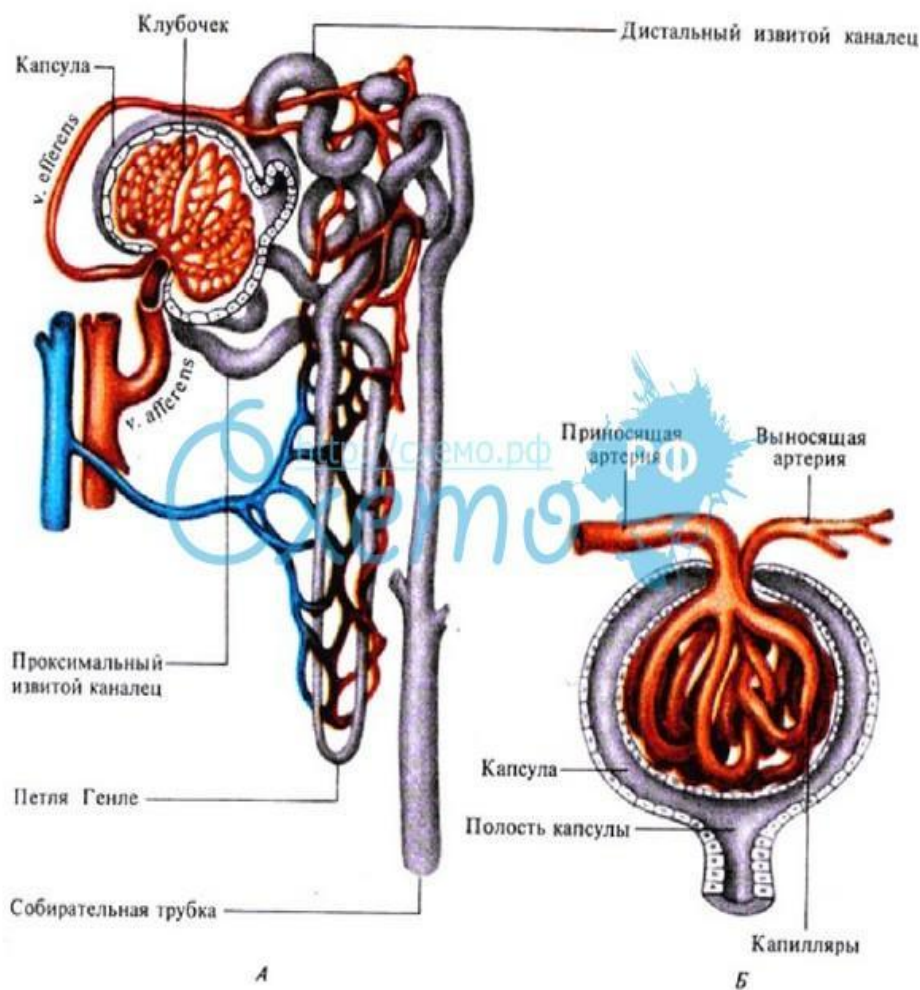




Несеп түзілу механизмі

- Несептің түзілуі бір-бірімен тығыз байланысты бір іздік үрдістерден тұрады:
 - 1) **шумақтық сүзілу** (ультрафилтрация) – қан плазмасынан су мен төменгі молекулалық компоненттердің бүйрек шумағының капсуласына біріншілік несептің түзілуімен жүретін үрдіс;
 - 2) **түтікшелік қайта сорылу** – сүзгіден өткен заттар мен судың біріншілік несептен қанға кері сорылуы;
 - 3) **түтікшелік секреция** – иондар мен органикалық заттардың қаннан түтікше саңылауына тасымалдануы.

Сүзілу үрдісі



Сүзілу (филтрация) **Шумлянский-Боумен** капсуласында өтеді, сонда шумақтық капиллярлар арқылы ағатын қан плазмасынан су және плазмада еріген заттар (ірі мол. ақуыздан басқа) сүзіледі.



Сүзілу үрдісі

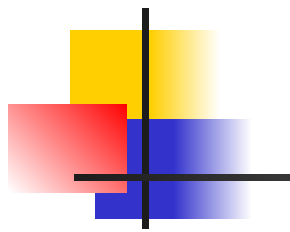
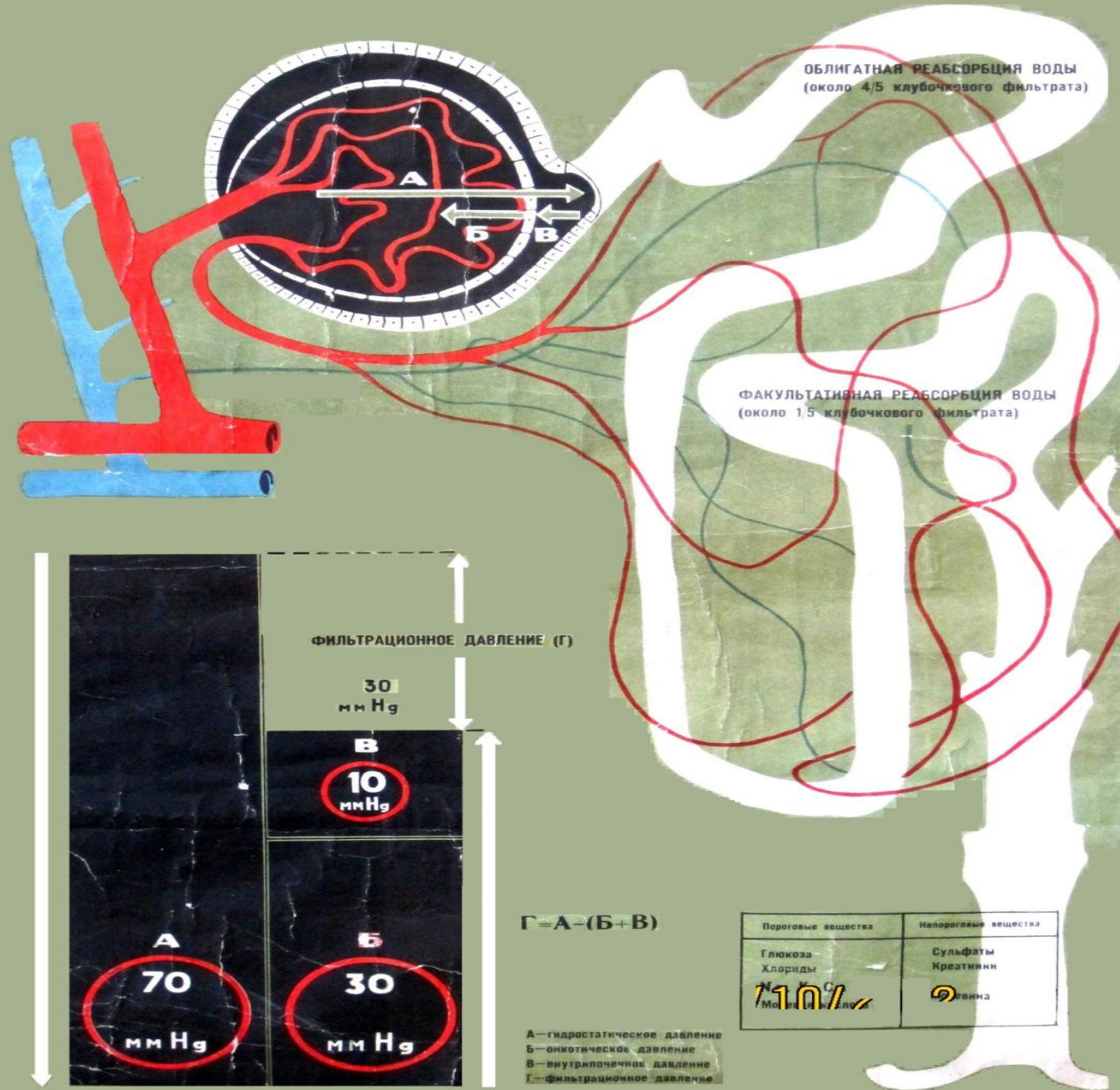
- Сүзілу бүйрек шумақтарында жүзеге асады. Фильтрат шумақты түзетін капиллярлар эндотелийінен, базальды мембранадан және шумақ капсуласының эпителийі арқылы барьерден өтеді.
- Базальды мембраналардың саңылауының диаметрі 2-4 нм; саңылаулардың жалпы ауданы жалпы сүзілу беткейінің 4-10 % құрайды.
- Осы сүзгі арқылы қан плазмасынан алғашқы зәр түзіледі. Ол арқылы су, тұздар, глюкоза, төмен мол.ақуыздар өтеді.



Сүзілу үрдісі

- Бүйректер жоғары мол. заттарды ұстап, салмағы кішігірім және орташа молекулаларды ғана өткізетін күшті ультрафилтрат ретінде жұмыс атқарады.
- Филтраттың құрамында қан плазмасының базальды мембрана саңылауынан өтетін көлемі кіші барлық бөліктер бар. Молекулалық салмағы 15000 астам молекулалар үшін сүзгіден өту қиынға соғады. Қан плазмасының протеиндері (және олармен байланысқан төменгі молекулалық заттар) сүзгіден өтпейді. Бүйректің шумақтық аппаратынан өту үшін заттардың суда және майда ерігіштігі анықтаушы факторға жатпайды.

КЛУБОЧКОВЫЙ И КАНАЛЬЦЕВЫЙ ДИУРЕЗ

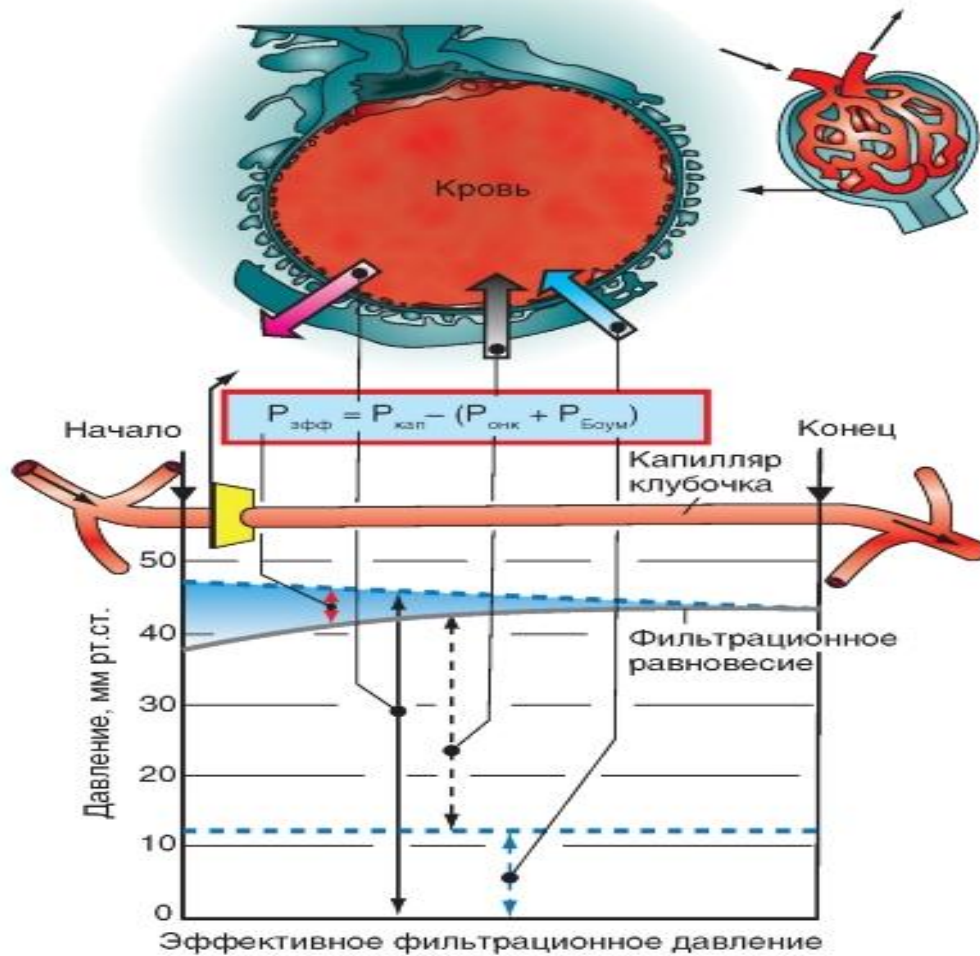


Шумақтағы сүзілу келесі факторларға тәуелді

- Шумақтық капиллярлардағы **гидростатикалық қысым** = 70 мм с.б. (орташа артериялық қысымы = 100 мм с.б.)
- **Қан плазмасының онкотикалық қысымы** = 30 мм с.б.
- Шумақ капсуласындағы **ультрафилтраттың гидростатикалық қысымы** (бүйрек ішіндегі қысымы) = 20 мм с.б.
- **Фильтрациялық қысым:**

$$70 - (30 + 20) = 20 \text{ мм с.б.}$$

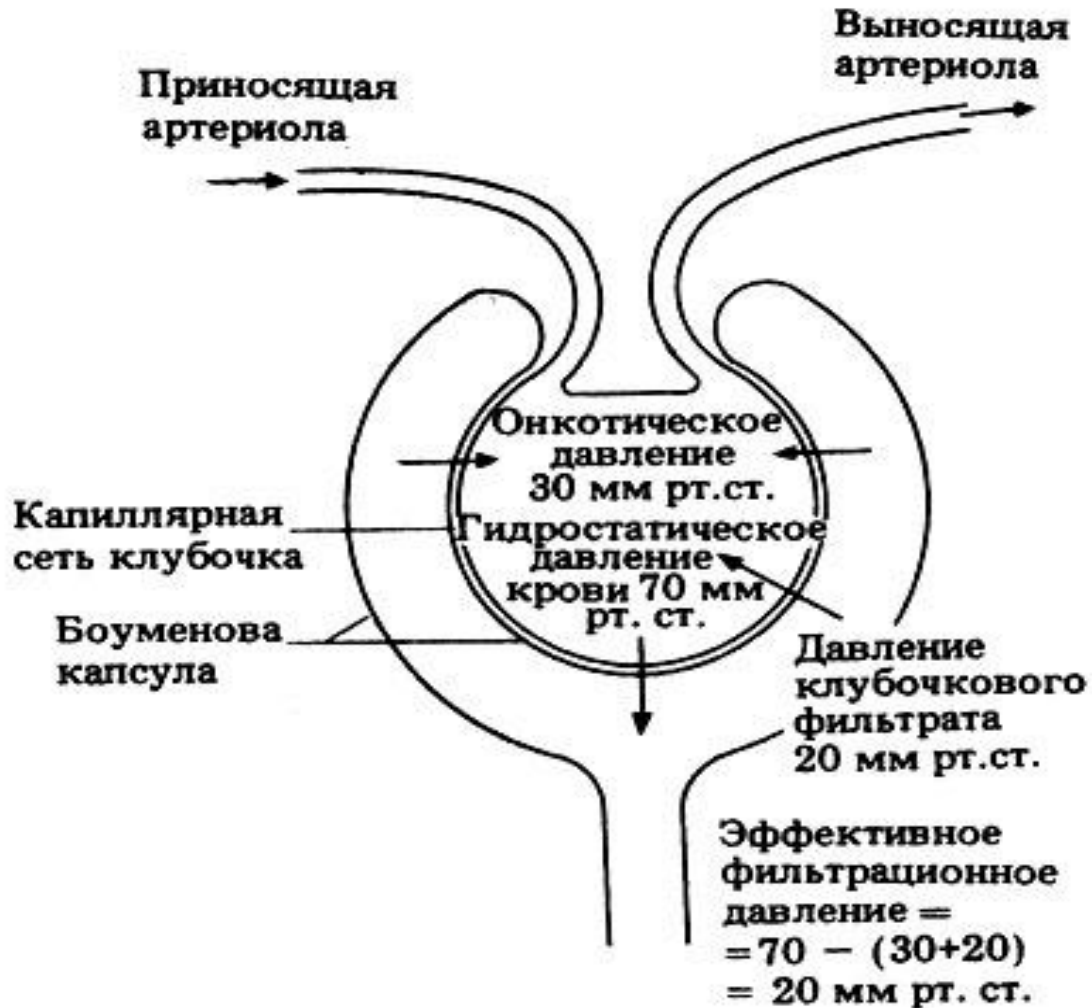
А



Б



Шумақтағы сүзілу



Шумақтағы сүзілудің жылдамдығы

- Сүзілу үрдісінің негізгі сандық көрсеткіші – **шумақтық сүзілудің жылдамдығы** (ШСЖ).
- ШСЖ – бұл уақыт бірлігінде (минутте) бүйректе пайда болатын ультрафилтраттың (алғашқы несептің) мөлшері.

Шумақтық сүзілудің жылдамдығы

- Қалыпты ШСЖ еркектерде шамамен 125 мл/мин, әйелдерде – 110 мл/мин.
- Бір тәулікте шамамен 180 л біріншілік несеп түзіледі, 25 мин ішінде 3 л қан плазмасы сүзгіден өтеді.
- Бір тәуліктің ішінде қан плазмасы шамамен 60 рет сүзіледі, яғни тазартылады.
- Соңғы несептің мөлшері тәулігіне шамамен 1,5 л тең болады, демек алғашқы несептің көлемінен осы уақытта шамамен 178,5 л сұйық түтікшелерде қайтадан қанға сорылады.

Шумақта сүзілетін плазма мөлшерін анықтау

- Шумақтық сүзілу мөлшері клиренсті, яғни плазманың заттардан сүзгіден өту арқылы тазалануын анықтауға негізделеді.
- **Клиренс** – 1 минут ішінде плазманың бүйрек арқылы тазартылған көлемі.
- Шумақтық фильтраттың мөлшерін анықтау үшін қанға фруктозаның полисахариді – инулинді (мол.салмағы 5000) енгізеді. Инулин шумақтық капиллярлардың қабырғасы арқылы толық сүзіледі, шумақ қуысының капсуласындағы фильтратта инулиннің концентрациясы қан плазмасындағыдай. Инулин түтікшелерде қайта сорылмайды және соңғы несеппен шығарылады (Ричардс).

Инулиндік клиренс

- Егер инулиндік клиренсті (инулиннен толық тазартылған плазма көлемі) анықтаса, онда сүзілу көлемі де анықталады.
- Фильтраттың жалпы көлемін (F) анықтау үшін білу қажет:
 - ✓ плазмадағы инулинның концентрациясы (P_{in})
 - ✓ 1 мин ішінде шығарылған зерттелген несеп мөлшері (V)
 - ✓ несептегі инулинның концентрациясы (U_{in})
- Несептегі инулиннің мөлшері ($V \times U_{in}$) плазмадан фильтратқа өткен инулиннің мөлшеріне тең ($F \times P_{in}$) болғандықтан $F \times P_{in} = V \times U_{in}$ теңдеуінен шумақтық фильтраттың мөлшерін анықтауға болады: $F = \frac{V \times U_{in}}{P_{in}}$



Тазарту коэффициенті

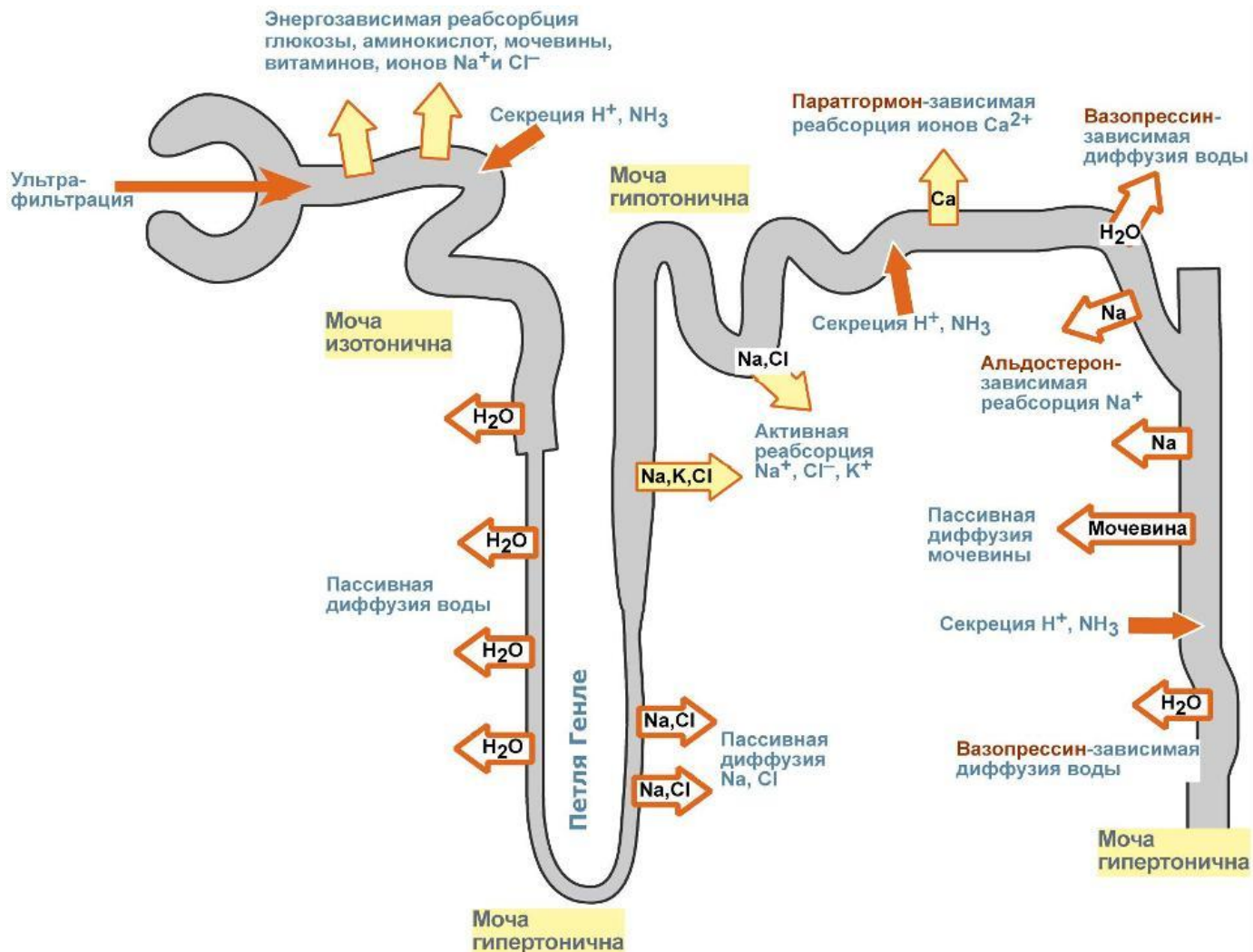
- Қалыпты жағдайда екі бүйректегі сүзілу көлемі еркектерде шамамен 125 мл/мин, әйелдерде – 110 мл/мин.
- Сонымен, **инулиннің клиренсі** немесе **инулиннің тазарту коэффициенті** – 1 минут ішінде инулиннен тазартылған қан плазмасының мөлшері.
- Тазарту коэффициенті клиникалық тәжірибеде бүйректердің қызметін бағалау үшін қолданылады.



Түтікшелердегі қайта сорылу

- Шумақтық фильтрат құрамында еріген заттармен бірге нефрон капсуласынан (Боумен капсуласы) шығып, иірімделген түтікшелер арқылы, Генле ілмегі арқылы, дистальды түтікшелер арқылы жинақтаушы түтікшелерге тасымалданады.
- 2 млн түтікшелердің әрқайсысының ұзындығы 3-5 см.
- Түтікшелердің жалпы ауданы 7-8 м² тең.

Түтікшелердегі қайта сорылу





Қайта сорылу

- **Глюкоза** мен **амин қышқылдары** белсенді тасымал жолымен (концентрациялық градиентке қарсы) сіңіріледі.
- **Натрий иондары** электр-химиялық градиентке қарсы жолмен қайта сорылады. Na^+ , K^+ , АТФ-аза ферменттерінің қатысуымен және АТФ энергиясының шығындалуымен жүзеге асады.
- **Хлор иондары** натрийдің белсенді тасымалынан түзілетін электрохимиялық градиент бойынша қайта сорылады, яғни (+) зарядталған Na иондары электростатикалық өзара әрекеттесуімен өзімен бірге (-) зарядталған Cl иондарын тартады.



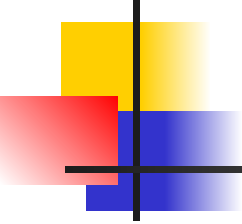
Қайта сорылу

- **Су** қайта сорылу пассивті транспорт, диффузия және осмос заңдары бойынша қайта сіңіріледі.
- **Глюкоза, натрий, калий, кальций** проксимальды түтікшелерде біріншілік зәрден ұлпа сұйықтығы мен қанға сіңіп, ұлпа сұйықтығының осмостық қысымын жоғарылатып, түтікшелердегі несептің осмостық қысымын төмендетеді. Сөйтіп су осмостық қысымның айырмашылығынан біріншілік зәрден ұлпа сұйықтығына және қанға өтеді.
- Аталған үрдіс органикалық және бейорганикалық қосылыстардың белсенді тасымалымен қатар жүреді.



Заттарды шығару табалдырығы

- Түрлі заттардың шығару табалдырығы әр түрлі және ол ағзаның қызметтік жағдайы өзгергенде өзгеріске ұшырайды.
- **Табалдырықты заттарға** амин қышқылдары, ұсақ молекулалық ақуыздар, дәрумендер, натрий, калий, кальций, хлор иондары жатады.
- **Табалдырықты емес заттардың** (креатинин, инулин, сульфаттар) қан плазмасындағы концентрациясы өте төмен болғанымен, бүйрек түтікшелерінде қайта сорылмайды.
- **Кері сіңірілу механизмі** түрлі заттарда бірдей болмайды. Түтікше жасушалары арқылы тасымалдың 2 түрін ажыратады: **пассивті** және **активті**.

- 
-
- Заттардың **пассивті тасымалы** түтікшелер саңылауы мен бүйректің интерстициялық ортасы арасындағы жоғары электр химиялық градиентке негізделеді.
 - **Активті тасымал** жасушалық метаболизм бақылайтын арнайы эндотермиялық үрдіс және заттардың электр химиялық (біріншілік белсенді тасымал) және концентрациялық (екіншілік белсенді тасымал) градиентке қарсы жүретін үрдіс.

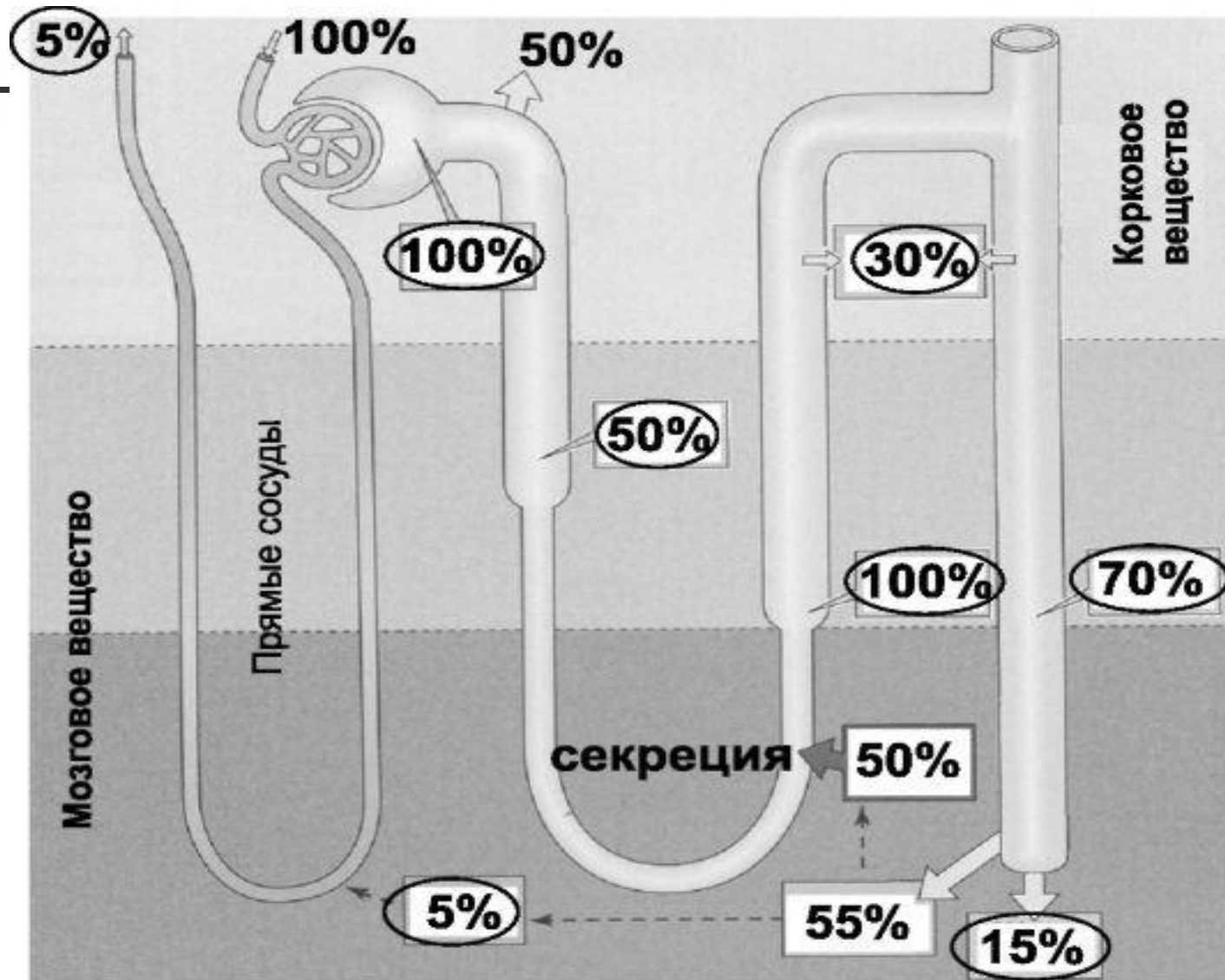
Бүйректің айналдыра-кері ағызу жүйесі

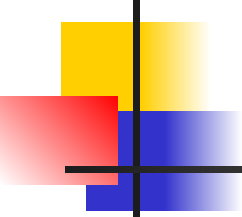
- Судың тасымалы проксимальды түтікшелердегі зәрдің осмостық қысымын ұлпа сұйықтығы мен қанның осмостық қысымымен теңестіреді. Сөйтіп, біршама мөлшерде тұз сіңірілгенімен, проксимальды түтікшелердегі зәр қандікіндей изотониялық болады.
- Генле ілмегінде қайта сорылуының ерекше механизмі – бұрылысты-ағысқа қарсы жүйе болады (соның нәтижесінде зәрдің изотониялығы өзгереді).
- Бұл жүйенің мәні – Генле ілмегінің проксимальды және дистальды түтікшелер бір-біріне жанаса орналасып, өзара байланысты тұтас бір механизм ретінде қызмет атқарады.

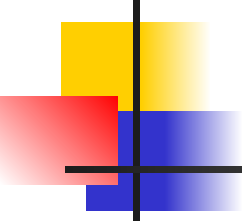
Айналдыра-кері ағызу жүйенің қызметі

- Генле ілмегінің проксимальды бөлімінің эпителийі суды өткізеді, ал Na^+ иондарын өткізбейді. Сондықтан осы бөлім арқылы өткенде несеп қоюланады және ілмегінің соңында концентрациясы жоғары болады.
- Ал дистальды бөлімінің эпителийі Na^+ иондарын белсенді түрде қайта сорады, яғни натрийді түтікшедегі несептен бүйректің ұлпааралық сұйықтығына өткізеді, бірақ суды кері қарай жібермейді.
- Сондықтан ілмектің бұрылатын жерінде гипертониялық несеп Генле ілмегінің дистальды бөлімінің соңында изотониялық немесе гипотониялық болады (қан плазмасымен салыстырғанда).

Айналдыра-кері ағызу жүйесі



- 
-
- Сонымен, Генле ілмегі **концентрациялатын механизм** ретінде, суды және Na^+ иондарын көп мөлшерде қайта сорылуға әкеліп, қызмет атқарады.
 - Дистальды түтікшелерде **натрий, калий, судың және басқа заттардың** қайта сорылу жалғасады. Бірақ осында олардың қайта сорылу мөлшері өзгермелі болады (факультативті реабсорбция), өйткені осы заттардың қандағы мөлшерімен байланысты және олардың ағзадағы тұрақты концентрациясын сақтауда маңызды реттеуші механизмі болып есептеледі.

- 
-
- Жинақтаушы түтікшелерге сұйық несеп көп мөлшерде түседіде, осы жерде ол несептің сорылу нәтижесінде концентрацияланады. Сөйтіп бүйрек түбекшелеріне бір тәулікте 1,0 – 1,5 л соңғы несеп түседі.
 - Жинақтаушы түтікшелерде судың қайта сорылу бүйректің милық затындағы ұлпааралық сұйықтың жоғары осмостық қысымы арқасында өтеді.

Адамда қайта сорылуының мөлшерін анықтау

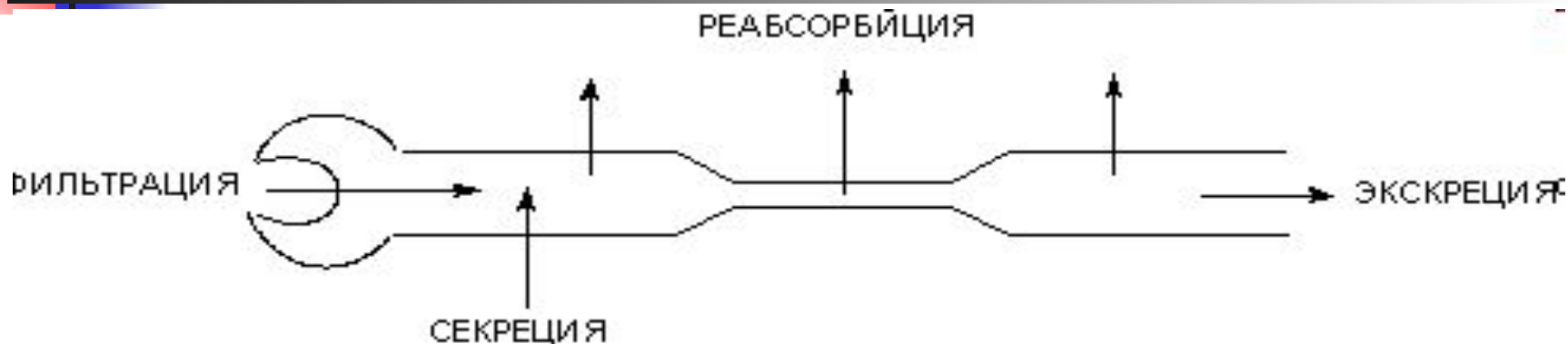
- Глюкозаның реабсорбцияланған мөлшерін анықтау үшін оны қанға енгізеді. Ол несеппен шығу үшін оның концентрациясы табалдырықтан жоғары болуы керек.
- 1 мин. фильтратқа өтетін глюкозаның мөлшері қандағы глюкозаның концентрацияға (P_g), 1 мин. пайда болған фильтраттың көлеміне көбейтілген (F), яғни $F \times P_g$.
- Түтікшелерде қайта сорылған глюкозаның мөлшері (R), фильтратқа өткен глюкозаның мөлшерінің және несепке келген глюкозаның мөлшерінің айырмашылыққа тең:

$$R = F \times P_g - V \times U_g$$

U_g – несептегі глюкозаның концентрациясы

V – 1 минутте пайда болған соңғы несептің мөлшері

Түтікшелердегі секреция



Түтікшелердің эпителийі қайта сорумен қатар, секрециялық қызмет атқарады. Соның нәтижесінде түтікшелер арқылы ағзадан сүзілмейтін заттар (ағзаға енгізілген бояу, диодраст, пенициллин) шығарылады.

Түтікшелердің эпителийінде бірнеше биологиялық белсенді заттар түзіледі: **гиппур қышқылы, аммиак, ренин, урокиназа, аминқышқылдар**. Олар ағзадағы зат алмасуға қатысады.

Соңғы несептің құрамы



- Несепнәр ақуыз катаболизмнің нәтижесінде пайда болады.
- Бір тәулікте 100 г ақуыздан 30 г несепнәр түзіледі.
- Қандағы несепнәрдiң қалыпты концентрациясы 5 ммоль/л.
- Несеп қышқылы нуклеин қышқылдарынан түзіледі.
- Қандағы несеп қышқылының мөлшері 0,25 – 0,30 ммоль/л., тәулігіне несеппен 0,7 г шығарылады.
- Креатинфосфаттан бұлшықетте креатин түзіледі, ол креатининге айналады. Қандағы креатинин мөлшері – 60-100 мкмоль/л., тәулігіне несеппен 1,5 г шығады.
- Аммиак бүйректе бірқатар амин қышқылдарының (глутамин) дезаминдену нәтижесінде пайда болады, ол сутегі иондармен қосылып, аммонийге айналады. Қандағы аммиактің мөлшері 0,03-0,08 мкмоль/л., несеппен 0,3 – 1,2 г шығарылады.



Жағдайлық есеп:

Эмоциялық қозу кезінде бүйректің қантамырларында қан қысымы 65 мм с.б-нан 85 мм.с.б-на дейін жоғарылады, бірақ диурез жоғарылмады.

Неліктен?



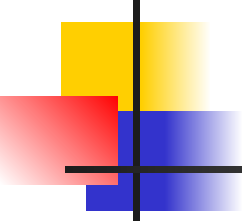
Жауабы:

Эмоциялық қозу барысында бүйректің қантамырларының тарылуы нәтижесіндегі қысымның жоғарылауымен қатар су мен тұздардың кері сіңірілуі өтеді, сондықтан диурездің мөлшері айтарлықтай өзгермейді. Шектен тыс қатты қозу кезінде (қорқыныш) түтікшелік қантамырлардың қатты спазмы салдарынан тіпті анурия болуы мүмкін.



Бақылау сұрақтар (кері байланыс):

1. Сүзілу үрдісі қайда жүреді?
2. Заттардың кері сіңірілуі қайда жүреді?
3. Біріншілік несеп пен соңғы несептің ерекшеліктері.
4. Соңғы несептің құрамы мен мөлшері.
5. Клиренс деген не?
6. Бұрылысты-ағуға қарсы жүйенің маңызы.



**НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА
РАХМЕТ!!!**