

Миколаївський національний університет
імені В. О. Сухомлинського

Факультет фізичної культури та спорту
Кафедра теорії та методики фізичної культури

Лекція на тему:
“ ФІЗІОЛОГІЯ ВИДІЛЕННЯ ”

Для студентів

Галузі знань – 0102 «Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини»

Напрямам підготовки: 6.010201 – «Фізичне виховання*»
6.010202 – «Спорт»
6.010203 – «Здоров'я людини*»

Укладач:
доцент Гетманцев С.В.

Миколаїв – 2016

Мета: ознайомити студентів з основними закономірностями структурно-функціональної організації видільної системи людини.

Завдання: висвітлити фізіологічні процеси виділення продуктів обміну речовин, які утворюються в організмі і не потрібні йому для подальшого використання.

План.

1. Видільна система. Біологічне значення процесів виділення	с. 3
2. Будова нирки	с. 3
3. Утворення сечі нирками.	с. 5
4. Виведення сечі	с. 8
5. Регуляція діяльності нирок	с. 9
6. Видільні процеси при м'язовій діяльності	с. 9
7. Фізіологія терморегуляції	с. 10
8. Нервові механізми терморегуляції	с. 13
9. Терморегуляція при м'язовій роботі.	с. 14
10. Фізіологія шкіри	с. 14

Ключові слова: нирки, нефрон, канальцева реабсорбція, дифузія, первинна та вторинна сеча, сечовик, сечовий міхур, терморегуляція.

Видільна система

Біологічне значення процесів виділення. Кінцеві продукти метаболізму шкідливі для клітин організму. В процесі розщеплення білків, нуклеїнових кислот та інших азотистих сполук утворюються особливо токсичні речовини: аміак, сечовина, сечова кислота, креатин. Аміак пригнічує активність ферментів, в результаті чого порушуються структура і функція клітин. Велика концентрація вуглекислого газу призводить до порушення лужнокислотної рівноваги. В кінцевих продуктах дисиміляції знаходиться більша кількість молекул, ніж у початковому субстраті, а це призводить до суттєвого збільшення осмотичного тиску. Для підтримання хімічного гомеостазу необхідно постійно виводити із організму кінцеві продукти дисиміляції. Цю функцію виконують органи виділення. До органів виділення відносять нирки, легені, травний канал, шкіру.

Нирки не тільки виводять кінцеві продукти обміну, а й регулюють вміст води і солей в організмі. Через шкіру виводиться багато продуктів обміну, але значно менше, ніж через нирки. Через легені виділяються вуглекислий газ, деякі летючі речовини і незначна кількість води. Травний канал виводить продукти розпаду гемоглобіну, хлориди, частково кальцій.

Будова нирки

Головним органом, що підтримує сталість внутрішнього середовища організму, є нирки. Вони забезпечують сталість фізико-хімічних властивостей крові, регулюють водний баланс організму, виводять продукти обміну та інші токсичні речовини. Стінки нирок мають два шари, що складаються з кіркової і мозкової речовин. Шар мозкової речовини поділяється на окремі пірамідки нирковими колонками кіркової речовини, яка проникає в мозковий шар. Вершини пірамідок утворюють сосочки, які переходять спочатку в малі, а потім у великі ниркові чашки. Із великих ниркових чашечок утворюються ниркові миски, від яких відходять сечоводи, що впадають в сечовий міхур, з якого сеча по сечовивідному каналу виводиться назовні. Функціональною одиницею, тобто такими утвореннями структур, в яких відбувається сукупність фізіологічних процесів, які забезпечують утворення сечі, є нефрон (рис. 1). В нефроні розрізняють такі відділи: 1) капсулу клубочка (Шумлянського — Боумена); 2) проксимальний сегмент, до якого входять звивистий і прямий каналці; 3) петля нефрона (Генле), яка складається із тонких низхідного і висхідного колін; 4) дистальний сегмент — складається із товстого висхідного коліна петлі нефрона і дистального звивистого каналця, який переходить у збиральні трубочки. Збиральні трубочки зливаються і утворюють більш крупні колектори, які відкриваються на верхівці сосочка. В кожній нирці міститься близько 1 млн. нефронів.

Здатність нефрона утворювати сечу зумовлена анатомічними властивостями його структур. Нефрон починається капсулою клубочка,

утвореною із розширеної частини звивистих капілярів. До капсули підходить широка артеріола, яка в середині капсули утворює клубочок із 50 капілярних петель. Внутрішня стінка капсули щільно прилягає до капілярів, утворюючи базальну, або фільтруючу, мембрану. Від капілярних петель відходить вузька виносна артеріола, по якій кров відтікає з клубочка. Різниця в діаметрі вхідної і вихідної кровоносних судин забезпечує підтримання високого тиску крові (120...126 гПа) всередині капілярного клубочка.

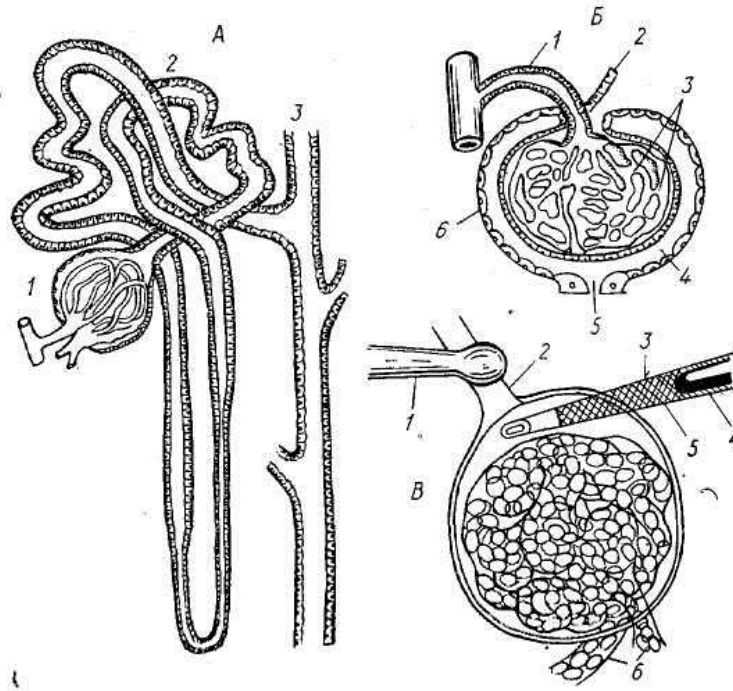


Рис. 1. Схема будови нефрона та його кровоносних судин (А, Б) і взяття первинної сечі із капсули за допомогою мікропіпетки (В).

А- 1 - ниркове тільце (мальпігієве тільце), оточене капсулою клубочка (капсулою Шумлянського — Боумена) 2 — звивистий канадець, 3 — збиральна трубочка; Б: 1 - принос-на судина, 2 - виносна судина, 3 - капілярна сітка клубочка, 4 — порожнина капсули, 5 - початок звивистого канальця, 6 - зовнішня оболонка капсули: В: 1 - скляна паличка, 2 - канадець, 3 - піпетка, 4 - ртуть, 5 - клубочкова рідина, 6 - артеріоли.

В нирках розрізняють два типи нефронів: кіркові і юкстамедулярні. Клубочок кіркового нефрона лежить у зовнішній зоні кіркової речовини, а юкстамедулярний розташований на границі кіркового і мозкового шарів. Через юкстамедулярні клубочки кров із артерій може прямо потрапляти у венозну систему. В нормі майже всі юкстамедулярні клубочки закриті і 80 % крові переходить через звичайні нефрони.

Особливістю кровопостачання нирок є наявність подвійної сітки капілярів. Перша сітка капілярів утворює клубочок ниркового тільця, а друга — обплітає звивисті канали нефрона. Капіляри другої сітки на відміну від капілярів клубочка збираються в дрібні вени, які, укрупнюючись, утворюють ниркові вени, останні впадають в нижню порожнисту вену.

У місці впадання артеріоли в клубочок знаходяться групи епітеліальних клітин із значною кількістю нервових волокон, разом - вони утворюють юктагломерулярний навколочубочковий комплекс. Клітини цього комплексу мають внутрішньосекреторну функцію — виділяють в кров речовину ренін, яка бере участь в регуляції артеріального тиску і ниркового кровообігу.

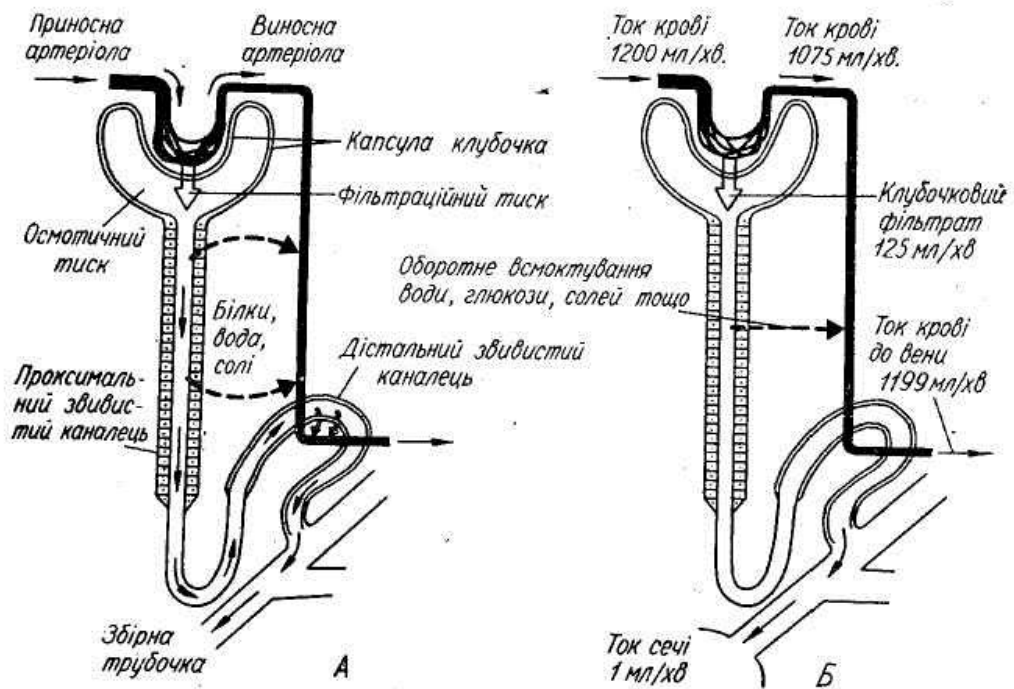


Рис. 2. Схема клубочкової і каналцевої реабсорбції в проксимальних кінцях звивистих каналців відбувається шляхом активного переносу. Схема ілюструє загальний рух рідини в усіх каналцях нирки.

Утворення сечі нирками.

Хімічний аналіз рідини, взятої із капсули клубочка, показує, що вона є фільтратом плазми крові і за своїм хімічним складом близька до неї. В сечі в такій же кількості, як і в плазмі, містяться глюкоза, натрій, калій, хлориди, сульфати, сечовина, сечова кислота та ін. Немає тільки тих сполук, молекулярна маса яких перевищує 70 тис, а діаметр їхніх молекул становить приблизно 10 нм. Це білки і формені елементи крові. На основі цих даних створена фільтраційно-реабсорбційна теорія утворення сечі нирками, яка в наш час є загально визнаною. Фільтруючою силою є тиск крові в капілярах клубочків (120 гПа) (рис. 2). Йому протидіють онкотичний тиск плазми крові (40 гПа) і тиск фільтрату в порожнині капсули клубочка (27 гПа). Різниця між величиною тиску крові і сумою протидіючих йому сил — онкотичного тиску колоїдів плазми і гідростатичного тиску фільтрату називається фільтраційним тиском. В даному випадку він дорівнює 53,0 гПа. Якщо сума протидіючих сил не перевищує тиску крові, то фільтрація відбувається

нормально. Зниження тиску крові в капілярах клубочків нижче 67,0 гПа або підвищення тиску в середині капсули призводить до припинення фільтрації. Таким чином, робочу по утворенню фільтрату із плазми крові, або так званої первинної сечі, виконує серце. За добу через нирки проходить 1700-1800 л крові, з якої утворюється 180 л первинної сечі. Фільтраційна поверхня, тобто загальна поверхня стінок клубочків, дорівнює 1,5-2 м² (що дорівнює площі поверхні тіла).

Механізм каналцевої реабсорбції. В каналцях відбувається зворотне всмоктування (реабсорбція) в кров води і необхідних для організму органічних і мінеральних речовин. Одні речовини (вода, хлориди) всмоктуються пасивно шляхом дифузії, а інші (глюкоза, натрій, амінокислоти) — за допомогою активного транспорту. Процес реабсорбції здійснюється в основному проти концентраційного градієнта, тому потребує використання енергії АТФ. Так, якщо припинити доступ кисню до нирок, то процес реабсорбції припиняється, хоч фільтрація продовжується.

Механізм активного переносу не однаковий для різних речовин. Активний транспорт натрію здійснюється натрієвим насосом, тоді як глюкоза і амінокислоти — особливим, вибірково діючим механізмом. Вода всмоктується за рахунок осмосу.

З проксимальної частини звивистого каналця в тканинну рідину відбувається вихід води до рівня осмотичного тиску крові. Дальше збільшення концентрації сечі відбувається в петлі нефрона в силу особливої її будови, яка функціонує за принципом зворотно-протитечійної системи. Низхідне і висхідне коліна доторкаються одне до одного і працюють взаємоузгоджено як єдине ціле. Із низхідного коліна петлі в тканинну рідину виходить вода, а із висхідного коліна активно виводяться іони натрію (рис. 3). Іони натрію, що перейшли в тканинну рідину, підвищують осмотичний тиск і притягують молекули води із низхідного коліна петлі. В результаті цього збільшується концентрація сечі в петлі нефрона. Петля нефрона працює як вискоєфективний механізм, в якому реабсорбується велика кількість води і натрію. Вихід води із первинної сечі в тканинну рідину в низхідному коліні петлі сприяє реабсорбції натрію, а натрій, в свою чергу, — виходу води. У висхідному коліні петлі нефрона натрій всмоктується частково або повністю залежно від потреб організму. Ця ділянка петлі під впливом волокон симпатичної нервової системи здійснює регуляцію натрій-уротичної функції нирок. У звивистих каналцях першого порядку здійснюється так звана облігатна, або обов'язкова, реабсорбція, її результаті якої всмоктується в кров 2/3 первинної сечі. Всмоктування в цій ділянці нефрона є обов'язковим і не регулюється. Реабсорбція, яка здійснюється в петлі нефрона і звивистих каналцях другого порядку, називається факультативною, оскільки інтенсивність її може регулюватись залежно від потреб організму.

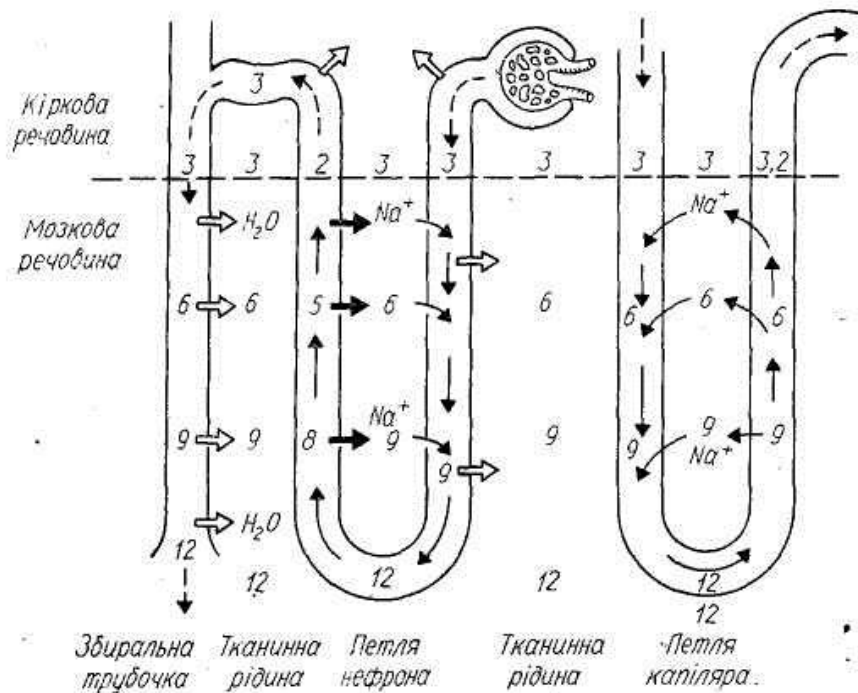


Рис. 3. Схема протитечійного механізму в нирці ссавців. Загальні напрямки руху рідини показано пунктирними стрілками, активний перенос натрію — товстими чорними стрілками, пасивний — тонкими білими стрілками. Цифри показують відносні концентрації осмотично активних розчинів речовин.

За добу в нирках із 150–180 л первинної сечі утворюється 1,5 л вторинної сечі. Вторинна, або кінцева, сеча за своїм складом різко відрізняється від плазми крові (табл. 1).

Таблиця 1. Склад плазми крові і сечі

Речовини	Плазма крові, %	Сеча, %	Зміни концентрації речовин, в сечі (у скільки разів)
Вода	90...93	95	—
Білки і колоїди	7...9	—	—
Глюкоза	0,1...0,12	—	—
Сечовина	0,03	2,0	60
Сечова кислота	0,002	0,05	25
Натрій	0,32	0,35	1
Калій	0,02	0,15	7
Аміак	0,001	0,04	40
Кальцій	0,008	0,0015	2
Магній	0,0025	0,006	2
Хлор	0,37	0,6	2
Фосфати	0,009	0,27	30
Сульфати	0,002	0,18	90
Креатинін	0,001	0,1	100

Канальці нирок виконують також і секреторну функцію. Ті речовини, які слабо фільтруються або зовсім не переходять у первинну сечу (деякі колоїди, органічні кислоти, амінокислоти), виводяться із організму шляхом секреції.

Ниркам належить особлива роль в підтриманні осмотичного гомеостазу. Вони дуже швидко і точно реагують на зміни гідратації тканин організму за допомогою спеціальних саморегулюючих рефлексів. Їх осморорецептори розташовані в супраоптичному і паравентрикулярному ядрах підзгір'я. Імпульси від осморорецепторів через зв'язки підзгір'я з гіпофізом визивають підсилення секреції антидіуретичного гормону, який стимулює зворотне всмоктування події нирками. За допомогою цього фізіологічного процесу організм позбавляється від надлишку солей при малих втратах води, а це веде до вирівнювання осмотичного тиску крові.

При надходженні в організм великої кількості води секреція антидіуретичного гормону знижується, зменшується всмоктування води в кров і нирки виділяють велику кількість рідкої сечі; Крім центральної нервової системи осморорецептори розташовані в периферичних органах — печінці, селезінці. Осморегулюючі механізми мають високу чутливість. Зміщення осмотичного тиску всього на 2% призводить до збільшення діурезу в два рази.

Речовини, які реабсорбуються з первинної сечі, при досягненні певної концентрації в крові можуть всмоктуватись не повністю і попадати в кінцеву сечу. Такі речовини називаються пороговими. До них відносяться глюкоза, а з неорганічних речовин солі натрію, калію, кальцію, фосфати та ін. Наприклад, для глюкози пороговою концентрацією є 150–180 мг%.

Непорогові речовини — це такі, які не підлягають зворотному всмоктуванню в кров і повністю виводяться з сечею. До них відносяться кінцеві продукти білкового обміну, а також сульфати і деякі лікарські речовини.

Виведення сечі.

Сеча збирається в ниркові миски, а звідти по сечоводах надходить в сечовий міхур. Випорожнення міхура відбувається внаслідок скорочення гладеньких м'язів його стінок. Регуляція сечовипускання рефлекторна. Нервовий центр, який зумовлює скорочення і розслаблення сечового міхура, міститься в куприковому відділі спинного мозку. Скелетні м'язи, що беруть участь в акті сечовипускання, одержують імпульси з довгастого мозку. Спинальні і бульбарні центри знаходяться під контролем кори великої мити. Рецептори, що збуджуються при наповненні сечового міхура сечею, розташовані в його стінках. Як тільки тиск в сечовому міхурі досягне 2,0–2,2 гПа, в рецепторах виникають імпульси, які по черепному нерві надходять у спинний мозок, а по висхідних шляхах доходять до півкуль великого мозку і викликають позив до сечовипускання. Під впливом імпульсів, що проходять по пара симпатичних волокнах, скорочуються м'язи міхура, розслаблюється внутрішній сфінктер, розташований на межі переходу міхура в

сечовипускний канал. Зовнішній сфінктер, який конусоподібно охоплює початок сечовипускного каналу, утворений смугастими м'язами і контролюється корою великого мозку. Цим пояснюється довільний характер сечовипускання.

В акті сечовипускання беруть участь м'язи живота. При скороченні їх підвищується внутрішньочеревний тиск, а разом з ним і тиск в середині-міхура. Все це прискорює випорожнення міхура. Сечовипускання перестає бути довільним і здійснюється рефлексивно тільки тоді, коли тиск в сечовому міхурі перевищує 2,5 гПа.

Регуляція діяльності нирок.

Процес сечоутворення регулюється автономною нервовою системою як прямими впливами, так і через залози внутрішньої секреції. У взаємодії автономної нервової системи із залозами внутрішньої секреції основна роль належить антидіуретичному гормону гіпофіза.

Ізольована нирка, а також пересаджена в іншу частину тіла, після встановлення кровопостачання функціонує нормально. Антидіуретичний гормон гіпофіза збільшує зворотне всмоктування води в петлі нефрона і одночасно зменшує реабсорбцію натрію і калію із сечі в каналцях. Це призводить до підвищення концентрації їх у вторинній сечі.

На діурез впливає також адреналін. Звужуючи вихідні судини капсули клубочка, він підвищує фільтраційний тиск і, як наслідок, збільшує утворення первинної сечі. Але при значному надходженні адреналіну в кров під час емоційних напружень звужуються і вхідні судини. Тиск в клубочках при цьому падає і сечоутворення зменшується.

На діяльність нирок впливають гормони кіркового шару надниркових залоз, щитовидної залози, деякі харчові і лікарські речовини. Таким чином, основну роль у підтриманні сталості водно-сольового складу крові і обміні позаклітинної рідини відіграють гормони. Автономна нервова система змінює тільки діаметр судин нирок і не впливає на процеси реабсорбції. Центральна нервова система впливає на діяльність нирок умовнорефлексивним шляхом.

Видільні процеси при м'язовій діяльності.

Під час м'язової роботи із тканин в кров і тканинну рідину надходить значна кількість продуктів обміну, які зрушують гомеостаз внутрішнього середовища організму. Тому робота органів виділення і в першу чергу нирок має велике значення для збереження і відновлення сталості фізіологічних констант внутрішнього середовища організму. Інтенсивність видільних процесів залежить від потужності фізичної роботи і температури оточуючого середовища.

Вплив м'язової роботи на діяльність нирок оцінюється по зміні кількості і складу сечі. Короткочасна легка робота мало впливає на діурез і склад сечі.

На початку інтенсивної роботи динамічного характеру діурез може збільшуватись, але потім різко зменшується. Склад сечі змінюється при виконанні тривалої роботи помірної інтенсивності особливо після роботи великої і субмаксимальної інтенсивності. Тривала фізична робота (велосипедні гонки на шосе, ніжні гонки) призводить до зменшення діурезу, вмісту в сечі хлоридів, які виділяються з потом. Вміст же фосфатів, креатину, сечовини і молочної кислоти в сечі збільшується. Після фізичної роботи субмаксимальної інтенсивності концентрація молочної кислоти в сечі може досягати 0,22–0,24%. При помірній роботі в організмі переважають аеробні процеси, тому концентрація молочної кислоти в сечі незначна — 0,04...0,08%. Після тривалої напруженої м'язової роботи в сечі з'являється білок (до 1%). Це пов'язано з тим, що молочна кислота змінює проникність ниркового епітелію, який помішає пропускати крупні білкові молекули.

Фізіологія терморегуляції

Температура є одним із факторів, що значною мірою зумовлює швидкість хімічних реакцій і інтенсивність метаболізму в організмі. Температурні границі біологічної активності тісно пов'язані із властивостями води, денатурацією білків і фізичним станом ліпідів. Замерзання позаклітинної води призводить до дегідратації клітин, а утворення кристалів льоду в середині клітини несумісне з життям. Високі температури також не корисні для організму внаслідок денатурації ферментів, порушення оптимального співвідношення швидкостей біохімічних реакцій і розплавлення ліпідів в клітинних і мітохондріальних мембранах, які стають при цьому вільнопроникними.

У багатьох тварин температура тіла змінюється із зміною температури зовнішнього середовища. Це так звані холонокровні, або пойкилотермні, тварини. Тварин, здатних підтримувати температуру свого тіла на постійному рівні, називають теплокровними, або гоміотермними.

Сталість температури людини досягається за рахунок збалансованих процесів теплоутворення і тепловитрат в усьому організмі. Терморегуляцію розподіляють на хімічну і фізичну.

Хімічна терморегуляція полягає в утворенні тепла в організмі ш за рахунок підвищення інтенсивності окисних процесів в організмі. Енергія, яка знаходиться в хімічних зв'язках харчових речовин, звільнюється головним чином в результаті окисних процесів, при цьому тільки 40% енергії йде на утворення високоенергетичних зв'язків АТФ, а 60% її розсіюється у вигляді тепла. Це так зване первинне тепло. Енергія АТФ, витрачена на різні види фізіологічної роботи (біосинтез, секрецію, діяльність іонних насосів та ін.), також має екзотермічний характер і більша її частина перетворюється на тепло.

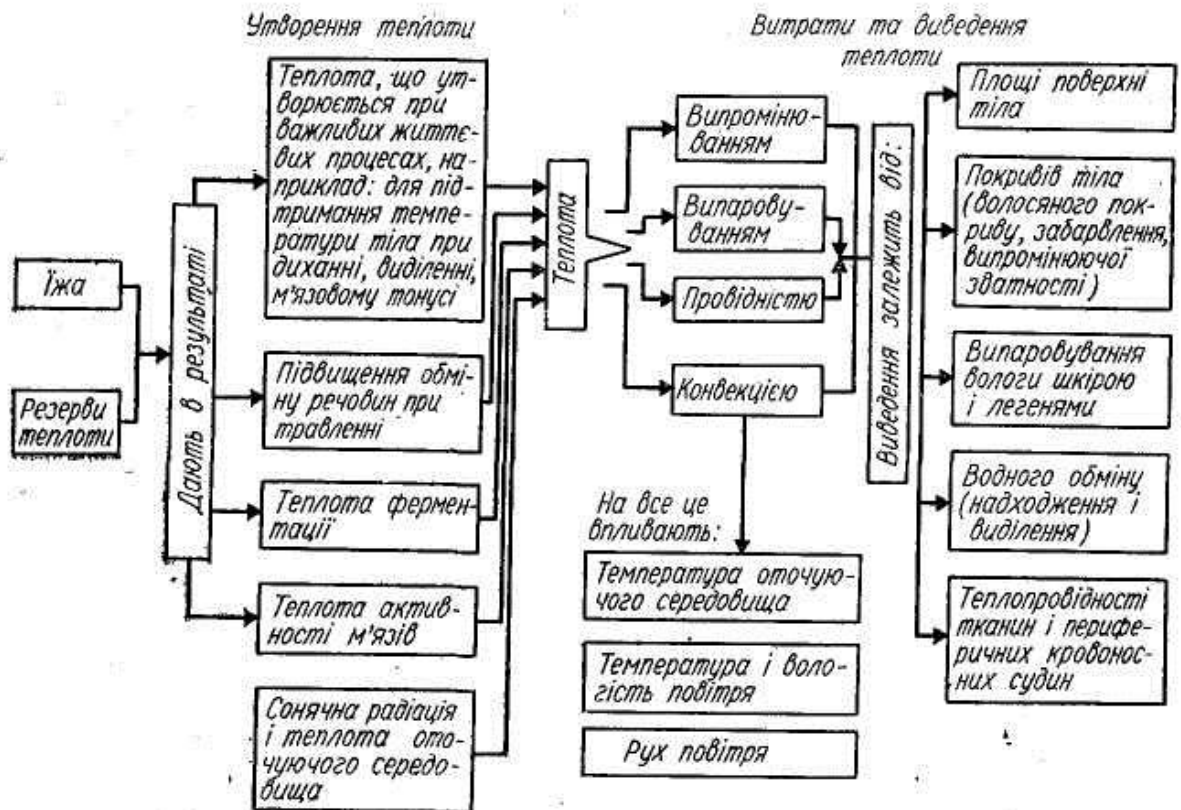


Рис. 4. Схема утворення та розсіювання тепла.

При охолодженні організму можна виділити три механізми підвищення теплопродукції: 1) довільна м'язова діяльність; 2) швидкі скорочення скелетних м'язів (холодове дрижання); 3) прямий перехід енергії в тепло без скорочення м'язів і біосинтезу.

М'язова робота є основним механізмом підвищення теплопродукції. Під час м'язової роботи інтенсивність окисних процесів може збільшуватись у 20 разів, при цьому частина енергії (до 30%) витрачається на зовнішню механічну роботу, а 70% енергії перетворюється на тепло.

Холодове дрижання підвищує обмін речовин в 3...4 рази, і при цьому майже вся енергія окислення переходить в тепло. Третій механізм теплоутворення запускається гормоном надниркових залоз— норадреналіном. Під його впливом енергія, що звільняється в результаті окисних процесів, в меншій мірі переноситься на молекули АТФ, а переходить прямо в тепло. Цей процес відбувається в м'язах, в темно-коричневій жировій тканині та інших тканинах. На рис. 4 показана схема утворення і розсіювання тепла.

Хімічна терморегуляція включається при певній критичній температурі. Існує температурна зона, в якій не відчувається ні жару, ні холоду. Це так звана зона термонеутральності, або зона комфорту. Рівень енергетичного обміну в цій зоні найменший. Для людини в легкій одежі нейтральна температура повітря дорівнює 19–20°C, без одежі — 28–31°C.

Фізична терморегуляція, або тепловіддача, відбувається шляхом теплопроведення, конвекції, тепловипромінювання і випаровування води. Теплопроведення полягає в віддачі тепла предметам, безпосередньо

контактуючим з шкірою. Конвекція — це передача тепла молекулам повітря поверхнею тіла, а випромінювання — віддача тепла променями в основному за рахунок інфрачервоної частини спектра. Віддача тепла проведенням, конвекцією і випромінюванням здійснюється тільки за умови, що температура зовнішнього середовища нижча, ніж температура тіла.

При температурі повітря вище 34,5°C теплорегуляція здійснюється за рахунок випаровування води, при цьому відрив молекул води з поверхні тіла і перехід їх у газоподібний стан відбуваються і витратами енергії. Потовиділення — найефективніша віддача тепла у людини. На випаровування 1 мл води витрачається 2,44 кДж. Віддача тепла цим шляхом залежить від зовнішньої температури, швидкості руху повітря, відносної його вологості, розмірів випаровуючої поверхні. При 100% відносної вологості тепловіддача випаровуванням припиняється. Організм віддає в основному тепло з поверхні шкіри (80%) і частково з поверхні легень.

В шкірі знаходиться багато венозних сплетень, кровообіг в яких може коливатись в широких межах. Найбільше їх в шкірі, кистях рук, вушних раковинах. Тому найбільша тепловіддача у людини з поверхні кінцівок.

Температура — це такий фізичний фактор, який впливає на всі фізіологічні функції, і тому реакції на її зміни і пристосування організму до цих змін мають багатосторонній характер. Так, при охолодженні теплокровних тварин в результаті подразнення холодних рецепторів відбувається ряд рефлекторних реакцій, направлених на збереження тепла. Кровоносні судини звужуються, волосся може підніматися, тварина набирає такої пози, при якій зменшується поверхня тіла, контактуюча з зовнішнім середовищем. В цих умовах у людини звуження судин шкіри може зменшити тепловіддачу на 1/3. В цьому полягає механізм теплоізоляції. Якщо теплоізоляція недостатня для підтримання температури тіла, то включається механізм теплоутворення. При мобілізації всіх механізмів теплопродукція у людини може досягати 1,6 кДж/год. Переважання тепловіддачі над теплопродукцією призводить до зниження температури тіла і порушення функцій організму. Уже при температурі тіла 35°C спостерігаються порушення психіки людини. Дальше зниження температури тіла призводить до сповільнення кровообігу, обміну речовин. При температурі нижче 25°C зупиняється дихання.

Реакція організму на високу температуру. Висока температура зовнішнього середовища збуджує теплові рецептори, імпульси від яких включають рефлекторні реакції, направлені на підвищення тепловіддачі. Розширюються судини шкіри — збільшується кровообіг в них, теплопровідність периферичних тканин збільшується в 5–6 разів. Все це призводить до збільшення тепловіддачі. Якщо для підтримання теплової рівноваги цього виявляється не досить, то підвищується температура шкіри і починається рефлекторне потовиділення. Людина втрачає в спокої за рахунок випаровування води біля 20% тепла, а при м'язовій роботі — 75–80%. Порогова температура шкіри, при якій починається потовиділення для різних ділянок тіла, знаходиться в межах 30–32°C. При виконанні інтенсивної

м'язової роботи в умовах високої зовнішньої температури і вологості (90–100%) внаслідок зменшення потовиділення, а, отже, і тепловіддачі різко збільшується температура тіла, яка може перевищувати 39°C. Все це може призвести до розвитку теплового удару, під час якого спостерігаються порушення координації рухів, дихання, головний біль, нудота. При підвищенні температури тіла вище 40–41°C настає втрата свідомості, а при температурі 43°C— смерть. У дітей і підлітків тепловий удар може розвинути при перебуванні тривалий час при зовнішній температурі 34–35°C під час туристичних походів, виконанні сільськогосподарських робіт. Якщо на непокриту голову тривалий час діють сонячні промені при високій температурі, то може виникнути сонячний удар, в основі якого лежить порушення діяльності нервової системи. При цьому також спостерігаються різке підвищення температури тіла (до 39–40°C), сильне серцебиття і головний біль. Перша допомога при тепловому і сонячному ударі, полягає в забезпеченні відведення тепла від організму. Для цього необхідно перенести потерпілого в прохолодне місце, поставити холодні водяні компреси: на голову і до ніг.

З потім людина втрачає значну кількість солей, які необхідно поповнювати. Частково витрати солей і води з потом компенсуються за рахунок зменшення сечоутворення.

Нервові механізми терморегуляції.

Механізми терморегуляції включаються при збудженні терморецепторів шкіри, внутрішніх органів і різних відділів центральної нервової системи. Периферичні і холодкові терморецептори розташовані в шкірі і представлені спеціальними структурами. Теплові рецептори лежать глибше і їх менше, ніж холодкових.

В терморецепторах добре проявляється ефект сумації, завдяки чому при подразненні великих ділянок шкіри поріг подразнення нижчий, ніж стимуляція поодиноких нервових закінчень. Для виникнення збудження в терморецепторах досить зміни температури на 0,002–0,004°C в секунду. Теплові інфрачервоні промені можуть викликати також відчуття болю. Терморецептори мають спонтанну імпульсацію: холодкові рецептори — 10 імпульсів в секунду, теплові — 3,7 імпульса в секунду. Раптове підвищення температури тіла призводить до різкого короткочасного посилення імпульсації теплових рецепторів на 1–2 с, а потім частота імпульсів знижується до рівня, характерного для даної температури. Після припинення дії теплового подразника частота імпульсації теплових рецепторів зменшується. Подібно до цього зниження температури призводить до короткочасного електроряду холодкових рецепторів до 140 імпульсів в секунду. Після цього встановлюється нова частота імпульсації. При температурах від 35 до 45°C в них знову виникають імпульси. Це так звана парадоксальна відповідь холодкових рецепторів на тепло.

Імпульси від периферичних терморецепторів ідуть вверх по латеральних спинномозково-згірних (спино-таламічних) шляхах у підзгір'я, де

активують центри різних температурних рефлексів. Крім того, в підзгір'ї містяться нервові центри, як самі чутливі до температури. Таким чином, в координації процесів терморегуляції беруть участь як периферичні рецептори, так і терморекцептори внутрішніх органів і підзгір'я. Ефекторні впливи підзгір'я здійснює через автономну і нейроендокринну системи.

Теплорегуляція при м'язовій роботі.

При виконанні фізичної роботи внаслідок збільшення енерговитрат збільшується теплопродукція. Для підтримання сталої температури тіла необхідно, щоб паралельно збільшувались і процеси тепловіддачі. Підвищення температури тіла залежить від потужності виконуваної роботи.

Підвищення температури тіла в межах 1–1,5°C сприяє підтриманню високої працездатності внаслідок прискорення біохімічних реакцій в організмі. Дальше підвищення температури тіла (вище 1,5–2°C) призводить до зниження працездатності. Тепловіддача значною мірою зумовлюється температурою зовнішнього середовища і швидкістю руху повітря. Чим нижча зовнішня температура, вологість і чим більша швидкість руху повітря, тим краще відбувається тепловіддача. Але існують оптимальні температурні умови, за яких теплопродукція і тепловіддача збалансовані, що сприяє підтриманню працездатності на високому рівні. Для спортивних занять помірної потужності оптимальними є температура 16–17°C, вологість 40–50% і швидкість руху повітря 1,5–2 м/с.

Особливості терморегуляції у дітей. Система теплорегуляції постійно удосконалюється в процесі розвитку дітей, чому сприяють заняття фізичною культурою і загартування. Але ця система розвинена у дітей ще недостатньо. У них процеси тепловіддачі переважають над процесами теплоутворення. Діти погано пристосовані до рйних змін температури. Тому різке збільшення тепловіддачі може призвести до переохолодження організму дітей, а підвищення зовнішньої температури призводить до його перегрівання.

Фізіологія шкіри

Шкіра знаходиться під безпосереднім впливом зовнішнього середовища, і це зумовлює різноманітність її функцій і складність будови. Шкіра виконує ряд важливих функцій: захисну, рецепторну, терморегуляційну, видільну, дихальну, секреторну і резорбційну. Крім того, в шкірі знаходиться депо крові і жирової тканини. Захисні властивості шкіри полягають в захисті організму людини від механічних, фізичних, хімічних та інших шкідливих впливів зовнішнього середовища. Щільність епітеліальних покривів, пружність волокнистих субстанцій і підшкірної клітковини захищають організм від механічних травм. Епідерміс, покритий жиром, захищає організм від дії водних розчинів. Пігменти шкіри захищають від світлової енергії, особливо від ультрафіолетових променів. Шкіра захищає також від проникнення в організм інфекцій.

Рецепторна функція шкіри забезпечує чотири види чутливості: дотикову, больову, теплову і холодову. Дотикова чутливість полягає в сприйманні дотику, тиску, вібрації.

Розширення судин шкіри і збільшення потовиділення забезпечують збільшення тепловіддачі. В цьому полягає терморегуляційна функція шкіри.

Секреторна функція шкіри виконується потовими і сальними залозами. З потом виділяються мінеральні речовини: солі натрію, калію, кальцію; органічні — сечовина, сечова кислота, амінокислоти, вітаміни В1 В2, РР, нікотинова кислота, молочна кислота та ін.

Кількість поту і виділених з ним органічних і неорганічних речовин залежить від інтенсивності м'язової діяльності, температури оточуючого середовища, а також віку людей. У дорослих людей за добу в стані спокою при нейтральній температурі виділяється до 1 л поту. Влітку кількість поту збільшується до 2 л. Важка фізична робота, особливо при високій зовнішній температурі, призводить до значних витрат води з потом. При цьому змінюється склад поту. В ньому з'являється значна кількість органічних речовин, особливо молочної кислоти, концентрація якої під час інтенсивності м'язової роботи може досягати 500 мг/л і більше. Під час роботи в гарячих цехах за 6 год робітник витрачає з потом до 10 л води, 20 ... 25 г солей натрію, калію. Витрати води і солей необхідно постійно поповнювати тому, що коли витрата води досягає більше 4% від загальної маси тіла, то це призводить до зниження працездатності. Виведення з потом води більше 7% від маси тіла викликає важкі розлади в діяльності організму. Сальні залози розташовані по всій шкірі і відкриваються своїми протоками у волосяні фолікули. Вони виділяють жир, який покриває поверхню шкіри, робить її більш еластичною, захищає від висихання, утворення тріщин.

Шкіра виконує також внутрішньосекреторну функцію. Вона виділяє в кров гормоноподібні, ацетилхоліноподібні та інші фізіологічно активні речовини. Внутрішньосекреторна функція тісно пов'язана з роботою внутрішніх органів.

Дихальна функція шкіри складає 0,51% загального газообміну. Механізм переходу газів із крові в атмосферне повітря зумовлюється різницею парціальних тисків, як і в легенях. Проте в зв'язку з незначною відносною поверхнею шкіри (1,6 м²) у порівнянні з легенями, питома вага шкіри в газообміні невелика.

Резорбційна функція шкіри також невелика. Через неї всмоктуються в основному жиророзчинні речовини. Електроліти через шкіру не проникають. Клітини її проникні лише для катіонів.

Участь шкіри в обміні речовин полягає в тому, що в ній синтезуються різні ферменти, вітаміни групи D, імунні тіла, глікоген. В ній утворюються високоактивні аміни і ацетилхоліноподібні речовини, які відіграють велику роль в гуморальній регуляції фізіологічних функцій.

Шкіра відіграє важливу роль в обміні води в організмі. Вміст води в ній коливається в досить широких межах (від 62 до 71%). Тому шкіра легко віддає воду при зменшенні загальної кількості рідини в організмі.

Контрольні питання

1. Охарактеризуйте значення процесів виділення для життєдіяльності організму людини.
2. Опишіть особливості будови нирки людини.
3. Дайте визначення нефрону як основної структурно-функціональної одиниці нирки.
4. У результаті яких фізіологічних процесів утворюється сеча в нирках?
5. Чим відрізняється первинна сеча від вторинної?
6. Опишіть механізми сечовиведення із організму людини.
7. Назвіть особливості процесу сечоутворення під час м'язової роботи.
8. Якими процесами регулюється сечоутворення у людини?
9. Якими фізіологічними механізмами підтримується постійна температура тіла людини?
10. Опишіть механізми фізичної та хімічної терморегуляції.
11. Охарактеризуйте особливості терморегуляції при м'язовій роботі.
12. Назвіть особливості будови шкіри людини.
13. Опишіть фізіологічні функції шкіри.

ЛІТЕРАТУРА

1. А.В. Солодков, Е.Б. Сологуб. Физиология человека: Общая. Спортивная. Возрастная. -М.: Терра-Спорт, Олимпия- Пресс, 2001.-520с.
2. Е.Б. Бабский, А.А.Зубков, Г.И. Косицкий, Б.И.Ходоров. Физиология человека.- М.:» Медицина», 1992.-655с.
3. І.С. Кучеров, М.Н.Шабатура, І.М.Давиденко. Фізіологія людини.- К.,»Вища школа»,1991.
4. І.С.Кучеров. Фізіологія людини і тварин. -К.,» Вища школа», 1991
5. Н.А.Фомин. Физиология человека. -М.,»Просвещение»,1982.
6. Физиология человека / Под ред. Н.В. Зимкина. – М., « Физкультура и спорт», 1975.
7. А.Д. Ноздрачов. Общий курс физиологии человека и животных, т. 1,2.- М.,» Высшая школа»,1991.
8. Нормальная физиология / Под ред. А.В. Коробкова. –М.,:» Высшая школа», 1980.
9. А.Г .Хрипкова, М.В.Антропова, Д.А.Фарбер. Возрастная физиология и школьная гигиена. – М.: « Просвещение »,1990.
10. Н.Н.Леонтьева, К.В.Маринова. Анатомия и физиология детского организма. – М.:» Просвещение», 1986.
11. Л.І.Старушенко. Анатомія і фізіологія людини. –К.: “ Вища школа”, 1992.
12. А.Г. Хрипкова. Вікова фізіологія. –К.: « Вища школа» ,1982.
13. Ю.А .Ермолаев. Возрастная физиология. –М.: «Высшая школа», 1986.
14. Физиология человека / Под ред. Р.Г.Шмидта, Г.Т. Тевса. –М.: «Мир», 1985.