

**Львівський державний університет фізичної культури**

**ім. Івана Боберського**

Кафедра анатомії та фізіології

**"Фізіологія людини"**

**Лекція № 10**

**Тема лекції: ФІЗІОЛОГІЯ ВИДІЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ**

План лекції:

1. Вступ.
2. Функції і будова нирок.
3. Механізм сечоутворення та сечовиділення.
4. Фізіологічні механізми терморегуляції.
5. Висновок.

Лекція розрахована на 2 академічні години.

Навчальні та виховні цілі: сформувати поняття про механізми сечоутворення і сечовиділення, морфо-функціональну одиницю нирок, фізичні та хімічні механізми терморегуляції.

Матеріальне забезпечення: таблиці, слайди, мультимедійні презентації.

Склав: доц. Бергтраум Д.І.

Затверджена на засіданні

кафедри анатомії та фізіології

"\_31\_" \_\_серпня\_\_ 2020 р.

протокол № \_1\_\_

Видільні функції здійснюються багатьма системами організму: Шлунково-кишковим трактом, органами зовн. дихання, нирками, потовими, сальними, слізними, молочними і іншими залозами.

Основні ф-ції нирок:

1. підтримання нормальної концентрації в організмі води, солей;
2. регуляція рН крові, кислотно-лужної рівноваги і осмотичного тиску в тканинах тіла;
3. видалення з організму кінцевих продуктів білкового обміну і чужирідних, лікарських речовин
4. секреція гормону реніну, який впливає на тонус кровоносних судин.

В нирках люд. є більше 2 млн. нефронів. Кожний нефрон – це особлива ф-льна одиниця, яка вкл. мальпігієве тільце і січові каналці.

Мальпігієве тільце скл. з капсули Шумлянського-Боумена якого знаходиться судинний клубочок.

Капсула Шумлянського-Боумена має подвійну стінку, внутрішня стінка капсули тісно контактує із стінками капілярів судинного клубочка, утворюючи базальну фільтруючу мембрану. Між нею і зовнішньою стінкою капсули знаходиться порожнина, в яку поступає плазма, яка фільтрується через базальну мембрану із капілярів клубочка.

Клубочок складається з складної сітки артеріальних капілярів, приносної і виносної артеріоли. Діаметр виносної артеріоли менший в порівнянні з приносною, що сприяє підтриманню в капілярах клубочків відносно високого кров'яного тиску /70 мм рт.ст./.

Сечові каналці починаються в порожнині капсули, яка безпосередньо переходить в проксималь-ний звивистий каналець. Це каналець 1 порядку. На деякій відстані від капсули проксимальний звивистий каналець випрямляється і утворює петлю Генля, яка переходить в дистальний звивистий каналець / 2 порядку/, який в свою чергу відкривається в збиральну трубку.

Крім таких нефронів, які називаються каркові, в нирці є ще і інші – юкатамедулярні неврони. Вони знаходяться в мозковому шарі нирок, виробляють ренін, який регулює

кров'яний тиск. Через нирки проходить 25% всієї крові, а маса нирки = 0.4% маси тіла.

Особливістю кровопостачання нирок є наявність подвійної сітки капілярів. Перша сітка капілярів утворює клубочки ниркових тілець, а друга – обплітає каналець нефрона. Її капіляри збираються у дрібні вени, які утворюють ниркові вени, що впадають у нижню порожнисту вену.

## 2. Механізм утворення сечі.

Сечоутворення – це складний процес, який згідно з сучасної фільтраційно-реабсорбційної теорії складається з 2 фаз – фільтрації і реабсорбції.

Фільтрація. Завдяки високому тиску крові в судинному клубочку /60-70 мм рт.ст./ через стінки капілярів фільтрується в порожнину капсули Шумлянського-Боумена плазма крові із всіма розчиненими солями. Цей фільтрат, що поступив в Боуменівську капсулу, а потім в сечові каналці, називається первинною сечею. Але білки, формені елементи крові не фільтруються, тому первинну сечу називають ще безбілковою плазмою.

За добу в людині утворюється до 150-180 гр. первинної сечі, хоча протікає до 1700-1800 гр. крові.

Реабсорбація. Первина сеча поступає в звивисті каналці і петлю Генля, де відбувається зворотнє всмоктування, тобто реабсорбація. З 150-180гр. повторно всмоктується 148-178гр. води. В результаті кількість кінцевої сечі, яка із збиральних трубок переходить в ниркові миски, а потім в сечовий міхур, становить 1.5л. за добу. Із первинної сечі багато солей Na, K, Ca інші, глюкоза всмоктуються. Однак при високій їх концентрації можуть виводитися з організму. Наприклад, якщо концентрація глюкози більша 150-180 мг%, то в сечі є її надлишок, тобто епостерігається глюкозурія..

Кінцеві продукти обміну білків - сечовина, сечова кислота, креатинін, аміан, сульфати, лікарські речовини і ін. виводяться із сечею.

Механізм реабсорбції базується на різниці електрохімічного градієнта рідини в каналці і рідини, що оточує його. Ці механізми включають пасивні процеси дифузії і активний процес перенесення речовин.

Секреторна функція полягає в тому, що деякі шкідливі речовини, які не проходять через "сито", виводяться з організму внаслідок секреції.

### Регуляція сечоутворення

Рефлекторні впливи на процес сечоутворення проходять по симпатичних і парасимпатичних нервах. Больові подразнення /екстра -чи титрарецептори/ зменшуються або зовсім припиняють утворення первинної сечі. Гуморальна регуляція здійснюється гормоном наднирників -альдостероном і антидіуретичним гормоном гіпофіза. На сечовиділення впливав і тироксин, який стимулює його, пригнічуючи реабсорбцію води в канальцях нефронів. Під дією альдостерона посилюються процеси зворотнього всмоктування  $\text{Na}^+$  і одночасно зменшується реабсорбція  $\text{K}^+$ .

Антидіуретичний гормон сприяє підвищенню проникності стінки петлі нефрона, а також стінок збиральних канальців.

Кінцева сеча по збиральних трубочках поступає в ниркові миски, сечоводи і сечовий міхур. Коли в сечовому міхурі збирається 250-300 мл сечі, тиск в ньому стає 15-16 см. водн.ст. Рецептори стінок міхура подразнюються і збудження поступає по аферентним шляхам в куприковий відділ спинного мозку, де розміщений центр - недовільного-рефлекторного сечовиділення. Еферентна інервація сечового міхура здійснюється по симпатичних і парасимпатичних волокнах. Імпульси, що поступають по симпатичних волокнах, розслабляють м'язи міхура. Це сприяє заповненню міхура сечею - і утримання її. При поступанні імпульс по парасимпатичним волокнам сеча вижимается з міхура: виводиться назовні.

Тривала фізична робота призводить до різкого зниження тиску в капілярах судинних клубочків нирок, а це призводить до зменшення або навіть припинення сечовиділення. Недостатня діяльність нирок компенсується посиленою роботою потових залоз, що посилює тепловіддачу.

### III. Терморегуляція.

З залежності від особливостей теплообміну тваринні організми поділяють на холоднокровні - полікілотерпні і теплокровні - гомототермні. У перших температура тіла міняється відповідно до коливань температури зовнішнього середовища, у других зберігається стабільна температура тіла. Однак здатність гомойотермних протистояти холоду і теплу, збвргати температуру тіла має певні межі. При надто низькій або

високій температурі середовища захисні терморегуляторні механізми виявляються недостатніми; температура тіла починає або падати - гіпотермія, або підніматися - гіпертермія.

В гомойотермному організмі розрізняють 2 температурні зони: зовнішню і внутрішню —, "оболонку" і "ядро". Тільки "ядро" характеризується стабільною температурою. Сюди відноситься мозок, органи грудної порожнини, черевної порожнини і малого таза. Шкіра, скелетна мускулатура, кістки становлять "оболонку".

Температура тіла визначається рівновагою, балансом між утворенням теплоти в результаті обміну речовин і його виділенням у навколишнє середовище. Стабільність температури тіла підтримується автоматично: при зменшенні температури тіла посилюється теплопродукція, при збільшенні - тепловіддача. Теплопродукція залежить від підвищення інтенсивності обміну. Обмін речовин в організмі завжди супроводжується утворенням тепла. Основне джерело мобілізації енергії організм: - окислення, частково гліколіз. Ці хімічні процеси носять екзотермічний характер: їх енергія частково акумулюється в молекулах АТФ, більша ж доля переходить в тепло.

В стані спокою теплопродукція розподіляється приблизно так: м'язи виробляють 20% теплоти, печінка – 20%, головний мозок – 18%, серце - 11%, нирки – 7%, шкіра - 5%.

Якщо температура навколишнього середовища низька, то посилюється теплопродукція. Зокрема за рахунок довільної м'язової діяльності. За рахунок такої діяльності енергетичний обмін може зростати в 10 і більше раз.

Друга реакція підвищення теплопродукції - холодова дрож. Вона більш економна. Це недовільна м'язова діяльність, енергетичний обмін може зростати лише в 2-4 рази, але все тепло зберігається в організмі, а не виділяється в виді тепла з поверхні тіла.

Накінець, 3-я реакція підвищення теплопродукції на холоді - виділення в кров НА, який діє на скелетні м'язи, печінку, жирові тканини обумовлює перерозподіл енергії. Доля енергії, яка акумульована в АТФ, зменшується, а доля, що переходить безпосередньо в тепло, зростає.

#### Механізм тепловіддачі.

Існують такі фізичні механізми тепловіддачі:

I/ теплопроведення;

2/ тепловипромінювання;

3/ випаровування.

Теплопроведення здійснюється шляхом кондукції і конвекції. Кондукція - це пряма передача тепла від більш нагрітого тіла до менш нагрітого, який нерухомо з ним торкається. Конвекція – пряма передача теж, але тіло і середовище переміщається один відносно одного /напр., обдування тіла вітром/. Випромінювання - характеризується віддачею тепла за рахунок інфрачервоних промінів.

Випаровування - втрата енергії, яку виносять молекули, що відриваються від поверхні води. При переході в повітря 1 г води втрачається біля 0,58 ккал тепла.

Процеси тепловіддачі відбуваються в основному на поверхні шкіри і слизових оболонках дихальних шляхів.

Якщо температура повітря наближається до температури шкіри /33 б/, тепловий градієнт зменшується, тепловіддача проведенням, конвекцією, та випромінюванням майже припиняється і головним шляхом тепловіддачі залишається випаровування.

Але якщо повітря насичене водяними парами, тепловтрати за рахунок цього механізму зменшу-ється або припиняється /при відносній вологості 100% /.

Втрати теплоти при потовиділенні відбуваються тільки тоді, коли піт випаровується, а не стікає з поверхні шкіри, тоді ніякого охолодження тіла не відбувається.

На теплообмін випаровуванням суттєво впливає одяг, гігроскопічний, який вбирає піт.

У багатьох видів організмів відомі певні ділянки тіла, поверхня яких найбільш активно приймає участь в тепловіддачі. Наприклад, в кролика - це вуха, в мишей хвіст. У людини важлива роль в регуляції тепловіддачі належить кінцівкам.

Якщо температура повітря є досить висока, то наступають зміни кровотоку в "оболонці", кров приливає до шкіри, зона стає горячою і посилюється віддача тепла, щоб не було перегріву організму. Проте, якщо температура повітря перевищує температуру тіла настільки що іде перехід тепла ззовні - всередину та наступає "теплова, задишка": потовиділення.

#### Регуляція теплообміну.

Стабільна температура тіла підтримується узгодженістю двох протилежно спрямованих проце-сів: теплопродукції і тепловіддачі..Якщо, наприклад тепловіддача

стає більшою за теплопродукцію, температура тіла починає знижуватися і навпаки. Система регуляції температури, тіла включає терморцептори, нервові центри і ефектори. Терморцептори розміщуються в передній частині гіпоталамуса та шкірі, слизовій оболонці язика, шлунка, трахеї, бронхіа. Терморцептори поділяються на теплові і холодкові, вони реагують на найменші зміни, до 1 С.

Центр терморегуляції складається з центру регуляції теплопродукції і центру регуляції тепловіддачі. Центр теплопродукції знаходиться в задній частині гіпоталамуса, а центр тепловіддачі - в її передній частині. При зниженні температури тіла активізується центр теплопродукції, який посилює тонус симпатичній нервовій системі. Це призводить до звуження кровоносних судин шкіри, що зменшує тепловіддачу і зберігає температуру ядра тіла.

Активність симпатичної системи посилює обмін речовин в тканинах а значить посилює теплопродукцію. При значному зниженні температури тіла підвищується тонус скелетних м'язів. "Холодова дриж" посилює теплопродукцію.

Тепло впливає на центр тепловіддачі передньої частини гіпоталамуса, що посилює кровообіг шкіри і активує потовиділення.

На регуляцію температури тіла впливають гормони, зокрема тироксин, який посилює обмін речовин і теплоутворення; посилює окисні процеси, особливо в м'язах, що веде до утворення тепла, а звуження судин зменшує тепловіддачу.

#### Особливості теплообміну при м'язовій роботі

При роботі в м'язах утворюється велика кількість тепла, а це призводить до підйому температури, тепло розноситься током крові по всьому тілі. При роботі помірної потужності, після підйому температура стабілізується на новому рівні. Хоч існує закономірність: чим інтенсивніша робота, тим вища температура. Серед реакцій тепловіддачі найбільш важлива роль при м'язевій роботі відіграє потовиділення.

Деякий підйом температури тіла вигідний при роботі: зростає збудливість, провідність, лабільність нервових центрів, знижується в'язкість м'язів. Тому головне завдання розминання - розігрівання м'язів.

Швидкість потовиділення при м'язевій роботі з постійною потужністю збільшується з підвищенням зовнішньої / і шкірної / температури і в цьому випадку не пов'язана з температурою ядра тіла. При постійних зовнішніх умовах швидкість потовиділення

знаходиться в прямому зв'язку з рівнем теплопродукції, але не залежить від шкірної температури. Це показує, що температури оболонки /шкіри/ і ядра /гіпоталамуса/ можуть незалежно впливати на швидкість потовиділення при м'язовій роботі. Так, наприклад, локальна нагрівання шкіри знижує порогову температуру ядра, при котрій починається активне потовиділення, а локальне охолодження шкіри має протилежний вплив.

Про важкість /пугливість/ виконуваної роботи терморегуляторний центр може інформуватись за допомогою декількох нервових механізмів - аферентної імпульсації від механорецепторів рухового апарату, іррадіації коркових моторних імпульсів до терморегуляторного центру та ін.

Вплив цих "нейрогенних факторів" в регуляції температури тіла, ймовірно проявляється лише на початку роботи і незначно в процесі виконання роботи. В регуляції температури тіла важливу роль, очевидно,, відіграє "хімічний фактор", діючий під час роботи пропорційно швидкості аеробних метаболічних процесів. Навантаження при тренуваннях та змаганнях у видах спорту, які вимагають витривалості, викликають значне підвищення температури ядра тіла - до 40 С, навіть у нейтральних умовах середовища. Це є стимулом для розвитку адаптаційних реакцій до великого "внутрішнього" навантаження. Такі реакції серцево-судинної системи, потових залоз та інших органів і систем подібні до реакції у людей, що пройшли адаптацію до високих температур і великої вологості повітря. Внаслідок систематичних занять у спортсменів вдосконалюється терморегулювання: знижується теплоутворення, покращується здатність до тепловитрат внаслідок підвищеного потоутворення. Для тренуваних спортсменів властива висока чутливість реакції потовиділення на теплові подразники, рівномірний розподіл тепла по поверхні тіла. Відповідно, у спортсменів під час роботи при звичайній або високій температурі повітря, внутрішня температура і температура шкіри нижча, ніж у нетренованих людей, які піддаються таким самим навантаженням.

У процесі тренування витривалості в нейтральних умовах збільшується об'єм крові, що циркулює, вдосконалюється реакція перерозподілу кровообігу з зменшенням його через шкіру, що знижує температуру шкіри і підвищує проведення тепла від ядра до поверхні тіла.



Отже, у спортсменів в результаті регулярних інтенсивних тренувань витривалості навіть у нейтральних температурних умовах вдосконалюються певні фізіологічні механізми, характерні і для теплової а адаптації. Тому добре треновані спортсмени краще пристосовуються до роботи в жарких умовах, швидше акліматизуються. Хоча навіть дуже висока спортивна тренуваність і тренування будь-якого плану в нейтральних умовах зовнішнього середовища не можуть повністю замінити специфічну теплову адаптацію, яка необхідна спортсмену, якщо він повинен виступати на змаганнях, в умовах підвищеної температури і вологості.

Теплових адаптаційних гранувань в нейтральних умовах недостатньо для ефективного виконання інтенсивної роботи в умовах жаркого клімату. При підготовці до змагань, які проходять в умовах підвищеної температури і вологості повітря, спортсмен повинен почати тренування в таких умовах за 7-12 днів до початку змагань. Якщо немає можливості тренуватись в таких умовах, то потрібно використовувати костюми, які перешкоджають віддачі тепла і обмежують виділення поту. Тренування в таких костюмах викликає ефект підвищеної теплової стійкості, хоч і менший, ніж тренування в жаркому кліматі.

### Література.

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр": у 2 ч. / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – 344 с.
2. Фізіологія людини. За ред. І.С.Кучерова. Київ: Вища школа, 1981.
3. Физиология человека. Под ред. Н.В.Зимкина, М.: ФиС, 1975.
4. Физиология мышечной деятельности. Под ред. Я.М.Коца, М.: ФиС, 1982.

#### Додаткова:

1. Физиология человека. Под ред. Г.И.Косицкого, М.: Медицина, 1985.
2. Основы физиологии. Под ред. П.Стерки, М.: Мир, 1984.
3. Физиология человека. Пер. с англ. Под ред.Костюка П.Г., М.: Мир, 1985, 1.1. Мышцы.

4. Калинин М.И., Рогозкин В.А. Биохимия мышечной деятельности, Киев: Здоров'я, 1989.
5. Скок В.И., Шуба М.Ф. Нервно-мышечная физиология. Учебное пособие для студентов, Киев: Вища школа, 1986.