

**ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ
імені Івана Боберського**

КАФЕДРА АНАТОМІЇ ТА ФІЗІОЛОГІЇ

ЛЕКЦІЯ № 8

Тема лекції:

ФІЗІОЛОГІЯ ЕНДОКРИННОЇ РЕГУЛЯЦІЇ ФУНКЦІЙ

з навчальної дисципліни

«НОРМАЛЬНА ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ»

Рівень вищої освіти – бакалавр

спеціальність – 227 «Фізична терапія, ерготерапія»

План.

1. Загальна характеристика гормонів. Механізм дії гормонів.
2. Гіпоталамо-гіпофізарна система.
3. Загальна морфо-функціональна характеристика залоз внутрішньої секреції.
4. Загальний адаптаційний синдром Сельє і його фази.

Тривалість лекції: 2 академічні години

Матеріальне забезпечення: мультимедійна презентація.

Склав: доц. Вовканич Л.С.

Затверджено на засіданні
кафедри анатомії і фізіології
"30" серпня 2021 р.

протокол № 1

Зав. кафедри Вовканич Л.С.

1. Загальна характеристика гормонів. Механізм дії гормонів

У регуляції функціонування організму важливу роль відіграють гормони. Гормони – це речовини із високою біологічною активністю, що виділяються залозами внутрішньої секреції у кров і викликають значні зміни у функціонування організму не зважаючи на порівняно невисоку їх концентрацію. Залозами внутрішньої секреції або ендокринними називають такі залозисті органи, які виділяють біологічно активні речовини безпосередньо в кров або у лімфу. На відміну від залоз зовнішньої секреції (екзокринних) ці залози не мають вивідних протоків.

Залози внутрішньої секреції, як правило, невеликі за розмірами і мають дуже добре кровопостачання. Артерії, що до них підходять, розпадаються на густу сітку капілярів. Залози густо іннервовані нервовими волокнами.

Як уже було сказано вище, залози внутрішньої секреції виробляють *гормони*. Це речовини різні за своєю будовою. За хімічною будовою гормони належать до групи стероїдів, похідних амінокислот, пептидів і білків. Для всіх гормонів характерні наступні *властивості*.

1. Дистальний характер дії. Гормони впливають на функції органів, що розміщені на значній віддалі від цієї залози, в якій вони утворились.
2. Специфічність дії гормонів. Певні гормони виявляють регулюючий вплив на певні процеси. Так, антидіуретичний гормон, що виділяється задньою долею гіпофіза, посилює зворотне всмоктування води в каналцях нирок. Інсулін знижує концентрацію глюкози в крові і т.д. Як правило на діяльність кожного органу впливає декілька гормонів, які можуть мати або синергічну дію (в одному напрямку) або антогоністичну (протилежні напрямки). Так, вплив інсуліну та глюкагону на вміст глюкози у крові протилежний: інсулін знижує, а глюкагон підвищує її.
3. Специфічність дії гормонів можна пояснити наявністю у відповідних тканинах гормон-специфічних рецепторів.

3. Висока біологічна активність гормонів. Гормони утворюються ендокринними залозами і проявляють свою дію в дуже малих кількостях. Так, адреналін (А) - гормон мозкового шару наднирників - викликає прискорення і посилення серцевих скорочень жаби в концентрації $10^{-6} - 10^{-11}$ М. 1 г адреналіну достатньо, щоб активізувати роботу 100 млн. ізольованих сердець.
4. Невеликий розмір молекул гормонів. Це забезпечує їх високу проникність через ендотелій капілярів і мембрани клітин.
5. Порівняно швидке руйнування гормонів тканинами. Гормони швидко руйнуються тканинами, тому виробляються постійно. Для підтримання достатньої концентрації гормонів у рові необхідне його постійне виділення відповідною залозою.
6. Відсутність у більшості гормонів видової специфічності. Можна використовувати препарати, отримані з ендокринних залоз різних тварин. Але гормони білкової або поліпептидної структури в різних видів тварин відрізняються по складу і порядку розміщення амінокислот. Наприклад, інсулін бика, що вводився хворим на діабет, міг викликати захисні реакції, а більш близький до людського інсулін свині таких реакцій не викликав.

Гормони виконують в організмі ряд важливих *функцій*. До них належить:

- Забезпечують нормальний фізичний (гормон росту), розумовий (тироксин) та статевий (статеві гормони) розвиток.
- Забезпечують адаптацію фізіологічних систем організму до різноманітних навантажень (наднирники)
- Забезпечують підтримання окремих фізіологічних показників на постійному рівні (рівень глюкози) – гомеостатуюча функція.

Механізм дії гормонів. Гормони, що секретуються залозами внутрішньої секреції, зв'язуються з транспортними білками плазми, а в деяких випадках адсорбуються на клітинах крові і транспортуються у такому

вигляді до органів і тканин, функцію яких вони регулюють. Окремі органи і тканини володіють дуже високою чутливістю до певних гормонів. Такі органи і тканини називають *органами або тканинами - мішенями* для даного гормону.

Безпосередня дія гормонів на фізіологічні функції здійснюється шляхом активації чи пригнічення каталітичних функцій окремих ферментів. Цей вплив може досягатись за рахунок активації чи інгібування наявних у клітині ферментів через посередництво циклічного аденозинмонофосфату (цАМФ), або за рахунок збільшення концентрації ферментів у органах-мішенях внаслідок збільшення швидкості їх синтезу внаслідок активації відповідних генів.

Розрізняють такі *механізми дії гормонів*:

- 1) *мембранний*;
- 2) *мембранно-внутрішньоклітинний*;
- 3) *внутрішньоклітинний*.

Для мембранного механізму характерно, що гормон зв'язується з мембраною клітини і в місці зв'язування міняється її проникливість для глюкози, амінокислот і деяких іонів. Таку дію має *інсулін* (він же має і мембранно-внутрішньоклітинну дію).

За мембранно-внутрішньоклітинним механізмом діють гормони, які не проникають в клітину і тому впливають на обмін речовин через внутрішньоклітинного хімічного посередника – цАМФ або цГМФ. Це гормони білково-пептидної природи - гормони *гіпоталамуса, гіпофіза, підшлункової і паращитовидної залози, щитовидної* і ін.

Внутрішньоклітинний механізм дії характерний для *стероїдних гормонів (кортикостероїдів, статевих гормонів)*. Стероїдні гормони належать до ліпофільних речовин, тому здатні проникати через ліпідний шар плазматичної мембрани і взаємодіяти із специфічним білком-рецептором, що знаходиться в цитоплазмі, утворюючи гормон-рецепторний комплекс, який

шляхом взаємодії із генетичним апаратом клітини призводить до прискореного синтезу відповідних ферментів.

Поряд з безпосередньою дією на тканини гормони впливають і через центральну нервову систему. Вони здатні викликати збудження хеморецепторів, через які яких збудження передається у ЦНС.

2. Гіпоталамо-гіпофізарна система.

Ендокринні залози і гормони, що ними виділяються, знаходяться у тісній взаємодії із нервовою системою, формуючи загальний інтегральний механізм регуляції. В регуляції діяльності залоз внутрішньої секреції беруть участь структури ЦНС, зокрема кора великих півкуль, проміжний мозок і інші відділи головного мозку. Контроль за діяльністю залоз внутрішньої секреції здійснюють медіатори симпатичного і парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи. Безпосереднім регулятором залоз внутрішньої секреції служить *гіпоталамус*, який тісно зв'язаний з корою великих півкуль, ретикулярною формацією, підкорковими структурами, таламусом, стовбуром мозку і спинним мозком.

Гіпоталамус здійснює регуляцію залоз внутрішньої секреції через гіпофіз шляхом *нейросекреції*. Аксони нейронів гіпоталамуса закінчуються на кровоносних судинах, по яких кров надходить в *передню долю гіпофіза (аденогіпофіз)*, де є так звана ворітна система кровообігу, що характеризується подвійною капілярною сіткою. У дрібних нейросекреторних клітинах гіпоталамусу виробляються пептидні гормони, які регулюють функцію клітин аденогіпофізу – *ліберини (рилізінг-гормони)* і *статини (інгібуючі гормони)*. Ліберини – стимулюють, статини – пригнічують синтез гормонів гіпофізу. Ліберини існують для всіх гормонів гіпофізу. Наприклад, існують

- тиреоліберин - активує синтез тиреотропного гормону,
- люліберин – активує синтез лютеїнізуючого, фолікулостимулюючого та гонадотропного гормонів вігопіфзу,

- кортиколіберин – активує синтез адренкортикотропного гормону,
- соматоліберин – стимулює синтез гормону росту,
- пролактоліберин – стимулює синтез пролактину
- меланоліберин – активізує синтез меланоцитстимулюючого гормону. Статини виявлені не для всіх гормонів. Наявні лише
- соматостатин,
- пролактостатин
- меланостатин.

Гіпофіз розміщений в турецькому сідлі задньої клиновидної кістки черепа. З допомогою ніжки він з'єднується з гіпоталамусом. В гіпофізі виділяють три долі: *передню (аденогіпофіз), середню і задню (нейрогіпофіз)*.

Аденогіпофіз продукує ряд *тропних гормонів* (впливають на секрецію інших гормонів) –

- Фолікулостимулюючий і лютеїнізуючий гормони впливають на чоловічі і жіночі статеві залози і називаються *гонадотропними гормонами*. За своєю природою вони глікопротеїни. Фолікулостимулюючий стимулює ріст і дозрівання фолікулів в яйниках, у самців стимулює дозрівання сперматозоїдів. Лютеїнізуючий забезпечує овуляцію і утворення жовтого тіла, стимулює секрецію статевих гормонів.
- *тиреотропний* – регулює ріст і розвиток щитоподібної залози та вироблення нею гормонів ,
- *адренкортикотропний* – викликає ріст пучкової і сітчастої зони кори наднирників, стимулює синтез і секрецію глюкокортикоїдів, на обмін речовин, посилюючи розпад жирів в організмі.

та кілька *ефекторних гормонів* (діють безпосередньо на тканини) –

- *гормон росту або соматотропін* – білковий гормон, стимулює ріст і розвиток за рахунок посиленого поділу клітин і збільшення синтезу білка. Він стимулює синтез білків, посилює секрецію глюкагону, що призводить до підвищення концентрації глюкози в крові, регулює

жировий обмін, стимулюючи окислення жиру в печінці. Гіперфункція у молодих особин призводить до *гігантизму* (пропорційний ріст з пропорційним розміром кісток), а у дорослих до *акромегалії* (нерівномірне розростання кісток), гіпофункція у молодому віці – до *карликовості*,

- *пролактин* – стимулює розвиток молочних залоз і секрецію молока,
- *меланоцитстимулюючий* – стимуляція синтезу шкірного пігменту меланіну.

В середній (проміжній) зоні гіпофіза продукується гормон меланотропін, який викликає потемніння пігментних клітин меланоцитів.

Окрім того, у ділянці гіпоталамуса розташовані два ядра – супраоптичне та паравентрикулярне. Аксони нейронів цих ядер закінчуються у задній ділянці гіпофізу (нейрогіпофізі), де і виділяють у кров гормони - вазопресин (антидіуретичний) і окситоцин. Ці гормони складаються з амінокислот. *Вазопресин* (АДГ) володіє антидіуретичною дією, стимулює реабсорбцію води з первинної сечі в ниркових каналцях і збиральних трубах. Впливає на мінеральний обмін, оскільки гальмує реабсорбцію кальцію і хлоридів з первинної сечі. Крім того, АДГ підвищує артеріальний тиск, викликаючи звуження артеріол і капілярів. Секреція АДГ стимулюється при подразненні осмо- та барорецепторів. *Окситоцин* викликає скорочення гладкої мускулатури матки і молочних залоз. Посилення секреції окситоцину виникає при подразненні рецепторів матки та сосків.

3. Загальна морфо-функціональна характеристика залоз внутрішньої секреції.

Щитоподібна залоза.

Щитоподібна залоза - найбільша з ендокринних залоз, розміщена з боків трахеї у вигляді двох дольок - правої і лівої, з'єднаних між собою перешийком. Маса залози у дорослого чоловіка – близько 20 г. Тканина

утворена залозистими пухирцями, фолікулами, в яких утворюються гормони *трийодтиронін (Т3)* і *тетрайодтиронін (тироксин, Т4)*. Для утворення цих гормонів необхідна амінокислота тирозин і йод. Дія тироксину і трийодтироніну аналогічна, хоча активність трийодтироніну значно вища. Оскільки дія ефект Т4 розвивається через певний час і виявлена його здатність перетворюватись у тканинах у Т3, то, можливо, він виступає у ролі прогормону.

Тироксин і трийодтиронін *стимулюють окисні процеси в тканинах*. Вони посилюють поглинання клітинами O_2 і виділення CO_2 . Внаслідок цього зростає основний обмін і утворення тепла, посилюється розщеплення білків, жирів і вуглеводів. Гормони щитовидної залози також *посилюють вплив адреналіну і симпатичної нервової системи*. Тироксин *стимулює загальний ріст тіла*.

Порушення функціонування щитовидної залози веде до тяжких наслідків і у дорослому організмі. Активність щитоподібної залози відбивається, перш за все, на рівні основного обміну, який зменшується при її гіпофункції та зростає у відповідь на посилене виділення гормонів. Зокрема, при базедовій хворобі, обумовленій *гіперфункцією залози*, відбувається активація розщеплення білків, посилення мобілізації жирів, порушення вуглеводного та мінерального обміну. Це захворювання супроводжується схудненням, тахікардією, підвищеною збудливістю нервової системи, витрішкуватістю. При *гіпофункції* щитовидної залози *в ранньому дитинстві* розвивається кретинізм – затримка росту, порушення пропорцій тіла, затримка статевого розвитку, розумова відсталість. Поряд з цим, у високогірних районах, болотистих, торф'яних місцевостях, де в ґрунті недостатня кількість йоду розвивається захворювання - ендемічний зоб, з усіма ознаками *гіпофункції*. Гіпофункція щитовидної залози може виникнути при поїданні великої кількості капусти і турнепсу, оскільки вони містять антитиреоїдні речовини, що блокують синтез йодвмісних гормонів. У *дорослих гіпофункція залози* викликає розумову і фізичну відсталість. При

цьому відбувається зменшення швидкості синтезу і розпаду білків, гіпоглікемія, брадикадія. Цей синдром називається *мікседемою*, супроводжується також тістоподібним потовщенням шкіри внаслідок збільшення об'єму сполучної тканини.

Гормон *тиреокальцитонін (кальцитонін)* знижує рівень іонів Ca^{2+} і P в плазмі крові за рахунок послаблення мобілізації його з кісток, а також, як і фосфору – посилення виведення з сечею. Виділення цього гормону регулюється вмістом Ca^{2+} у плазмі крові, при його зростанні посилюється секреція кальцитоніну, що і підтримує гомеостаз кальцію в організмі.

Діяльність щитовидної залози *регулюється* ЦНС, зокрема нервовими волокнами, що ідуть від шийного симпатичного вузла блукаючого, язикоглоткового і під'язикового нервів, а також від нервових сплетінь, розміщених поблизу сонної і підключичної артерії. Діяльність щитовидної залози знаходиться під контролем і кори великих півкуль. Велику роль в регуляції щитовидної залози відіграє ретикулярна формація і гіпоталамус, які стимулюють її діяльність, посилюючи імпульси по симпатичних нервах.

Крім того, регуляція секреції T3 і T4 здійснюється за участю гіпоталамо-гіпофізарної системи. Зокрема, під впливом стрес-факторів, збудження терморецепторів, імпульсів із лімбічної системи, спостерігається стимуляція синтезу у гіпофізотропній зоні гіпоталамусу *тиреотропін-рилізінг-гормону*, який стимулює синтез у гіпофізі *тиреотропного гормону*. *Тиреотропний гормон* діє на мембрани клітин щитоподібної залози, викликаючи стимуляцію секреції T3 і T4. Функціонування гіпоталамо-гіпофізарної системи регуляції фідбувається за принципом зворотного зв'язку, тобто збільшення концентрації T3 і T4 призводить до зменшення концентрації тиреотропного гормону гіпофізу.

Щитовидна залоза відіграє важливу роль в пристосувальних реакціях організму, що виникають під впливом різних факторів зовнішнього і внутрішнього середовища. Про це свідчать морфологічні і функціональні зміни щитовидної залози в зв'язку із зміною температури оточуючого

середовища, сезонністю, зимовою сп'ячкою, при вагітності. В усіх цих випадках кора великих півкуль і підкоркові структури отримують імпульси від екстеро- і інтерорецепторів і через гіпоталамо-гіпофізарну систему і вегетативні нерви впливають на щитовидну залозу, регулюючи її функції.

Прищитоподібні залози

Прищитоподібні залози наявні у всіх хребетних тварин (за винятком риб) й у людини, і розміщені на поверхні щитовидної залози або дещо спереду неї. Основна функція паращитовидних залоз - підтримання сталого вмісту кальцію і фосфору. Гормон паращитовидних залоз був вперше виділений у 1926 р. і в подальшому отримав назву *паратгормон*. Це білок з мол. масою 8500 Да. Паратгормон посилює активність остеокластів - клітин, що руйнують кісткову тканину. При цьому іони кальцію вивільнюються з кісткових депо і надходять у кров. Одночасно з Ca^{2+} виводиться і P. Паратгормон також посилює всмоктування Ca^{2+} з кишечника і реабсорбцію його в ниркових каналцях, що сприяє підвищенню його концентрації в плазмі крові. Антагоністом паратгормону є кальцитонін, що виробляється клітинами щитовидної залози і зменшує рівень Ca^{2+} у крові внаслідок зменшення його виходу із кісток.

Гіпофункція паращитовидних залоз веде до зниження рівня Ca^{2+} в крові, підвищується збудливість нервової системи, тварини стають неспокійними, pojawiaються тетанічні судороги. Повне видалення паращитовидних залоз є смертельним для тварин і людини. *Гіперфункція* виникає при утворенні пухлин залози та супроводжується посиленою мобілізацією Ca^{2+} з кісткової тканини.

Утворення і виділення паратгормона в крові регулюється концентрацією іонів кальцію в плазмі крові.

Наднирки.

Наднирки - розміщені над верхніми полюсами нирок, кожен важить 3-5 г. Вони оточені сполучнотканинною капсулою і складаються з двох шарів: *коркового і мозкового*. Кожен з цих шарів відокремлений один від одного

сполучнотканинною капсулою, мають складну будову і виконує різні функції.

Корковий шар - складається з трьох зон:

- зовнішня - *клубочкова*,
- *середня* – *пучкова*,
- *внутрішня* - *сітчаста*.

Гормони кори наднирників за хімічною будовою відносять до стероїдів і їх називають *кортикостероїдами*. По фізіологічній дії та місцю синтезу гормони кори наднирників поділяються на три групи:

- * *мінералокортикоїди* – синтезуються у клубочковій зоні, діють на мінеральний і водний обмін;
- * глюкокортикоїди – синтезуються у пучковій зоні, впливають переважно на обмін вуглеводів;
- * статеві гормони - андрогени, естерони і прогестерон, які синтезуються у сітчастій зоні.

Мінералокортикоїди регулюють мінеральний і водний обмін. Основним гормоном цієї групи є альдостерон, який має здатність посилювати реабсорбцію натрію з первинної сечі, і одночасно сприяє виділенню калію, а також іонів H^+ і амонію в сечу. Отже, приймає участь в підтриманні кислотно-лужної рівноваги. Затримка натрію може призводити до затримки в організмі води та підвищення артеріального тиску.

Секреція альдостерону зростає за умов *посиленого надходження в організм калію, втраті натрію* (наприклад із потом під час інтенсивних фізичних вправ) та *зменшенні об'єму плазми крові* (втрата крові, зменшений прийом рідини). Збільшення кількості калію чи зменшення Na^+ в плазмі крові чи міжклітинній речовині стимулює секрецію гормону. Зокрема, калій безпосередньо діє на клубочкову зону кори наднирників, стимулюючи виділення гормону. Зменшення концентрації Na^+ через осморцептори викликає зниження секреції антидіуретичного гормону, що веде до втрати води і зменшенню загального об'єму позаклітинної рідини і крові. Це

сприймається рецепторами об'єму - волюморцепторами, через які регулюється секреція альдостерона. Показано також, що зменшення тиску крові через барорецептори стимулює виділення реніну юкстагломерулярними клітинами судин нирок. Ренін, у свою чергу, стимулює перетворення ангіотензину I в ангіотензин II, який посилює секрецію альдостерону.

До глюкокортикоїдів належить кортизол (гідрокортизон), кортизон і кортикостерон. Після надходження в кров певна кількість глюкокортикоїдів (10%) залишається вільною, більша ж частина транспортується до тканин у зв'язаному вигляді, формуючи комплекс з білком транскортином. Цей комплекс не володіє гормональною активністю.

Глюкокортикоїди беруть участь в регуляції обміну вуглеводів, білків і жирів, водно-сольового обміну, проходженні запальних реакцій, реакцій організму на дію стрес-факторів. Зокрема, кортизол посилює утворення в організмі глюкози із амінокислот. Він посилює утворення і депонування глікогену у печінці і м'язах, а також підвищує рівень глюкози у крові. Катаболічна дія глюкокортикоїдів проявляється у посиленні розпаду і сповільненні синтезу білків в периферичних тканинах. Утворені амінокислоти дезамінуються і використовуються під час синтезу глюкози. На жировий обмін глюкокортикоїди впливають опосередковано через вуглеводний обмін. При нестачі глюкози в організмі енергетичні процеси покриваються за рахунок окислення жирних кислот. В цих випадках глюкокортикоїди посилюють мобілізацію жиру з жирних депо. Протизапальна дія глюкокортикоїдів полягає у тому, що вони зменшують проникливість капілярів, зменшують виділення гістаміну і кінінів. Впливають вони також на функцію тимусу та лімфатичних вузлів.

Секреція глюкокортикоїдів зростає при фізичному навантаженні. Завдяки цьому мобілізуються білкові і жирові резерви організму, забезпечується ефективне надходження глюкози, тонізуються адаптаційні

реакції організму. Надмірні навантаження пригнічують утворення цих гормонів.

Секрецію глюкокортикоїдів стимулює адренкортикотропний гормон гіпофізу (АКТГ), утворення якого знаходиться під контролем кортикотропін-релізінг-гормону (кортиколіберину) гіпоталамуса. Утворення кортиколіберину знаходиться під контролем вищих відділів ЦНС.

Підвищений вміст кортизолу в організмі веде до ожиріння, гіперглікемії, затримки води в організмі, що викликає появу набряків та підвищення тиску. *Гіпофункція* кори наднирників веде до розвитку бронзової або адісонової хвороби – бронзовий відтінок шкіри, ослаблення серцевого м'язу, підвищена втомлюваність, погіршення імунітету.

Чоловічі і жіночі статеві гормони - андрогени, естрогени та прогестерон. Відповідно в організмі чоловіків знаходяться жіночі, а в організмі жінок - чоловічі статеві гормони. Велику роль відіграють андрогени в період статевого дозрівання. Самі вони впливають на збільшення м'язової маси, тобто гіпертрофії і збільшення такої фізичної якості як сила.

Кора наднирників протягом доби функціонує нерівномірно, що пов'язано з ритмічними змінами в діяльності гіпофіза. Тварини, що ведуть денний спосіб життя, посилення функцій кори наднирників відбувається в денні години, у тих, що ведуть нічний спосіб життя - вночі.

Мозковий шар наднирників складається з *хромафінних клітин*, подібних до клітин симпатичної нервової системи. В мозковому шарі наднирників виробляються гормони *адреналін (А) (80% секрету)* і *норадреналін (НА)*. Ці гормони зв'язуються в крові з білками і значна їх частина циркулює в зв'язаному виді. Ці гормони володіють короткочасним фізіологічним ефектом, оскільки вони швидко руйнуються ферментом моноамінооксидазою (МАО). Фізіологічна дія А і НА характеризується підвищенням енергетичного обміну і функції серцево-судинної системи (підвищує збудливість і силу скорочення міокарду, підвищує кров'яний тиск, збільшує ХОК і ЧСС, розширюють коронарні судини і скелетних м'язів, проте

звужують судини шкіри, слизових оболонок і органів череної порожнини), посиленням кровообігу у скелетній мускулатурі, гальмуванням діяльності шлунково-кишкового тракту і т.д. А і НА активізують ліпазу жирової тканини, викликають мобілізацію жирних кислот (забезпечують енергією м'язи) і окислення з посиленням теплоутворення. Адреналін стимулює розпад глікогену в печінці до зростання глюкози в крові. Адреналін підвищує збудливість нервової системи, стимулює поглинання глюкози мозком. Дія НА на вуглеводний обмін значно слабша. Через ретикулярну формацію він підтримує активний стан кори великих півкуль. А і НА діють на органи і тканини через α - і β -адренорецептори, що розміщені в них.

Секреція А і НА регулюється гіпоталамусом, в якому знаходяться вищі вегетативні центри. Від нього імпульси по симпатичним нервам (черевні нерви), що інервують мозковий шар наднирників. Збільшення секреції адреналіну і норадреналіну спостерігається при фізичних навантаженнях, сильних емоційних стимулах. Це сприяє мобілізації ресурсів організму.

Підшлункова залоза.

Підшлункова залоза складається з двох частин – екзокринної та ендокринної. К залоза внутрішньої секреції вона продукує гормони - інсулін, глюкагон і соматостатин. Ендокринну функцію виконують острівки Лангерганса, названі по імені автора, що описав їх в 1869р. Острівки складаються з α -клітин (глюкагон) і β -клітин (інсулін) та δ -клітин (соматостатин). Основну масу становлять (75%) β -клітини.

Гормон інсулін білкової природи, молекулярна маса 6000 Да. В β -клітинах інсулін знаходиться в гранулах і зв'язаний з цинком. В крові інсулін знаходиться у двох формах - вільний і зв'язаний з білками (резервний).

Інсулін регулює обмін речовин і перш за все вуглеводний. Його роль полягає у підвищенні синтезу вуглеводів, білків і жирів. Під впливом інсуліну зростає проникливість для глюкози мембрани клітин міокарду, скелетних м'язів. У клітини нервової системи, печінки, кришталика, еритроцити глюкоза надходить без інсуліну. Інсулін стимулює синтез

глікогену у печінці, зменшує утворення глюкози із амінокислот, сприяє накопиченню запасів жирів у формі тригліцеридів, він стимулює транспорт амінокислот через клітинні мембрани, біосинтез білка, гальмує розпад білка в тканинах. Інсулін основний гормон, що знижує вміст цукру в крові.

Глюкагон за своєю природою – поліпептид з масою 3500 Да. Він активізує фермент фосфорилазу, яка розщеплює глікоген печінки до глюкози, в результаті чого збільшується вміст глюкози в крові. На глікоген м'язів глюкагон не діє. Отже, глюкагон виступає як антагоніст інсуліну та синергіст адреналіну. Під впливом глюкагону посилюється розщеплення жиру в жировій тканині із збільшенням вільних жирних кислот. Рівень глюкагону у крові під час м'язової роботи зростає.

Соматостатин утворюється в дельта-клітинах (він ще утворюється нейросекреторними клітинами гіпоталамуса). Цей гормон пригнічує виділення соматотропіну гіпофізом, гальмує секрецію глюкагону і інсуліну підшлункової залози.

Секреція *інсуліну регулюється* симпатичною і парасимпатичною нервовою системою. Блукаючі нерви стимулюють секреторні процеси, а симпатичні гальмують. Зокрема, надходження глюкози із їжею викликає рефлекторне зростання секреції інсуліну з участю блукаючого нерва. Проте основним механізмом регуляції є виділення інсуліну у відповідь на зростання рівня глюкози в крові. На секрецію інсуліну по принципу зворотного зв'язку впливає і рівень інсуліну. Зниження його кількості в крові збільшує його утворення. Секрецію інсуліну активують також гормони СТГ, АКТГ, ТТГ, глюкокортикоїди, тироксин, глюкагон, а також іони кальцію. А і НА гальмують секрецію інсуліну.

Регуляція рівня *глюкагону* в крові здійснюється за участю рецепторів глюкози переднього гіпоталамусу. Крім того, його секрецію пригнічує соматостатин, а активація симпатичної нервової системи стимулює утворення глюкагону.

Недостатність інсуліну призводить до підвищення рівня глюкози у крові, яке спостерігається при цукровому діабеті. Різке підвищенні може викликати кому. За умов недостатності глюкагону зниження концентрації глюкози у крові може викликати потовиділення, тахікардію, тремор, відчуття голоду. Значне зниження призводить до втрати свідомості і гіпоглікемічної коми.

Тимус

Тимус або вилочкова залоза лежить за грудиною, розрізняють *два шари: корковий і мозковий*. В обох шарах наявні два лімфоцити і ретикулярні клітини. Тимус - основний орган імунного захисту організму. Розрізняють два типи лімфоцитів: β -лімфоцити і Т-лімфоцити. β -лімфоцити відповідають за гуморальний імунітет, а Т-лімфоцити - за клітинний імунітет, а також регуляцію активності β -лімфоцитів. Тимус контролює розвиток Т-лімфоцитів. Видалення тимусу у новонароджених тварин призводить до послаблення захисних сил і смерті. У таких тварин організм не здатний чинити опір інфекції.

З тимуса виділено 5 біологічно-активних поліпептидів. Всі вони володіють функціями гормонів. Найбільш вивчені: *тимозин, тимін і Т-активін*, які впливають на швидкість розвитку і дозрівання лімфоцитів.

Гормони соматотропін, тироксин, естрогени стимулюють утворення тимусних гормонів, а глюкокортикоїди, андрогени, прогестерон проявляють протилежний ефект і пригнічують імунітет.

Епіфіз

В епіфізі утворюється гормон мелатонін, синтез якого має чітко виражену періодичність протягом доби (циркадний ритм). В темноті утворення мелатоніну зростає, а на світлі зменшується. Мелатонін пригнічує статеве дозрівання. При збільшенні світлового дня синтез мелатоніна послаблюється і підвищується статева активність. Видалення епіфізу призводить до передчасного статевого дозрівання. Мелатонін - це універсальний регулятор біологічних циклів і ритмів - своєрідний

біологічний годинник організму. Мелатонін контролює процеси ділення і диференціювання клітин, до регуляції сну і бадьорості. Роль епіфіза до кінця не вивчена. Є дані, що під контролем епіфіза знаходиться гіпоталамус - центральний орган управління ендокринної системи організму.

Статеві залози

Чоловічі і жіночі статеві залози синтезують статеві гормони, які утворюються з холестерину.

Чоловічі статеві гормони називаються андрогени (*andros* - чоловічина) і утворюється в сім'яниках. Найбільш важливий гормон тестостерон. Він стимулює ріст і розвиток органів розмноження і формування вторинних статевих ознак, а також потяг до протилежної статі - статеву потенцію. Статеві гормони впливають на обмін речовин, збільшують утворення білка і зменшують кількість жиру. Чоловічі статеві гормони сприяють розвитку скелетних м'язів. Ці гормони впливають на функції нирок, наднирників, печінки, щитовидної залози, на пігментацію шкіри і кровотворення, на стан центральної нервової системи. Після кастрації тварин різко знижується діяльність нервової системи, знижується сила і рухливість нервових процесів, слабше виробляються умовні рефлекси.

Яйники синтезують ряд стероїдних гормонів - естрогенів: естрадіол, естрон і естріол. Найбільш активний естрадіол. Він знаходиться в крові або в вільному стані або в зв'язаному із білками. Інактивується і руйнується в печінці. Утворення жіночих статевих гормонів і загальна активність статевих залоз у жінок характеризується циклічністю.

Статевий цикл (оваріально-менструальний) триває в основному 27-28 днів. Його поділяють на 4 періоди: 1/ передовуляційний; 2/ овуляційний; 3/ післяовуляційний і 4/ період. Передовуляційний період характеризується збільшенням фолікулів в яйнику. Один з них виступає над поверхнею яйника. він містить яйцеклітину і в цей час виділяє гормони-естрогени, які активізують розвиток жіночих статевих органів і вторинних статевих ознак, впливають на статеву поведінку жінок. Після закінчення стадії дозрівання

фолікула відбувається розрив його оболонки і яйцеклітина поступає в просвіт яйцевода. Це період овуляції (12-14 днів після початку попередньої менструації, коли вміст естрогенів в крові найвищий). Залишки фолікула перетворюються в жовте тіло. Його основним гормоном є прогестерон, який сприяє імплантації плоду і нормальному протіканню вагітності. Якщо запліднення яйцеклітини не відбулося настає післяовуляційний період. Жовте тіло дегенерує. В цей період знижується концентрація в крові гормонів, зростає тонічне скорочення матки, що призводить до відторгнення її слизової оболонки. Це початок менструальної фази. Після закінчення післяовуляційного періоду настає період спокою.

Секреція чоловічих статевих гормонів досить стабільна і регулюється з допомогою механізму негативного зворотного зв'язку. Секреція жіночих статевих гормонів регулюється гонадотропними гормонами гіпофізу – *фолікулостимулюючим* (ФСГ) та *лютеїнізуючим* (ЛГ). Секреція самих гонадотропних гормонів гіпофізу підпорядкована регулюючому впливу рилізінг-гормону (гонадотропін-рилізінг-гормон).

4. Загальний адаптаційний синдром Сел'є і його фази.

Однією із найбільш важливих властивостей живих організмів є здатність до адаптації, тобто збереження цілісності живої системи у змінних умовах оточуючого середовища. У координації адаптивних реакцій організму людини важливу роль відіграє ендокринна система.

Згідно концепції Сел'є, усі впливи викликають в організмі стереотипний комплекс неспецифічних захисних реакцій. Сукупність змін, що виникають в організмі під впливом будь-яких впливів, називають *стресом*. Стрес може викликатись будь-яким досить сильним впливом – холодом, емоціями, фізичними навантаженнями і ін. *Комплекс неспецифічних захисних та адаптаційних реакцій, що виникають при стресі і спрямовані на підвищення стійкості організму називається загальним адаптаційним синдромом.*

Для загального адаптаційного синдрому характерними є три фази розвитку, тривалість і вираженість яких залежить від природи і сили стресового подразника:

- фаза тривоги – активна мобілізація адаптаційних процесів у відповідь на порушення гомеостазу під впливом стресорного фактора
- фаза резистентності – встановлюється підвищена резистентність організму
- фаза виснаження – виникає у випадку надто сильного впливу, характеризується ослабленням резистентності організму.

Однією із найважливіших систем, що здійснюють реалізацію загального адаптаційного синдрому виступає гіпоталамо-гіпофізарно-наднирникова система та симпато-адреналова система. Показано, що будь-які впливи на організм викликають збільшення секреції глюкокортикоїдів наднирниками, стимульоване КРФ та АКТГ. Активація цієї системи відбувається на стадії тривоги. Ефекти глюкокортикоїдів виявляються у підвищення вмісту у крові антитіл, стимулюють синтез загального білка, викликають підвищення збудливості кори головного мозку, посилюють транспорт глюкози у кров. Інтенсивний викид адреналіну і норадреналіну призводять до активізації функціонування організму. Вони посилюють розщеплення глікогену у печінці і надходження глюкози в кров, підвищують тканинне дихання і температуру тіла, посилюють і прискорюють скорочення серця, підвищують кров'яний тиск, розширюють бронхи і оронарні судини і ін.

Рекомендована література

Основна:

1. Вовканич Л.С. Довідник для студентів із дисципліни «Нормальна фізіологія людини» / Л.С.Вовканич, Д.І.Бергтраум. – Львів : ЛДУФК, 2018. – 32 с.
2. 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. – Львів : ЛДУФК, 2011. – Ч. 1. – 344 с. Режим доступу: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/10059>

3. Ганонг В. Ф. Фізіологія людини: підручник / пер. з англ. М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. – Львів : БаК, 2002. – 784 с.

4. Гжегоцький М.Р. Фізіологія людини / Гжегоцький М.Р., Філімонов В.І., Петришин Ю.С., Мисаковець О.Г. – Київ : Книга плюс, 2005. – 494 с.

5. Довідник для студентів із вивчення дисципліни «Фізіологія людини». – Вид. 4-е, перероб. / Л. С. Вовканич, Д. І. Бергтраум, З. І. Коритко, Е. Ф. Кулітка. – Львів, 2016. – 32 с.

6. Коритко З.І. Загальна фізіологія / Коритко З.І., Голубій Є.М. – Львів, 2002. – 172 с. Режим доступу: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/11475>

7. Нормальна фізіологія / за ред. В. І. Філімонова. – Київ : Здоров'я, 1994. – 608 с.

8. Фекета В.П. Курс лекцій з нормальної фізіології / В.П.Фекета. – Ужгород : Гражда, 2006. – 296 с.

9. Физиология человека: учебник / под ред. В.М.Покровскогго, Г.Ф.Коротько. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Медицина, 2003. – 656 с.

10. Физиология человека : учебник / Под ред. В.М. Смирнова. — Москва : Медицина, 2002. — 608 с: ил.

11. Фізіологія людини : навч. посіб. / [Яремко Є. О., Вовканич Л. С., Бергтраум Д. І., Коритко З. І., Музика Ф. В.]. – Вид. 2-ге, допов. – Львів : ЛДУФК, 2013. – 207 с. Режим доступу: <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/9261>

12. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М.Ю. Клевець, В.В.Манько, М.О. Гальків та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 326 с.

13. Фізіологія : підручник для студ. вищ. мед. навч. закладів / В.Г.Шевчук, В.М.Мороз, С.М.Белан [та ін..] ; за ред. В.Г.Шевчука. – Вінниця

: Нова книга, 2012. – 448 с.

14. Чайченко Г.М. Фізіологія людини і тварин / Чайченко Г.М., Цибенко В.О, Сокур В.Д. – Київ : Вища школа, 2003. – 463 с.

Допоміжна:

1. Агаджанян Н. А. Основы физиологии человека / Агаджанян Н. А. – Москва, 2004. – 408 с.
2. Амосов Н. М. Физическая активность и сердце / Амосов Н. М., Бендет Я. А. – Киев : Здоров'я, 1989. – 212 с.
3. Аналіз соматотипу спортсменів-однборців / Любомир Вовканич, Тетяна Куцериб, Мирослава Гриньків, Федір Музика // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фіз. виховання, спорту і здоров'я людини / за заг. ред. Євгена Приступи. – Львів, 2015. – Вип. 19, т. 3. – С. 99–103.
4. Апанасенко Г.Л. Избранные статьи о здоровье. – Киев, 2005. – 48 с.
5. Ендокринологія : підручник / А. С. Єфімов, П. М. Боднар, О. В. Большакова-Зубковська та ін.; За ред. А. С.Єфімова. – Київ : Вища шк., 2004. – 494 с.
6. Клевець М. Ю. Фізіологія людини і тварин. Книга 1. Фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем: Навчальний посібник / Клевець М. Ю. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2000. – 199 с.
7. Клевець М. Ю. Фізіологія людини і тварин. Книга 2. Фізіологія вісцеральних систем: Навчальний посібник / Клевець М. Ю., Манько В. В. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 233 с.
8. Кулітка Е. Ф. Фізіологія людини в запитаннях і відповідях / Кулітка Е. Ф. ; за ред. Л. Вовканича. – Львів : ЛДУФК, 2015. – 168 с.
9. Мак-Комас Дж. Скелетные мышцы / Мак-Комас Дж. – Київ : Олімп. л-ра, 2001. – 406 с.
10. Меерсон Ф. З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Меерсон Ф. З., Пшенникова М.Г. – Москва : Медицина., 1988. – 254 с.
11. Физиология человека / под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – Москва : Мир, 1986. – Т.3. – 287 с.

12. Физиология человека / под ред. Г.И.Косицкого. – Москва : Медицина, 1985. – 544 с.
13. Физиология человека и животных / под ред. А. Д. Ноздрачева. – Москва : Высш. шк. 1991, Т.1. – 500 с.
14. Физиология человека. Пер. с англ. / под ред. Костюка П. Г. – Москва : Мир, 1985, т. 1. Мышцы. – 345 с.
15. Физиология человека: Пер. с англ. / под ред. Р.Шмидт, Г. Тевса. – Москва : Мир, 1985, Т. 1. – 270 с.
16. Фізіологія людини : метод. посіб. до лаборант. занять / Є.О.Яремко, Л.С.Вовканич, Д.І.Бергтраум, З.І.Коритко – Львів : Сполом, 2008. – 184 с.
17. Чайченко Г. М. Фізіологія вищої нервової діяльності / Чайченко Г. М. – Київ : Либідь, 1993. – 216 с.
18. Яремко Є. О. Фізіологічні принципи оцінки стану здоров'я людини / Є. О. Яремко, Л. С. Вовканич, П. П. Дацків // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фіз. культури і спорту. – Львів, 2007. – Вип. 11, т. 4. – С. 234–248.
19. Яремко Є.О. Фізіологічні проблеми діагностики рівня соматичного здоров'я / Яремко Є.О., Вовканич Л.С. – Львів : Сполом, 2009. – 76 с.

Інформаційні ресурси інтернет:

20. Електронний каталог ЛДУФК імені Івана Боберського [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://3w.ldufk.edu.ua/book/>
21. Електронний репозитарій ЛДУФК імені Івана Боберського [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://repository.ldufk.edu.ua/>