

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет біології, географії і екології
Кафедра біології людини та імунології

ГОРМОНАЛЬНІ ПОКАЗНИКИ У ЛЮДЕЙ В УМОВАХ
ВИКОРИСТАННЯ ОЗДОРОВЧОГО ФІТНЕСУ

Кваліфікаційна робота (проект)
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Виконала: студентка 412 групи
Спеціальності: 014.05. Середня освіта
(Біологія)
Освітньо-професійної програми
Середня освіта (Біологія)
Колпакова Яна
Керівник к.б.н., доцент Головченко І.В.
Рецензент д.б.н., професор Бойко М.Ф.

Херсон – 2020

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	5
1.1. Хімічна природа та властивості гормонів.....	5
1.2. Синтез і транспорт гормонів.....	9
1.3. Регуляція секреції гормонів.....	14
1.4. Механізм дії та біологічна роль гормонів.....	18
РОЗДІЛ 2. ГОРМОНАЛЬНІ ЗМІН ПІД ЧАС ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ	28
2.1. Участь гормонів у процесах адаптації до фізичних навантажень.....	28
2.2. Гормональні зміни при різних видах фітнес-програм.....	32
2.2.1. Зміни в ендокринній системі під час змагань у силових видах спорту.....	35
2.2.2. Зміни ендокринної системи під час змагань у видах спорту, на витривалість.....	38
ВИСНОВОК	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	42

ВСТУП

Як відомо, будь яка м'язова діяльність призводить до значних метаболічних змін. Якщо вона, ще і тривала в часі, це може бути причиною виснаження функціональних резервів організму, що в свою чергу призведе до перенапруги та перетренованості [1].

Всі метаболічні процеси здатні змінюватися на дію різних стресових факторів, а саме фізичне навантаження є одним із найбільших стресорів. Узгодженість метаболічних процесів забезпечується нейрогуморальною регуляцією. Ендокринна система має велике значення під час розвитку термінової та довготривалої адаптації до фізичних навантажень та у підтриманні функціонування систем організму. Вся регуляція забезпечується за допомогою гормонів. І заміє зміни гормонального статусу, на фізичне навантаження, є однією із важливих тем в оздоровчому тренуванні.

Під час фізичного навантаження гормони забезпечують енергетику м'язової діяльності, підтримують сталість водно-мінерального обміну, тобто забезпечують адаптивну діяльність організму. Систематичні тренування призводять до адаптації ендокринної системи, що сприяє ефективності її дії.

Сьогодні в світі склалося два протиріччя. Перше, основна проблема сучасної молоді є гіподинамія, це хвилює, як педагогів так і медиків. Друге, велика кількість людей, особливо, жіночої статі починають відвідувати фітнес-центри з метою зниження ваги тіла, особливо перед літом. При цьому не зупиняючись ні перед чим, готові виконувати високі фізичні навантаження, приймати біологічно активні речовини, щоб досягнути результату «тут і зараз». Це все в свою чергу призводить до стресу, а це складний багаторівневий процес, який відбувається на клітинному, органному та системному рівнях із гормональною реакцією, де значна роль відводиться гіпоталамо-гіпофізарно-наднирниковій

системі [2, 12, 13].

Процес адаптації до інтенсивних та тривалих фізичних навантажень супроводжується функціонально-морфологічними змінами нейрогуморальної регуляції, у тому числі в тканинах наднирників, що призводить до змін синтезу кортикостероїдних гормонів в умовах стресу. Відомо, що рівень інтенсивності фізичних вправ суттєво впливає на секрецію гормонів, активність яких відображає стан компенсаторних механізмів організму [11].

Тому вивчення біохімічних змін під час занять оздоровчим фітнесом дозволяє вже на ранніх стадіях діагностувати ознаки перенавантаження, неадекватність даних навантажень, вносити корективи в тренувальний процес.

Метою роботи було дослідження гормональних змін в умовах використання оздоровчого фітнесу.

Об'єкт дослідження: фізичні навантаження.

Предмет дослідження: гормональні зміни під час фізичного навантаження.

Завдання дослідження:

1. Ознайомитися з хімічною природою та властивостями гормонів.
2. Розглянути механізм дії та біологічну роль гормонів.
3. Дослідити зміни ендокринної системи під час силових тренувань та на витривалість.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Хімічна природа та властивості гормонів

В людському організмі нараховується близько 100 трильйонів клітин різної будови і призначення, які формують високоспеціалізовані тканини, органи і системи. Цілісність і єдність реакцій і функцій людського організму забезпечується тим, що всі процеси, які проходять у клітинах, тканинах, органах і системах органів, взаємопов'язані і взаємо підлеглі. Цей зв'язок обумовлений наявністю в організмі двох систем регуляції і узгодження функцій: нервової і ендокринної (гормональної). Ендокринна система використовує обіг крові для передачі інформації в формі високоспеціалізованих хімічних речовин, які називаються гормонами [3].

Гормони (гогтао – збуджувати, приводити в рух, грец.) – це біологічно активні речовини, які виробляються спеціальними клітинами залоз внутрішньої секреції, надходять до крові або лімфи та регулюють фізіологічні функції організму та обмін речовин. За допомогою нейрогуморальних механізмів організм сприймає сигнали про зміну внутрішнього чи навколишнього середовища, а також формує реакцію-відповідь. Вона може бути повільною (якщо гормон забезпечує синтез ферментів) або миттєвою (якщо гормон змінює активність у тканинах ферментів, які наявні). У таких реакціях гормони функціонують як хімічні посередники, вони виконують роль переносників відповідної інформації (сигналу) у клітину-мішень. Ця інформація сприймається за допомогою наявного в клітині високоспецифічного рецептора, з яким є зв'язок у гормона. Послідовність процесів виникає внаслідок взаємодії гормону з рецептором, природу яких визначає хімічна будова гормону, його концентрація, кількість та тип рецепторів на клітинній поверхні.

Тому будь-які порушення розпаду або синтезу гормонів, зміна функцій чи структури рецепторів і внутрішньоклітинних посередників несуть за собою зміни синтезу ферментів і, відповідно, порушення обміну речовин. За фізіологічних умов для всіх гормонів, окрім йодтиронінів, є характерним недовготривалий період розпаду (від 1 хв до 1 – 2-х год). Таким чином для повноцінного функціонування гормонів в якості регуляторів, які виконують роль підтримки нормального фізіологічного стану організму, гормони повинні постійно синтезуватися й секретуватися, діяти та інактивуватися дуже швидко. Незалежно від того, якою буде хімічна структура, місце біосинтезу та секреція, для всіх гормонів притаманні наступні загальні властивості:

1. Висока біологічна активність – гормони чинять вплив у відносно малих концентраціях.
2. Специфічність дії – кожен гормон викликає тільки специфічні реакції в органах і тканинах або зміною активності чи кількості ферментів або зміною швидкості транспорту речовин через клітинні мембрани.
3. Дистантність дії – гормони чинять впливають на обмін речовин тканин і органів, перебуваючи на певній відстані від них;
4. Вибірковість дії – гормони впливають на органи-мішені, у клітинах яких наявні внутрішньоклітинні посередники та специфічні рецептори білкової природи.
5. Утворення і виділення більшої кількості гормонів в організмі регулюється впливом центральної нервової системи, друга частина (гормони місцевої дії) підлягає регуляції іншими гормонами.
6. Усі ендокринні залози та гормони, які ними синтезуються становлять єдину систему, яка регулюється за допомогою механізмів зворотного та прямого зв'язку [26, 28].

Виходячи з цього, в організмі вищих тварин і людини гормони виконують функцію регуляції обміну речовин; процеси росту,

диференціації і формування органів і тканин; статевий розвиток організму та його репродуктивну функцію; адаптаційні реакції організму до умов існування [4].

Гормони класифікують за місцем синтезу (гіпоталамус, гіпофіз, епіфіз, щитоподібна залоза, загруднинна залози, підшлункова залози, статеві і надниркові залози), за хімічною будовою, біологічними функціями та механізмом дії.

За хімічною будовою (табл. 1) гормони поділяються на групи:

1. Білки: гормони передньої частки гіпофіза (крім АКТГ), інсулін, паратгормон.
2. Пептиди: АКТГ, вазопресин, кальцитонін, глюкагон, окситоцин, фактори гіпоталамуса (ліберини й статини).
3. Похідні амінокислот (тироксин, адреналін, норадреналін, трийодтиронін, гормони епіфіза).
4. Стероїдні (похідні холестерину): статеві гормони, гормони кори надниркових залоз.
5. Похідні поліненасиченої (арахідонової) кислоти - простагландини.

Також сюди відносяться ейкозаноїди, тому що ці нерозчинні у воді сполуки впливають на клітини, які розташовуються біля їх місця синтезу. Це похідні поліненасиченої арахідонової кислоти, які представлені трьома класами сполук – тромбоксанами, простагландинами та лейкотрієнами [8, 12].

Таблиця 1.1.

Класифікація гормонів за хімічною природою

Пептидні гормони	Стероїди	Похідні амінокислот	Похідні арахідонової кислоти
Аденокортикотропний гормон (кортикотропін, АКТГ) Соматотропін Тиреотропний гормон (тиреотропін, ТТГ) Лактотропний гормон (пролактин, ЛТГ) Лютеїнізуючий гормон (ЛГ) Фолікулостимулюючий гормон (ФСГ) Хоріонічний гонадотропін (ХГ) Антидіуретичний гормон (вазопресин, АДГ) Окситоцин Паратиреоїдний гормон (паратгормон, ПТГ) Кальцитонін Інсулін Глюкагон	Альдостерон Кортизол Кальцитріол Тестостерон Естрадіол Прогестерон	Адреналін Норадреналін Трийодтиронін (Т3) Тироксин (Т4) Мелатонін	Простогландини Тромбоксани Лейкотрієни

Гормони впливають лише на клітини-мішені, які містять специфічні білки-рецептори, що зв'язують молекули гормонів із вибірковістю високого рівня. Рецептори розташовані у плазматичній мембрані клітин або їх цитоплазмі чи ядрі. Кількість рецепторів у клітині нестабільна і регулюється або кількістю власного гормону, або під впливом іншого гормону. Кількість рецепторів на плазматичній мембрані може досягати десятків тисяч [34].

В крові гормони живуть недовго, причому для різних гормонів цей час відрізняється і складає години та хвилини, а для тиреоїдних гормонів – дні. Після того, як необхідність у дії гормонів зникає, вони швидко інактивуються завдяки ферментам, виконуючих цю роль. Час, за який гормони викликають фізіологічну чи біологічну відповідь, також відрізняється. Як приклад, печінка викидає глюкозу через декілька секунд після виділення адреналіну в кров. Для інших гормонів реакція тканин-мішеней досягає максимуму через хвилину, годину чи навіть день (наприклад, тиреоїдні гормони щитовидної залози). Подібні відмінності в часовому періоді зумовлені механізмом дії гормону.

Окрім гормонів, що виділяються у кровоносну систему, та діють на тканини, віддалені від місця, де вони синтезувалися, є гормони, які проявляють свою дію у тому ж органі, в якому вони синтезуються, тобто на невеликій відстані від місця утворення (паракринна дія), або діють на клітини, що їх секретують (аутокринна дія) [3, 5].

1.2. Синтез і транспорт гормонів

Білкові гормони (білково-пептидні гормони) синтезуються шляхом процесингу білкових попередників (прогормонів). Як правило, синтез проходить в рибосомах ретикулума ендокринної клітини.

Принцип синтезу: у внутрішньому просторі ретикулума на рибосомах синтезується препрогормон. Далі від нього відщеплюються

20-25 залишків амінокислот і прогормон відокремлюється від ретикулума у вигляді везикул або гранул, і потрапляє в апарат Гольджі. В ньому вміст гранул (везикул) звільняється, відщеплюється від прогормона зайвих амінокислотних фрагментів і в таким чином утворюється гормон. Утворений гормон оточується мембранами і виноситься у вигляді везикули до плазматичної мембрани. Під час переміщення везикули відбувається дозрівання гормону, наприклад, ацетилювання його кінця. Після злиття везикули з плазматичною мембраною відбувається розрив везикули і виливання гормону в навколишнє середовище (явище екзоцитозу) [10, 36].

Як приклад можна навести синтез інсуліну: в результаті рибосомального синтезу на мембранах жорсткого ретикулума утвориться пропроінсулін - 109 залишків амінокислот. Далі від ретикулума відщеплюється гідрофобний фрагмент, що складається з 23 амінокислотних залишків, і залишається проінсулін. Везикула з проінсуліном переноситься в апарат Гольджі, де мембранна протеїнази відщеплює з молекули проінсуліна (1-86) фрагмент 31-65. В результаті утвориться інсулін - два ланцюги А і В, які з'єднуються між собою двома S-S містками. Тут же в апараті Гольджі заготовлена везикула захоплює інсулін, а також іони цинку. Після приєднання везикули до плазматичної мембрани інсулін вивільняється в міжклітинний простір. Синтез молекули відбувається за 1-2 хвилини, транспорт проінсуліна від ретикулума до апарата Гольджі займає 10-20 хвилин, а дозрівання везикул, що несуть інсулін від апарата Гольджі до плазматичних мембран, відбувається за 1-2 години [14].

В цілому від початку синтезу білкових гормонів до моменту їх появи в місцях секреції витрачається 1-3 години. Деякі гормони утворюються з загального попередника, наприклад, АКТГ, МСГ, ліпотропіни, ендорфіни, енкефаліни утворюються з загального попередника - пропіомеланокортіна. Тому індукція або репресія синтезу

цього попередника позначається одночасно на кожному з перерахованих гормонів.

Гормони білків в силу їх гідрофільності розчиняються в крові і потребують спеціальних переносників. Їх руйнування в крові і тканинах відбувається за допомогою специфічних протеїназ, що наявні в клітинах-мішенях, а також протеїназ печінки, крові, нирок [24].

2. Синтез стероїдних гормонів відбувається в клітинах, починаючи з підготовки холестерину, джерела стероїдів. Клітини-продуценти стероїдів містять холестерин, який частково надходить із плазми. Звичайно холестерин пов'язаний з жирними кислотами. Першим етапом синтезу є відщеплення жирних кислот, яке відбувається під впливом ферменту холестеринестерази. Вільний холестерин надходить у мітохондрії і перетворюється в прегненолон. В його утворенні беруть участь цитохром P450, десмолаза. Далі прегненолон надходить з мітохондрій в ендоплазматичний ретикулум і мікросоми. Спочатку утворюється прогестерон, з якого завдяки різним ферментам утворюються стероїдні гормони. Перший шлях - це перетворення прогестерона в кортикостерон і альдостерон. Другий шлях - зміна прогестерона в кортизол, з якого утворюються андрогени (тестостерон), які перетворюються в естрогени [16, 20].

Сутність усіх перетворень, починаючи від перетворення холестерину в прегненолон у мітохондріях і наступних реакцій у мікросомах, полягає в гідроксилюванні молекул стероїдів. Ці процеси здійснюються ферментами - гідроксилазами і оксидазами. Вони і визначають стероїдні гормони, що утворюються в конкретній ендокринній клітині (глюкокортикоїди, мінералокортикоїди, статеві гормони, прогестини). Інтенсивність синтезу стероїдних гормонів контролюють АКТГ і ЛГ, які за рахунок зміни рівня цАМФ і (як наслідок цього) підвищення активності протеїназ активують

ферменти, що беруть участь у стероїдогенезі, підсилюючи швидкість утворення відповідних гормонів.

Період напіврозпаду в крові для стероїдів дорівнює 30 хвилин. Транспорт відбувається транскортином (для кортикостероїдів), тестостерон-естроген-зв'язуючим глобуліном [7, 11].

3. Синтез катехоламінів. Він здійснюється за допомогою перетворення амінокислоти тирозину в діоксифенілаланін (ДОФА), дофамін, норадреналін, адреналін. Тирозин перетворюється в ДОФА в цитоплазмі хромафінної клітини за рахунок тирозингідроксилази. Це найповільніша стадія в біосинтезі катехоламінів. Глюкокортикоїди, інсулін, ацетилхолін прискорюють утворення катехоламінів і підвищують активність ферменту. Діоксифенілаланін в цитоплазмі перетворюється в дофамін. Дофамін проникає в утворенні везикули, в яких при наявності кофакторів і ферменту дофамін-бета-оксидази перетворюється в норадреналін. З везикул норадреналін викидається в синаптичну щілину (якщо мова йде про синапс) або в цитоплазму.

У цитоплазмі фермент метилаза утворює адреналін, який транспортується у спеціальні гранули (везикули), за допомогою яких вивільняється клітиною в позаклітинний простір. Напівперіод життя катехоламінів в крові людини 1-3 хвилини. Катехоламіни зв'язуються білками і лише 5-10% їх знаходиться у вільному стані. Тому білки виконують функцію буфера та підтримують на постійний рівень гормону в крові [9, 18].

Рецептори гормонів розташовуються на мембранах клітини-мішені, а іноді в середині клітини. Гормони, що не здатні проходити через плазматичну мембрану, повинні мати рецептори на клітинній поверхні. Плазматичні рецептори мають білкові гормони - ТТГ, ФСГ, ЛГ, пролактин, СТГ, інсулін, хоріонічний соматотропін, інсуліноподібний фактор росту, паратгормон, релаксин, гастрин, глюкагон, АКТГ, ендорфіни, бета-ліпотропін, окситоцин, вазопресин

(АДГ), епідермальний фактор росту, кальцитонін, соматостатин, соматоліберин. На поверхні клітини знаходяться рецептори для розпізнавання катехоламінів (альфа- і бета-адренорецептори), простагландинів (поки ідентифіковано лише 6 видів рецепторів), нейротензіна, серотоніна, гістаміна [33].

Стероїдні гормони (глюкокортикоїди, мінералокортикоїди, естрогени, андрогени, прогестини) розпізнаються внутрішньоклітинними рецепторами.

Всі гормональні рецептори - це специфічні структури клітини, зв'язок з якою є обов'язковою умовою для прояву дії гормонів. Рецептори характеризуються високою вибірковістю, але в той же час вони зв'язують структурні аналоги гормонів.

В одній і тій же клітині можуть розташовуватися десятки різних рецепторів. Рецептори являють собою білкові структури. Їх утворення проходить в ендоплазматичному ретикулумі (у рибосомах). Потім вони дозрівають в апараті Гольджі, відкіля транслокуються в цитозоль або плазматичні мембрани.

Існує кілька видів регуляції концентрації рецепторів. Першим є регуляція за рахунок змін синтезу рецепторів. Концентрація рецепторів на поверхні клітини залежить і від рівня гормонів. Як приклад, коли в крові рівень гормону збільшується, то кількість рецепторів на мембрані стає нижче. Таким чином чутливість клітин клітини до гормону, що локалізується в крові в надлишковому стані. І навпаки, коли концентрація гормону знижується, то кількість рецепторів підвищується, зростає і чутливість клітини до конкретного гормону. Такий механізм контролю числа гормональних рецепторів всередині і на поверхні клітини-мішені називається «даун-регуляція» [21, 32].

1.3. Регуляція секреції гормонів

Регуляція секреції гормонів здійснюється кількома механізмами:

1. Завдяки контуру регуляції. Він має зворотний зв'язок, що передає інформацію про концентрацію в крові параметрів гомеостазу (глюкози, іонів, величину осмотичного тиску).

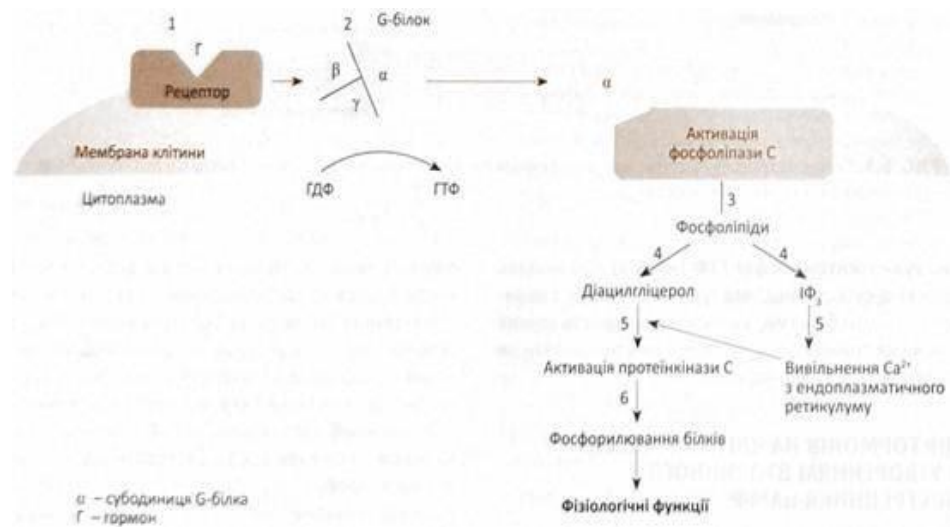


Рис 1.1. Механізм дії гормону з утворенням вторинних внутрішньоклітинних посередників

Примітки: ГДФ - гуаніндіфосфат. ГТФ - гуанінтрифосфат, ІФ₃ - інозитол-3-фосфат



Рис. 1.2. Механізм дії жиророзчинних стероїдних та тиреоїдних гормонів на генетичний апарат клітини

2. Завдяки регулючому контуру, який має зворотній зв'язок, що передає інформацію про концентрацію гормону в крові, яка виконує роль регулятора параметру, до органа-виробника.

3. Шляхом регуляції кількості рецепторів до гормону у клітинах-мішенях.

4. Шляхом стимуляції автономної нервової системи (в якості прикладу, при стресі клітини мозкового шару наднирники виділяють адреналін і норадреналін) [15, 20].

Регуляція секреції гормонів завдяки негативному зворотному зв'язку – це найпоширеніший принцип регуляції секреції гормонів. В ньому регульованими змінними є параметри гомеостазу або концентрація гормону в крові. Інформація через канал зворотного зв'язку надходить до ендокринних залоз, які зменшують секрецію певного гормону. В основі такої самостійної регуляції лежить негативний зворотний зв'язок, так як гормони через регульовані

параметри (опосередковано) або безпосередньо (якщо їх концентрація є регульованим параметром) зменшують секрецію гормону.

Так, наприклад, концентрація іонів Ca^{2+} в крові є змінним параметром і залежить від концентрації паратгормону (ПТГ) в крові, який виробляється паращитоподібними залозами і в разі зменшення концентрації іонів кальцію викликає демінералізацію кісток – депо кальцію, результатом чого є підвищення його концентрації. При збільшенні кількості іонів Ca^{2+} в крові зменшується секреція ПТГ каналом негативного зворотного зв'язку (рис. 6.6).

Цей же принцип регуляції секреції гормонів присутній в контурі регуляції, в якому регульованим параметром є вміст гормону в крові. Збільшення концентрації гормону в крові тягне за собою пригнічення його секреції ендокринними клітинами [16].

Так, наприклад, вміст гормону аденогіпофіза пролактину є регульованим параметром (рис).

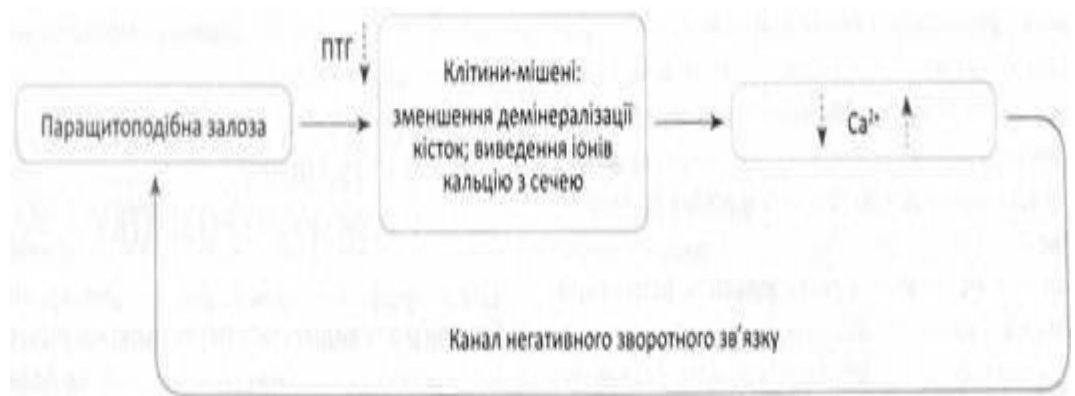


Рис. 1.3. Регуляція концентрації гормонів за допомогою зворотного зв'язку



Рис. 1.4. Схема контуру регуляції утворення гормону пролактину завдяки негативному зворотному зв'язку, де вміст гормону є регульованим параметром.

Примітки: знак "+" – стимуляція, знак "-" - гальмування

Пролактин стимулює вироблення молока молочними залозами. Його секреція збільшується пролактинстимулюючим фактором гіпоталамуса і зменшується пролактин-інгібуючим фактором – ПФ (допаміном). При збільшенні вмісту пролактину збільшується секреція ПФ (допаміну), який негативним зворотним зв'язком пригнічує секрецію гормону [31, 34].

Регуляція вироблення гормонів завдяки позитивному зворотному зв'язку. Гормон діє опосередковано або безпосередньо так, що призводить до додаткової секреції цього ж гормону, а його регуляція має вибуховий характер. Наприклад, хвилеподібне збільшення лютеїнізуючого гормону (ЛГ), яке надходить перед овуляцією, в якості результату позитивного зворотного зв'язку естрогенів на аденогіпофіз. Лютеїнізуючий гормон діє на яєчники і приводить до більшої секреції естрогенів (рис. 1.4.).

Регуляція кількості рецепторів у клітинах-мішенях. Чутливість клітини-мішені для гормону змінюється залежно від кількості рецепторів, з якими взаємодіє гормон.

Гормон може зменшувати кількість рецепторів, з якими він вступає у взаємодію або взаємодіють інші гормони. Наприклад, прогестерон зменшує кількість рецепторів для себе і для естрогенів у клітинах-мішенях, розташованих в матці [4].

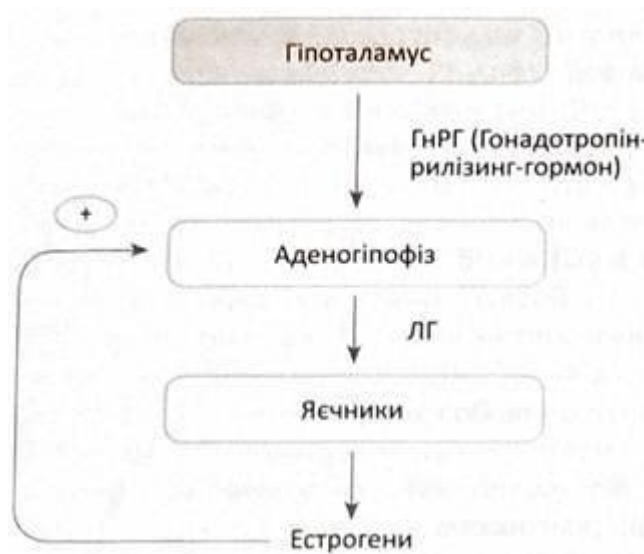


Рис. 1.5. Схема контуру регуляції секреції ЛГ завдяки позитивному зворотному зв'язку (зі знаком +)

Гормон може підвищувати кількість рецепторів, з якими він взаємодіє або взаємодіють інші гормони. Наприклад, естроген збільшує кількість рецепторів для себе і для лютеїнізуючого гормону у яєчниках.

1.4. Механізм дії та біологічна роль гормонів

За механізмом дії гормони розділяють на дві групи. До першої відносять гормони, які входять у взаємодію з мембранними рецепторами (пептидні гормони, похідні амінокислот, а також гормони точкової дії – цитокіни та ейкозаноїди) і виконують контроль над процесами швидкого пристосування організму, які потребують швидкого включення певного

біохімічного процесу або фізіологічної функції (глікогенолізу, ліполізу, скорочення м'язів) [16, 27].

До другої групи відносяться гормони, які взаємодіють з внутрішньоклітинними рецепторами (тиреоїдні та стероїдні гормони). Їх біологічна дія відбувається повільніше (для її проявлення треба декілька годин), вони відповідні за процеси довготривалого пристосування організму.

Низка структурно-функціональних утворів центральної нервової системи одночасно виконують функцію і залоз внутрішньої секреції, ендокринні залози, які ділять на центральні (гіпоталамус, гіпофіз і епіфіз) і периферійних (щитоподібна, тимус, підшлункова, надниркові, статеві, при щитоподібні залози [34].

Гормони діють на тканини вибірково, що викликано різною чутливістю тканин до цієї дії. Органи та клітини, які чутливі до дії певного гормону називаються мішенню гормону.

Концепція тканини-мішені. Тканина-мішень – це тканина, в якій гормон призводить до конкретної фізіологічної (біохімічної) реакції. Реакцію тканини-мішені на гормону визначає ряд факторів [3].

Перед усім це локальна концентрація гормону неподалеку тканини-мішені, на яку впливає:

1. Швидкість синтезу та секреції гормону;
2. Анатомічна близькість тканини-мішені до джерела гормону;
3. Константи зв'язування гормону зі специфічним білком-переносником (в випадку, коли такий є);
4. Швидкість перетворення пасивної чи малоактивної форми гормону в активну;
5. Швидкість зникнення гормону з крові в результаті розпаду чи виведення.

На відповідь тканини впливають наступні фактори:

- відносна активність або ступінь зайнятості специфічних рецепторів;

- стан сенситизації-десенситизації клітини.

Специфічність гормонів по відношенню до клітин-мішеней обумовлена наявністю рецепторів.

Рецептори – це група білкових молекул або одна молекула, яка є високо специфічною, стосовно до відповідного гормону [28, 32].

У структурі рецептора закладено дві функціональні ділянки:

- 1) Ділянка зв'язку з гормоном.

- 2) Ділянка передачі гормонального сигналу.

Один з доменів білка-рецептора включає в свій склад ділянку, яка комплементарна частині сигнальної молекули. Зв'язування сигнальної молекули з рецептором схожий з процесом утворення фермент-субстратного комплексу і визначається величиною константи спорідненості [2].

Більша частина рецепторів вивчені на малому рівні, тому що їх виділення та очищення мають складний характер, а вміст кожного виду рецепторів у клітинах дуже мало концентрований. Але відомо, що гормони вступають в дію зі своїми рецепторами фізико-хімічним шляхом. Між гормоном і рецептором утворюються електростатичні і гідрофобні зв'язки. За зв'язком рецептора з гормоном відбуваються зміни білка-рецептора, і комплекс сигнальної молекули з білком-рецептором стає активним. В активному стані він може призвести до специфічних реакції в клітині, яка виникає в якості відповіді на прийнятий сигнал. Якщо порушений синтез або здатність білків-рецепторів вступати в зв'язок сигнальними молекулами, виникають захворювання в якості ендокринних порушень. Існує три типи таких захворювань.

1. Пов'язані з нестачею синтезу білків-рецепторів.

2. Генетичні дефекти (пов'язані зі зміною структури рецептора).

3. Пов'язані з блокуванням білків-рецепторів антитілами.

Властивості рецепторів:

- субстратна специфічність;
- концентрація;
- спорідненість з гормоном в межах біологічних концентрацій;
- зворотність дії.

Клітини з рецептором до гормону – це клітини-мішені відповідного гормону. Дія гормону проявляється у взаємодії з рецепторами клітин-мішеней, що можуть бути сконцентровані в одній клітині або в декількох [6, 13].

Клітина-мішень відрізняє необхідний гормон від великої кількості інших молекул тому що на ній наявні рецептори із центром зв'язування з гормоном, що забезпечує їм підвищений ступінь вибірковості.

Рецептори розташовуються у плазматичній мембрані (для гормонів пептидної природи) або в їх цитоплазмі (для глюкокортикоїдів) чи ядрі (для тиреоїдних і статевих гормонів).

Розрізняють гормонозалежні та гормоночутливі клітини, в залежності від ступеня дії гормону на їх біологічні властивості,

Приклад гормонозалежних структур – це тканини периферійних ендокринних залоз (щитоподібної, кори надниркових залоз) відносно дії тропних гормонів гіпофізу (ТТГ та АКТГ). Гормоночутливими є клітини органів, які реагують на інсулін, що контролює обмін глюкози, ліпідів та амінокислот [15].

Ефекти, які викликають гормони на клітини-мішені.

Важливо зазначити, що гормони не викликають нові метаболічні реакції в клітині-мішені. Вони тільки утворюють комплекс з білком-рецептором. В результаті передачі гормонального сигналу в клітині-мішені відбувається виключення або включення реакцій клітин, які забезпечують клітинну відповідь [26, 33].

При цьому в клітині-мішені спостерігаються такі ефекти:

- зміна швидкості біосинтезу білків-ферментів;
- зміна активності вже наявних ферментів (наприклад, в результаті фосфорилування);
- зміна проникності мембран в клітинах-мішенях для окремих сполук або іонів.

Вже відмічалось про механізми впізнавання гормонів – гормон взаємодіє з клітиною-мішенню тільки при наявності спеціального білка - рецептора. Слід додати, що зв'язування гормону з рецептором залежить від фізико-хімічних параметрів середовища – від рН, концентрації різних іонів [4].

Типи гормональних рецепторів

Рецептори гормонів за хімічною природою належать до глікопротеїнів, вільні поверхні яких представлені олігосахаридними ланцюгами (глікозилні групи).

Вони відповідають за розпізнавання сигналів із зовні. На мембрані клітини знаходяться різні типи рецепторів. Зв'язування гормону з рецептором здійснюється за допомогою гідрофобних, іонних взаємодій.

Рецептори поділяють на два класи – внутрішньоклітинні (цитозольні та ядерні) та мембранні. Вони відрізняються послідовністю біохімічних реакцій та молекулярною організацією. Біохімічні реакції включаються після взаємодії ФАС (фізіологічно активних сполук) із рецепторними білками.

Виділяють три класи мембранозв'язаних рецепторів, залежно від способу передачі гормонального сигналу в клітину:

1. Рецептори з каталітичною активністю – при взаємодії рецептора з лігандом активується домен рецептора, що має тирозинкіназну, гуанілатциклазну або тирозинфосфатазну активність. За цим механізмом діють пролактин, інсулін, ростові фактори, інтерлейкіни, інтерферони α , β , γ , СТГ.

2. Каналоутворюючі рецептори – приєднання ліганду до рецептора відкриває іонний канал на мембрані. Так діють нейромедіатори (гліцин, ацетилхолін, гістамін, серотонін).

3. Рецептори, що пов'язані з G-білками – сигнал від гормону передається за допомогою G-білка, який впливає на ферменти, що утворюють вторинні посередники (месенджер). Вони передають сигнал на внутрішньоклітинні білки [22, 34].

Мембранно-внутрішньоклітинний механізм дії гормонів

Похідні амінокислоти та гормони поліпептидної будови, що не проникають всередину клітини, характеризуються мембранно-внутрішньоклітинним механізмом дії.

За фізико-хімічними властивостями ці гормони не спроможні проходити через біліпідний шар плазматичної мембрани в цитозоль. Тому для них рецептори локалізуються на поверхні клітини. Реалізація дії цих гормонів у клітині забезпечується специфічними молекулами, які виникають в цитозолі у відповідь на дію гормону. Вони називаються месенджерами або вторинними посередниками дії гормону. Вторинними посередниками дії гормонів можуть бути молекули ДАГ (диацилгліцерол), цАМФ, ІТФ (інозитолтрифосфат).

Нижче наведена таблиця, в якій представлено гормони і вторинні посередники дії цих гормонів у клітині.

Таблиця 1.2.

Гормони та їх посередники

№ з/п	Вторинний посередник	Приклади біорегуляторів
1	цАМФ	Глюкагон, АКТГ, ТТГ, гонадотропіни, гонадоліберин, тироліберин, МСГ, вазопресин, паратгормон та інші

2	цГМФ	α -передсердний Na уретичний пептид, серотонін, брадикінін
3	ІФ3, ДАГ, Ca ²⁺	Гастрин, тироліберин, вазопресин, ангіотензин II, лейкотрієни

Гормони цієї групи виконують перетворення регуляторного сигналу в специфічну активність клітини-мішені за рахунок молекулярних механізмів:

- взаємодії гормону на плазматичній мембрані з білковим рецептором та з утворенням гормон-рецепторного комплексу;
- передачі хімічного сигналу від рецепторів, модифікованих за допомогою взаємодії з лігандом (гормоном, який виконує роль іншого біорегулятора), через трансформуючий білок – трансдуктор (G-білки) на внутрішньоклітинні сигнальні системи [13];
- утворення (або звільнення) внутрішньоклітинних сигнальних молекул – вторинних посередників (циклічних нуклеотидів – цАМФ, цГМФ, фосфоінозитолів, іонів Ca²⁺);
- взаємодії вторинних посередників з ферментами клітини з включенням через активацію протеїнкіназ, ефекторних систем клітини (послідовних стадій розвитку клітинної реакції на гормональний стимул).

Гормони контролюють всі етапи розвитку організму та регулюють основні процеси життєдіяльності з моменту зародження. Вони впливають на активність генів, види обміну речовин в організмі, ріст і диференціювання тканин, розмноження і формування статі, поведінку, пристосування до умов середовища, підтримка рівноваги внутрішнього середовища організму (гомеостазу). Сукупність контролюючого впливу різних гормонів на функції людського організму називають гормональною регуляцією. За біологічними функціями гормони поділяються на декілька груп [16, 28].

Таблиця 1.3.

Класифікація гормонів за біологічними функціями

Гормони	Регульовані процеси
Інсулін, глюкагон, адреналін, кортизон, тироксин, соматотропін	Обмін вуглеводів, ліпідів, амінокислот
Альдостерон, антидіуретичний гормон	Водно-сольовий обмін
Паратгормон, кальцитонін, кальцитріол	Обмін кальцію та фосфатів
Естрадіол, тестостерон, прогестерон, гонадотропні гормони	Репродуктивна функція
Тропні гормони гіпофізу, ліберини та статини гіпоталамуса	Синтез і секреція гормонів ендокринних залоз
Соматотропний гормон. Ейкозаноїди, гістамін, секретин, гастрин, вазоактивний інтестинальний пептид (VIP), цитокіни	Зміна метаболізму в клітинах, які секретують гормони

Надмірне синтезування або дефіцит того чи іншого гормону в організмі людини може призвести до порушень ендокринної системи. Наприклад, внаслідок нестачі гормонів щитовидної залози в людина страждає на кретинізм, мікседему, а їх надлишок виявляється у вигляді базедової хвороби і тиреотоксикозу. Порушення функцій підшлункової залози може супроводжуватися дефіцитом гормону інсуліну і, як наслідок, людина хворіє на цукровий діабет [2, 5].

Анаболічні процеси (анаболізм) – це процеси обміну речовин та синтезування амінокислот, моносахаридів, жирів. Ці речовини життєво необхідні клітинам, тому що вони ростуть і розвиваються виключно за їх допомогою. Анаболізм у людському організмі відбувається теж за рахунок гормонів. Тестостерон є одним із з таких гормонів.

Тестостерон – це гормон кори надниркових залоз, який сприяє розвитку чоловічих статевих органів. Інша дія тестостерону – це вплив

на обмін речовин, а саме на білковий [5]. Введення тестостерону збільшує основний обмін більше, ніж на 15%. Механізм дії тестостерону обумовлений його проникненням в клітину і перетворенням на активну форму – дигідротестостерон (ДГТ) [17, 25].

Перетворення тестостерону на ДГТ каталізується НАДФН – залежною 5- α - редуктазою. Після потрапляння тестостерону в клітину, він затримується тільки в тих, де є рецептори для андрогенів. Вони утворюють комплекс із рецептором, який потрапляє в ядро та взаємодіє акцепторними білками хроматину.

Таким чином гормон-рецепторний комплекс активує певну область хроматину, яка стає відкритою для ДНК-залежної РНК-полімерази та запускає транскрипцію ділянок геному. Таким чином забезпечується утворення білків, що опосередковують більшість ефектів андрогенів.

Як приклад, тестостерон стимулює синтез білка в чоловічих статевих органах. При цьому підвищується рівень загальної клітинної РНК. Стимулюється реплікація ДНК у клітинах-мішенях. Анаболічна дія андрогенів на обмін білків лежить в основі їх ефектів на кісткову і м'язову тканини. Вони посилюють ріст організму, утримують кальцій у кістках та збільшують темп росту трубчатих кісток у довжину, формуючи скелет за чоловічим типом [32].

Біосинтез білків у тканинах сприяє позитивному азотистому балансу в організмі. Індукуючи синтез білків андрогени впливають на енергетичні процеси (активують ферменти циклу Кребса). Це підвищує аеробний розпад вуглеводів та розпад ліпідів, збільшує утворення енергії. Гормони збільшують синтез фосфоліпідів у клітинних мембранах та знижують холестерин, але в меншій мірі, ніж естрогени.

Отже, було з'ясовано механізм дії та вплив тестостерону на метаболізм в організмі. Тестостерон впливає на обмін речовин, а саме посилює та прискорює обмінні процеси, в той час як блокатори

рецепторів тестостерону мають протилежний вплив на досліджувані процеси.

Дію тестостерону регулює інші гормональні речовини. Їх баланс і визначає зовнішні ознаки людей. Андрогени можуть переходити з одного виду в інший. Анаболічні процеси за допомогою естрогену, тестостерону, дигідротестостерону впливають на фізичний стан організму, на накопичення жиру і м'язове формування [33, 36].

РОЗДІЛ 2

ГОРМОНАЛЬНІ ЗМІН ПІД ЧАС ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

2.1. Участь гормонів у процесах адаптації до фізичних навантажень

Один із перших реагує на фізичне навантаження мозковий шар наднирників. Це проявляється в підвищенні рівня секреції катехоламінів – норадреналіну і адреналіну. Вони беруть участь у регуляції серцево-судинної системи, дихальної системи. За їх рахунок відбувається мобілізація енергетичних ресурсів посиленням гліколізу (катехоламіни активізують ферменти гліколізу і, як наслідок, ці процеси збільшують вихід глюкози у кров та її транспорт до клітин міокарда та м'язів), окисних процесів [13, 25].

Отже, адреналін і норадреналін стимулюють ряд функціональних систем у забезпеченні стабільної фізичної роботи. У спортсменів підвищення секреції катехоламінів спостерігають і в передстартовий період в якості психоемоційної реакції на очікування змагань. Певною мірою це корисне збудження, що діє подібно підготовці, але при довгому очікуванні старту або надмірному збудженні настає виснаження реакції, і в момент старту необхідний ефект не виявиться [14].

Формування довготривалої адаптації гормональної системи пов'язаний зі збільшенням показників потужності та економічності. Підвищення потужності гормональної системи пов'язане з розвитком гіпертрофії мозкового шару наднирників і збільшенням у них запасів катехоламінів, гіпертрофією кори наднирників, а також пучкової зони, яка виробляє глюкокортикоїди.

Підвищення рівня катехоламінів призводить до їх більшої мобілізації при короткочасних навантаженнях, попереджає виснаження

при довготривалих навантаженнях. Збільшення здатності кори наднирників синтезувати кортикостероїди, забезпечує їх високий рівень у крові при довготривалих навантаженнях і збільшує працездатність спортсменів. Підвищення економічності гормональної системи виявляється у меншому синтезі катехоламінів у відповідь на стандартні навантаження [1, 14].

Вміст глюкози в крові складає 5 ммоль/л у стані спокою. На такому рівні глюкоза утримується при легкій м'язовій роботі. При посиленні навантажень спочатку знижується рівень глюкози в крові, а потім підвищується. Це незначне підвищення тримається під час фізичних вправ. Зниження глюкози в крові до 2,78 ммоль/л розцінюється як негативний фактор (недостатня мобілізація вуглеводних ресурсів або виснаження).

При довготривалій роботі велику роль у забезпеченні енергією м'язових скорочень відіграють гормони, які беруть участь у регулюванні обміну вуглеводів і жирів: інсулін, соматотропін і глюкагон [2].

Зміна активності залоз внутрішньої секреції під час діяльності м'язів залежать від характеру роботи, яка виконується, її інтенсивності та тривалості. Ці зміни спрямовуються на забезпечення максимальної працездатності організму.

Якщо організм ще не виконує фізичні вправи, але готується до їх здійснення (стан спортсмена перед стартом), то в організмі спостерігають зміну діяльності залоз внутрішньої секреції, що характерні для початку роботи.

Таблиця 2.1.

Гормональні зміни, зумовлені фізичними навантаженнями

Гормон	Реакція на навантаження	Дія
Катехоламіни (дофамін, адреналін, норадреналін)	Збільшення	Підвищення вмісту глюкози у крові
Соматотропін	Збільшення	Значно збільшується у непередготовлених людей; швидше знижується після припинення навантаження у підготовлених людей
Кортизол	Збільшення	Значне збільшення кількості при вищій інтенсивності навантаження; підвищення глюконеогенезу у печінці (нирках)
Тиреотропін-тироксин	Збільшення	Підвищує обмін тироксину внаслідок тренувань
Інсулін	Зниження	Знижений стимул до використання глюкози крові
Антидіуретичний гормон (вазопресин)	Збільшення	Затримка води для підтримки об'єму плазми

Для задоволення потреб організму в енергії під час діяльності м'язів необхідна більша кількість глюкози для утилізації м'язами. Вона міститься в організмі у вигляді глікогену, в основному у печінці та м'язах. Для вивільнення глюкози необхідне збільшення інтенсивності глікогенолізу. Глюкоза потрапляє у кров та циркулює по організму, тому її можуть використовувати активні тканини [11, 13].

Глюконеогенез призводить до підвищення рівня глюкози у плазмі. Дія цих гормонів спрямована на збільшення кількості глюкози:

- глюкагон;
- адреналін;
- норадреналін;
- кортизол.

Рівень вмісту глюкози у плазмі під час м'язової діяльності залежить від споживання її м'язами та виділення печінкою. Глюкагон сприяє виділенню глюкози з печінки у стані спокою, що забезпечує розщеплення глікогену та утворення глюкози з амінокислот. Під час фізичних вправ секреція глюкагону підсилюється. М'язова активність збільшує рівень інтенсивності виділення катехоламінів з надниркових залоз, і вони разом з глюкагоном подальше підсилюють глікогеноліза [26].

Встановлено, що під час фізичних вправ концентрація кортизолу також підвищується. Кортизол посилює катаболізм білків, вивільняючи амінокислоти для глюконеогенезу.

Отже, ці гормони збільшують кількість глюкози у плазмі та підвищують глікогеноліз. Крім того, гормон росту збільшує мобілізацію вільних жирних кислот та зменшує споживання глюкози клітинами, внаслідок чого вони використовують менше глюкози (більше глюкози залишається у системі кровообігу), а гормони щитоподібної залози сприяють метаболізму жирів та катаболізму глюкози[1].

2.2. Гормональні зміни при різних видах фітнес-програм

Фітнес – це форма рухової активності, спеціально організована в рамках групових або персональних (індивідуальних) занять, які мають оздоровчу спрямованість (зниження ризику появи захворювань, досягнення і підтримка належного рівня фізичного стану) та спортивно-орієнтовану спрямованість [3].

Класифікація фітнес-програм базується:

- на одному виді рухової активності (аеробіка, плавання, оздоровчий біг);
- на поєднанні декількох видів рухової активності (оздоровче плавання і біг, аеробіка і бодібілдинг, аеробіка і стретчинг);
- на поєднанні одного або декількох видів рухової активності та різних чинників здорового способу життя (бодібілдинг і масаж, аеробіка і загартування, оздоровче плавання і комплекс водолікувальних відновлювальних процедур) [28, 32].

Програми фітнесу, що засновані на одному виді рухової активності, діляться на програми, в основу яких покладені:

- види рухової активності аеробної спрямованості;
- оздоровчі види гімнастики;
- види рухової активності силової спрямованості;
- види рухової активності у воді;
- рекреативні види рухової активності;
- засоби психоемоційної регуляції.

Також можна виділити інтегративні, загальні фітнес-програми, що орієнтуються на різні верстви населення: для дітей, для людей похилого віку, для осіб з ризиком захворювань, для жінок в до- і післяпологового періоду, програми корекції ваги тіла [20].

За останні роки набули активного розвитку комп'ютерні фітнес-програми. Їх різноманіття визначається прагненням задовольнити

оздоровчі інтереси різних груп населення. Враховуючи, що в поняття фітнес входять багатofакторні компоненти (фізична підготовленість, гігієна тіла, здорове харчування, профілактика захворювань, психоемоційна регуляція) кількість створених фітнес-програм практично не обмежена [31, 36].

З'явилося багато видів рухової активності, які складаються з традиційних вправ у різних комбінаціях та змінених умовах виконання, вони характеризуються різною ефективністю (сайкл, фітбол, степ-, слайд-аеробіка та ін.).

Сайкл - комплекс фізичних вправ, які проводять з використанням спеціального велотренажера. Він імітує основні елементи рухової активності велосипедиста. Сайкл дає можливість одночасно виконувати різні вправи для м'язів тулуба та плечового поясу. Це сприяє розвитку витривалості, динамічної і статичної сили, швидкості, навички миттєво переходити з одного режиму тренувальної роботи на інший.

Степ-аеробіка була розроблена в 90-х роках минулого століття відомим американським тренером Джином Мілером. Вона являє собою тренування в атлетичному стилі на платформах висотою 10–30 см. Завдяки доступності та високій оздоровчій ефективності, степ-аеробіка широко застосовується на заняттях з людьми різного віку та рівня фізичної підготовленості. Степ-аеробіка допомагає покращити діяльність серцево-судинної системи та опорно-рухового апарату, сприяє розвитку важливих фізичних якостей та формуванню пропорційної будови тіла. При використанні гантелей вагою до 2 кг, а також застосуванні вільних енергійних рухів руками забезпечується оптимальне навантаження на м'язи плечового поясу [4, 28].

Слайд-аеробіка - це програма фізичної підготовки на основі латеральних (бокових) рухів ніг, що запозичені з ковзанярського спорту. Вправи слайд-аеробіки дають розвиток силі та координації м'язів нижніх кінцівок, збільшують витривалість, служать в якості

ефективного засобу регуляції ваги тіла. Встановлено, що при виконанні базової програми слайд-аеробіки людина вагою 70 кг втрачає за 30 хвилин в середньому до 250 ккал. Це один з найбільш високих показників енерговитрати в аеробіці [21, 26].

Танцювальна аеробіка (латина, хіп-хоп, рок-н-рол і ін.) розроблена на основі однойменних музичних і танцювальних стилях, які поєднуються з елементами сучасної хореографії, а також зі спортивними вправами. Кроки в танцювальній аеробіці видозмінюються залежно від вибраного стилю. На заняттях використовують поєднання танцювально-гімнастичних вправ і технічних прийомів боксу, карате, тхеквондо. Танцювальна аеробіка сприяє розвитку витривалості, швидкості, спритності, сили та координації [5].

Фітбол-аеробіка є комплексом статичних вправ з опорою на спеціальному м'ячі діаметром від 45 см (дитячий варіант) до 85 см (для людей зростом 190 см і вагою тіла понад 150 кг).

Аквафітнес – це система фізичних вправ вибіркової спрямованості у водному середовищі. Оздоровчий вплив аквафітнесу обумовлений активізацією важливих систем організму та гравітаційною розгрузкою опорно-рухового апарату, наявністю стійкого загартовуючого ефекту. Систематичні навантаження у воді показані всім здоровим людям будь-якого віку практично без обмежень. Для аквафітнеса характерний широкий спектр цільової спрямованості: спортивно-орієнтовної, навчальної, лікувально-профілактичної.

Оптимальний рівень розвитку сили та силової витривалості - це важлива частина оздоровчого фітнесу. Разом із цим дуже ефективні спеціальні силові вправи, які відносять до окремого виду спорту під назвою бодібілдинг [13, 19].

Бодібілдинг – система фізичних вправ, що виконують для корекції тіла та розвитку силових здібностей. Засновником бодібілдинга є Фредерік Мюллер, який розробив програму вправ з гантелями і

гумовими амортизаторами та узагальнив особистий досвід тренувань в книзі «Будова тіла» (1904 р.).

Калланетика - це система фізичних вправ, що є альтернативою травмонебезпечним варіантам аеробіки, створена американською балериною Каллан Пінкні. Метою калланетики є покращення фізичного стану за рахунок спеціально підібраних і організованих статодинамічних вправ на розіток різних груп м'язів. Рухи виконують з малою амплітудою в повній статиці або напівстатиці. Акцент робиться проблемні зони (шия, живіт, стегна, спина). Також задіяні важкодоступні внутрішні м'язи. Систематичні заняття калланетикою сприяють ефективній зміні зовнішнього вигляду (формування та підтримка гарного фізичного стану, зміцнення м'язів) і практично не мають обмежень по віку [23].

Функціональний тренінг – це комплекс наближених до реального життя фізичних навантажень. Такі вправи розвивають витривалість, силу, дають змогу підтримувати рівновагу за допомогою тренування м'язів-стабілізаторів і допомагають уникнути різних травм. Функціональний тренінг може використовуватися, як одний з прикладних напрямів у сфері фізичного розвитку.

2.2.1. Зміни в ендокринній системі під час змагань у силових видах спорту. Під час змагань у видах спорту, які вимагають від людини надмірної потужності, потреба в енергетичних субстратах зазвичай не є лімітуючим фактором. В змаганнях, де від спортсмена вимагається інтенсивна рухова активність, гормональні реакції відрізняються від спостережуваних під час змагань, де спортсмен піддається одноманітним вправам (наприклад, біг на 100 метрів) [28, 29].

В силових змаганнях реакція ендокринної системи відображає психологічну підготовленість і особливості фізіологічного навантаження на організм, які пов'язані з участю в змаганнях.

У спортсменів, які приймають участь у змаганнях з метання диску, відбувається випереджувальне підвищення гормонів гіпофізу або наднирників (ендорфіну, кортизолу, адренкортикотропного гормону). Під час навантажень, які вимагають короткочасного максимального зусилля, випереджувальна відповідь гормону часто має критичне значення для досягнення оптимального рівня працездатності.

Підвищення концентрації катехоламінів значно впливає на показники сили, а зміни адреналіну в крові корелюють з короткочасними змінами сили. Посилення симпатичної активності пригнічує виділення тестостерону. Роль тестостерону у прояві максимальної сили обумовлена впливом на збільшення швидкості секреції соматотропного гормону та факторів росту і нервову систему [12].

Однак, вплив тестостерону має значення переважно не під час змагань, а у підготовці і у фазі відновлення. Підвищення рівня надниркових і гіпофізарних гормонів під час спринтерського бігу на 100 і 400 метрів свідчить про те, що психологічна підготовка до майбутнього змагання є первинним стимулом, що сприяє секреції гормонів.

Гормони, вміст яких підвищується:

- адреналін і норадреналін (мозкова речовина надниркових залоз) збільшує збудливість нервової системи, підвищує частоту скорочень серця та частота дихання, розширює бронхи та кровоносні судини м'язів, головного мозку, серця, звужує кровоносні судини непрацюючих органів (шкіри, нирок, шлунково-кишкового тракту). Також збільшується швидкість розпаду речовин, звільняючи енергію для скорочення м'язів.
- соматотропний гормон (гіпофіз) посилює розпад жирів, полегшує їх використання в якості джерела енергії для скорочення м'язів. Таким чином полегшується засвоєння поживних речовин клітинами [15, 24].

- адренкортикотропний гормон. Збільшується виділення гормонів коркового речовини надниркових залоз.
- глюкокортикоїди і мінералокортикоїди (кіркова речовина надниркових залоз). Під їх впливом прискорюється утворення вуглеводів та їх вихід з печінки у кров. Далі вуглеводи надходять в працюючі м'язи та забезпечують їх енергією. За рахунок мінералокортикоїдів затримується вода і натрій в організмі, збільшується виділення калію, що охороняє організм від зневоднення та підтримує іонну рівновагу.
- вазопресин (задня частина гіпофізу) звужує кровоносні судини непрацюючих м'язів, забезпечуючи додатковий резерв крові для м'язів, які задіяні в роботі. Зменшується виділення води нирками, що захищає організм від зневоднення [26].

Гормони, вміст яких знижується

- гонадотропний гормон (гіпофіз) зменшує активність статевих залоз
- інсулін (підшлункова залоза) блокує відкладення вуглеводів в запас. Таким чином полегшується їх використання в якості джерела енергії для м'язового скорочення.

2.2.2. Зміни ендокринної системи під час змагань у видах спорту, на витривалість. Спортивні змагання, які вимагають витривалості від учасників протягом достатньо тривалого часу (марафонський забіг), надають метаболічній системі великого навантаження. Часто при цьому виснажуються запаси глікогену в м'язах і в печінці, що обмежує забезпечення енергією м'язів, які виконують фізичні вправи.

Крім того, якщо заняття проходять при підвищеній температурі і вологості, то організм піддається додатковому напруженню, що в цілому

може призвести до змін концентрації гормонів, які спрямовані на забезпечення терморегуляції і водно-сольового балансу [34, 35].

Під час довготривалої рухової активності, як у марафоні або триатлоні, запасів глікогену в м'язах може бути недостатньо, щоб забезпечити їм необхідну для роботи енергію. Одночасно з використанням енергетичних субстратів жирової тканини збільшується утворення глюкози в печінці. Посилення активності симпатичної нервової системи (підвищення катехоламінів в плазмі і зміна рівня інсуліну є основними факторами, що регулюють утворення глюкози і ліпідний обмін).

Під час аеробних вправ в регуляції ліполітичної активності приймає участь соматотропін. Під час тривалої рухової активності знижується рівень інсуліну, в той час, як концентрація глюкагону збільшується.

Зміна концентрації інсуліну визначають тривалістю фізичної роботи. Збільшення тривалості фізичних вправ призводить до вираженого зниження його рівня. Хоча підвищення глюкагону посилює утворення глюкози в печінці, важливе значення для глюконеогенезу має зміна співвідношення інсуліну та глюкагону. Зміна концентрації катехоламінів чутливі до концентрації глюкози [16].

Підвищення рівня катехоламінів впливає на мобілізацію енергетичних субстратів опосередкованим та прямим шляхом. Зміна норадреналіну під час анаеробної рухової активності мають різний характер. Підвищується концентрація норадреналіну протягом перших 15 хвилин активності, а в подальшій роботі рівень залишається статичним.

Збільшення концентрації норадреналіну стимулює глюконеогенез за допомогою пригнічення секреції інсуліну. По мірі збільшення часу фізичних вправ ріст потреб в мобілізації субстратів розпізнається

метаболическими рецепторами, що стимулюють секрецію адреналіну [12, 33].

Підвищення концентрації адреналіну сприяє посиленню ліполіза. Кортизол і соматотропний гормон відіграють важливу роль в ліполітичній активності і підвищенні концентрації вільних жирних кислот під час аеробної активності.

Аеробні фізична активність є стимулятором виділення соматотропного гормону і кортизолу. Їх рівень характеризується позитивною кореляцією з тривалістю вправ. Для стимуляції гормонів у крові фізичні вправи повинні виконуватися з мінімальною інтенсивністю.

Під час змагань таких, як триатлон і марафон спостерігають підвищення кортизолу у 2,0-4,5 рази. Але якщо тривалість навантаження перевищувала 4 години, то концентрація тестостерону знижується, що зберігається впродовж 48 годин після закінчення занять. Тестостерон впливає на ресинтез креатинфосфату і глікогену. Підвищення кортизолу в поєднанні зі зниженням концентрації тестостерону - це свідчення про більш високу активність катаболічного обміну, що обмежує здатність м'язів до відновлення пошкоджень, які були отримані під час змагань [11].

Під час супермарафонів (забіг на 1100 км), рівень тестостерону залишається зниженим протягом періоду змагань (20 днів). Це відмінна риса змін тестостерону, тому що інші гормони (тироксин, кортизол) здатні до адаптації в умовах тривалого стресу [4].

Якщо робота м'язів характеризується надмірною тривалістю і / або інтенсивністю, то можливість всіх залоз виділяти гормони виснажується. В таких умовах основне завдання системи залоз - це збереження гомеостазу організму, а не підтримка максимальної працездатності.

Для цих цілей підвищується виділення тирокальцитоніну щитовидної залози, що викликає зниження збудливості м'язового апарату і центральної нервової системи.

Оскільки без гормональної підтримки протікання фізіологічних процесів неможливе, виснаження залоз під час виконання надзвичайно важкої і / або тривалої роботи є одним з факторів, що обумовлюють її припинення [2].

ВИСНОВКИ

1. Гормони – це біологічно активні речовини, які виробляються спеціальними клітинами залоз внутрішньої секреції, надходять до крові або лімфи та регулюють обмін речовин і фізіологічні функції організму. Для всіх гормонів притаманні загальні властивості: висока біологічна активність, специфічність, вибірковість та дистантність дії. За хімічною будовою гормони поділяють на групи: білки, пептиди, похідні амінокислот, стероїдні, простагландини.

2. За механізмом дії гормони розділяють на дві групи. Перша група – гормони, які взаємодіють з мембранними рецепторами. Друга група – гормони, що взаємодіють з внутрішньоклітинними рецепторами. Гормони діють на тканини вибірково, що викликано різною чутливістю тканин до цієї дії. Органи та клітини, які чутливі до дії певного гормону називають мішенню гормону (орган-мішень або клітина-мішень). Гормони контролюють всі етапи розвитку організму та регулюють основні процеси життєдіяльності з моменту зародження. Вони впливають на активність генів, види обміну речовин в організмі, ріст і диференціювання тканин, розмноження і формування статі, поведінку, пристосування до умов середовища, підтримка рівноваги внутрішнього середовища організму (гомеостазу).

3. Під час силових тренувань підвищується соматотропний гормон, адренкортикотропний гормон, глюкокортикоїди і мінералокортикоїди, вазопресин, катехоламіни. Гормони, вміст яких знижується: гонадотропний гормон, інсулін. Під час тренувань на витривалість підвищується адреналін та норадреналін, глюкагон, кортизол, знижується інсулін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авдеева, Л.В. Биохимия: Учебник / Л.В. Авдеева, Т.Л. Алейникова, Л.Е. Андрианова . - М.: ГЭОТАР-МЕД, 2013. - 768 с.
2. Адаптація до фізичних навантажень. Режим доступу: <http://medic.in.ua/adaptaciya-do-fizichnih-navantajene.html>
3. Адаптація ендокринної системи до фізичних навантажень. Режим доступу: https://studopedia.com.ua/1_154697_adaptatsiya-endokrinnoi-sistemi-do-fizichnih-navantazhen.html
4. Анаболічний процес в організмі. Режим доступу: https://tvoetilo.com.ua/anabolichnyi_protse_v_organizmi.php
5. Анатомія і спортивна морфологія (практикум). Уч. посібник для инст. фіз. к-ри. Никитюк Б.А., Гладышева А.А.М.: Фізкультура і спорт. - 176 с.
6. Артемова, Э.К. Биохимия: Учебное пособие для самостоятельной работы студентов институтов физической культуры. / Э.К. Артемова. - М.: Советский спорт, 2006. - 72 с.
7. Багрий А.В.: Эндокринология. - М.: Эксмо, 2005 – 406 с.
8. Бутова О.А., Масалов С.В. Адаптация к физическим нагрузкам: анаэробный метаболизм мышечной ткани // Вестн. Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. - 2011. - № 1. - С. 123-128.
9. Верин, В. К. Гормоны и их эффекты / В.К. Верин, В.В. Иванов. - М.: Фолиант, 2011. - 136 с.
10. Вплив гормонів на баланс рідини та електролітів під час фізичного навантаження. Режим доступу: <https://helpiks.org/4-110961.html>
11. Вплив тестостерона на основний обмін. Механізми дії тестостерону. Режим доступу: <http://i-medic.com.ua/index.php?newsid=8569>.
12. Головченко І.В. Особливості змін ферментів амінотрансфераз в крові жінок 18-21 років в умовах використання різних видів

- фітнесу / Головченко І.В., Боднар А.І., Чабан І.О., Міненко О.В. // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г.Шевченка. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт», № 147 (1), 2017. – С 79-85.
13. Головченко І.В. Особливості реагування концентрації хлоридів в крові жінок 18-21 років при різних фізичних навантаженнях / Головченко І.В., Чернозуб А.А., Гайдай М.І., Шкуропат А.В. // Фізіологічний журнал, 2019; №3 (65): 148-149.
 14. Гормони. Режим доступу: <http://5fan.ru/wievjob.php?id=78289>
 15. Гормоны. Режим доступу: <https://megabook.ru/article/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D1%8B>
 16. Дж. Теппермент Х. Физиология обмена веществ и эндокринной системы. Пер с англ. – М.: Мир., 1989.- 656с.
 17. Дубровский В.И. Спортивная медицина. - М.: Гуманит. изд. центр «ВЛАДОС», 2002. - 512 с.
 18. Ершов, Ю.А. Общая биохимия и спорт: Учебное пособие / Ю.А. Ершов.. - М.: МГУ, 2010. - 368 с.
 19. Загальна фізіологія залоз внутрішньої секреції. Режим доступу: https://vuzlit.ru/913937/himichna_priroda_gormoniv
 20. Капилевич, Л.В. Биохимия человека.: Учебное пособие для вузов / Л.В. Капилевич, Е.Ю. Дьякова, Е.В. Кошельская. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 151 с.
 21. Карпова І.Б. Фізична культура та формування здорового способу життя / І.Б. Карпова, В.Л. Корчинський, А.В. Зотов - Навч. посіб. – К.: КНЕУ, 2005. – 323 с.
 22. Класифікація фітнес-програм. Режим доступу: <https://lektsii.org/14-70591.html>
 23. Кремер У. Д. Эндокринная система, спорт и двигательная активность / У. Д. Кремер, А. Д. Рогол . - К. : Олимпийская

- литература - 2008 - 600 с.
24. Круцевич, Т.Ю. Общие основы теории и методики физического воспитания / Т.Ю. Круцевич. – К. : Олимп. литература. – 2003. – Ч. 2. – 154–170 с.
 25. Левина Л. И . Подростковая медицина /Л. И . Левина, А. М . Куликова. - С. Пб. : Питер, 2006. - 544 с.
 26. Меерсон Ф. З. Адаптационная медицина: Механизмы и защитные эффекты адаптации/ Ф. З. Меерсон . - М . : Нурохіа Medical, 1993. - 331 с.
 27. Микулин, Александр Александрович Активное долголетие: (Моя система борьбы со старостью).- М.: Физкультура и спорт, 1977.- 112с.
 28. Михайлов, С. Биохимия двигательной деятельности: Учебник / С. Михайлов. - М.: Спорт, 2018. - 296 с.
 29. Первушина, Е. В. Железы и гормоны. Эндокринная система / Е.В. Первушина. - М.: Амфора, 2013. - 760 с.
 30. Регуляція секреції гормонів. Режим доступу: https://pidruchniki.com/80657/meditsina/regulyatsiya_sekretsiiyi_gormoniv
 31. Розен В.Б. Основы эндокринологии. – М.: Высш. шк., 1984.- 344с.
 32. Спортивна морфологія: Навч. Посібн. / За ред. Радька М.М. – Чернівці: Книги – ххі, 2005.-196с.
 33. Физиология человека (Учебник для институтов физической культуры. Изд. 5) / Под. ред. Н.В. Зимкина. – М.: «Физкультура и спорт», 1975 – 496 с.
 34. Фізіологія людини/ Під ред. Г.І. Косицького. – 3-тє вид., перераб. і доп. – М.: Медицина, 1985 – 544 с.
 35. Яновський І.І. , Ужако П.В. Фізіологія людини і тварин. Практикум: Навч. Посібник. – К.: Вища шк., 1991. – 175с.

36. Busso T. Hormonal adaptations and modelled responses in elite weightlifters during 6 weeks of training / T . Busso, K. Hakkinen, A. Pakarinen // European Journal of Applied Physiology. - 1992ю - № 64. - P. 381-386.