

**Міністерство освіти і науки України
Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського
Факультет фізичної культури і спорту**

Кафедра теорії та методики фізичної культури

Навчальна дисципліна «Біохімія фізичних вправ»

ЛЕКЦІЯ №3

**Тема: «Ферменти. Гормони. Вітаміни»
(2 години)**

Ступінь бакалавра

Галузь знань 01 Освіта

Код та найменування спеціальності 014 Середня освіта

Предметна спеціалізація 014.11 Середня освіта (Фізична культура)

Освітні програми Середня освіта: Фізична культура, спортивно-масова
робота та туризм,

Середня освіта: Фізична культура та Захист Вітчизни

Галузь знань 01 Освіта

Код та найменування спеціальності 017 Фізична культура і спорт

Освітня програма Фізична культура і спорт: Тренер з видів спорту

Розробив:

Доктор біологічних наук,
професор кафедри теорії і
методики фізичної культури
Рожков І. М.

Лекція №3

Тема: Ферменти. Гормони. Вітаміни (2 години)

Мета лекції: ознайомити студентів з хімічними властивостями та класифікацією вітамінів, методами визначення вітамінів у харчових продуктах. Сформувати поняття про біологічно активні речовини. Більш докладно розглянути вітаміни, гормони, фітогормони та ферменти. Навчити застосовувати знання про біологічно активні речовини з метою збереження здоров'я і довголіття.

Література основна

1. Біологічна хімія. Губський Ю.І. - Київ-Тернопіль,: Укрмедкнига., 2000.
2. Копильчук Г.П., Волощук М.М. Біохімія. – Чернівці: Рута. – 2004. – 224 с.
3. Шевряков М.В., Яковенко Б.В., Явоненко О.Ф. Практикум з біологічної хімії: Навчально-методичний посібник для студентів біологічних спеціальностей і факультетів фізичного виховання і спорту вищих навчальних закладів. – Суми: ВДТ Університетська книга. – 2003. – 204 с.
4. Явоненко О.Ф., Яковенко Б.В. Біохімія. – Суми: Університетська книга. – 2002. – 401 с.

Література додаткова

1. Белицер В. А. Хімічні перетворення в м'язі. М., 1940.
2. Паладієві Л. В. Дослідження по біохімії м'язової діяльності. "Фізіол. журн. СРСР", 1935, т. 19. стор. 277.
3. Яковлєв Н. П. Нариси по біохімії спорту. М., 1955.
4. Яковлєв Н. Н., Коробок А. В., Янанис С. В. Фізіологічні і біохімічні основи теорії і методики спортивного тренування. М., 1957.

План

1. Будова та фізико-хімічні властивості ферментів
2. Біохімія гормонів
3. Структура та функції вітамінів

Ключові терміни: фермент, активний центр, ендокриноцит, секреція, авітаміноз, гіпо- та гіпервітаміноз.

1. Будова та фізико-хімічні властивості ферментів

Усі хімічні процеси, що відбуваються в живому організмі, прискорюються специфічними каталізаторами, які одержали назву ферментів, або ензимів.

З ферментами людина знайома дуже давно: зсідання молока при виготовленні сиру, хлібопечення, пивоварство, виноробство, виробництво спирту і цілий ряд технічних процесів базуються на дії ферментів.

Речовини, стійкі при звичайних умовах, в організмі під дією ферментів легко розщеплюються. Наприклад, вуглеводи, жири і білки за звичайних умов можуть знаходитися без помітних змін протягом тривалого часу. Для їх розщеплення поза організмом потрібна висока температура (кип'ятіння) і застосування сильних реагентів (концентровані мінеральні кислоти, луги). Процес розщеплення при цьому триває декілька діб, іноді навіть кілька тижнів. Потрапляючи в організм, ці речовини під впливом відповідних ферментів дуже швидко (протягом кількох годин) підлягають розщепленню з утворенням більш простих сполук.

За своєю природою всі ферменти - білки. Доказом білкової природи ферментів є ряд їх фізико-хімічних властивостей, характерних для білків. Ферменти так само, як і білки, у розчині знаходяться в колоїдному стані, є амфотерними електролітами. При додаванні нейтральних солей, особливо сульфату амонію, ферменти випадають в осад, тобто висолюються. Під впливом високої температури, сильних кислот і лугів, солей важких металів і інших чинників, що викликають денатурацію білків, ферменти денатурують і втрачають каталітичні властивості.

Важливим доказом білкової природи ферментів є розщеплення їх пепсином і трипсином - ферментами, що розщеплюють білки.

Ферменти - термолабільні сполуки. Це означає, що під дією високих температур вони денатурують. Спочатку при підвищенні температури активність їх різко знижується, потім зовсім припиняється. При 80°C ферменти руйнуються. Виняток становлять лише окремі ферменти, що витримують температуру 100°C і при цьому не руйнуються.

За низьких температур (нижче 0°C) ферменти припиняють свою дію, але не руйнуються. Для більшості ферментів людини і ссавців оптимальною температурою дії є 37-40°C. Таким чином, чутливість до температури - характерна властивість ферментів, що пояснюється їх білковою природою.

Кожний фермент проявляє свою максимальну дію при відповідній концентрації водневих іонів, тобто при певному значенні рН, яке одержало назву рН-оптимуму. Для більшості ферментів людини і ссавців оптимальне значення рН знаходиться в слабо-кислому або слабо-лужному середовищі. Проте відомі ферменти, що проявляють максимальну активність при рН=1,5-2,5 (наприклад, пепсин шлункового соку) і при рН=8,00 (наприклад, хімотрипсин дванадцятипалої кишки). Зміна каталітичної активності ферменту за різних значень рН пояснюється в першу чергу зміною тієї просторової конфігурації, за якої проявляються його каталітичні властивості.

Однією з найважливіших особливостей, що відрізняє ферменти від інших каталізаторів, є висока специфічність їх дії. Вона полягає в тому, що кожний фермент діє на певну речовину (субстрат) або на декілька близьких за своєю хімічною структурою речовин. Залежно від того, може фермент каталізувати одну реакцію (діяти тільки на одну речовину) чи декілька (діяти на групу близьких за будовою речовин), розрізняють 3 3 абсолютну і відносну специфічність.

Прикладом абсолютно специфічного ферменту може бути фермент уреаза, який розщеплює сечовину на вуглекислий газ і аміак. Навіть на таку близьку до сечовини речовину, як тіосечовина, уреаза вже не діє. Більшість ферментів має відносну специфічність. До таких ферментів належать естерази, які розщеплюють ефірні зв'язки, протеолітичні ферменти травного каналу, що розщеплюють пептидні зв'язки в білкових молекулах, ліпази та ін.

Серед ферментів є також і такі, що проявляють свою дію залежно від просторової конфігурації, тобто мають просторову специфічність. Так, ферменти, які окиснюють D-амінокислоти, не окиснюють їх L-форми. Слід підкреслити, що специфічність будь-якого ферменту завжди проявляється в чітко визначених умовах, зокрема, при певній концентрації іонів водню. Ферменти прискорюють перебіг хімічних реакцій як убік розщеплення якоїсь речовини, так і вбік її синтезу, тобто діють в обох напрямках.

Крім температури і значення рН, на активність ферментів впливає ще цілий ряд чинників, серед яких велике значення має концентрація субстрату. За малих концентрацій субстрату реакція відбувається з малою швидкістю, з підвищенням концентрації швидкість реакції поступово зростає і за певних значень стає постійною. Відбувається процес так званого насичення ферменту субстратом. Подальше збільшення концентрації субстрату призводить до уповільнення реакції. Велике значення для швидкості реакції має і концентрація самого ферменту. За оптимальної концентрації речовини швидкість реакції прямо пропорційна концентрації ферменту в розчині.

На активність ферментів впливають хімічні сполуки, що знаходяться в реакційній системі. Одні з них підвищують активність ферментів і називаються активаторами. Ними можуть бути катіони металів і аніони кислот: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Cl^- і ін. Активаторами ферментів можуть бути також органічні речовини. Наприклад, ліпаза підшлункової залози, яка розщеплює жири, активується жовчаними кислотами. Відомі випадки, коли активність ферментів підвищується при додаванні до розчину невеликих кількостей білків, які самі по собі не мають властивостей ферментів. Речовини, що знижують активність ферментів, називаються інгібіторами. Ними є, наприклад, катіони важких металів.

Ферменти як речовини білкової природи діляться на прості і складні, або, як їх ще називають, ферменти-протеїни і ферменти-протеїди. Ферменти-протеїни складаються тільки з амінокислот. У більшості з них до складу молекули входить один поліпептидний ланцюг, який має характерну вторинну структуру у вигляді α - і β -спіралей (іноді вони мають третинну і четвертинну структури).

За хімічними властивостями прості ферменти відносять до альбумінів, глобулінів та інших груп простих білків. Ферменти-протеїди складаються з двох частин: термолабільної білкової і термостабільної небілкової. Білкова частина складного ферменту називається апоферментом, небілкова - кофактором. Комплекс кофактора з апоферментом називається холоферментом. Зв'язок між апоферментом і кофактором у молекулах складних ферментів неоднаковий. У багатьох випадках кофактори слабо

зв'язані з апоферментом, з'єднуються з ним тільки під час ферментативної реакції і легко відокремлюються в процесі діалізу. У цьому разі кофактор називають коферментом. Деякі кофактори сполучені з апоферментом дуже міцним ковалентним зв'язком. Такий кофактор називають простетичною групою. Проте проводити чітку межу між коферментом і простетичною групою не можна, оскільки в складі одного ферменту-протеїду кофактор може бути міцно сполучений з апоферментом, у складі іншого - слабо. Тому такий розподіл є умовним.

Особливо слід підкреслити, що апофермент каталітично не активний, кофактор має дуже слабку активність. Повноцінний фермент, або активний каталізатор, утворюється тільки як результат з'єднання коферменту з апоферментом. При цьому специфічні властивості ферменту і швидкість реакції обумовлюються тільки білковою частиною, а перетворення субстрату, перенесення атомів, електронів, різних функціональних груп здійснюються коферментом. Як правило, у ролі коферментів виступають вітаміни і їх похідні.

Крім вітамінів, роль коферментів виконують також іони деяких металів (Cu^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} і ін.). Функції коферментів різноманітні. Головною з них, як буде показано нижче, є формування так званого активного центру ферменту і здійснення контакту молекули ферменту з молекулою субстрату. Крім того, коферменти беруть участь у переносі електронів, протонів, атомів, аміних груп у процесі реакцій, а також виконують об'єднуючу функцію між окремими ферментами, забезпечуючи тим самим узгодженість їх дії.

Молекули ферментів мають великі розміри (загалом більші, ніж субстрати) і складну просторову конфігурацію. У молекулі ферменту розрізняють три спеціалізованих центри: активний, субстратзв'язуючий і алостеричний. При цьому кожна частина молекули строго спеціалізована, тобто виконує певну роль. Активний центр - це динамічне утворення.

У простих ферментів він являє собою унікальне об'єднання залишків певних амінокислот, які розміщені в різних місцях поліпептидного ланцюга молекули білка. Такими залишками є радикали гістидину, серину, аргініну, триптофану, цистеїну, тирозину, аспарагінової і глутамінової кислот. У молекулах простих ферментів активний центр виникає в результаті того, що поліпептидний ланцюг молекули білка набуває такої конфігурації, за якої радикали зазначених вище амінокислот з'являються поруч. Утворюється своєрідна "кишеня", в якій відбуваються каталітичні перетворення субстрату. Такою конфігурацією, як правило, є третинна структура поліпептидного ланцюга.

Таким чином, активний центр ферментів протеїнів виникає в той момент, коли білкова молекула набуває характерної для неї третинної структури. Тому зміна цієї структури може викликати деформацію або руйнацію активного центру й ослаблення ферментативної активності. У складних ферментів роль активного центру виконує його небілкова частина, тобто кофактор, а також прилягаючі до нього білкові функціональні групи: HS

цистеїну, OH- - серину, COOH аспарагінової і глютамінової кислот, імідазольне кільце гістидину й ін.

Активний центр, утворений радикалами зазначених амінокислот або кофактором, характеризується чіткою геометричною конфігурацією. У зв'язку з цим даний фермент може проявляти свою каталітичну дію на субстрат, який знаходиться в точній геометричній відповідності до структури активного центру, подібно до того як ключ підходить до замка. Відповідністю будови активного центру ферменту і субстрату пояснюється висока специфічність ферментів. Тільки субстрат певної будови може увійти у тісний контакт з активним центром ферменту.

У молекулах ферментів розрізняють також спеціалізовані ділянки, які відповідальні за зв'язок зі субстратом. Їх називають ще субстратзв'язуючим (субстратним) центром, або "якірною" площадкою. Як встановлено на даний час, прикріплення субстрату до цієї ділянки в одних ферментів відбувається в результаті взаємодії субстрату з ϵ -аміногрупою амінокислоти лізину, в інших - із ділянкою вільної COOH-групи глютамінової кислоти і HS-групою цистеїну, які розташовані, як правило, у субстратному центрі молекули ферменту.

Установлювати чітку межу між активним і субстратним центром, проте, не можна, оскільки в природних ферментах субстратний центр може збігатися або перекриватися з активним. Уявлення про наявність у молекулах білків певних ділянок допомагає краще зрозуміти каталітичну функцію ферментів. У молекулах ферментів є також ділянки, розташовані на деякій 7-7 відстані від активного і субстратного центрів. Їх називають алостеричними, або регуляторними, центрами. До цих центрів можуть приєднуватися різні речовини, викликаючи при цьому зміну просторової конфігурації молекули ферменту. Як наслідок, відбувається зміна конфігурації й активного центру, що супроводжується збільшенням або зменшенням каталітичної активності ферменту.

Через алостеричний центр на активність ферменту можуть впливати різні регуляторні чинники, якими виступають продукти ферментативних реакцій, гормони і продукти їх обміну, медіатори нервової системи й ін. Регуляторні чинники, що підвищують активність ферментів, називають алостеричними активаторами, що знижують її — алостеричними інгібіторами. На даний час виявлено десятки ферментів, що мають алостеричні центри. Такі ферменти називають алостеричними, або регуляторними, тобто ферментами активність яких регулюється. У поліферментних системах регуляторні ферменти, як правило, першими починають каталітичні перетворення субстрату і припиняють свою дію під впливом кінцевого продукту ферментативних реакцій. У цьому разі регульований вплив на активність алостеричного ферменту кінцевим продуктом називається принципом зворотного зв'язку. Цей принцип лежить в основі молекулярної саморегуляції більшості ферментативних процесів (біосинтезу білків, глікогену, окиснення вуглеводів і т.д.).

Висока специфічність дії ферментів зумовлює дуже велику їх кількість. Майже кожна реакція, що відбувається в живому організмі, здійснюється за участю специфічно пристосованого до неї ферменту або групи ферментів. На даний час відомо біля 2000 різних ферментів, і кількість їх продовжує збільшуватися. Всі відомі реакції, що відбуваються в організмі, були поділені на шість основних типів. Відповідно до шести типів хімічних реакцій усі 8 8 відомі ферменти діляться на шість класів:

1. Оксидоредуктази - ферменти, що каталізують окисно-відновні реакції, тобто перенесення електронів і атомів водню від однієї речовини (донатора) до іншої (акцептора).

У результаті реакцій, що каталізуються оксидоредуктазами, клітини одержують хімічну енергію. Оксидоредуктази - це складні ферменти. Кофакторами в їх складі можуть бути нікотинамідні коферменти (НАД і НАДФ), флавіннуклеотиди (ФМН і ФАД), залізопорфіринові комплекси (гем) і багато катіонів (Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} і ін.). Зазначені кофактори спроможні виконувати роль акцепторів електронів і атомів водню і передавати їх іншим речовинам.

2. Трансферази - клас ферментів, що каталізують транспорт різноманітних хімічних груп від однієї речовини (донатора) до іншого (акцептора).

3. Гідролази - ферменти, що каталізують реакції розщеплення речовин за участю води. Каталітична активність цих ферментів залежить від наявності в їх каталітичному центрі HS-груп. Гідролази дуже поширені в природі і беруть участь в обміні вуглеводів, жирів, білків та інших сполук.

4. Ліази - ферменти, що каталізують реакції негідролітичного відщеплення певних груп з утворенням подвійних зв'язків або приєднання групи в місці подвійного зв'язку. Ці реакції здійснюються без використання енергії макроергичних сполук. Ліази, як правило - складні ферменти, що містять як кофактори фосфорні ефіри водорозчинних вітамінів.

5. Ізомерази - ферменти, що каталізують реакції внутрішньомолекулярного переміщення різних груп або реакції утворення ізомерів. Типовим прикладом ферментів цього класу є тріозофосфатізомераза. Даний фермент зворотно перетворює 3-фосфогліцеринний альдегід у діоксіацетонфосфат.

6. Лігази (синтетази) - ферменти, за участю яких здійснюється приєднання одна до одної двох молекул із використанням енергії АТФ і утворенням нових зв'язків. Лігази називають ще синтетазами, оскільки вони є каталізаторами синтетичних реакцій. Це складні ферменти. Кофактором багатьох із них є вітамін Н, або біотин.

Відповідно до нової номенклатури назви ферментів складаються з двох частин. Перша частина вказує на назву субстрату, друга - на природу хімічної реакції, яку здійснює фермент, із додаванням суфіксу -аза. Якщо фермент каталізує реакцію між двома субстратами, то в першій частині назви ферменту дають назви обох субстратів, розділених двома крапками, в другій — вказують тип хімічної реакції з додаванням суфіксу -аза.

2. Біохімія гормонів

Термін "гормон" походить від грецького *hormao*, що означає "збуджувати", "приводити в рух". Ендокринна і нервова системи разом забезпечують постійність внутрішнього середовища, гомеостаз (Клод Бернар). Нейрогуморальні механізми реагують на різноманітні зміни зовнішнього і внутрішнього середовища та забезпечують адекватну реакцію організму на ці зміни. Гормони беруть участь у всіх важливих процесах життєдіяльності організму, зокрема у розмноженні, рості, диференціації і розвитку, адаптації до змін надходження поживних речовин, рідини, електролітів.

Синтезуються гормони у спеціалізованих клітинах ендокринних залоз (ендокринний — секретуючий всередину), секретуються із них у кров у відповідь на специфічні сигнали, доставляються кров'ю до тканин-мішеней, де викликають специфічну біологічну чи фізіологічну активність. Концентрація гормонів в крові дуже низька, від мікромолярної (10^6 моль/л) до пікомолярної (10^{12} моль/л), але кількість молекул, яка відповідає цій концентрації, величезна — 10^{11} - 10^{17} молекул/л, практично трильйони молекул у 1 літрі крові. Ця величезна кількість молекул гормонів робить можливим їх вплив на кожен окрему клітину організму. Але гормони діють не на всі клітини, а лише на клітини-мішені, що містять специфічні білки-рецептори, які зв'язують молекули гормонів із високою вибірковістю. Рецептори локалізовані у плазматичній мембрані клітин або їх цитоплазмі чи ядрі.

Крім гормонів, які виділяються у кров і діють на тканини, що віддалені від місця утворення, є гормони, які проявляють свою дію у тому ж органі, в якому вони синтезуються, тобто на невеликій відстані від місця синтезу (паракринна дія), або навіть діють на клітини, що їх секретують (автокринна дія). До гормонів місцевої дії відносять гормони шлунково-кишкового тракту, простагландини, тромбосани і лейкотрієни, серотонін і гістамін.

Існують морфологічна, хімічна, фізіологічна класифікації гормонів. За морфологічною класифікацією гормони розділяють залежно від місця їх синтезу, наприклад, гормони гіпофіза, щитовидної залози, підшлункової залози, надниркових залоз, статевих залоз тощо.

Більшість гормонів відноситься до білково-пептидних. Стероїдну структуру мають гормони кори надниркових залоз і статеві гормони, а похідними амінокислот є тиреоїдні гормони щитовидної залози і гормони мозкового шару надниркових залоз. Можна виділити ще четверту групу гормонів — похідні арахідонової кислоти (простагландини, тромбосани і лейкотрієни). Білково-пептидні гормони, на відміну від інших гормонів, мають видову специфічність.

Ендокринні залози є складовою частиною системи нейрогуморальної регуляції організму. Під впливом різноманітних зовнішніх і внутрішніх подразників виникають електричні імпульси (потенціали дії) у спеціалізованих дуже чутливих рецепторах, що передаються доцентровими нервовими волокнами до клітин ЦНС. Після обробки інформації в ЦНС сигнали передаються на периферію. Під прямим контролем нервової системи знаходяться гіпоталамус і мозкова речовина надниркових залоз. Інші ендокринні залози зв'язані з нервовою системою опосередковано через гормони гіпоталамуса і гіпофіза. У відповідь на сигнали із ЦНС гіпоталамус синтезує і секретує гіпоталамічні регуляторні гормони двох типів — ліберини і статини, які через систему порталного кровообігу гіпофіза надходять до клітин аденогіпофіза. Кожний гіпоталамічний гормон регулює секрецію якогось одного гормону передньої частки гіпофіза. Ліберини стимулюють секрецію гормону гіпофіза, а статини пригнічують. Гормони аденогіпофіза, які називаються тропними або тропінами, виділяються в кров, транспортуються до певної ендокринної залози, стимулюють утворення і секрецію нею гормонів. Гормони периферичних залоз діють на органи і тканини-мішені, викликаючи відповідні фізіологічні й біологічні зміни. Із точки зору переносу інформації багатоступеневий процес можна розглядати як "посилення потоку інформації".

Синтез і секреція гормонів всіх видів регулюються механізмами, що працюють за принципом позитивного і негативного зворотних зв'язків. Так, концентрація у крові гормонів периферичних залоз чи тропних гормонів гіпофіза впливає на секрецію гормонів гіпоталамуса і гіпофіза. Наприклад, підвищений вміст у крові тироксину гальмує секрецію тиреоліберину гіпоталамусом і тиреотропіну гіпофізом. На швидкість секреції гормонів ендокринними залозами впливають також наявні у крові продукти метаболізму, іони. Секреція деяких гормонів підпорядковується певним біологічним ритмам. Таким чином, як тільки гормон починає діяти на чутливу до нього клітину чи групу клітин, одночасно виникає сигнал, котрий гальмує дію гормону. Цим сигналом є або підвищений вміст іншого гормону, або корекція показника гомеостазу, зміна якого була первинною причиною активації певної залози.

У результаті надлишкового чи недостатнього утворення гормонів розвиваються ендокринні захворювання. Підвищення продукції гормонів може бути наслідком злякисного перетворення клітин ендокринної залози. Зниження продукції гормонів зв'язане з незворотними пошкодженнями чи загибеллю клітин залози.

Механізм дії гормонів залежить від здатності їх проникати через плазматичну мембрану клітини. Водорозчинні гормони білково-пептидної природи, а також адреналін не проходять через плазматичну мембрану, а

взаємодіють із специфічними мембранними рецепторами. Внаслідок взаємодії включаються внутрішньоклітинні шляхи передачі інформації, які регулюють метаболізм клітини та різноманітні клітинні процеси. На рівні плазматичної мембрани передача інформації здійснюється шляхом послідовної зміни конформації мембранних білків (рецепторного, сполучного) і ферменту. Останній розміщений із внутрішньої сторони мембрани і каталізує утворення низькомолекулярної речовини — вторинного посередника, месенджера. Дифузія вторинного посередника забезпечує швидке поширення сигналу по всій клітині до конкретних ферментів чи інших білків, які реалізують відповідь клітини на первинний сигнал — гормон чи іншу речовину (наприклад, ліки, бактеріальний токсин), що здатні зв'язуватись із гормональним рецептором плазматичної мембрани.

Безпосередньою мішенню дії вторинних посередників служать ферменти протеїнкінази, які шляхом фосфорилування активують чи інгібують специфічні клітинні білки. Усі складові компоненти складають систему (каскад) і забезпечують ефективну передачу і підсилення відповідного гормонального сигналу.

Першою була відкрита аденілатциклазна месенджерна система, в якій вторинним посередником є циклічний АМФ.

1. **Соматотропіни** є видоспецифічними білками, тому біологічна дія тваринних соматотропінів у людей не проявляється. ГР людини складається із 191 амінокислоти і містить 2 дисульфідних зв'язки. ГР стимулює соматичний ріст органів і тканин організму, зокрема кісток, хрящів, м'язів.

Соматотропін стимулює ріст хрящів і кісток не безпосередньо, а через стимуляцію утворення групи поліпептидів. Спочатку їх називали соматомединами, а зараз — інсуліноподібними факторами росту (ІФР). Їх концентрація у сироватці крові залежить від ГР. Найбільш вивчений ІФР-1 (соматомедин С), який складається із 70 амінокислот. Основним місцем його синтезу вважають печінку.

При вродженому недорозвитку гіпофіза розвивається гіпофізарна карликовість. Надмірна продукція ГР у періоді до статевого дозрівання і до завершення окостеніння зумовлює гігантизм — ріст 210-240 см, непропорційно довгі кінцівки. У дорослих при гіперфункції гіпофіза розвивається акромегалія: непропорційно інтенсивний ріст окремих частин тіла (пальців рук і ніг, носа, нижньої щелепи, язика, внутрішніх органів). Причиною акромегалії звичайно є пухлина аденогіпофіза.

Пролактин. За хімічною будовою — простий білок, подібний до соматотропіну. Основна функція пролактину — стимуляція утворення молока в жінок, зокрема активація синтезу білків молока, стимуляція поглинання глюкози тканиною молочної залози і синтезу лактози, жирів.

Кортикотропін (кортикотропний гормон).

Рецептори КТГ розміщені на плазматичній мембрані клітини пучкової зони кори надниркових залоз. Його дія опосередковується через цАМФ і протеїнкінази. Останні активують ряд ферментів, які беруть участь у синтезі глюкокортикостероїдів. На рівні цілого організму КТГ викликає ті реакції, які характерні для дії кортикостероїдів.

Меланоцитостимулювальний гормон (МСГ)

МСГ викликає стимуляцію синтезу меланіну в спеціалізованих клітинах (меланоцитах) і розсіювання меланіну по всій клітині. Це призводить до потемніння шкіри. Меланоцитостимулювальну дію проявляє також КТГ, який має однакову амінокислотну послідовність із 13 амінокислотних залишків із МСГ.

Вазопресин (антидіуретичний гормон, АДГ) і окситоцин

Ці два гормони синтезуються у тілах нейронів гіпоталамуса, по аксонах переміщаються до задньої частини гіпофіза і через нервові закінчення виділяються у кров. За хімічною природою — пептиди, утворюються із більших білків-попередників.

Дія вазопресину характеризується такими ефектами:

Антидіуретична дія, підтримка артеріального тиску, участь у механізмах пам'яті. Секреція АДГ регулюється змінами осмотичного тиску і об'єму циркулюючої крові, а також різними нейрогенними стимулами.

При недостатності АДГ виникає нецукровий діабет, при якому за добу із організму виводиться 10-20 л дуже гіпотонічної сечі.

Окситоцин проявляє 2 біологічні ефекти: скорочення мускулатури матки і виділення молока. Концентрація рецепторів до окситоцину в гладкій мускулатурі матки зростає під час вагітності і досягає максимуму на ранній стадії родового акту.

Інсулін — це невеличкий глобулярний білок, який складається із двох поліпептидних ланцюгів. Швидкість секреції інсуліну залежить від концентрації глюкози в крові. При нормальному рівні глюкози в крові натще (3,33-5,5 ммоль/л) секреція інсуліну мінімальна. Під час споживання їжі підвищення концентрації глюкози в крові викликає збільшення секреції інсуліну.

Біологічні ефекти інсуліну. Рецептори інсуліну відкриті в багатьох типах клітин. Головними мішенями дії інсуліну є клітини м'язів, печінки, жирової тканини.

Дія інсуліну на обмін вуглеводів.

1. Підвищення перенесення глюкози з крові в клітини м'язів, жирової тканини, лімфатичної тканини, печінки тощо. Під впливом інсуліну надходження глюкози в клітини м'язів, що знаходяться в стані спокою,

зростає у 15-20 разів. Надходження глюкози в мозок, нерви, мозковий шар нирок, зародковий епітелій сім'яників, клітини ендотелію судин, кристалик не залежить від інсуліну. Точний механізм активації інсуліном транспортної системи для глюкози невідомий.

2. Активація глюкокінази, глікогенсинтетази печінки і в результаті збільшення синтезу глікогену. Також зростає синтез глікогену в м'язах. Інсулін гальмує дію адреналіну і глюкагону на процес глікогенолізу, знижуючи вміст у клітинах цАМФ.

3. Стимуляція гліколізу і використання продуктів розпаду (діоксацетонфосфату і ацетил-КоА) для синтезу жирів. При тривалій дії інсулін індукує синтез ключових ферментів гліколізу.

4. Гальмування глюконеогенезу завдяки зниженню активності регуляторних ферментів процесу і пригнічення надходження амінокислот із позапечінкових тканин у печінку.

Отже, інсулін пригнічує утилізацію жирів і стимулює їх синтез. Можна зробити висновок, що одна із важливих функцій інсуліну полягає у зміні катаболізму вуглеводів і жирів для забезпечення організму енергією. При високій концентрації глюкози інсулін включає утилізацію вуглеводів і гальмує катаболізм жирів. І навпаки, при низькій концентрації глюкози низький вміст інсуліну в крові викликає утилізацію жиру в усіх тканинах, крім мозку.

Інсулін стимулює синтез білків і нуклеїнових кислот, зумовлює позитивний азотний баланс. Разом із соматотропіном інсулін стимулює ріст організму.

Глюкагон — це поліпептид, який складається із 29 амінокислотних залишків. Синтезується з білка-попередника в А-клітинах підшлункової залози: препроглюкагон — проглюкагон — глюкагон. Секреція глюкагону гальмується глюкозою, іонами Ca^{2+} та інсуліном. Концентрація глюкагону й інсуліну в крові змінюється протилежним чином: відношення інсулін/глюкагон максимальне під час травлення і мінімальне при голодуванні. Органи-мішені для глюкагону: печінка, міокард, жирова тканина, але не скелетні м'язи. Глюкагон взаємодіє з рецепторами, які локалізовані на плазматичній мембрані, що викликає активацію аденілатцик-лази, збільшення рівня цАМФ і активацію протеїнкіназ.

Таким чином, глюкагон та інсулін є функціональними антагоністами. Ефекти глюкагону — це перша лінія захисту організму від гіпоглікемії в період голодування чи підвищених енергетичних затрат.

Глюкоза в цих умовах використовується мозком, а в м'язах і в інших інсулінозалежних тканинах джерелом енергії служать жирні кислоти і кетоніві тіла.

3. Структура та функції вітамінів

Вітаміни – це низькомолекулярні біологічно активні речовини, що забезпечують нормальний перебіг біохімічних і фізіологічних процесів в організмі. Вітаміни – необхідний елемент їжі для людини і ряду живих організмів, так як вони не синтезуються або деякі з них синтезуються в недостатній кількості даним організмом. За відсутності необхідних вітамінів можливості людського організму щодо виділення з їжі і використання поживних речовин послаблюються.

Вітаміни можуть бути віднесені до групи біологічно активних сполук, що впливають на обмін речовин в мізерних концентраціях. З вітамінів утворюються коферменти або простетичні групи ферментів, деякі з вітамінів беруть участь в транспортних процесах через клітинні бар'єри, в захисті компонентів біологічних мембран тощо.

Вперше з вітамінами зіткнувся російський вчений Лунін. Він провів експеримент із мишами, розділивши їх на дві групи. Одну групу він годував натуральним незбираним молоком, а іншу тримав на дієті, що складалася з білка – казеїну, цукру, жиру, мінеральних солей і води. Через 3 місяці миші другої групи загинули, а першої – залишилися здоровими. Цей дослід показав, що крім поживних речовин для нормальної життєдіяльності організму необхідно ще якісь фактори.

Трохи пізніше голландський учений Ейкман – лікар, що працював на острові Ява, звернув увагу на те, що населення, яке харчувалося полірованим очищеним рисом, хворіло на захворювання, пов'язане із враженням нервової системи, – поліневритом. Ці ж випадки були відзначені у в'язниці серед ув'язнених. Це захворювання було названо Бері-Бері. У 1911 році поляк Казимир Функ виділив зі шкірки рису речовину, яка запобігала захворюванню Бері-Бері. Він назвав цю біологічно активну речовину вітаміном, бо вона містила у своїй молекулі аміногрупу (віта – життя, амін - амін, тобто амін життя).

До теперішнього часу відомо понад 30 вітамінів. Деякі з них не містять аміногрупу, але за традицією вони теж називаються вітамінами. До забезпечення здоров'я людини причетні біля 20 з них, які сприяють нормальному функціонуванню організму. Основна кількість вітамінів надходить в організм з їжею, і тільки деякі синтезуються мікроорганізмами, що містяться в кишківнику, однак і у цьому разі їх кількість є не завжди достатньою.

Сучасна наукова інформація свідчить про найрізноманітнішу участь вітамінів у процесі забезпечення життєдіяльності людського організму. Одні з них є обов'язковими компонентами ферментних систем і гормонів, що регулюють численні етапи обміну речовин в організмі, інші є початковим матеріалом для синтезу тканинних гормонів. Вітаміни у великій мірі забезпечують нормальне функціонування нервової системи, м'язів і інших органів і багатьох фізіологічних систем. Від рівня вітамінної забезпеченості організму залежить рівень розумової і фізичної працездатності, витривалості

і стійкості організму до впливу несприятливих чинників зовнішнього середовища, включаючи інфекції і дії токсинів.

У харчових продуктах можуть міститися не тільки самі вітаміни, але і речовини-попередники – провітаміни, які тільки після ряду перетворень в організмі стають вітамінами (каротин, наприклад, переходить у вітамін А, 7-дегідрохолестерин переходить у вітамін D₃). Порушення нормального перебігу життєво важливих процесів в організмі через тривалу відсутність в раціоні того або іншого вітаміну призводить до виникнення важких захворювань, відомих під загальною назвою авітаміноз. У деяких випадках авітамінози можливі як наслідок захворювань, результатом яких є припинення всмоктування вітаміну або його посилене руйнування в шлунково-кишковому тракті. Для авітамінозів характерна виражена клінічна картина зі суворо специфічними ознаками.

Досить поширеним явищем залишається часткова вітамінна недостатність, в тій або іншій мірі виражена гіповітамінозом. Вона протікає легше, її прояви нечіткі, менш виражені, до того ж існують і приховані форми такого стану, коли погіршується самопочуття і знижується працездатність без характерних симптомів. Поширеність явно виражених гіповітамінозних станів і їх прихованих форм зумовлена багатьма причинами, але найчастіше – орієнтацією індивідуального живлення виключно на задоволення смакових запитів без урахування конкретної значущості вітамінів для здоров'я, потреб в них організму і вмісту їх в продуктах живлення. Потрібно також враховувати, що гіповітамінозні стани можуть виникнути під час тривалого або неправильного прийому антибіотиків, сульфаніламідів і інших медичних форм, які придушують діяльність корисної мікрофлора кишківника, що синтезує істотні кількості деяких вітамінів. Причиною гіповітамінозів може бути і підвищена потреба у вітамінах при посиленій фізичній і розумовій роботі, при впливові на організм несприятливих чинників.

Такими можуть бути переохолодження, перегрівання, стресові ситуації тощо. Аналогічно їх причиною можуть бути і фізіологічні стани, що пред'являють до організму підвищені вимоги, наприклад, вагітність і годування дитини. Прийом вітамінів потрібно проводити відповідно до рекомендацій або під контролем лікаря. Надмірне споживання харчових продуктів, надзвичайно багатих вітамінами, або самостійний зайвий прийом вітамінних препаратів можуть призвести до гіпервітамінозів.

Вітаміни є незамінними елементами, необхідними для росту, розвитку й життєдіяльності людини. Більшість вітамінів в організмі не синтезується, джерелом їх звичайно є зовнішнє середовище (харчові продукти рослинного й тваринного походження, мікроорганізми – мешканці шлунково-кишкового тракту). Нестача вітамінів в організмі може бути наслідком низького вмісту вітамінів у їжі, порушення їх усмоктування (при патологічних змінах травного тракту).

Підвищена потреба у вітамінах виникає в період інтенсивного зростання, у похилому віці, при вагітності, годівлі грудьми, важкій фізичній праці, при

інтенсивних заняттях спортом. У таких випадках необхідно вживати вітамінні препарати – лікарські засоби, діючою речовиною яких є вітаміни або їхні аналоги (коферменти). Вітамінні препарати отримують із природної сировини або синтетичним шляхом.

Вітаміни можна розділити на три групи. В основну включають вітаміни групи В: В1, В2, В6, В12, фолієву кислоту, пантотенову кислоту, РР, біотин. Ці вітаміни як коферменти беруть участь у вуглеводному, енергетичному обміні. Другу групу формують вітаміни-біоантиоксиданти, які нейтралізують активні форми кисню. Це вітамін С (аскорбінова кислота), який діє у водних фазах організму: у сироватці, в слізній рідині, в легеневій рідині, вітамін Е, або токоферол, який знаходиться в клітинних оболонках, які також дуже сильно піддаються шкідливому впливу активних форм кисню. В цю ж групу входять каротиноїди, наприклад бета-каротин. Третя група – це прогормони, тобто вітаміни, з яких утворюються деякі гормони. В їх числі вітаміни D, А та інші. За своєю хімічною природою вітаміни поділяються на дві великі групи – водорозчинні (легко розчиняються у воді) та жиророзчинні (розчиняються у жирах та засвоюються у кишківнику за допомогою ліпідів). Водорозчинні вітаміни як правило не накопичуються в організмі і легко виводяться з нього, тому їх слід приймати щоденно. Жиророзчинні вітаміни накопичуються в печінці та жировій тканині і тому зберігаються в організмі протягом тривалого часу. Кожна з цих груп містить велику кількість різних вітамінів, які звичайно позначають буквами латинського алфавіту. Потрібно звернути увагу, що порядок цих букв не відповідає їх звичайному розташуванню в алфавіті і не відповідає історичній послідовності відкриття вітамінів.

Жиророзчинні вітаміни у воді не розчиняються, тому їх екстрагують з сировини неполярними розчинниками. До них належать вітаміни: кальцифероли – вітамін D, каротиноїди – провітамін А, ретинол – вітамін А, токоферол – вітамін Е, філохінони – вітамін К. Вони всмоктуються в тонкій кишці за наявності жовчі. Біологічна роль жиророзчинних вітамінів у значній мірі зумовлена їхньою участю в забезпеченні нормального функціонального стану клітинних, цитоплазматичних мембран. Вітаміни є необхідними складовими їжі і виливають на обмін речовин у дуже малих кількостях. Добова потреба у вітамінах вимірюється в міліграмах, мікрограмах.

До водорозчинних вітамінів належать: аскорбінова кислота – вітамін С, біотин – вітамін Н, нікотинова кислота – вітамін РР (В3), рибофлавін – вітамін В2, пантотенова кислота – вітамін В5, піридоксин – вітамін В6, тіамін – вітамін В1, фолієва кислота – вітамін В9, ціанокобаламін – вітамін В12, а також вітаміноподібні сполуки (вітамін Р – біофлановоїди, вітамін В8 – інозит та деякі інші). Усі вони термостабільні, за винятком вітаміну С, який руйнується під час нагрівання в присутності кисню та важких металів. Деякі вітаміни можуть взагалі не синтезуватися в організмі чи синтезуватися в недостатніх кількостях і повинні надходити в організм з їжею (добова потреба холіну – 1 г/добу, добова потреба в поліненасичених вищих жирних кислотах 1 г/добу).

Вітаміни містяться в продуктах рослинного й тваринного походження, тому важливо знати вміст вітамінів у продукті. З харчових продуктів вітаміни виділяють, використовуючи полярні й неполярні розчинники. Для кількісного визначення використовують флюорометричні, спектрометричні, титриметричні, фотоколориметричні методи. Для розділення вітамінів використовуються хроматографічні методи.

Запитання для самоконтролю

1. Які групи біологічно активних речовин вам відомо?
2. Чому за нестачі чи відсутності певних вітамінів у організмі людини і тварин спостерігають порушення обміну речовин?
3. Що таке а-, гіпо- та гіпервітамінози?
4. Які ви знаєте властивості гормонів і нейрогормонів?
5. Що спільного та відмінного у біологічній дії гормонів і фітогормонів?
6. Що таке алкалоїди?
7. Завдяки чому антибіотики застосовують у медицині?