

Лекція 2. Організм людини, як біологічна саморегульована функціональна система.

1. Організм людини, як єдине ціле.

Людський організм є одним з найскладніших організмів на нашій планеті. Він складається з мільярдів мікроскопічних частинок, кожна зі своєю індивідуальністю, які організовано працюють разом на благо всього організму. Людське тіло — це єдина структура, але воно складається з мільярдів менших структур чотирьох основних типів:

- *Клітини.* Клітини вже давно визнані найпростішими одиницями живої матерії, які можуть підтримувати життя та самовідтворюватися. Тіло людини, яке складається з численних клітин, починається з єдиної щойно заплідненої клітини. Майже всі клітини людини мають мікроскопічні розміри. За деякими оцінками доросле тіло людини середнього розміру, складається із 100 трильйонів клітин.
- *Тканини.* Тканини є дещо складнішими одиницями, ніж клітини. За визначенням, тканина — це сукупність великої кількості подібних клітин із різною кількістю та типом неживої міжклітинної речовини між ними.
- *Органи.* Органи є більш складними одиницями, ніж тканини. Орган — це сукупністю кількох різних типів тканин, улаштованих таким чином, що разом вони можуть виконувати певну функцію. Наприклад, шлунок є сукупністю м'язової, сполучної, епітеліальної та нервової тканин. М'язова та сполучна тканини утворюють її стінку, епітеліальна та сполучна тканини формують її вистилання, а нервова тканина простягається як по всій стінці, так і по всій оболонці.
- *Системи.* Системи є найскладнішими зі складових одиниць людського організму. Система — це сукупність різної кількості та видів органів, улаштованих таким чином, що разом вони можуть виконувати складні функції для організму. Тіло людини складається з десяти основних систем: *скелетна, м'язова, нервова, ендокринна, серцево-судинна, лімфатична, дихальна, травна, сечова та репродуктивна.*

Функції організму. Функції організму — це фізіологічні або психологічні функції систем організму. Функції організму — це, зрештою, функції його клітин.

Усі живі організми мають певні ознаки, які відрізняють їх від неживих форм. Основні процеси життя включають організацію, метаболізм, реактивність, рухи та розмноження. У людини, яка є найскладнішою формою життя, існують додаткові процеси, такі як ріст, диференціація, дихання, травлення та виділення. Усі ці процеси взаємопов'язані. Жодна частина тіла, від найменшої клітини до цілої системи організму, не працює ізольовано. Усі вони функціонують разом, у чітко налаштованому балансі, для благополуччя людини та підтримки життя. Такі захворювання, як рак і смерть, свідчать про порушення балансу в цих процесах.

Можна коротко описати процеси, які відбуваються в організмі людини.

Організація. Тіло людини складається з трильйонів клітин, організованих таким чином, що вони мають різні внутрішні відділи. Ці відділи відокремлюють клітини тіла від зовнішніх загроз навколишнього середовища, зволожують і живлять їх. Вони також відокремлюють внутрішні рідини організму від незліченних мікроорганізмів, які є на поверхні тіла, включно з вистиланням певних трактів або шляхів. Наприклад, кишковий тракт є домом для навіть більшої кількості бактеріальних клітин, ніж загальна кількість усіх людських клітин в організмі, але ці бактерії знаходяться поза тілом і не можуть вільно циркулювати всередині організму.

Клітини, наприклад, мають клітинну мембрану (яку також називають плазматичною мембраною), яка утримує внутрішньоклітинне середовище — рідини та органи — відокремленими від позаклітинного середовища. Кровоносні судини утримують кров у замкнутій системі кровообігу, а нерви та м'язи оповиті сполучнотканинними оболонками, які відокремлюють їх від оточуючих структур. У грудях і черевній порожнині різноманітні внутрішні мембрани відокремлюють основні органи, такі як легені, серце та нирки, від інших.

Найбільшою системою органів тіла є шкіра та пов'язані з нею структури, такі як волосся та нігті. Поверхня шкіри є бар'єром, який захищає внутрішні структури та рідини від потенційно шкідливих мікроорганізмів та інших токсинів.

Метаболізм. Згідно із першим законом термодинаміки: енергію неможливо ні створити, ні знищити — вона може лише змінювати форму. Головна функція організму полягає в тому, щоб споживати (поглинати) енергію та молекули з їжі, перетворювати частину її на паливо для руху, підтримувати функції тіла, а також будувати та підтримувати структуру тіла. Існує два типи реакцій: анаболізм і катаболізм. *Анаболізм* - це процес, за якого менші, простіші молекули перетворюються у більші, складніші речовини. *Катаболізм* - це процес, за допомогою якого більші складні речовини розщеплюються на менші прості молекули. Під час катаболізму вивільняється енергія. Складні молекули, що містяться в їжі, розщеплюються, щоб організм міг використовувати їхні складові для отримання структур і речовин, необхідних для життя. У сукупності ці два процеси називаються обміном речовин. Метаболізм — це сукупність усіх анаболічних і катаболічних реакцій, що відбуваються в організмі (рис. 2.1). І анаболізм, і катаболізм відбуваються одночасно та безперервно, щоб підтримувати життя.

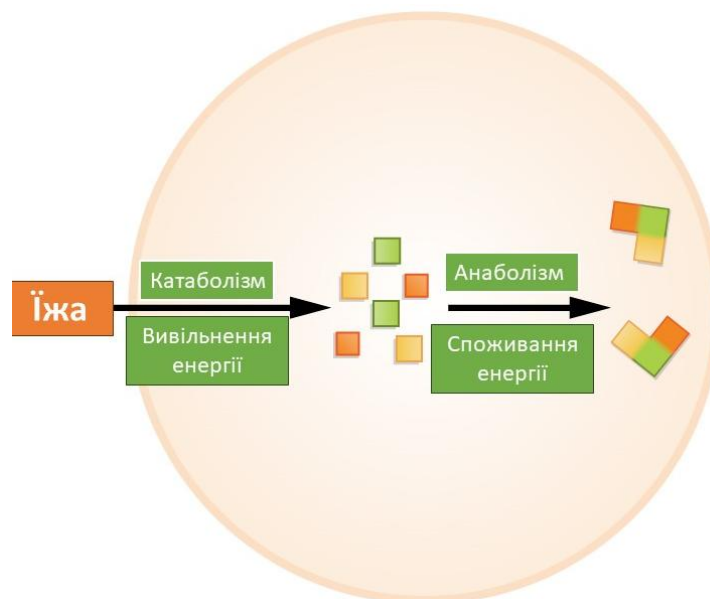


Рис. 2.1. Метаболізм.

Реактивність. Реактивність – це здатність організму пристосовуватися до змін внутрішнього та зовнішнього середовища. Тобто реактивність пов'язана з виявленням змін у внутрішньому чи зовнішньому середовищі та реагуванням на ці зміни. Це акт відчуття подразника та реагування на нього. Приклад реактивності до зовнішніх подразників може включати пошук джерел їжі та води у разі відчуття голоду чи спраги чи уникнення небезпек. Зміни у внутрішньому середовищі організму, такі як підвищення температури тіла, можуть викликати реакцію потовиділення та розширення кровоносних судин шкіри з метою зниження температури тіла.

Рух. Існує багато видів руху всередині тіла. На клітинному рівні молекули переміщуються з одного місця в інше. Наприклад, червоні та білі кров'яні тільца рухаються по всьому тілу, м'язові клітини скорочуються та розслабляються, щоб підтримувати поставу та фокусувати зір, а залози виділяють хімічні речовини для регулювання функцій організму. Тіло людини координує роботу цілих груп м'язів, щоб здійснювати рух повітря в легені та з них, проштовхувати кров по всьому тілу та проштовхувати їжу через травний тракт.

Розмноження. Для більшості людей розмноження означає формування нової людини, народження дитини. Таким чином життя передається від одного покоління до наступного через відтворення організму. У ширшому розумінні відтворення також означає утворення нових клітин для заміни та відновлення старих клітин, а також для росту. Це клітинне розмноження. Обидва вони необхідні для виживання людської раси.

Ріст. Ріст означає збільшення розміру або через збільшення кількості клітин, або через збільшення розміру кожної окремої клітини. Для того, щоб відбувся ріст, анаболічні процеси повинні відбуватися швидше, ніж катаболічні.

Диференціація. Диференціація — це процес розвитку, за допомогою якого неспеціалізовані клітини перетворюються на спеціалізовані клітини з різними структурними та функціональними характеристиками. Шляхом диференціювання клітини перетворюються на тканини та органи.

Дихання. Дихання - це всі процеси, пов'язані з обміном кисню та вуглекислого газу між клітинами та зовнішнім середовищем. Він включає вентиляцію, дифузію кисню та вуглекислого газу та транспортування газів у крові. Клітинне дихання здійснюється шляхом використання клітиною кисню та виділенням вуглекислого газу в процесі метаболізму.

Травлення. Травлення — це процес розщеплення складних харчових продуктів на прості молекули, які можуть потрапляти в кров і використовуватися організмом.

Виділення. Виділення - це процес виведення з організму відходів травлення та метаболізму. Він позбавляє від побічних продуктів, які організм не може використати, багато з яких токсичні та несумісні з життям.

Найважливіша функція організму – це виживання. Виживання залежить від підтримки або відновлення гомеостазу організму – стану відносної сталості його внутрішнього середовища.

2. Гомеостаз. Гомеостатичні процеси та механізми.

З метою збереження життя, будь-який живий організм повинен перебувати в діапазоні сприятливих або ідеальних внутрішніх умов. Такі умови повинні підтримуватися постійно. Щоб підтримувати належне функціонування системи, незважаючи на динамічність зовнішнього середовища, використовуються різні фізіологічні стратегії. Фактично, ця здатність є однією з ознак життя. Організм реагує на зовнішні чинники та протистоїть їм, щоб не відхилятися від стану рівноваги, стабільності чи балансу.

Гомеостатичні процеси. Організму потрібна система, яка ефективно взаємозв'язує різні біологічні процеси та функції. Людське тіло, наприклад, має органи, які складаються з клітин, що функціонують узгоджено. Хоча ці органи відрізняються один від одного, вони повинні працювати так, щоб підтримувати набір внутрішніх умов в ідеальному діапазоні. Існують різні гомеостатичні процеси, і кожен з них відбувається, регулюючи певні змінні внутрішнього середовища.

Гомеостатичний процес – це будь-який біологічний процес, за допомогою якого підтримується сталим внутрішній стан організму. Приклади

гомеостатичних процесів: згортання крові, родові перейми, терморегуляція, регулювання кров'яного тиску, регулювання складу крові, регулювання рівня калію, кальцію, осморегуляція.

Гомеостаз — це здатність або схильність організму чи клітини підтримувати стан рівноваги — стабільне внутрішнє середовище — у зв'язку із зовнішніми змінами. *Етимологія*: термін гомеостаз походить від давньогрецького ὁμοίος (hómoios, що означає «подібний»), від στῆμι (hístēmi, «стоячи нерухомо») і stasis від στάσις (stásis, що означає «стояти»). Поняття гомеостазу вперше було описано в 1865 році французьким фізіологом Клодом Бернаром. Однак цей термін був введений пізніше в 1962 році американським фізіологом Уолтером Бредфордом Кенноном.

Гомеостаз можна розглядати як здатність живого організму залишатися в межах оптимального діапазону, незважаючи на коливання умов навколишнього середовища. Таким чином, у біологічному контексті слово гомеостаз включає різноманітні фізіологічні механізми для підтримки та стабілізації функціонального нормального стану організму. Важливо підкреслити, що гомеостатичні реакції є неминучими та автоматичними, якщо система функціонує належним чином, і що стійкий стан або гомеостаз можуть підтримуватися багатьма системами, що працюють разом.

Гомеостатичний механізм. Щоб підтримувати постійне внутрішнє середовище організм чи клітина використовує механізм контролю зі зворотним зв'язком та інші регуляторні механізми. Гомеостатичний механізм можна описати за допомогою петлі, яка може бути як позитивною, так і негативною. Позитивний зворотний зв'язок призводить до більшої стимуляції або прискорення процесу, тоді як негативний зворотний зв'язок призводить до гальмування (джерела) стимулу або до уповільнення процесу.

Прикладами гомеостатичного механізму з позитивним відкликом є перейми під час пологів, згортання крові та формування потенціалу до дії. Прикладами негативного зворотного зв'язку є терморегуляція, регуляція рівня глюкози в крові, барорефлекс артеріального тиску (підтримання сталості АТ), гомеостаз кальцію, гомеостаз калію та осморегуляція.

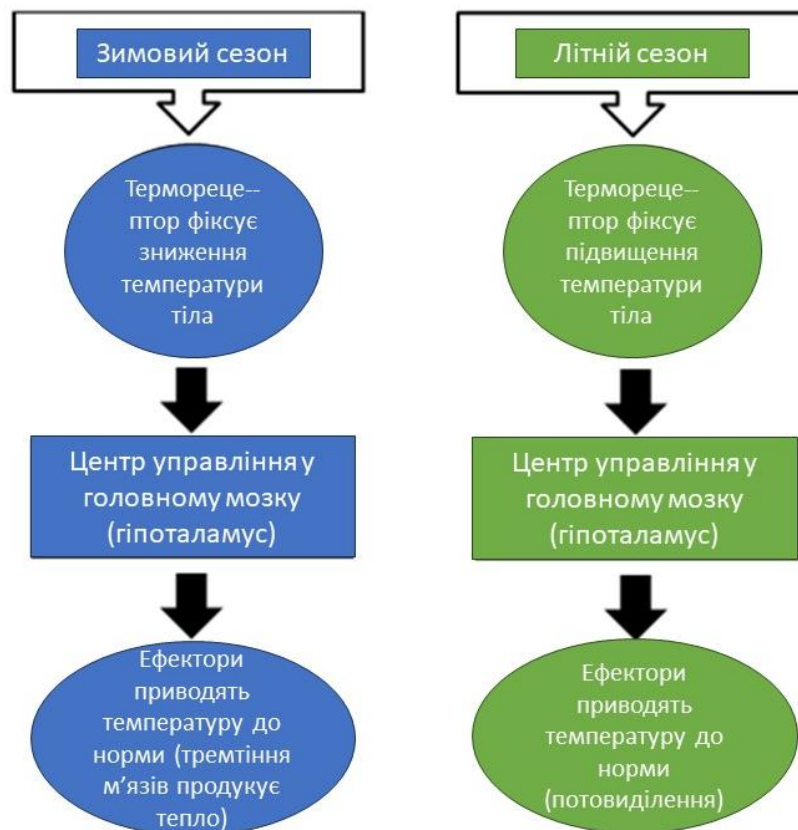
У людини гомеостаз підтримується за допомогою регуляторних механізмів, кожен з яких складається з трьох основних компонентів: рецептора, центру управління та ефектора.

Рецептор отримує інформацію як про внутрішні, так і зовнішні зміни. Рецептор (має форму нервового закінчення) сприймає подразник, а потім реагує, створюючи нервовий імпульс відповідно до типу, наявності/відсутності або ступеня стимуляції. Приклади рецепторів в організмі людини такі: фоторецептори, нюхові, слухові, термо-, механорецептори, рецептори болю, рецептори, які відповідають за відчуття внутрішніх органів.

Центри управління – це гомеостатична складова, яка обробляє імпульси, що передаються рецепторами. Прикладами є дихальний центр і ренін-ангіотензинова система (сукупність вазоактивних пептидів, які є регуляторами артеріального тиску та водно-сольового обміну організму).

Ефектори є мішенню гомеостатичної реакції, яка призведе до повернення умов до оптимального або нормального діапазону. Ефектор реагує на команди центру управління, протидіючи стимулу або посилюючи його. На рівні тканини або органу їх прикладом є м'яз або залоза. На клітинному рівні вони є рецепторами нерва, включаючи ядерні рецептори.

Приклад: під час регуляції температури тіла рецептори температури в шкірі передають інформацію в мозок (центр управління), який сигналізує ефекторам: кровоносним судинам, потовим залозам у шкірі, м'язам (Рис. 2.2). Оскільки внутрішнє та зовнішнє середовище організму постійно змінюється, потрібно постійно вносити коригування, щоб залишатися на певному значенні або близько до нього.



Біологічне значення гомеостазу. Гомеостаз важливий для підтримки життя та виживання в цілому. Без гомеостатичних механізмів, які гарантують, що вроджені змінні зберігаються в межах оптимальних або відповідних значень, в організмі буде нестабільність. Система не зможе функціонувати належним чином і ефективно. У довгостроковій перспективі людина захворіє або, що ще гірше, помре через неспроможність організму виправити помилкові змінні, які заважають системі функціонувати належним чином.

3. Компенсаторно-присосовні реакції та процеси в організмі.

Отже, головною умовою існування організму є його здатність забезпечувати гомеостаз, тобто постійність внутрішнього середовища. Різноманітні комбінації регулювальних, координувальних і коректувальних гомеостатичних реакцій, які здійснюються за допомогою нервових, ендокринних і обмінних чинників, створюючи оптимальні умови для існування організму за дії не тільки помірних, а й надпорогових показників, називаються **присосувальними або адаптаційними**. Вони спрямовані на виживання і відновлення тканин і клітин у незвичних умовах існування.

Проте, надто сильний подразник може привести клітину до загибелі ще до настання адаптації або за умови її зриву. У таких випадках корекція порушеного гомеостазу здійснюється шляхом **компенсації**, тобто заміщення функції. Незважаючи на деяку різницю між компенсацією і пристосуванням, їх часто називають **компенсаторно-пристосовні реакції**.

Компенсаторно-пристосовні реакції поділяють на дві групи: специфічні і неспецифічні. Перша група – це реакції антиген-антитіло.

Неспецифічні реакції в свою чергу також поділяють на дві групи: функціональні та морфологічні. До функціональних реакцій належать: затримка дихання, блювання, гарячка, фагоцитоз і ін. Морфологічними реакціями є: гіпертрофія, гіперплазія, інкапсуляція та організація.

Гіпертрофія і гіперплазія – компенсаторна реакція органу на підвищене навантаження, що проявляється в збільшенні розмірів клітини в першому випадку, або збільшенні кількості клітин у другому. Робоча гіпертрофія часто спостерігається у серцевому міокарді при гіпертонії, відноситься до компенсаторних механізмів серця.

Організація – замісна реакція організму, при якій некротизована або пошкоджена ділянка тканини замінюється сполучною тканиною. Яскравий приклад – інкапсуляція і загоєння ран.

Інкапсуляція – це такий вид організації, коли змертвілі маси, тваринні паразити і сторонні тіла не розсмоктуються, а обростають сполучною тканиною і відмежовуються від тканини капсулою.

До *компенсаторно-пристосовних функціональних процесів* в організмі людини відносять: стрес, гарячка, біль.

Стрес - це те, як ми реагуємо, коли відчуваємо тиск або загрозу. Зазвичай це трапляється, коли ми перебуваємо в ситуації, з якою не можемо впоратися чи контролювати.

Стрес можна відчувати у різних випадках, зокрема:

- коли є багато обов'язків, з якими важко впоратися;
- будучи частиною родини, яка переживає важкі часи, такі як втрата близьких або фінансові проблеми;

- будучи частиною спільноти, яка зазнає дискримінації;
- як член суспільства, наприклад, під час стихійних лих або таких подій, як пандемія коронавірусу, війна.

Коли стрес є проблемою? Іноді незначний стрес може допомогти виконати завдання та відчувати збільшення енергії. Але стрес може стати проблемою, якщо він триває довго або дуже інтенсивний. У деяких випадках стрес може вплинути на наше фізичне та психічне здоров'я.

Розрізняють такі види стресу: гострий і хронічний. Гострий стрес виникає від кількох хвилин до кількох годин після події. Він триває короткий проміжок часу, зазвичай менше кількох тижнів, і є дуже інтенсивним. Це може статися після прикрої або несподіваної події. Наприклад, це може бути раптова втрата, напад або стихійне лихо.

Хронічний стрес триває довгий період часу або постійно повертається. Його відчують, якщо багато часу перебувати під сильним тиском. Також можна відчувати хронічний стрес, якщо повсякденне життя важке, наприклад, опікуватися кимось, життя в бідності, під час війни.

Зазвичай стрес не вважається проблемою психічного здоров'я. Але він пов'язаний з психічним здоров'ям кількома способами:

1. Стрес може спричинити проблеми з психічним здоров'ям або погіршити наявні проблеми. Наприклад, відчуття сильного стресу, може призвести до розвитку таких проблем із психічним здоров'ям, як тривога чи депресія. Або травматичний період стресу може призвести до посттравматичного стресового розладу (ПТСР).

2. Проблеми з психічним здоров'ям можуть викликати стрес. Наприклад, боротьба з повсякденними симптомами проблем психічного здоров'я – це стрес. Також можна відчувати стрес через прийом ліків, відвідування лікаря або інші види лікування.

3. Вживання ліків для боротьби зі стресом можуть вплинути на психічне здоров'я та викликати додатковий стрес.

Біль – специфічна реакція живого організму на пошкоджувальну дію, часто має емоційну вираженість. Під час больового подразнення виникають

вегетативні реакції (звуження судин, підвищення артеріального тиску, зсідання крові, підвищення цукру в ній тощо). Суб'єктивно людина оцінює біль як різучий, колючий, ниючий, гострий, тупий, переймоподібний.

Больові відчуття можуть сформуватися у всіх випадках, коли в будь-якому органі створилися умови для сильного подразнення або руйнівної дії на тканину і тому сигналізують про хворобливі процеси раніше, ніж виникають будь-які зовнішні прояви хвороби. Тому біль – це захисна реакція організму, яка попереджає про небезпеку для нього.

Гіпертермія - це аномально висока температура тіла, спричинена нездатністю механізмів терморегуляції організму справлятися з теплом, що надходить із навколишнього середовища. Теплова втома, тепловий синкопе (раптове запаморочення після тривалого впливу тепла), теплові судоми, теплове виснаження та тепловий удар є загальновідомими формами гіпертермії. Ризик цих станів може збільшуватися в поєднанні зовнішньої температури, загального стану здоров'я та індивідуального способу життя.

Чинник способу життя можуть включати недостатнє вживання рідини, проживання в житлі без кондиціонерів, відсутність доступу до транспорту, надмірне вдягання, відвідування місць скупчення людей і нерозуміння того, як реагувати на спекотні погодні умови.

Чинники, пов'язані зі здоров'ям, які можуть підвищити ризик гіпертермії, включають:

1) зневоднення; 2) вікові зміни шкіри, такі як порушення кровообігу та неефективна робота потових залоз; 3) хвороби серця, легенів і нирок, а також будь-які захворювання, що викликають загальну слабкість або підвищення температури. 4) високий кров'яний тиск або інші стани, які вимагають зміни дієти. Наприклад, люди, які дотримуються дієти з обмеженим вживанням солі, можуть мати підвищений ризик; 5) зменшення потовиділення, спричинене прийомом таких ліків, як діуретики, заспокійливі засоби, транквілізатори та деякі ліки від серця та артеріального тиску; 6) прийом кількох препаратів при різних станах; 7) значна надмірна або недостатня вага; 8) вживання алкогольних напоїв.