

УДК

ББК

Ж

Жолос О. В.

Ж Біологія : підруч. для загальноосвіт. навч. закладів. 8 клас / Жолос О. В., Ягенська Г. В., Толстанова Г.М., Додь В.В., Довгаль І.В., Ходосовцев О.Є., Костіков І.Ю., Волгін С.О., Сиволоб А.В., Скрипник Н.В. – К. : Видавничий дім «Освіта», 2016. – 316 с. : іл.

ISBN

УДК

ББК

© Жолос О.В., Ягенська Г.В., Толстанова Г.М., Додь В.В., Довгаль І.В., Ходосовцев О.Є., Костіков І.Ю., Волгін С.О., Сиволоб А.В., Скрипник Н.В.,
2016

© Видавничий дім «Освіта», 2016

ISBN

ВІТАЄМО!

Скоріше за все ви зараз думаєте, що починаєте вивчення чергового розділу курсу біології, який навряд чи знадобиться вам у повсякденному житті? Уявіть, що вам знову 4–5 років... Напевно рідні вам розповідали, що це час, коли все було цікаво і вас називали «Чомучками». У період життя, в якому ви перебуваєте, відбуваються значні зміни у вашому тілі, характері, звичках. Мабуть у вас знову багато запитань «чому?»

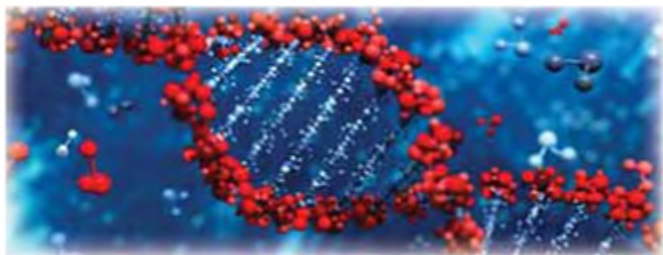
Знання, які ви отримаєте, вивчаючи предмет «Біологія людини», важливі не тільки для тих із вас, хто стане біологом або лікарем. Знання будови та функцій людського організму, їх вікових особливостей допоможе кожному з вас розуміти свою фізіологію, власне тіло, його сигнали та потреби. Заглиблюючись у курс «Біологія людини», ви будете захоплюватись тим, як досконало працює організм: на рівні управління органами, на рівні клітин, і навіть молекул.

Ви зрозумієте як зберегти ваше здоров'я на довгі роки щасливого життя. Знань, отриманих зі сторінок цього підручника, буде достатньо, щоб зорієнтуватися в новітніх поглядах на здорове харчування, застосування ліків, нових медичних приладів та процедур. Ви ознайомитесь з характерними ознаками та механізмами розвитку найпоширеніших захворювань, в тому числі генетичних та інфекційних, а також підходами до їх профілактики.

Звичайно, що в житті кожної людини будуть виникати певні проблеми зі здоров'ям, у вас чи ваших близьких, тому знання біології людини допоможуть вам бути кращими батьками, друзями, колегами.

Ми всі різні — і це чудово. Проте принципи функціонування організму однакові. Вони багатогранні, і, водночас, мудрі. Усвідомте цю мудрість, вивчаючи «Біологію людини». Можливо, саме ці знання допоможуть вам пізнати мудрість світу навколо вас.

З любов'ю і повагою Автори





ВСТУП

Вивчаючи цю тему, ви дізнаєтесь:

- ◆ чому людський організм називається відкритою системою і що це означає;
- ◆ які є рівні організації організму людини, й якими системами координується їхня злагоджена робота;
- ◆ за якою межею настає «точка неповернення» фізіологічних функцій організму до нормальних показників? Як цього уникнути, щоб зберегти здоров'я на довгі роки



§ 1. ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ЯК БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА



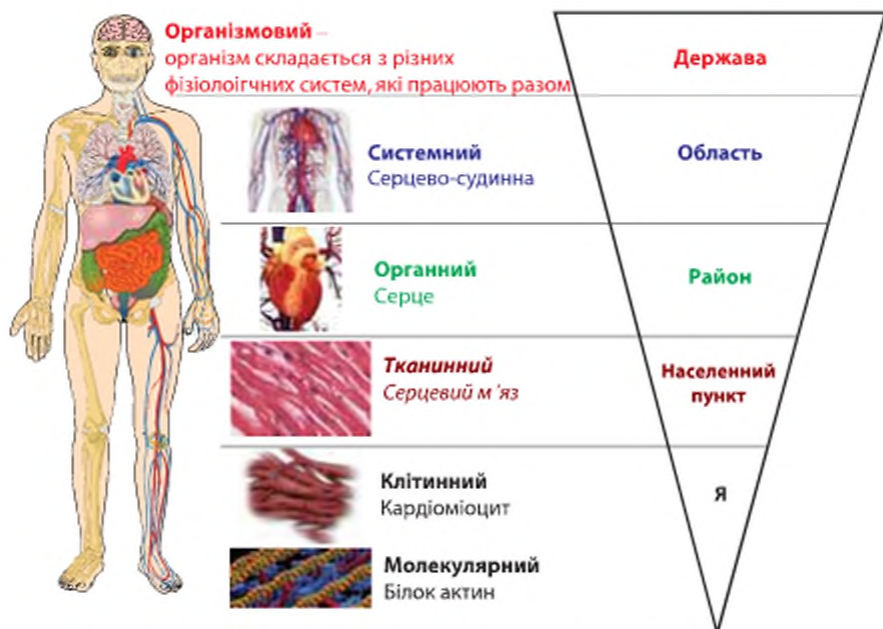
Ви дізнаєтесь про: рівні організації людського організму; чому організм людини називають відкритою системою; які властивості має біологічна система.

- ◆ Чи можна вижити без взаємодії з навколишнім середовищем? Чому під час зміни атмосферного тиску в моєї бабусі може боліти голова?

Організм людини, як будь-який багатоклітинний живий організм, має кілька рівнів організації: молекулярний, клітинний, тканинний, органний, системний та організмовий. Кожний наступний рівень організації більш складний, ніж попередній, як за структурою, так і типом виконуваної функції. Отже, організм людини — це *цілісна біологічна система*, де зміни в будь-якій її складовій впливають на функціонування всієї системи (*система — це об'єднання структурних одиниць, направлених на виконання єдиної дії*). Чи не замислювались ви над тим, що людський організм можна порівняти зі складним державним устроєм (мал. 1.1)?

Особливості відкритої системи.

Давно минули ті часи, коли люди жили ізольовано на певній обмеженій території, не обмінюючись інформацією, і навіть не здогадуючись про існування інших земель. І навпаки: сьогодні,



Мал. 1.1. Рівні організації людського організму

постійне надходження і обмін інформацією координує й забезпечує життєдіяльність не лише кожної людини (інформація про погоду, розклад руху транспорту тощо), а й цілих держав (інформація про падіння цін на валютному ринку, глобальне потепління, катастрофа на атомній електростанції тощо). Організм людини, подібно сучасній державі, не може існувати ізольовано. Для власного виживання він постійно потребує надходження енергії, інформації з навколишнього середовища та обміну з ним — тобто він є *відкритою системою* (мал. 1.2).

Клітина — це найменша жива структура, яка є відкритою системою. Отже, організм людини можна розглядати як трильйони взаємодіючих систем, які разом створюють супер-систему, здатну виконувати складніші функції і пристосовуватись до різноманітних умов.

Організм людини отримує з навколишнього середовища:

- **Повітря для дихання.** Атмосферне повітря містить кисень, який є ключовим компонентом хімічних реакцій організму та необхідний для продукції основної енергетичної молекули аденозинтрифосфату (АТФ)

- **Поживні речовини** у вигляді їжі. Найважливішим для організму є надходження до нього *води*. Організм на 60 % складається з води — це основний компонент клітин та рідин (крові, лімфи, міжклітинної рідини тощо). Основні хімічні реакції в організмі відбуваються у водному середовищі. З *їжею* ми отримуємо жири й вуглеводи — які є основним енергетичним матеріалом для клітини, а також білки — що є її будівельним матеріалом. *Мінеральні речовини* та *вітаміни* є невід'ємними учасниками хіміч-



Мал. 1.2. Організм людини — це відкрита система

них реакцій в організмі. Наприклад, без вітаміну К порушуються процеси зсідання крові і людина може вмерти від крововтрати.

- **Інформацію про зміни температури тіла.** Наш організм може нормально працювати лише в дуже вузькому температурному діапазоні внутрішнього середовища (близько 37 °С). Підвищення температури чи її зниження викликає зміни в роботі ферментів, у результаті порушується перебіг життєво-важливих реакцій та процесів обміну речовин (мал. 1.3, а).

- **Інформацію про зміну атмосферного тиску.** Сидячі в зручному кріслі перед телевизором, ви не відчуваєте впливу атмосферного тиску. Уявіть, що це крісло перенесли високо в гори, там де атмосферний тиск нижче нормального, і тому в повітрі міститься менше кисню (мал. 1.3,

б). Ви відчуєте почастішання дихання, головний біль, нудоту — це висотна хвороба. Вона виникає тому, що вміст кисню у повітрі стає критично малим, це утруднює проникнення його у кров та транспорт до всіх тканин. Також стабільність стану людського організму залежить від величини тиску в судинах. Він повинен бути не занадто великим для попередження їх руйнування, але достатнім для транспортування крові до кожної клітини.

- **Сенсорна інформація,** яка необхідна, щоб людина взаємодіяла з навколишнім світом, сприймаючи його у всій багатогранності світла, звуків, запахів, смаків.

Властивості біологічних систем

Для ефективного діалогу з навколишнім середовищем і забезпечення свого існування біологічним системам властиві певні процеси, зокрема обмін речовин та перетворення енергії, подразливість, саморегуляція, рухливість, розвиток, розмноження, ріст.

- **Обмін речовин і перетворення енергії.** Усі процеси життєдіяльності, які ми будемо розглядати далі, постійно потребують енергії та різних речовин для їхнього перебігу. Організм має пристосування для перетворення спожитої їжі в універсальне біологічне джерело енергії АТФ. АТФ може легко й швидко віддавати свою енергію там, де в ній виникає потреба. Отже, в організмі



Мал. 1.3. Наш організм є чутливим до змін атмосферного тиску та температури оточуючого середовища



Мал. 1.4. Схема обміну речовин у клітинах організму людини

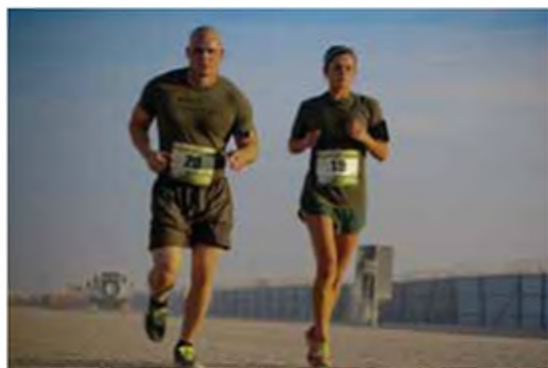
паралельно проходять два процеси, сукупність яких називається обміном речовин: розщеплення складних молекул з вивільненням енергії і утворення нових молекул (синтез), які потребують витрат енергії (мал. 1.4). Неперетравлені рештки й продукти життєдіяльності клітин виводяться організмом назовні.

- **Подразливість** — це здатність організму реагувати на зміни у внутрішньому та навколишньому середовищі. Зокрема, людина може змінювати поведінку для пошуку їжі, уникнення можливих і реальних загроз тощо.

- **Саморегуляція** — регулювання власних життєвих функцій та підтримання сталості свого внутрішнього середовища. Наприклад, при активному фізичному навантаженні підвищується температура тіла. Організм запускає механізми, спрямовані на її зниження — збільшується потовиділення, розширюються судини.

- **Рухливість**. Рух — це не лише зміни положення тіла в просторі, які здійснюються за допомогою опорно-рухової системи. Коли ви у повному спокої, у вашому організмі триває постійний рух. Вашими судинами транспортуються клітини крові, працюють залози, ритмічно скорочується серце і відбуваються дихальні рухи (мал. 1.5).

- **Розвиток**, як ми вчили раніше, — це якісні зміни в організмі, які відбуваються впродовж життя.



Мал. 1.5 Без властивостей біологічної системи: обмін речовин та перетворення енергії, подразливість, саморегуляція, рухливість, спортсмен не зміг би дістати фінішу

- **Ріст** — це збільшення організму в розмірах. Людина, як будь-який багатоклітинний організм, росте за рахунок поділу клітин, збільшення міжклітинної речовини (наприклад, відкладення мінеральних речовин в кістковій тканині) і, в дуже незначній мірі, за рахунок збільшення розміру клітин.

- **Розмноження** — це ключова властивість біологічної системи, яка забезпечує її відтворюваність та збереження.

Науки, які вивчають організм людини

Пізнання біології людини неможливе без розуміння будови її окремих органів і систем, що тісно пов'язана з виконуваними функціями. *Анатомія* — наука, яка вивчає будову і форму організму та його органів. Мікроскопічну будову, тобто те, що не видно неозброєним оком, зокрема будову клітин та тканин, вивчають, відповідно, *цитологія* та *гістологія*. Те, як організм, його окремі органи та системи органів виконують свої функції, — вивчає *фізіологія*. Ці науки стали основою для розвитку всіх медичних дисциплін (кардіології, гастроентерології, неврології тощо), які досліджують механізми захворювання і шукають методи їх лікування.



Висновки

1. Організм людини — це цілісна біологічна система; зміни в будь-якій її складовій впливають на функціонування всієї системи.
2. Організм людини не може існувати ізольовано: для виживання він потребує постійного обміну енергією й інформацією з навколишнім середовищем — тобто він є відкритою системою.
3. Біологічним системам властиві обмін речовин та перетворення енергії, подразливість, саморегуляція, рухливість, розвиток, розмноження, зростання.
4. Будову організму вивчає наука анатомія; те, як він працює, — фізіологія.



Терміни і поняття

Біологічна система, відкрита система, рівні організації життя, анатомія, фізіологія, гістологія.



Контрольні запитання

1. Які рівні організації людського організму вам відомі?
2. Назвіть найменшу живу структуру, яка є відкритою системою.
3. Чому організм людини не може існувати ізольовано від навколишнього середовища?
4. Як можна пояснити такі властивості біологічних систем, як подразливість та саморегуляція?
5. Доведіть важливість рухливості для існування біологічної системи.



Завдання

1. Намалюйте схему відкритої системи на основі людського організму, визначте її внутрішні та зовнішні зв'язки.
2. Знайдіть інформацію про те, що вивчають науки: ембріологія, генетика, гігієна, екологія, психологія.

§ 2. РІЗНОМАНІТНІСТЬ КЛІТИН ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ. ТКАНИНИ. ОРГАНИ



Ви дізнаєтесь, чи відрізняються клітини людського організму від клітин тварин; які клітини дають початок усім іншим клітинам; для чого потрібні різні типи тканин та з яких тканин формуються органи; чи може одна й та сама тканина виконувати різні функції; з яких фізіологічних систем складається організм людини; що таке функціональні системи.

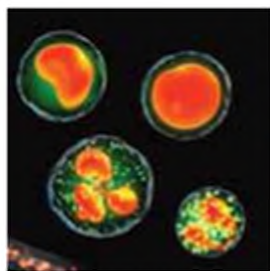
- ◆ А це правда, що в дорослому організмі є клітини, які можуть перетворюватись на інші клітини?

Різноманітність клітин організму людини

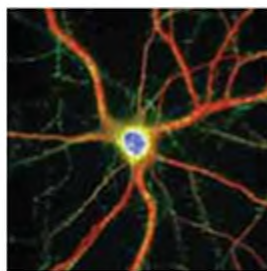
Клітина — це найменша структурна та функціональна одиниця живого. Ззовні вона вкрита клітинною мембраною, а зсередини заповнена цитоплазмою з органелами та ядром. Ці маленькі заповнені рідиною мішечки містять компоненти, відповідальні за тисячі біохімічних реакцій, необхідних для росту й виживання. Клітини людського організму мають ті самі особливості, що й клітини тварин. Користуючись малюнком на форзаці підручника, згадайте із курсу зоології особливості будови клітини і ролі різних органел у її функціонуванні. В організмі людини нараховується близько 200 типів клітин. Форма й будова різних типів клітин тісно пов'язані з виконуваною ними функцією. Роздивіться мал. 1.6, на ньому ви бачите приклади спеціалізованих типів клітин.

Епітеліальна клітина з внутрішньої поверхні легенів (зображена на малюнку), належить до клітин плаского епітелію, вона дійсно нагадує пласку таріль, містить незначну кількість цитоплазми, живе короткий час — на її місце швидко приходиться нова клітина. Завдяки своїй формі полегшує дифузію газів у легенях.

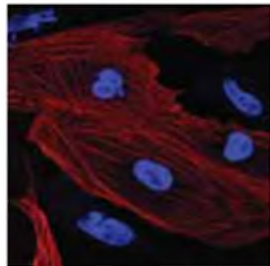
Нейрон — нервова клітина, навпаки — схожа на зірку й має довгий відросток — аксон, який сполучається з іншими клітинами, та короткі розгалужені від-



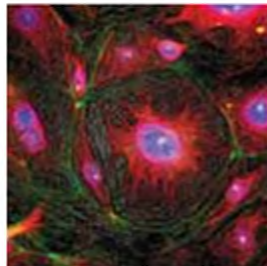
Лейкоцити (клітини крові)



Нейрон



Кардіоміоцити



Епітеліальна клітина

Мал. 1.6. Приклади спеціалізованих типів клітин організму

ростки — дендрити, які збирають інформацію від інших нервових клітин і передають своїй клітині. Отже, така будова забезпечує збір і розповсюдження інформації в організмі й швидку реакцію на зміни в навколишньому середовищі. Більшість нейронів не відновлюються й живуть упродовж всього життя людини. *Кардіоміоцити*, клітини серцевого м'яза, містять скоротливі білки та мають багато мітохондрій для забезпечення енергетичних потреб постійного скорочення серцевого м'яза. *Лейкоцити*, білі (безбарвні) клітини крові, мають здатність змінювати свою форму для проникнення крізь стінки кровоносних судин в місця потрапляння в організм інфекції та захоплення й знешкодження сторонніх бактерій тощо.

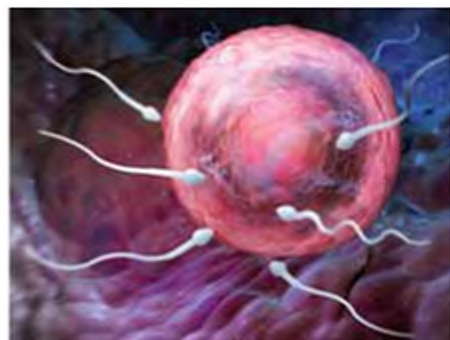
У статевих органах утворюються та дозрівають унікальні *статеві клітини* — сперматозоїди та яйцеклітини (мал. 1.7), які, на відміну від усіх інших клітин організму, мають одинарний — гаплоїдний — набір хромосом.

Слід зауважити, що поряд зі спеціалізованими існують клітини, які можуть за певних умов перетворитись на інші типи клітин — вони мають назву *стовбурові клітини* (мал. 1.8).

Вони зосереджені в органах, які постійно утворюють нові клітини. Наприклад, клітини крові еритроцити, які є головними транспортерами кисню, живуть лише 120 днів. Стовбурові клітини кісткового мозку дають початок новим еритроцитам упродовж усього життя людини. Епітеліальні клітини внутрішньої слизової оболонки кишечника також оновлюються кожні 72 години за рахунок стовбурових клітин епітелію.

Тканини

Тканина — це сукупність клітин, які мають спільне походження, подібні за будовою і функціями та міжклітинною речовиною, яка їх оточує. Усі тканини організму людини можна розділити на 4 основні типи: *епітеліальна, нервова, м'язова, тканини внутрішнього середовища*. Особливості будови, локалізацію та виконувани функції представлено в таблиці на форзаці підручника.



Мал. 1.7. Статеві клітини людини



Мал. 1.8. Стовбурові клітини — унікальні структури організму

Органи

Органи — це наступний рівень організації організму людини. Орган складається із двох чи більше типів тканин. Найбільшим органом організму людини є шкіра, що складається з чотирьох основних типів тканин. Для виконання спільних функцій, органи об'єднуються в системи органів, які ще називаються *фізіологічними системами*. В організмі людини виділяють такі системи органів: кровоносну, дихальну, лімфатичну, імунну, травну, видільну, опорно-рухову, покривну, статеву, ендокринну, нервову.

Кровоносна, або серцево-судинна система — транспортує кисень, гормони, поживні речовини до клітин організму. Також вона збирає продукти життєдіяльності клітин і вуглекислий газ.

Дихальна система — насичує кров киснем та виводить із організму повітря, насичене вуглекислим газом.

Імунна система — захищає організм від збудників інфекційних захворювань та шкідливих, токсичних речовин.

Лімфатична система — транспортує лімфу між тканинами та кровоносним руслом, разом з імунною системою захищає організм від інфекцій і хвороб.

Травна система — забезпечує перетравлення їжі і всмоктування поживних речовин, мінералів, вітамінів, води.

Видільна система — виводить із організму надлишки води, солей, продуктів обміну речовин, контролює сталий водно-сольовий баланс та рівень кислотності.

Опорно-рухова система — підтримує форму тіла, захищає м'які тканини, зберігає мінеральні речовини. Бере участь у скоротливій активності різних органів та виробленні тепла, забезпечує дихальні рухи. Бере участь у кровотворенні.

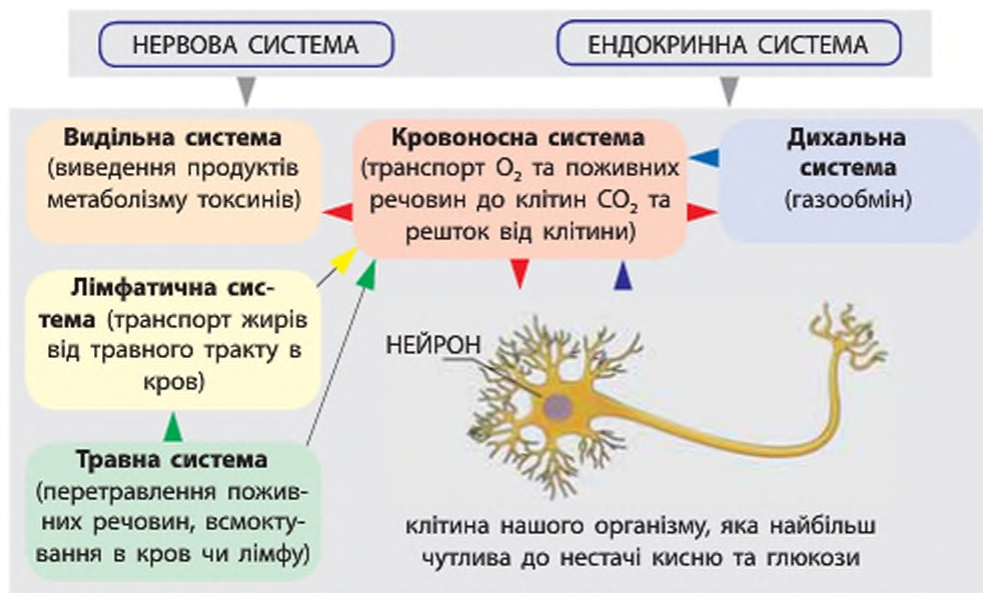
Покривна система (шкіра, волосся, нігті) — забезпечує захист від механічних пошкоджень, проникнення інфекційних мікроорганізмів, втрати води, а також процеси терморегуляції.

Репродуктивна система (статева) — виробляє статеві клітини (сперматозоїди, яйцеклітини), статеві гормони, забезпечує розмноження.

Нервова система — збирає, обробляє та передає інформацію, регулює функції інших органів.

Ендокринна система — виробляє гормони, що регулюють взаємозв'язок між різними органами та метаболізм усього організму.

Хоча кожна з фізіологічних систем органів відповідає за виконання специфічної функції, різні системи органів об'єднуються у *функціональні системи* для забезпечення злагодженої роботи організму. Наприклад, одна з найбільш важливих функцій орга-



Мал. 1.9. Взаємодія між системами органів для забезпечення газообміну та доставки поживних речовин

нізму — це забезпечення клітин киснем і поживними речовинами та виведення продуктів обміну речовин. Для виконання даної функції потрібна злагоджена робота дихальної, кровоносної, лімфатичної, травної, видільної систем та координація з нервовою та ендокринною системами (мал. 1.9).

Висновки

1. Найменша структурна та функціональна одиниця людського організму — це клітина. Всі клітини організму походять від неспеціалізованих — стовбурових клітин. Форма спеціалізованих клітин безпосередньо залежить від виконуваних нею функцій.
2. Сукупність клітин, які мають спільне походження, подібні за будовою і функціями утворюють тканини. В організмі людини є 4 основних типи тканин: епітеліальна, нервова, м'язова, тканина внутрішнього середовища.
3. Об'єднання двох чи більше типів тканин формують орган. Сукупність органів для виконання спільних функцій називається система органів.
4. В організмі людини виділяють такі системи органів: кровоносна, дихальна, лімфатична, імунна, травна, видільна, опорно-рухова, покривна, ендокринна, нервова, статеві.

Терміни і поняття

Епітеліальна тканина, тканина внутрішнього середовища, нервова тканина, м'язова тканина, системи органів, функціональні системи.

**Контрольні запитання**

1. Назвіть найменшу структурну та функціональну одиницю живого.
2. Як називаються клітини людського організму, у яких міститься гаплоїдний набір хромосом?
3. Як розрізнити на мікропрепаратах епітеліальну і сполучну тканини?
4. Якій тканині властива скоротливість, а якій — провідність?
5. Установіть відповідність між системами органів та органами тіла людини.

А Ендокринна	1 Трахея, легені	А	
Б Дихальна	2 Нирки, сечовід	Б	
В Видільна	3 Шлунок, стравохід, печінка	В	
Г Травна	4 Спинний мозок, нерв	Г	
Д Нервова	5 Щитовидна залоза, гіпофіз	Д	
Е Кровоносна	6 Аорта, серце	Е	

**Завдання**

1. Які системи органів входять до функціональної системи, що забезпечує успішне виконання фізичних вправ у тренажерному залі?
2. Які з тканин забезпечують: а) транспорт речовин по організму; б) сприйняття подразнень; в) опору тіла; г) рух тіла та його частин; д) утворення секретів (сліз, слини, жовчі)?
3. До якої системи органів належать яєчники у жінок та яєчка у чоловіків? Чи можуть ці органи одночасно належати до іншої системи органів? Так чи ні? Обґрунтуйте.

§ 3. РЕГУЛЯТОРНІ СИСТЕМИ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Вивчивши цей параграф, ви зрозумієте: завдяки чому ми можемо підтримувати сталу температуру тіла, значення кров'яного тиску; що саме подає команду руці відсмикнутися від гарячої праски.

- ◆ **Яка регуляторна система найголовніша в організмі: нервова чи гуморальна? Навіщо взагалі потрібні різні регуляторні системи, у чому різниця між ними?**

На початку вивчення даної теми, ми дійшли згоди, що організм людини можна порівняти з державою (мал. 1.1). У будь-якої держави є вищі керівні органи, які визначають її політику, забезпечують її безпеку, встановлюють правові норми тощо. Найголовніше, вони мають важелі для передачі інформації, її отримання, обробки, й тим самим координують роботу всіх інших ланок

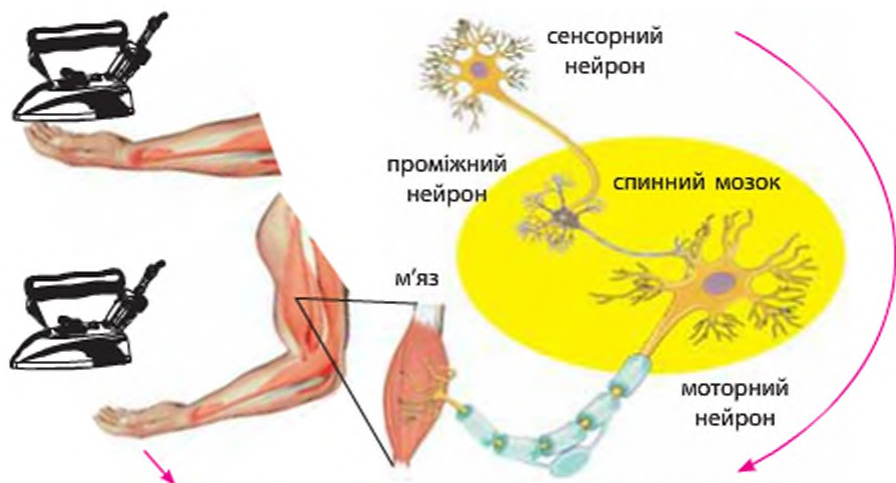
влади (обласної, районної, міської, селищної) й кожного окремого громадянина. Як ви думаєте, які системи органів людського організму є «вищими керівними органами»? Ви не помилились — це нервова й ендокринна системи, які разом відповідають за *гомеостаз* — збереження сталих показників внутрішнього середовища організму (температури тіла, кров'яного тиску тощо). Саме ця здатність живих систем зберігати сталий стан в умовах безперервно змінюваного середовища й обумовлює їхнє виживання.

Незважаючи на те, що нервова і ендокринна системи виконують подібні регуляторні функції, механізм їхньої дії має певні особливості.

Нервова регуляція. До функцій нервової системи належить отримання інформації про навколишнє середовище за допомогою різноманітних спеціалізованих рецепторів (температурні рецептори реагують на зміну температури, хеморецептори — на зміну концентрації різних речовин, больові — на ці, а також і надто сильні механічні подразники). Термін «рецептор» вживається як для білкової молекули, що реагує на той чи інший фізичний або хімічний подразник, так і для цілої клітини, що здатна реагувати на різні подразники.

Більша частина життєво-важливих процесів, які регулюються нервовою системою, відбувається поза нашою свідомістю, рефлекторним шляхом. Подібно до того, як дзеркало відбиває промені світла, **рефлекс** — це відображення реакції організму на подразнення, що відбуваються за участю нервової системи й під її контролем. Рефлекси існують двох типів: *безумовні, або вроджені рефлекси* — це свого роду «запрограмовані» відповіді на ті чи інші подразники (рефлекси, що контролюють роботу внутрішніх органів — скорочення стінок кишечника, виділення шлункового соку, а також ті, що контролюють скелетні м'язи); *умовні рефлекси*, які можуть формуватися та згасати протягом життя. Це вже прояви вищої нервової діяльності за участі головного мозку людини, про які ми поговоримо пізніше. Рефлекси забезпечують миттєву, мимовільну реакцію, яка відбувається ще до того, як ми щось встигли усвідомити, і в цьому полягає їх важливе біологічне значення. Наприклад, людина мимовільно відсмикує руку від гарячого предмета ще до того, як вона про це подумала, і це запобігає опіку.

Шлях, який проходить нервовий імпульс, називається **рефлекторною дугою**. Більшість рефлексів включають такі елементи: — рецептор; чутливий нейрон, вставний нейрон; руховий нейрон та робочий орган. Як приклад розглянемо рефлекторну дугу при збудженні теплових рецепторів руки у разі доторкування до гарячої праски: активація теплових рецепторів викликає електричний сигнал у чутливому нейроні, на рівні спинного мозку (частина



Мал. 1.10. Схема рефлекторної дуги

центральної нервової системи) він передається на вставний нейрон, який в свою чергу, викликає збудження рухового нейрона. Останній і посилає «команду» для скорочення скелетного м'язу і, відповідно, відсмикування руки (мал. 1.10).

Передача інформації між клітинами рефлекторної дуги відбувається за рахунок електричних сигналів (електричний потенціал) і хімічних імпульсів (нейропередатчики). Ця реакція розвивається впродовж мілісекунд і так же швидко зникає. Таким чином, нервова регуляція дозволяє організму швидко і адресно реагувати на виклики.

Ендокринна регуляція

Ендокринна система регулює функції організму за допомогою лише хімічних речовин — гормонів. Гормони виділяються ендокринними залозами безпосередньо у кров і транспортуються до всіх органів де вони зв'язуються зі специфічними рецепторами і таким чином викликають певні реакції. Швидкість впливу ендокринної системи залежить від типу гормону. Наприклад, введення гормону адреналіну при зупинці серця миттєво активує скорочення серцевого м'язу. Тоді як реакція на дію статевих гормонів може розвинути впродовж 48 годин. Крім того, ендокринна регуляція є менш специфічною порівняно з нервовою. Один і той же гормон може одночасно викликати різні ефекти в різних органах. Наприклад, гормон окситоцин стимулює скорочення матки при пологах та вироблення молока при вигодовуванні малюка. *Отже, нервова система забезпечує термінову реакцію на швидкі зміни в навколишньому середовищі. Ендокринна система переважно повільно діюча — підтримує гомеостаз, регулює метаболізм та контролює функцію розмноження. Нервова сис-*

тема регулює секрецію гормонів ендокринними залозами, а деякі гормони впливають на функцію нервової системи. Окрім гормонів, інші хімічні речовини, що транспортуються кров'ю, можуть виконувати регуляторну функцію. Наприклад, при підвищенні рівня вуглекислого газу у крові прискорюється дихання. Тому, часто замість ендокринна регуляція використовується більш широке поняття — гуморальна регуляція (від лат. *humor* — рідина) (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3. Відмінні риси нервової і гуморальної регуляції

Нервова регуляція	Гуморальна регуляція
Інформація передається по нейронах у вигляді електричних імпульсів. Від клітини до клітини — хімічними речовинами — нейромедіаторами	Інформація передається біологічно активними речовинами, зокрема гормонами, що мають хімічну природу і транспортуються кров'ю.
Відповідь настає миттєво (відсмикування руки від гарячої праски)	Відповідь залежно від типу гормону може бути повільна чи швидка
Невелика тривалість дії	Дія триваліша
Відповідь чітко локалізована	Менш чіткі межі дії
Реагує у відповідь на зовнішні і внутрішні стимули	Реагує у відповідь на внутрішні стимули

Нервова і гуморальна регуляції мають такі спільні риси:

- керують функціями організму;
- діють крізь мембрани клітин;
- центри регуляції (мозок, залози) віддалені від місця дії (органів, на які вони діють);
- клітини-ефектори переводять нервові і гуморальні сигнали у власні сигнали для контролю метаболічних реакцій і функцій.

Висновки

1. Нервова й ендокринна системи є основними регуляторними системами організму людини, які відповідають за збереження стабільного стану внутрішнього середовища організму — гомеостазу.
2. Нервова регуляція здійснюється рефлекторним шляхом у відповідь на зовнішні й внутрішні стимули. Дозволяє організму швидко й адресно реагувати на виклики.
3. Гуморальну регуляцію забезпечують біологічно активні речовини, зокрема гормони, що транспортуються кров'ю. Викликають більш повільні, але триваліші ефекти.

Терміни і поняття

Гомеостаз, рефлекс, рефлекторна дуга, рецептор, гормон, гуморальна регуляція

**Контрольні запитання**

1. Дайте визначення терміну гомеостаз.
2. Що таке рефлекс, і які є типи рефлексів?
3. Охарактеризуйте передавання сигналу рефлекторною дугою.
4. Які особливості нервової регуляції?
5. Що таке гормон?
6. Яка різниця між гормоном і нейропередатчиком?
7. Які особливості ендокринної регуляції?

**Завдання**

1. Нервова тканина здатна сприймати зовнішні і внутрішні сигнали завдяки особливим клітинам або нервовим закінченням —... імпульс, що виникає тут, швидко передається по... нейрону в....., де передає сигнал на... нейрон, який перемикає цю інформацію на... нейрон. Це, в свою чергу, стимулює м'яз або залозу виконувати певну роботу — скорочуватися або виділяти секрет. Таким чином при здійсненні рефлексу нервовий імпульс проходить шлях, який називається...

Нейрони здатні швидко передавати сигнали на далекі відстані, тому що мають Окрім нейронів нервова тканина містить ..., яка забезпечує опору, захист, обмін речовин у нейронах.

Слова: аксони, рецептори, рефлекторна дуга, нейроглія, центральна нервова система, чутливий нейрон, моторний нейрон, проміжний нейрон.

2. Із запропонованих ознак виберіть ті, що властиві: а) *тільки нервовій регуляції*, б) *тільки ендокринній*, в) *обом видам регуляції* — управляють функціями організму; висока швидкість регуляції; висока точність дії; дія переважно тривала; віддаленість центрів регуляції від місця дії; здійснюється рефлекторно; здійснюється завдяки гормонам, які транспортуються кров'ю; реакція виникає і на зовнішні, і на внутрішні чинники.

§ 4. ЗНАЧЕННЯ ЗНАНЬ ПРО ЛЮДИНУ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ЇЇ ЗДОРОВ'Я



Вивчивши цей параграф, ви зрозумієте механізми саморегуляції організму, направлені на збереження стану рівноваги та здоров'я; ознайомитеся з деякими критичними станами, тривале перебування в яких може призводити до смерті.

- ◆ А що означає «правило трьох»? Чому за підвищеної вологості важче переносити спеку?

Погляньте на малюнок 1.11. і уявіть собі, що хтось вийняв хоча б один камінець з арки — звичайно, вся споруда буде зруйнована. Аналогічна ситуація спостерігатиметься в організмі лю-

дини, якщо хоча б один орган перестане правильно працювати. У нормі всі органи й системи органів працюють злагоджено, для того щоб підтримувати сталий стан внутрішнього середовища — гомеостаз.

Наприклад:

- Дихальна система: при підвищенні концентрації вуглекислого газу в крові людини рефлекторно зростає частота і глибина вдихів і видихів для швидкого видалення його із організму;

- Видільна система: у разі зниження вмісту води в організмі запускаються механізми, спрямовані на збереження води. Нирки виробляють більш концентровану сечу й, відповідно, менше води виходить назовні;

- Ендокринна система: підвищення концентрації глюкози в крові запускає секрецію гормону інсуліну підшлунковою залозою. Інсулін допомагає клітинам всмоктувати глюкозу з крові, й, таким чином, її концентрація в крові знижується.

Щоб ви краще уявили механізми гомеостатичної регуляції, звернемося до моделі маятника. Ось середні показники — висок у вертикальному положенні. Та довелося підбігти за тролейбусом, гарненько поїсти чи просто побачити зовсім не байдужу вам особу і висок маятника відхилиться від середніх значень. І зрушиться баланс внутрішнього середовища. Нервові і ендокринні (гуморальні) центри отримують інформацію про зміни, що відбулися і включають свої механізми регуляції. І знову висок повернеться до вертикалі.

Ваш маятник може зламатися, якщо він буде розхитаний більше, ніж здатен витримати. Тоді клітини не отримуватимуть необхідні поживні речовини, кисень для свого існування; токсичні продукти життєдіяльності організму не будуть виводитись назовні. У кінці кінців порушення балансу призведе до розвитку хвороби і навіть смерті.

Загальновідомим є «правило трьох» — скільки людина може жити без повітря, без води та без їжі — відповідно три хвилини, три дні та три тижні. Окрім цього людина може потрапляти в ситуації з екстремальним підвищенням чи навпаки зниженням температури, змінами атмосферного тиску, підвищеним радіаційним випромінюванням, надмірним прискоренням, тривалим



Мал. 1.11. Модель балансу систем організму людини



а



б



в



г

Мал. 1.12. Критичні стани, що можуть вивести організм зі стану рівноваги

неспанням тощо (мал. 1.12 а—г). Звичайно, що можливості кожного організму індивідуальні, й можна шляхом тренування розширювати межі, за якими вже настає «точка неповернення» фізіологічних функцій до нормальних показників.

Можливо, ви колись чули жахливі новини про те, що атлет помер внаслідок теплового удару під час змагань або альпініст — від переохолодження. Причиною смерті стало порушення перебігу хімічних реакцій в організмі, які потребують вузьких температурних меж, близько 37 °С. Коли нам спекотно, на поверхні тіла виділяється піт, який випаровується. Таким чином вивільняється частина тепла, тіло охолоджується. У разі недостатнього вживання води, наприклад, під час перебування в пустелі, може змінитися водно-сольовий баланс і розвинуться порушення, пов'язані зі зневодненням організму.

Тіло може підтримувати сталу температуру внутрішнього середовища при короткочасному охолодженні. Якщо ж людини засинає на відкритому повітрі, температура тіла починає падати. Падіння температури знижує здатність еритроцитів віддавати кисень і клітини мозку втрачають основний матеріал для вироблення АТФ. В результаті людина відчуває сплутаність свідомості, сонливість, що в кінцевому результаті призводить до втрати свідомості і смерті. Падіння температури тіла нижче 21 °С неминуче призводить

до смерті. Також при переохолодженні відбувається перерозподіл крові. Кров від кінцівок направляється до внутрішніх органів і таким чином підтримуються допустимі межі внутрішньої температури тіла. Якщо такий стан є тривалим, це може призвести до обмороження кінцівок та їх незворотнього ураження і в кінці кінців ампутації (хірургічного видалення) обморожених ділянок.

Запам'ятайте слова великого фізіолога І. П. Павлова: «Організм сам себе підтримує, сам себе виправляє, сам себе вдосконалює». Слід лише йому допомагати у цьому — нормальне якісне харчування (не надмірне), достатня тривалість сну, одяг за сезоном, поступове, а не раптове збільшення фізичного навантаження, правильний розподіл часу і т. п. Ваше здоров'я у ваших руках. Розумійте свій організм. Слухайте його, навантажуйте його в міру, давайте йому відпочити, радійте, сумуйте, дозволяйте певний екстрим, але так, щоб маятник регуляції завжди без ризику повертався назад. Доки коливається цей маятник, триває наше життя...

Висновки

1. Організм людини має певні межі відхилення від середніх гомеостатичних показників (температура тіла, тиск крові). Вихід за них може призводити до незворотних порушень фізіологічних функцій і навіть смерті.
2. Людина може вижити без повітря, води та їжі, відповідно три хвилини, три дні та три тижні.
3. Кожен організм унікальний і його можливості індивідуальні. За поступового тренування певних здатностей (витримувати прискорення, зміну тиску, зневоднення) можна значно розширити межі, за якими вже настає точка неповернення фізіологічних функцій до нормальних показників.

Контрольні запитання

1. Наведіть приклади того, як дихальна, ендокринна й видільна системи регулюють гомеостатичні показники організму людини.
2. Чому в спеку потрібно пити більше води?
3. Чому під час переохолодження першими мерзнуть пальці на кінцівках і вухні раковини?

Завдання

1. Наведіть відомі вам приклади тренування організму людини для витримання надмірних навантажень (наприклад, зниження атмосферного тиску, пірнання).
2. Поміркуйте, які наслідки може мати ситуація, якщо турист, потрапивши в пустелю, залишиться без води. Обґрунтуйте, чому це дуже небезпечно.



Підб'ємо підсумки

1. Ми зрозуміли, що організм людини — це цілісна відкрита система, яка не може існувати без постійного надходження енергії, інформації з оточуючого середовища та обміну з ним.
2. Ми дізналися, що основними властивостями біологічних систем є обмін речовин і перетворення енергії, подразливість, саморегуляція, рухливість, розвиток, розмноження, ріст.
3. Ми довідалися, що організм людини складається з більш ніж 200 типів клітин, форма та будова яких тісно пов'язана з виконуваними функціями. Сукупність клітин спільного походження формує 4 основних типи тканин: епітеліальну, нервову, м'язову, тканини внутрішнього середовища.
4. Ми запам'ятали, що система органів — це об'єднання органів для виконання специфічної функції, а функціональна система — це взаємодія кількох систем органів для забезпечення злагодженої роботи всього організму.
5. Ми усвідомили, що здатність живих систем зберігати сталий стан (гомеостаз) в умовах безперервно змінюваного середовища й обумовлює їхнє виживання. Цей процес знаходиться під чітким контролем нервової та гуморальної регуляції.



Знаю — вмію

- Я знаю, що таке відкрита система
- Я знаю будову клітини та функції її основних компонентів
- Я знаю основні типи тканин, їхню будову, розташування та функції
- Я знаю органи та фізіологічні системи організму людини
- Я знаю складові рефлекторної дуги та їхні функції
- Я вмію розпізнавати основні типи тканин
- Я можу порівняти органи й системи органів в організмі людини та інших організмів
- Я вмію малювати схему рефлекторної дуги
- Я можу порівняти механізми нервової і гуморальної регуляції фізіологічних функцій організму



ОБМІН РЕЧОВИН І ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

Вивчаючи цю тему, ви дізнаєтесь:

- ◆ з чого складаються харчові продукти;
- ◆ про значення окремих макро- і мікропоживних речовин для життєдіяльності і здоров'я людини;
- ◆ про фізіологічні основи раціонального харчування;
- ◆ про те, як їжа може бути ліками



§ 1. ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ТА ОБМІН РЕЧОВИН В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ — ОСНОВНА ВЛАСТИВІСТЬ ЖИВОГО. ХАРЧУВАННЯ ТА ОБМІН РЕЧОВИН



Ви дізнаєтесь, як перетворюється й запасується енергія в організмі людини, про значення обміну речовин і з яких процесів він складається.

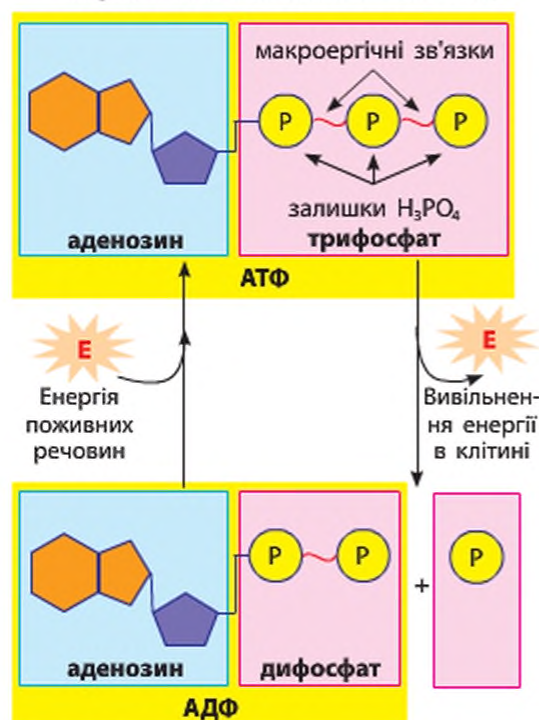
- ◆ На етикетках харчових продуктів можна побачити інформацію про їхню енергетичну цінність. Що це означає? У якому вигляді в організмі перебуває енергія? Чому діабет називають цукровим?

Енергія в організмі людини

Усі процеси життєдіяльності — ріст і поділ клітин, кровообіг, травлення, м'язові скорочення, розумова діяльність тощо — постійно потребують енергії та різних речовин для їхнього перебігу. Енергія розщеплення й окиснення складних хімічних речовин не тільки зігріває наш організм, а й робить можливим виконання фізичної роботи й синтез нових речовин — загалом, вона уможливує всі клітинні функції. Процес вивільнення енергії з органічних сполук шляхом їх окиснення (з утворенням вуглекислого газу і води) називається клітинним диханням. Енергію цих хімічних реакцій потрібно якимось чином тимчасово зберегти й передати з місця, де вона утворилася (мітохондрії клітин), у місце, де вона потрібна для виконання клітинних функцій. Роль універсального переносника хімічної енергії в організмі виконують молекули аденозинтрифосфату — АТФ. Утворення АТФ є невід'ємною складовою частиною клітинного дихання.

Ці молекули унікальні тим, що вони здатні запасати велику кількість енергії у формі не дуже стійких макроергічних (буквально багатих на енергію) хімічних зв'язків (мал. 1.1). Потім молекула АТФ може легко і швидко

Енергія тимчасово запасується в АТФ



Мал. 1.1. Енергія тимчасово запасується, а потім вивільнюється у клітині в потрібному місці за допомогою АТФ

віддавати свою енергію для виконання роботи. Це відбувається шляхом відщиплення фосфатної групи з утворенням аденозиндифосфату (АДФ). Для синтезу АТФ з АДФ використовується енергія поживних речовин їжі (в основному глюкози) — коло перетворення енергії таким чином замикається (мал. 1.1). Недарма АТФ часто називають «грошовою одиницею» обігу енергії.

Кількісна характеристика енергії

У біології і дієтології (наука про харчування) для характеристики кількості теплової енергії використовується одиниця вимірювання калорія (кал). Одна калорія — це кількість енергії, яка необхідна для нагрівання 1 г води на 1 С° (1 кал = 4,2 Джоуля). Калорія — це досить маленька кількість енергії, тому, як правило, застосовується її похідна одиниця — 1 кілокалорія (ккал) = 1000 кал.

Енергетична цінність харчового продукту (тобто будь-якої речовини, призначеної для харчування людини) — це кількість енергії, що утворюється під час повного її окиснення й використовується для фізіологічних потреб організму.

Обмін речовин

Окрім енергії, клітинам постійно потрібен і певний будівельний матеріал для їхнього відновлення, росту й функціонування, а для цього їм необхідні різні хімічні «цеглинки». Мінеральні й незамінні поживні речовини не утворюються в нашому організмі й тому повинні надходити з їжею. Одні з таких речовин вам, напевно, вже добре відомі — це вітаміни. **Макропоживні речовини** — вуглеводи, жири й білки — є не тільки джерелом енергії, а й будівельним матеріалом для синтезу речовин власного організму. Для цього ці великі макромолекули спочатку треба розщепити на їхні простіші складові компоненти — глюкозу, жирні кислоти й амінокислоти. Початкові етапи розщеплення поживних речовин відбуваються під час травлення, а в остаточному їхньому розщепленні та побудові нових молекул ключову роль відіграє печінка — основний «хімічний реактор». Детальніше про це ми поговоримо в наступній темі.

Обмін речовин, або метаболізм (від грец. *metabole* — зміна, перетворення) складається із сукупності реакцій розщеплення (катаболізм) й утворення нових молекул (анаболізм) (мал. 1.2). Перші супроводжуються вивільненням енергії, а другі, навпаки, використовують цю енергію. Однією з найважливіших сполучних ланок у цій складній мережі хімічних реакцій є молекула АТФ, яка виконує роль універсального переносника енергії. Дуже важливу роль в енергетичному обміні відіграє також глюкоза, що



Мал. 1.2. Схема обміну речовин в організмі людини

виконує роль найбільш доступного й універсального «пального» для отримання енергії.

Нарешті, абсорбовані «прості» молекули, які не потрібні в поточний момент часу для отримання енергії, перетворюються в «депо» (тобто сховище) енергії. Цю роль відіграють глікоген (тваринний крохмаль) і жири. Такі реакції також відносяться до асиміляції: тому вони потребують витрат енергії.

Регуляція обміну речовин

Більшість метаболічних реакцій відбувається за участі **ферментів** — білків-катализаторів, які не тільки значно прискорюють їх перебіг, а й дозволяють регулювати швидкість обміну речовин і енергії, відповідно до потреб. Багато вітамінів і мікроелементів, з якими ми пізніше познайомимось детальніше, регулюють активність ферментів.

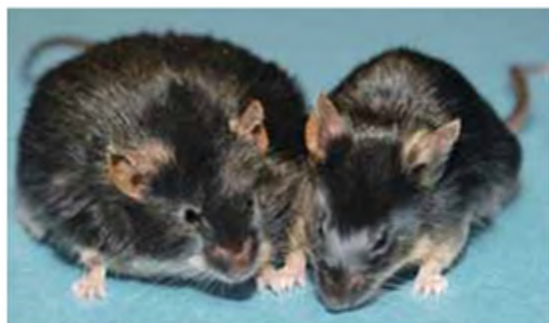
Ключову роль в регуляції метаболічних реакцій відіграють і ендокринні сигнали (від грец. *endon* — всередині і *krino* — виділяю, дослівно: «той, що виділяє гормони»), у ролі яких виступають **гормони**. Наприклад, гормон **інсулін**, що утворюється у спеціалізованих клітинах підшлункової залози, сприяє транспортуванню глюкози із крові всередину клітин.

Порушення обміну речовин

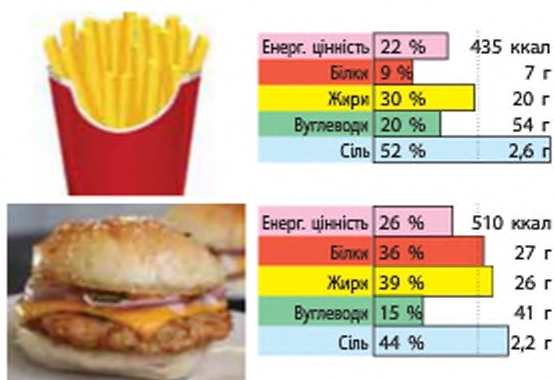
Обмін речовин порушується внаслідок різних захворювань, особливо при ендокринних розладах, які найчастіше виникають при порушенні утворення гормонів. Так, **цукровий діабет** розвивається внаслідок як недостатності інсуліну, так і нечутливості клітин до цього гормону, внаслідок чого рівень глюкози в крові стійко зростає (мал. 1.3). З часом це викликає постійну спрагу, підвищений кров'яний тиск, порушення зору і функцій нирок,

больові відчуття. Але ці порушення розвиваються поступово, іноді роками, і хворі люди можуть деякий час не звертати на них уваги. Тому так важлива рання діагностика і лікування діабету. Значні метаболічні розлади також виникають під час тривалого голодування або переїдання, а також під час зловживання алкоголем і прийомі деяких ліків.

Існує навіть медичний термін — метаболічний синдром (від грец. *syndrome* — збіг, накопичення), тобто цілий ряд пов'язаних між собою проблем, що виникають внаслідок ожиріння, діабету й підвищеного тиску крові, а це збільшує ризик серцево-судинних та інших захворювань. Серед факторів ризику виникнення таких порушень є як спадкові, так і поведінкові — це нераціональне харчування (згадаємо фастфуд, у якому страви мають високий вміст жирів (мал. 1.4), та вислів «швидка їжа — швидкий крок до хвороби»), надмірна маса тіла та малорухливий спосіб життя.



Мал. 1.3. Для дослідження діабету вчені використовують тваринні моделі. Ліворуч — миша, хвора на цукровий діабет справа — здорова



Мал. 1.4. Типовий склад страв фастфуду

Висновки

1. Усі процеси життєдіяльності постійно потребують енергії та різних речовин для їхнього перебігу.
2. Клітинне дихання — це процес отримання енергії з хімічних сполук шляхом їх окиснення та накопичення її в молекулах АТФ.
3. Сукупність усіх перетворень молекул, які відбуваються в організмі, складає обмін речовин, або метаболізм.
4. Обмін речовин складається із сукупності реакцій розщеплення складних молекул на їхні складові частини з вивільненням енергії (катаболізм або дисиміляція) та сукупності протилежних процесів утворення нових молекул (анаболізм або асиміляція), які потребують витрат енергії.
5. Усі реакції обміну відбуваються за участі ферментів. Обмін речовин регулюють гормони, порушення вироблення яких призводить до важких захворювань.

**Терміни і поняття**

Клітинне дихання, аденозинтрифосфат (АТФ), макроергічний зв'язок, калорія, харчовий продукт, енергетична цінність харчового продукту, незамінні поживні речовини, макропоживні речовини, обмін речовин (метаболізм), катаболізм, анаболізм, фермент, гормон, цукровий діабет.

**Контрольні запитання**

1. Які особливі зв'язки є в молекулі АТФ? Як це пов'язано з функцією цієї речовини?
2. Які речовини з тих, що надходять з їжею, є джерелом енергії?
3. Як відбувається клітинне дихання?
4. За допомогою чого відбувається регуляція метаболічних реакцій?
5. Які порушення обміну речовин ви знаєте?

**Завдання**

На окремому аркуші намалюйте таблицю та почніть заносити в неї дані про склад продуктів, які ви споживаєте (з етикеток, наприклад, мал. 1.4). Також заведіть щоденник вашого харчування, у якому регулярно занотуйте час прийому їжі та кількість спожитих продуктів. Ці дані знадобляться для виконання останнього завдання № 1.

Назва продукту	Склад на 100 г (для напоїв на 100 мл)			Енергетична цінність (ккал/100 г)
	Білки	Жири	Вуглеводи	

**Для допитливих**

Як сьогодні проблема ожиріння набуває світового масштабу

За даними ВОЗ, у 2008 р. у світі надмірну масу тіла мали 1,4 млрд людей дорослого населення, і в той же час 842 млн страждали від недостатнього харчування, і з них 98 % — у бідних країнах. Перше місце в світі за поширеністю ожиріння серед населення займає Республіка Науру — острівна держава в Мікронезії, де 71 % людей віком від 20 років мають надмірну масу тіла. Україна за цим показником займає 91 місце (надмірну масу має 20 % дорослого населення), і знаходиться між Македонією й Фінляндією. У результаті розповсюдження ожиріння в Науру 31 % населення страждає від діабету, і це також найвищий у світі показник.



§ 2. ЇЖА ТА ЇЇ КОМПОНЕНТИ. СКЛАД ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ. ЗНАЧЕННЯ ОКРЕМИХ КОМПОНЕНТІВ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ



Ви дізнаєтесь про основні компоненти харчових продуктів, про роль макро- і мікропоживних речовин, і про значення для організму води.

- ◆ Чому одні фрукти кислі, а інші солодкі? Чи є якась користь від жирів? Скільки води потрібно організму щодня? Чи можна поповнити всі енергетичні витрати шоколадом? Чому нас переконують, що необхідно їсти багато фруктів і овочів?

Харчові продукти містять макро- і мікропоживні речовини, а також воду (мал. 1.5). Основна різниця між макро- і мікропоживними складовими їжі полягає не тільки в тій кількості, у якій вони нам потрібні, а й у їхньому фізіологічному значенні, адже макропоживні речовини містять енергію, тоді як мінеральні речовини і вітаміни не є джерелом енергії. Ця кількість залежить від багатьох факторів — статі, віку, маси тіла, функціонального стану організму.

Розглянемо три класи макропоживних речовин, які потрібні людині у великій кількості.

Білки

Білки складаються з амінокислот, які поєднуються в довгі ланцюги. Будова вже відомого нам гормону інсуліну наведена на мал. 1.6. Це невеликий білок, що складається з двох поєднаних



Мал. 1.5. Поживний склад продуктів харчування



Мал. 1.6. Молекула інсуліну людини. Кульки позначають різні амінокислоти

між собою амінокислотних ланцюгів. Білки, а також окремі амінокислоти, мають велике значення для життєдіяльності організму. Наведемо деякі важливі приклади цього положення:

- білки є основою м'язів, шкіри, волосся;
- вони регулюють більшість біологічних процесів (згадайте вже знайомі нам приклади ферментів і гормонів);
- білки забезпечують імунний захист організму;
- вони транспортують кисень, поживні речовини та інші життєво важливі речовини;
- білки забезпечують транспорт різних речовин крізь мембрани клітин, генерацію та проведення нервових імпульсів.

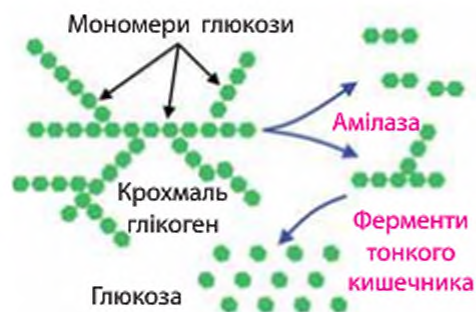
Білки містяться у великій кількості в продуктах тваринного походження (молочні продукти, м'ясо, риба, птиця, яйця), а також — рослинного походження (горіхи, бобові культури). Під дією ферментів травного тракту білки розщеплюються до окремих амінокислот. Остаточне перетворення амінокислот відбувається головним чином в клітинах печінки — гепатоцитах, де з білків утворюються переважно вода, вуглекислий газ та аміак. Енергетична цінність білків становить 4,1 ккал на 1 г (17 кДж/г).

Вуглеводи

Вуглеводи — це органічні сполуки, у яких атоми Карбону, Оксигену й Гідрогену формують невеликі молекули — **сахариди**, які й слугують окремими «цеглинками» для побудови вуглеводів.

Відповідно до кількості таких «цеглинок» в одній молекулі вуглеводи поділяють на прості й складні.

Прості вуглеводи містять лише один або два сахариди, тобто це прості цукри. Прикладами таких молекул є глюкоза, фруктоза (міститься у фруктах), лактоза (молочний цукор) і сахароза (буряковий або тростинний цукор) — саме його ми додаємо в чай або каву. Молекула сахарози складається з глюкози і фруктози.



Мал. 1.7. Структура полісахаридів і процес їхнього розщеплення

Складні вуглеводи, або полісахариди, побудовані з великої кількості сахаридів, що мають розгалужену структуру (мал. 1.7). До них відносяться крохмаль, що міститься в продуктах рослинного походження (овочі, зернові), глікоген (або тваринний крохмаль) та рослинна клітковина (харчові волокна), яка містить целюлозу — найпоширеніший у природі полісахарид, що входить до оболонки клітин рослин.

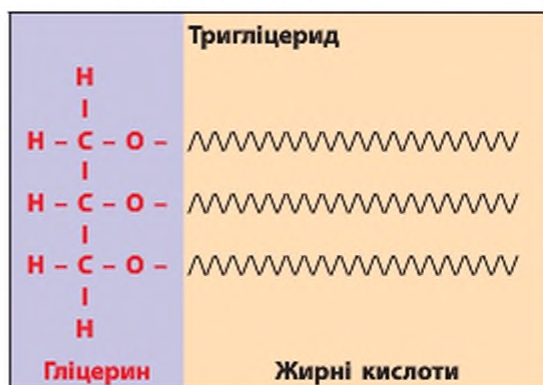
У процесі травлення полісахариди розщеплюються на моносахариди (мал. 1.7), які потрапляють у кровообіг через стінки кишечника. Після прийому їжі у кров надходить велика кількість глюкози, з якої під контролем інсуліну в печінці та м'язах утворюється глікоген, що відкладається про запас як безпосередній резерв глюкози. Навпаки, між прийомами їжі, вже інші гормони стимулюють розщеплення глікогену до глюкози і постачання її до мозку та інших органів. Енергетична цінність вуглеводів становить 4,1 ккал на 1 г (17 кДж/г).

Жири

Жири (а саме жири тварин та олії рослин) складаються з органічної речовини гліцерина і приєднаних до нього трьох нерозчинних у воді жирних кислот (мал. 1.8). Тому ці молекули ще називають **тригліцеридами**.

Жири виконують функцію головного («довготривалого») резерву енергії, адже серед інших макропоживних речовин їх енергетична цінність є найвищою і становить 8,8 ккал на 1 г (37 кДж/г). Крім того, підшкірний жир є важливим для термоізоляції і механічного захисту тіла. Саме в жировій тканині зберігаються деякі вітаміни. Вона також слугує для підтримки внутрішніх органів, наприклад, ниркам.

Жири містяться в продуктах як тваринного (молоко, вершкове масло, м'ясо, сало), так і рослинного походження (соняшникова, кукурудзяна й оливкова олії). Жири не розчиняються у воді, і тому в крові вони транспортуються у вигляді комплексів з білками. За їхньої високої концентрації на внутрішній поверхні кровеносних судин формуються жирові бляшки, що може призвести до повної закупорки судини, а це значно підвищує ризик інфаркту або інсульту. Тому так важливо слідкувати за рівнем холестерину



Мал. 1.8. Структура жирів

в крові. Споживання значної кількості тваринних жирів призводить до підвищення рівня холестерину в крові і навпаки, рослинні жири та риб'ячий жир сприяють зниженню рівня холестерину й ризику розвитку серцево-судинних захворювань.

Мікропоживні речовини

Мінеральні речовини потрібні для підтримання водно-солевого балансу організму, сталості між- та внутрішньоклітинного середовища, структури і функцій біологічних макромолекул. Ве-

лика їхня кількість міститься в рослинних, молочних продуктах і морепродуктах (мал. 1.9).

Вітаміни — це органічні сполуки різної структури, які вкрай потрібні для обміну речовин. Вітаміни поділяються на ті, що розчиняються у воді (водорозчинні) — вітамін С і всі вітаміни В, і ті, що розчиняються у жирах (жиророзчинні) — вітаміни А, D, Е і К. Водорозчинні вітаміни не зберігаються в організмі довго, тому що вони легко втрачаються з рідиною. Жиророзчинні вітаміни накопичуються в жировій тканині. Основними джерелами вітамінів є крупи, фрукти, овочі, молочні продукти, горіхи й насіння



Мал. 1.9. Багаті на вітаміни і мінерали продукти

(мал. 1.9). Більшість вітамінів не може утворюватися в організмі людини, але вітамін D синтезується в шкірі під дією сонячного світла, а вітамін В₉ синтезується мікрофлорою кишечника.

Вода

Усі хімічні реакції в організмі людини відбуваються у водних розчинах, тому без води життя неможливе. Загальна кількість рідини складає приблизно 60 % маси тіла людини, а у плазмі крові її вміст досягає 90 %. Кожного дня організм людини втрачає приблизно 2–3 л води, і ці втрати мусять постійно поповнюватися. **Обов'язкова щоденна втрата води** відбувається шляхом випаровування через шкіру й легені, втрату з сечею, потом і калом. Помірний надлишок води легко виводиться з сечею, а недостатне її споживання спричиняє зневоднення організму (дегідратація), про що свідчать зниження тиску крові, головний біль, запаморочення.

Висновки

1. Харчові продукти містять макро- і мікропоживні речовини, а також воду. До макропоживних речовин, які потрібні у великих кількостях, відносяться білки, вуглеводи й жири.
2. Білки виконують структурну, регуляторну, транспортну, захисну та інші функції. Вони складаються з амінокислот, до яких і розпадаються у процесі травлення.
3. Прості вуглеводи (цукри) є швидким, легкодоступним джерелом енергії. До полісахаридів відносять крохмаль, глікоген, целюлозу, що побудовані із залишків простих цукрів.
4. Жири складаються з гліцерину і приєднаних до нього трьох жирних кислот. Жири є резервом енергії, забезпечують термоізоляцію та механічний захист.
5. Мікропоживні речовини (мінеральні речовини і вітаміни) і вода не містять енергії, але вони надзвичайно важливі для підтримання водно-солевого балансу організму і для обміну речовин і енергії.

Терміни і поняття

Білки, поліпептиди, амінокислоти, прості і складні вуглеводи, жири, тригліцериди, холестерин, мінеральні речовини, вітаміни, обов'язкова щоденна втрата води.

Контрольні запитання

1. Які функції можуть виконувати білки в організмі людини?
2. Які з вуглеводів використовуються як швидке джерело енергії, а які виконують запасальну роль?
3. Які перетворення відбуваються в печінці з білками? З вуглеводами?
4. Чи потрібні певні запаси жиру в організмі людини?
5. Порівняйте енергетичну цінність білків, вуглеводів і жирів. Які речовини вигідніше запасати у якості резерву енергії?
6. До яких порушень може призводити надлишок жирів у харчовому раціоні?
7. Які вітаміни відносяться до водорозчинних, а які — до жиророзчинних?

Завдання

1. Визначте, яким речовинам - білкам, жирам чи вуглеводам - відповідає кожна із запропонованих характеристик: складаються з амінокислот; складаються з гліцерину і жирних кислот; крім Карбону, Оксигену і Гідрогену обов'язково містять Нітроген; відкладаються для резерву в печінці у вигляді глікогену; є основним компонентом м'язів і волосся; нерозчинні у воді; переважно солодкі на смак, у великій кількості містяться у фруктах.

2. Підготуйте повідомлення (чи інформацію) на тему «Як не втратити вітаміни при зберіганні харчових продуктів та при приготуванні страв».

3. Кафе пропонує на сніданок такі страви: хліб - білий, житній або висівковий; яєчня з беконом, варені яйця або омлет; варені сардельки, салямі або шинка; мюслі з молоком, вівсяна каша з сухофруктами або тости з маслом і джемом; йогурт або сир; солодкі булочки, тістечка або фрукти; кава, чай зелений або чорний (з цукром або без), фруктовий сік.

Як буде виглядати ваш "ідеальний" сніданок? Обґрунтуйте свій вибір.

§ 3 ХАРЧОВІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОТРЕБИ ЛЮДИНИ



Ви дізнаєтесь про те, як підтримується енергетичний баланс організму, про індекс маси тіла та як він розраховується, а також про проблеми, що пов'язані з недостатнім харчуванням, надмірною масою тіла і ожирінням.

- ◆ Скільки треба споживати їжі, щоб не товстіти? При цьому не хворіти і не мати ожиріння? Чому виникає ламкість і сухість нігтів? Чому спортсменам потрібно споживати багато білків? Чи є ефективними модні низькокалорійні дієти?

Значення харчування

Харчування людини є одним із найважливіших факторів, від якого залежить її життя і здоров'я. Їжа є джерелом енергії та різних речовин, які необхідні для відновлення і функціонування організму. Раціональне харчування забезпечує підтримання сталого складу внутрішнього середовища, високу працездатність і гармонійний розвиток людини. Навпаки, нераціональне харчування ослаблює організм людини, сприяє розвитку різних захворювань, веде до зниження працездатності та передчасного старіння.

Правила раціонального харчування

Раціональне харчування охоплює такі його аспекти:

- відповідність хімічного складу їжі фізіологічним потребам організму та його енергетичним витратам;
- забезпечення постійного складу і балансу внутрішнього середовища організму;
- повноцінність, різноманітність та оптимальна кількість харчових речовин;
- збалансованість, тобто забезпечення оптимального співвідношення між різними компонентами продуктів харчування;
- якість та безпечність харчових продуктів;
- дотримання правильного режиму харчування, рівномірний розподіл калорійності протягом дня;
- умови прийому їжі: не слід їсти похапцем, на ходу, перед сном, відволікатися на сторонні справи тощо, оскільки це знижує апетит і пригнічує секрецію травних соків.

Енергетичний баланс

Яким чином наш організм запасає та використовує енергію залежить від багатьох факторів — режиму харчування, швидкості обмінних процесів, фізіологічного стану організму, наявності захворювань, стресу тощо. Енергетичні потреби організму вищі

в періоди росту, вагітності, під час інфекційних захворювань (особливо коли підвищується температура тіла) та після травм. Шляхи перетворення енергії — її запасання чи використання — головним чином контролюють гормони.

У біологічних системах, як і взагалі в природі, діє універсальний закон збереження енергії — енергія ізольованої системи є постійною, вона лише може перетворюватися з одного виду в інший, але не може сама по собі утворюватися або кудись зникати. Тому ми можемо записати просте рівняння:

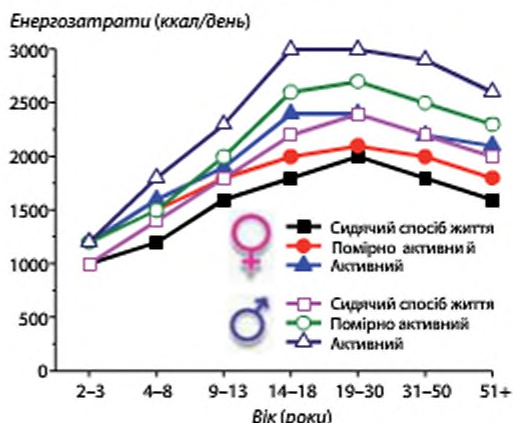
$$\text{Спожита енергія} = \text{Витрачена енергія} + \text{Збережена енергія}$$

Це рівняння є основою для розуміння енергетичного балансу організму. Зокрема, якщо витрачена енергія дорівнює спожитій енергії, то запас енергії в організмі — в основному це кількість жирової клітковини — залишається постійним, тому і маса тіла не змінюється. У такому випадку вся спожита енергія перетворюється на тепло й на виконану роботу. Навпаки, якщо маса тіла змінюється, то це може бути ознакою порушення балансу енергії.

На що організм витрачає енергію

Передусім, це **основний обмін** — тобто та енергія, що витрачається на підтримання життєдіяльності людини в стані повного спокою та за комфортної температури зовнішнього середовища. Для людини масою 70 кг її кількість становить 1,2 ккал (5 кДж) за хвилину, або 1728 ккал (7260 кДж) на добу. Ця енергія потрібна для підтримання температури тіла, тону м'язів, активності мозку, скорочень серця, вентиляції легенів, процесів травлення тощо. Її кількість залежить від статі, маси тіла й віку людини. Після прийому їжі основний обмін в середньому підвищується на 10 %.

За помірної фізичної активності на основний обмін загалом витрачається 60–80 % усієї енергії, а решта припадає на **механічну роботу**. Як рівень фізичної активності, так і кількісні показники енергії основного обміну в різних людей можуть істотно відрізнятися. Однак існують важливі закономірності для *середньої добової потреби в енергії*. Вона зростає в дитинстві по мірі зростання маси тіла, сягає максимуму в молодому віці, а потім починає поступово зменшуватися (мал. 1.10).



Мал. 1.10. Середньодобова потреба в енергії в залежності від статі, віку і фізичної активності

Що таке індекс маси тіла

Стала маса тіла є індикатором дотримання балансу енергії. Для того щоб оцінити відповідність між масою і зростом людини, розраховують індекс маси тіла (ІМТ):

$$ІМТ = M/h^2,$$

де M — маса тіла в кг, h — зріст у метрах.

У нормі цей показник становить 18,5–25. $ІМТ < 18,5$ свідчить про недостатню, а $ІМТ > 25$ — про надмірну масу. Якщо $ІМТ > 30$, людина вже починає страждати від ожиріння різного ступеня. Така відповідність справедлива лише для дорослих, але навіть

з таким обмеженням $ІМТ$ потрібно застосовувати дуже обережно. Адже тренувати атлети з розвинутою мускулатурою за цим індикатором потрапляють у категорію людей з ожирінням! Для більш об'єктивної оцінки потрібно визначити точний вміст жиру в тілі, а це вже вимагає спеціальних методів. Приблизну його оцінку дають вимірювання товщини підшкірно-жирових складок, як показано на мал. 1.11.



Мал. 1.11. Вимірювання товщини жирової прокладки на животі

Харчові потреби людини

Їжа — це дуже складна суміш різних речовин (мал. 1.5), основне призначення яких — це забезпечення постійних потреб організму в енергії та синтезі нових речовин. Усі потрібні нашому організму мінеральні речовини, значна кількість води та органічних речовин є **незамінними**, тобто вони не можуть утворюватись в організмі. За їх дефіциту, який може виникати як за рахунок недостатнього надходження, так і за рахунок проблем із засвоєнням, можуть виникати важкі розлади обміну речовин, а також порушуватися водно-сольовий баланс.

Білки людини складаються з 20 різних амінокислот. Дев'ять з них, за результатами останніх досліджень, є **незамінними**. Унаслідок дефіциту незамінних амінокислот організм починає отримувати («позичати») їх із власних м'язів, і тому першим симптомом цього є втрата м'язової маси. Інші симптоми — зниження імунітету, слабкість, швидка втомлюваність та зміни в структурі шкіри і волосся. Амінокислоти в організмі людини не запасються, і тому білки потрібно отримувати з їжею щодня. Для дорослих рекомендована кількість білків у їжі становить 0,8 г на 1 кг маси на добу.

Вуглеводи — менш важливий будівельний матеріал для клітин. Натомість їхнє основне призначення — це забезпечення енергетичних потреб організму. Дієтологи радять споживати вуглеводи у кількості, яка б задовольняла близько 55 % загальної потреби людини в енергії. При цьому серед вуглеводів цукрів має бути не більше 10 %.

Жири за умов раціонального харчування мають задовольняти близько 35 % загальних енергетичних потреб організму. Як і у випадку з амінокислотами, існують **незамінні жирні кислоти**, які не можуть бути синтезованими в організмі людини. Вони важливі для певних біологічних процесів, а не для отримання енергії. Такі жирні кислоти містяться в риб'ячому жирі, яйцях, соєвій олії, горіхах, соняшниковому й гарбузовому насінні.

Деякі **мінеральні речовини** потрібні людині у відносно великій кількості — більше 200 мг на день (1 мг = 0,001 г). Це Натрій (1,5–3 г), Калій (2,5–5 г), Кальцій (1,3 г), Магній (0,4 г), Хлор (2,3–3,5 г), Сульфур (1,3 г), Фосфор (1,2 г). Інші необхідні в мікроскопічних кількостях, і тому вони називаються **мікроелементами**. Це Ферум (для чоловіків: 12–18 мг, для жінок: 20–30 мг), Цинк (10–15 мг), Мідь (1–3 мг), Фтор (3–4 мг), Йод (0,2 мг), Селен (0,1 мг). Мікроелементи часто необхідні для підтримання активності ферментів чи гормонів. За збалансованого харчування малоімовірно, що у людини виникне істотна нестача мінеральних речовин. У той же час, їхня нестача може призвести до серйозних розладів. Наприклад, Кальцій необхідний для побудови кісткової тканини, і тому його нестача спричиняє **остеопороз** — кістки стають ламкими, страждають зуби. У разі нестачі Феруму виникає **малокрів'я** (анемія), тому що він входить до складу кисень-транспортуючого білка гемоглобіну. Йод містить особливі гормони, які синтезуються щитоподібною залозою. Захворювання людини, відоме як **зоб** (мал. 1.12), виникає в деяких місцевостях, де ґрунт і, відповідно, природна питна вода, містять мало Йоду. При цьому захворюванні щитоподібна залоза збільшується в розмірах, починає тиснути на трахею й судини, заважаючи диханню та кровообігу.

Добова потреба у різних вітамінах різна: від декількох мікрограм (вітамін В12), до десятків міліграм — вітамін С. За нестачі вітамінів також виникають серйозні розлади. Наприклад, нестача вітаміна D, який відповідає за засвоєння Кальцію й Фосфору, спричиняє у дітей **рахіт**, що призводить до де-



Мал. 1.12. Жінка, хвора на зоб

формації кісток. За нестачі в організмі вітаміну С виникає небезпечне захворювання — цинга, унаслідок чого страждають нервова система, шкіра, слизові оболонки, зуби, виникає анемія. Вітамін В12 потрібен для кровотворення й для підтримання функцій нервової системи. Проблеми з нігтями, їхня ламкість, сухість і розшарування також можуть свідчити про дефіцит вітамінів В12, С і В9 (фоліева кислота), а також Кальцію.

Що означає недостатнє чи надмірне харчування

Недостатнє харчування може бути результатом голодування, хронічних захворювань, які спричиняють зниження апетиту, та проблем із засвоєнням поживних речовин. Як наслідок, у людини виникає слабкість, зменшується маса м'язів, знижується імунітет, у дітей відбувається затримка росту й розвитку.

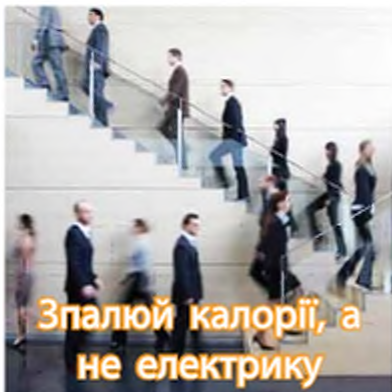
Надмірне харчування призводить до ожиріння. Воно має спадковий характер, але вживання великої кількості висококалорійної їжі за відсутності відповідної фізичної активності значно сприяє його поширенню. Енергетична цінність кожного продукту залежить від співвідношення різних макропоживних речовин. За цим параметром вони поділяються на продукти з низькою, середньою та високою енергетичною цінністю (таблиця 1).

Таблиця 1. Класифікація продуктів за їхньою енергетичною цінністю

Низька	Середня	Висока
Фрукти й овочі, ягоди, знежирені молочні продукти, яйця, нежирні м'ясо й риба, відварний рис, овочеві супи	Хлібобулочні й макаронні вироби, крупи, м'ясо й риба середньої жирності, сметана, вершки, сир	Тваринні жири, вершкове масло, олії, сало, сир, жирна свинина, солодощі, чіпси, мед, майонез

Важливо також розуміти, що під час харчування ми вживаємо не окремі речовини, а виготовлені з них страви. Вівсяні пластівці мають енергетичну цінність 370 ккал на 100 г, але вівсяна каша

за рахунок поглинання пластівцями води вже містить лише 148 ккал на 100 г. Таким чином, з продукту, який мав середню енергетичну цінність, ми отримуємо низькокалорійну страву! Якщо ж ми захочемо додати до каші цукор ($15 \text{ г} \cdot 4 \text{ ккал/г} = 60 \text{ ккал}$) та жири у вигляді вершкового масла ($10 \text{ г} \cdot 9 \text{ ккал/г} = 90 \text{ ккал}$), то знову отримаємо страву з середньою енергетичною цінністю, що містить 298 ккал на 100 г.



Ожиріння збільшує ризики виникнення серцево-судинних і ракових захворювань, цукрового діабету, ураження кісток, і, в цілому знижує якість життя. Споживання зайвих 6000–7000 ккал призводить до збільшення маси тіла на 1 кг, а найкращий спосіб їх позбутися — збільшити рівень своєї фізичної активності. Для зменшення надмірної маси тіла застосовуються також низькокалорійні дієти, але тільки після консультації з лікарем-дієтологом.



Висновки

1. Їжа є джерелом енергії та різноманітних речовин, які постійно потрібні для відновлення і функції клітин.
2. Відповідно до закону збереження енергії вся спожита з продуктами харчування енергія забезпечує витрати організму та її зберігання, в основному у формі жирів і глікогену.
3. Енергія витрачається організмом на основний обмін і фізичну активність.
4. Крім енергетичних потреб, харчування має задовольняти потреби організму у незамінних амінокислотах і жирних кислотах, мінеральних речовинах і вітамінах.
5. Раціональне харчування передбачає повну відповідність харчового раціону всім фізіологічним потребам організму, його повноцінність, різноманітність, збалансованість, а також дотримання правильного режиму харчування.



Терміни і поняття

Раціональне харчування, енергетичний баланс, основний обмін, індекс маси тіла, незамінні амінокислоти, незамінні жирні кислоти, остеопороз, малокрів'я (анемія), рахіт, цинга, ожиріння.



Контрольні запитання

1. Яких правил раціонального харчування необхідно дотримуватися?
2. Чому їжу, що містить білки, потрібно споживати щодня?
3. Назвіть два класи мікроживних речовин та наведіть приклади речовин кожного класу.
4. Які проблеми зі здоров'ям можуть виникати за нестачі мінеральних речовин? Наведіть деякі приклади таких порушень.
5. Які захворювання виникають за нестачі вітамінів С, D, В¹²? Які ознаки цих захворювань?



Завдання

1. Виберіть, які з речовин не можуть синтезуватися в організмі людини: незамінні амінокислоти, замінні амінокислоти, незамінні жирні кислоти, глікоген, жири, вітамін С, вітамін D, вітамін В¹². Які з цих речовин не є джерелом енергії?
2. Дізнайтесь в Інтернеті про харчування людини за надзвичайних умов (наприклад, космонавтів, альпіністів, дослідників Арктики, під час тривалих подорожей пустелями тощо) та проведіть дискусію на цю тему із однокласниками.

3. Проаналізуйте свій щоденник харчування:

а) Підрахуйте щоденну та середню щоденну кількість спожитих за час спостережень: білків; вуглеводів; жирів; енергії.

б) Розрахуйте середню кількість прийомів їжі щодня та інтервал між ними.

в) Отримані результати занесіть в таблицю.

г) Порівняйте отримані результати з даними, наведеними на мал. 1.10 для середньодобової потреби в енергії (з урахуванням статі, віку і рівня фізичної активності), а також з іншими нормами раціонального харчування, про які ви дізналися при вивченні цієї теми.

д) Зробіть висновки щодо дотримання правил раціонального харчування. Якщо виявлені якісь відхилення від них, запропонуйте потрібні корективи свого раціону та режиму харчування.



Для допитливих

Харчова поведінка людини

Як саме нам забезпечити оптимальний енергетичний баланс? По-перше, він залежить від харчової поведінки людини. У гіпоталамусі мозку (одна зі структур головного мозку) людини є три важливі центри — насичення, голоду і спраги (мал. 1.13). Активація центру насичення пригнічує активність центру голоду, і навпаки, зниження активності центру насичення активізує центр голоду. Так само активація центру спраги змушує нас пити воду. Активність останнього дуже чітко регулюється концентрацією мінеральних речовин у плазмі крові, а як саме регулюється відчуття голоду — це питання залишається дискусійним. Зараз відомо, що розтягнення стінок шлунка, коли в нього потрапляє їжа, і підвищення рівня глюкози в крові активують центр насичення. Крім того, велику увагу науковці зараз приділяють гормону лептину, що виробляється жировою тканиною. Цей гормон може регулювати кількість жирової тканини — що більше жирової тканини, то більше лептину вона продукує, а це зменшує апетит шляхом активації центру насичення. Протилежну лептину дію має інший гормон шлунково-кишкового тракту — грелін, який стимулює відчуття голоду й синтез якого зростає, коли шлунок пустий. Таким чином, лептин і грелін — це пара так званих протидійних гормонів для регуляції апетиту.



Мал. 1.13. Схема дії центрів насичення, голоду та спраги:
«+» — означає посилення, «-» — пригнічення.



Підіб'ємо підсумки

1. Ми зрозуміли, що раціональне харчування є основою здорового способу життя, адже всі процеси життєдіяльності і функції організму постійно потребують енергії та різноманітних речовин для їх забезпечення.
2. Ми запам'ятали, що харчові продукти складаються з макропоживних речовин — білків, вуглеводів і жирів, а також мікропоживних речовин — мінералів і вітамінів. Всі ці компоненти потрібні для забезпечення синтетичних і енергетичних потреб організму.
3. Ми довідалися, що для повноцінного, збалансованого харчування потрібно вживати різноманітні продукти.
4. Ми дізналися, як підтримується енергетичний баланс організму.
5. Ми усвідомили, що зайва маса тіла — це узагальнений показник порушення енергетичного обміну в бік надлишку енергії. Ми знаємо, що найкращий і найбільш ефективний спосіб позбутися зайвих калорій - збільшення фізичного навантаження.
6. В той же час ми прийняли до уваги, що жирова тканина виконує ряд важливих функцій. Як надмірне, так і недостатнє харчування шкідливі для здоров'я.



Знаю — вмію

- Я знаю харчові та енергетичні потреби людини.
- Я знаю склад харчових продуктів та вмію розрізнити продукти з високим вмістом білків, вуглеводів та жирів.
- Я знаю функціональне значення для організму білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин і води.
- Я знаю режим раціонального харчування.
- Я знаю продукти з низькою, середньою та високою енергетичною калорійністю.
- Я знаю, які класи речовин забезпечують мої енергетичні потреби, і як само це відбувається в моєму організмі.
- Я знаю, як енергетичні потреби людини залежать від її ваги, статі, віку і рівня фізичної активності.
- Я знаю, що вітаміни вкрай потрібні для обміну речовин і що вони поділяються на водорозчинні і жиророзчинні.
- Я знаю, що означає індекс маси тіла і вмію його розрахувати.
- Я знаю, чому потрібно спостерігати за вагою тіла.



ТРАВЛЕННЯ

Вивчаючи цю тему, ви дізнаєтесь:

- ◆ як відбувається процес травлення в організмі людини;
- ◆ які функції печінки та підшлункової залози у травленні;
- ◆ навіщо кишечник людини заселений трильйонами бактерій;
- ◆ які захворювання органів травлення найпоширеніші та як їм запобігти



§ 1. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ



Ви дізнаєтесь, що таке процес травлення; для чого він взагалі потрібен; завдяки яким структурним і функціональним особливостям травної системи він відбувається.

- ◆ Якщо я стану догори ногами, чи потрапить у мій шлунок піца і чи буде вона перетравлюватись?

На відміну від рослин, які самостійно виробляють органічні речовини із неорганічних — вуглекислого газу, води та аміаку, організм людини повинен отримувати органічні речовини разом з їжею для росту та функціонування його клітин.

Ви вже знаєте, що їжа, яку ви споживаєте, окрім води, мінеральних солей та вітамінів, містить білки, жири й вуглеводи — це складні органічні сполуки амінокислот, простих цукрів, жирних кислот, гліцерину. Наприклад, для життєдіяльності клітин вашого організму не важливо, у якому вигляді він отримав білок — з котлети чи біфштекса. Головне, що це було джерело необхідних поживних речовин — амінокислот, із яких клітини синтезують власні білки. Проте тут є невелика проблема. Мембрана клітин взагалі не здатна пропускати великі складні молекули (полімери). Лише молекули простих сполук мають достатньо малий розмір, щоб потрапити до клітин і забезпечити їхню життєдіяльність.

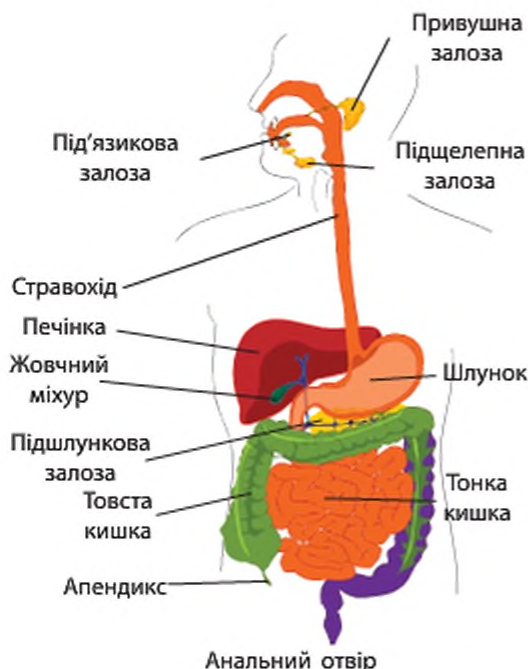
Отже, людині, як будь-якому багатоклітинному живому організмові, необхідна система органів, що забезпечуватиме послідовне перетворення більш складних органічних сполук на прості. Ця система має назву травна система, яка саме й забезпечує процес травлення.

Травлення — процес розщеплення складних органічних сполук (білків, жирів, вуглеводів) на більш прості, які можуть всмоктуватися в кров і лімфу й надходити у клітини організму.

Будова травної системи

Головною частиною травної системи людини є травний канал, який починається ротовою порожниною і закінчується анальним отвором. Довжина травного каналу дорослої людини становить 9 м. Їжа, що потрапляє до ротової порожнини по чергово переходить у глотку, стравохід, шлунок, тонку та товсту кишки, а неперетравлені рештки виводяться через анальний отвір (*мал. 2.1*).

До складу травної системи входять допоміжні органи — три пари слинних залоз, підшлункова залоза, печінка з жовчним міхуром. Ці органи отримали такі назви, тому що виробляють та зберігають речовини, які допомагають травленню, але їжа крізь них не проходить (*мал. 2.1*).



Мал. 2.1. Травна система людини

мічне перетравлення — подрібнена їжа піддається подальшому розщепленню до більш простих компонентів під дією ферментів травних соків. Активність травних ферментів залежить від температури та рівня кислотності середовища (кисле, лужне чи нейтральне).

Розпочинається в ротовій порожнині, продовжується в шлунку й закінчується в тонкій кишці.

2) **Всмоктування** поживних речовин — це процес переходу (переважно в тонкій кишці) простих сполук у кров, яка доставляє їх до всіх клітин організму.

3) **Виведення** неперетравлених решток із організму відбувається через анальний отвір.



Мал. 2.2. Перетравлення їжі в організмі людини

Функції травної системи

Травна система виконує три основні функції: перетравлення їжі, всмоктування поживних речовин, виведення неперетравлених решток.

1) **Перетравлення** — розщеплення їжі до простих сполук, що здатні проникати в клітини крізь їх мембрану. Цей процес відбувається в просвіті травного каналу та проходить у два етапи (мал. 2.2): **перший етап** — **механічне перетравлення** — подрібнення їжі (пережовування), перемішування її з травними соками. Відбувається в ротовій порожнині й шлунку. До **травних соків** організму людини належать: слина, шлунковий сік, кишковий сік, сік підшлункової залози та жовч; **другий етап** — **хі-**

Стінка травного каналу складається з декількох шарів спеціалізованих тканин (мал. 2.3), які формують:

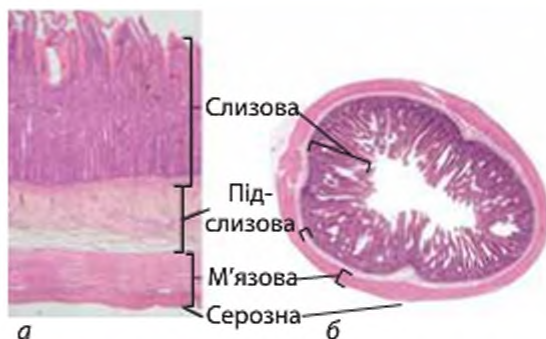
— **внутрішню слизову оболонку** (епітеліальна тканина) — виробляє травний сік, який зволожує їжу та містить речовини, що допомагають її перетравленню — травні ферменти. Келихоподібні клітини секреторного епітелію виробляють слиз, який

вкриває внутрішню поверхню травного каналу й захищає його від самоперетравлення травними ферментами. Клітини епітеліальної тканини — це також перший бар'єр на шляху проникнення поживних речовин у кров чи лімфу, і саме від їхньої здатності пропускати ті чи інші речовини через свою мембрану залежить процес всмоктування поживних речовин.

Поміркуйте, що може статися, якщо клітини слизової оболонки травного каналу перестануть виробляти слиз?

— *підслизову оболонку* (власне сполучна тканина) — містить кровоносні й лімфатичні судини, лімфатичні вузли, клітини імунного захисту та нерви. Судини дуже близько підходять до клітин слизової оболонки, що забезпечує функцію всмоктування. Лімфатичні вузли та імунні клітини беруть участь в імунному захисті.

— *м'язову оболонку* (непосмугована м'язова тканина) — бере участь у перемішуванні їжі з травними соками, а також здійснює просування їжі вздовж травного каналу. Процес хвилеподібного скорочення й розслаблення м'язів, що забезпечує рух їжі в напрямку від рота до анального отвору, називають *перистальтикою* (мал. 2.4). М'язова тканина виконує ще одну важливу функцію, а саме відокремлення один від одного різних відділів травного каналу. Уявіть собі конвеєр з виробництва шоколадного морозива: на першому етапі змішують інгредієнти, на наступному — його заморожують у вигляді цеглинок чи конуса, потім його поливають шоколадом і на останньому етапі — готове морозиво пакують в яскраву обгортку. Що станеться, коли конвеєр раптом зламається і незаморожені інгредієнти перейдуть до наступного відділу? Так і різні відділи травного каналу по чергово перетравлюють їжу, і потрібно щоб вона залишалася в певному відділі протягом часу, необхідного для її обробки. Цю функцію виконують *сфінктери* — м'язові кільця, які під час скорочення закривають вхід



Мал. 2.3. Стінка травного каналу: а) гістологічний зріз стінки кишечника; б) схематична будова



Мал. 2.4. Перистальтика

чи вихід, а під час розслаблення відкривають і дають змогу їжі переходити в наступний відділ чи навпаки запобігають її поверненню до попереднього відділу травного каналу.

Завдяки злагодженій роботі сфінктерів і перистальтиці їжа поступово просувається вздовж травного каналу, незалежно від положення вашого тіла. Тобто, якщо ви навіть станете догори ногами, їжа все одно буде рухатися від ротової порожнини до анального отвору.

Зовнішня оболонка травного каналу (ще має назву серозна оболонка) складається з шару пухкої сполучної тканини і виконує захисну роль.



Висновки

1. Травлення — процес розщеплення складних органічних сполук (білків, жирів, вуглеводів) на простіші, які можуть всмоктуватися у кров і лімфу й надходити в клітини організму.
2. Травна система складається із травного каналу та допоміжних органів (слинних залоз, підшлункової залози та печінки) і виконує функції перетравлення, всмоктування поживних речовин і виведення неперетравлених решток.
3. Механічне перетравлення в основному відбувається в ротовій порожнині й шлунку, а хімічне — вздовж травного каналу під дією ферментів травних соків.



Терміни і поняття

Травлення, травні залози, перистальтика, травні соки, травні ферменти.



Контрольні запитання

1. Для чого людині необхідна травна система?
2. Дайте визначення процесу травлення.
3. Перерахуйте органи, що входять до складу травної системи.
4. Що таке допоміжні органи травної системи? Назвіть їх.
5. Охарактеризуйте особливості механічного й хімічного перетравлення їжі.
6. З яких шарів складається стінка травного каналу?
7. Що таке ферменти і яка їхня функція в процесі травлення?
8. Яким чином перистальтика і сфінктери забезпечують рух їжі від ротової порожнини до анального отвору?



Завдання

1. Як ви думаєте, навіщо травній системі мати власну систему імунного захисту, від кого чи від чого вона захищає організм? Чи замислювалися ви над тим, що разом з їжею до вашого травного тракту постійно потрапляє безліч хвороботворних бактерій, вірусів, тощо?
2. Поміркуйте, які розлади в системі травлення може відчувати людина за порушення скоординованої роботи м'язів травного каналу?

§ 2. ТРАВЛЕННЯ В РОТОВІЙ ПОРОЖНИНІ



Ви дізнаєтесь про будову ротової порожнини; роль язика і зубів у травленні; чому відбувається виділення слини в ротовій порожнині та яка її роль

- ◆ Чому під час тривалого пережовування хліба ми відчуваємо солодкий смак?

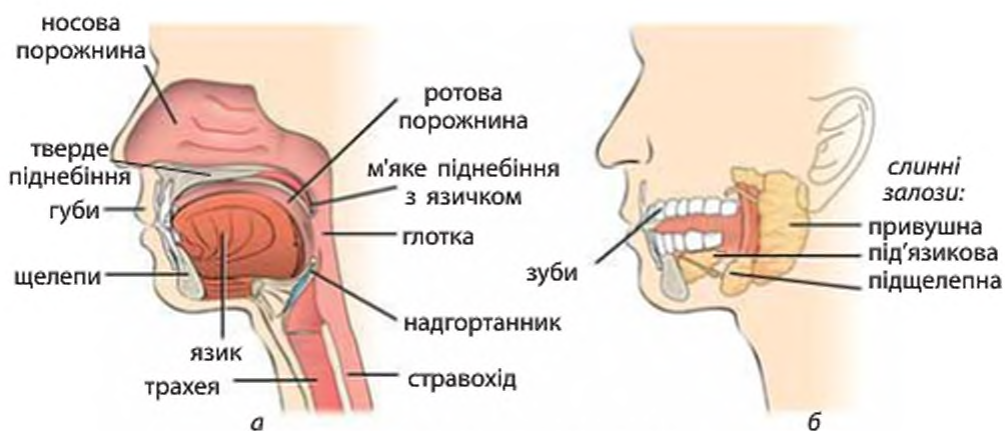
Будова ротової порожнини

Ротова порожнина — це один з небагатьох органів організму людини, будову якого можна вивчити, використовуючи дзеркало (мал. 2.5).

Подивіться в рот у порожнину. Що ж ви бачите? Вона починається губами, з боків обмежується щоками, які утримують їжу в ротовій порожнині під час жування. Якщо ви розкриєте рот, то далі ви побачите, що верхня частина ротової порожнини відділена від носоглотки твердим піднебінням, яке переходить у м'яке піднебіння з маленьким язичком. М'яке піднебіння під час ковтання їжі, закриває вхід до носоглотки, що запобігає надходженню їжі та витіканню рідини через носоглотку. У ротовій порожнині також містяться зуби, язик та відкриваються протоки слинних залоз.

Язик

Язик складається із посмугованої м'язової тканини і бере участь в механічному перетравленні їжі. Зовні він вкритий слизовою оболонкою, що містить:



Мал. 2.5. а) — будова ротової порожнини;
б) — розташування слинних залоз у ротовій порожнині

— смакові рецептори, які розпізнають солодке, солоне, кисле, гірке;

- дотикові рецептори, які реагують на дотик і зміни тиску;
- рецептори, чутливі до температури.

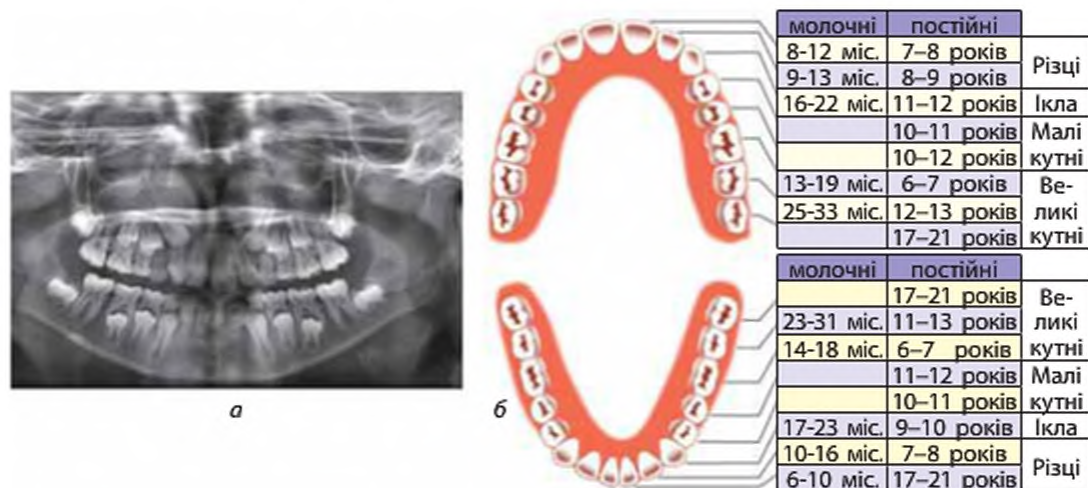
Завдяки такій будові язик виконує наступні травні функції:

- 1) детектора якості та смаку їжі — від рецепторів язика надходить у мозок інформація про те, що в ротовій порожнині щось міститься, а мозок у відповідь надсилає сигнал — це їстівне або ні;
- 2) міксера, що перемішує їжу, формує харчову грудку й допомагає її проковтнути.

Будова зубів та їхні функції

Зуби — це неодмінна частина процесу механічного перетравлення їжі в ротовій порожнині. У процесі жування тверда їжа подрібнюється до частинок діаметром декілька міліметрів, що покращує дію травних ферментів. У людини зуби виростають у два етапи, спочатку молочні (20 зубів), а потім постійні. У віці 6–7 років починається зміна молочних зубів на постійні, у віці 12–13 років людина вже має 28 зубів. У 17–25 років починають прорізатися останні 4 зуба — це треті великі кутні зуби, що мають назву «зуби мудрості». У дорослої людини 32 постійних зуби, по 16 зубів на верхній і нижній щелепах (мал. 2.6).

Як ви вже, мабуть, зауважили, зуби мають різну форму. На кожній щелепі розташовано: 4 різці, 2 ікла, 4 малих кутніх і 6 великих кутніх зубів. Різцями та іклами ви відкушуєте шматочок їжі, кутні зуби його подрібнюють.



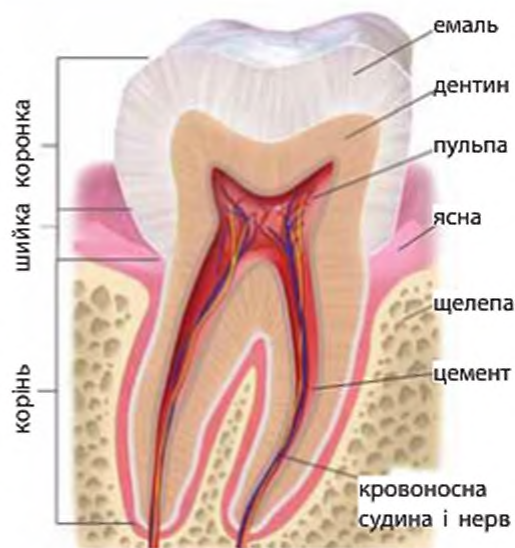
Мал. 2.6. Розвиток і розташування постійних зубів на нижній та верхній щелепах.

а) панорамний знімок щелеп з молочними та постійними зубами;

б) схематичне зображення зубів

Зуб — це орган, який складається із трьох частин: **кореня**, що вбудований у лунку щелепи, перехідної частини — **шийки** та зовнішньої частини, що відіграє головну роль під час пережовування їжі, — **коронки**. Зуб утворений твердою тканиною — **дентином**. Дентин у зоні коронки вкритий **емаллю**, а в зоні кореня і шийки — **цементом**. Під дентином є порожнина зуба, що заповнена пухкою сполучною тканиною — **пульпою**, де проходять судини й нерви, що живлять зуб та забезпечують його ріст (мал. 2.7).

Зубна емаль — це найтвердіший матеріал в організмі людини, який на 90 % складається із суміші мінеральних солей, серед яких головну роль відіграють солі кальцію. Ось чому для збереження зубів ваш раціон обов'язково має включати продукти, збагачені кальцієм, наприклад, сир чи йогурт.



Мал. 2.7. Будова зуба

Слина та слинні залози

Ротова порожнина постійно зволожена слиною, яку виділяють **дрібні слинні залози**. Також у роту порожнину відкриваються протоки **трьох пар головних слинних залоз** (див. мал. 2.5). Ці залози отримали свою назву за місцем їхнього розташування: привушна, під'язикова та підщелепна. За добу в людини виділяється близько 1 л слини. Слина — це безбарвна, слаболужна рідина, що містить:

- воду (на 99 %), яка зволожує їжу та полегшує її пережовування;
- слиз, який запобігає пошкодженню слизової оболонки ротової порожнини, а також обволікає харчову грудку й полегшує її проходження далі травним каналом;
- антимікробні речовини, які захищають організм від хвороботворних мікробів;
- травні ферменти.

Одним із важливих компонентів слини є фермент — **амілаза**, який відповідає за процес хімічного перетравлення їжі в ротовій порожнині. Амілаза слини розщеплює складні вуглеводи, крохмаль до простішої сполуки **мальтози** (солодовий цукор).

Їжа, потрапивши до ротової порожнини, стимулює смакові, дотикові, температурні рецептори, що викликають рефлекторне збільшення виділення слини.

Людина також виробляє умовні рефлексії слиновиділення, коли збільшується виділення слини під час згадування про їжу, відчуття її запаху, а не тільки за безпосереднього її контакту з рецепторами ротової порожнини. Простий експеримент — пригадайте, коли ви їсте лимон, то одразу відчуваєте, що ротова порожнина починає заповнюватися слиною. Це приклад виробленого умовного мимовільного рефлексу.

Ковтання

У процесі ковтання беруть участь ротова порожнина, глотка й стравохід. У результаті жування та дії слини шматочок їжі перетворюється на харчову грудку, яка язиком проштовхується до наступного відділу травного каналу — глотки. Глотка — це місце перетину дихальної і травної систем. Щоб запобігти потраплянню їжі в дихальні шляхи під час її надходження до глотки, вхід до носоглотки перекривається м'яким піднебінням, а вхід до трахеї — надгортаником. усе це відкриває прямий шлях для проходження харчової грудки до чергового відділу травного каналу — стравоходу. Таким чином, під час ковтання відбувається тимчасова рефлекторна зупинка дихання.

Регулює процес ковтання нервова система. Така регуляція має довільну та мимовільну фази. Простовхування язиком харчової грудки до глотки — довільна фаза, тобто ви свідомо можете керувати цим процесом. Мимовільна фаза запускається за подразнення рецепторів глотки харчовою грудкою і не може контролюватися свідомістю.

Стравохід має форму трубки довжиною приблизно 25–30 см, яка проходить уздовж усієї грудної порожнини, а на вході в черевну порожнину з'єднується зі шлунком. Стравохід виконує функцію транспортування харчової грудки до шлунка. Він відділений від глотки сфінктером, розслаблення якого дає змогу їжі потрапити із глотки до стравоходу. Надходження їжі до стравоходу запускає перистальтику, це забезпечує пересування харчової грудки в напрямку до шлунка. Короткочасне розслаблення сфінктера на межі стравоходу і шлунка, відкриває вхід до шлунка. За порушення роботи цього сфінктера кислий вміст шлунка може потрапляти у стравохід і викликати його подразнення, що спричиняє печію.



Висновки

1. Ротова порожнина — перший відділ травного каналу, де розпочинаються процеси механічного перетравлення їжі за допомогою зубів та язика.
2. У ротову порожнину відкриваються протоки трьох парних головних слинних залоз, які виробляють травний фермент амілазу, що розщеплює складні вуглеводи — хімічне перетравлення їжі.
3. Із ротової порожнини харчова грудка по стравоходу направляється до шлунка. У процесі ковтання беруть участь ротова порожнина, глотка і стравохід.

**Терміни і поняття**

Ротова порожнина, зуби, язик, глотка, стравохід, слинні залози, амілаза.

**Контрольні запитання**

1. Опишіть будову ротової порожнини.
2. Які процеси травлення відбуваються в ротовій порожнині?
3. Яка роль язика у травленні?
4. З яких частин складається зуб?
5. Назвіть основні функції слини.
6. За умови втрати ферменту слини амілази, перетравлення яких органічних сполук буде порушуватись?

**Завдання**

1. Поясніть, чому якщо ви розмовляєте під час ковтання їжі, вона може потрапити в трахею, а напої навіть частково витекти через ніс?
2. Якщо ви будете тривалий час пережовувати шматок білого хліба, то відчуєте солодкий смак, як ви думаєте чому? Який інгредієнт, що створює подібний ефект, входить до складу білого хліба?

**Для допитливих****Для чого потрібно чистити зуби?**

Ротову порожнину заселяють мільйони бактерій, які разом із залишками їжі формують зубний наліт. Бактерії живляться вуглеводами, особливо сахарозою (звичайний цукор), у результаті утворюються кислоти, які підвищують кислотність ротової порожнини. Емаль зуба дуже чутлива до дії кислот, і поступово руйнується за її постійного впливу, в результаті утворюється порожнина в зубі — карієс (ураження твердої тканини зуба) (мал. 2.8). Зуб не здатен до самовідновлення емалі та дентину, якщо не зупинити каріозний процес, він уразить корінь і зуб необхідно буде видалити. Доведено, що щоденне чищення зубів уранці й увечері, полоскання роту та використання після їжі жувальної гумки без цукру, а також зменшення споживання цукру, солодких тістечок, цукерок тощо значно знижує ризик розвитку карієсу та інших захворювань ротової порожнини (пародонтоз тощо).



Мал. 2.8. Карієс та його профілактика

§ 3. ТРАВЛЕННЯ В ШЛУНКУ ТА КИШЕЧНИКУ. РОЛЬ ПЕЧІНКИ ТА ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ В ТРАВЛЕННІ



Ви дізнаєтесь, що відбувається з харчовою грудкою після її проковтування, де і як всмоктуються поживні речовини, яку роль відіграють печінка та підшлункова залоза у травленні.

Будова шлунка та процеси травлення у ньому

Шлунок розташований прямо під діафрагмою і за своєю будовою нагадує еластичний мішок. Слизова оболонка стінки шлунка утворює численні складки, які розправляються і дають можливість йому розтягуватись до максимального об'єму в 2 л. Завдяки цьому шлунок виконує функцію **резервуара**. Тому людина може лише періодично з'їдати достатньо великі порції їжі, щоб надовго забезпечити потреби організму, а решту часу займатися іншою діяльністю.

У шлунку продовжується механічне і хімічне перетравлення їжі (мал. 2.9).

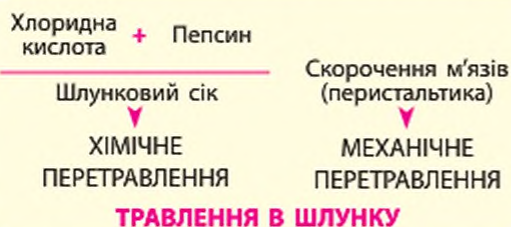
Шлунковий сік — це прозора рідина, яку виробляють численні залози слизової оболонки і яка забезпечує **хімічне перетравлення їжі в шлунку**. За добу людина виробляє до 2 л шлункового соку. Його основними компонентами є хлоридна кислота і травний фермент **пепсин**, який бере участь в розщепленні білків. У шлунку відбуваються лише початкові етапи розщеплення білків, їхнє кінцеве руйнування до окремих амінокислот закінчується в тонкій кишці.

Шлунковий сік настільки кислий (за рахунок значної кількості хлоридної кислоти), що міг би розчинити навіть залізний

цвях, не кажучи вже й про стінки шлунка. Проте цього не відбувається, адже слизова оболонка шлунка виробляє густий, в'язкий слиз, який захищає його стінки від самоперетравлення та агресивної дії хлоридної кислоти.

Роль хлоридної кислоти:

- знешкоджує бактерії та інші мікроорганізми, що надходять разом з їжею;
- хімічно руйнує компоненти їжі;
- допомагає роботі головного ферменту шлункового соку — пепсину.



Мал. 2.9. Травлення в шлунку

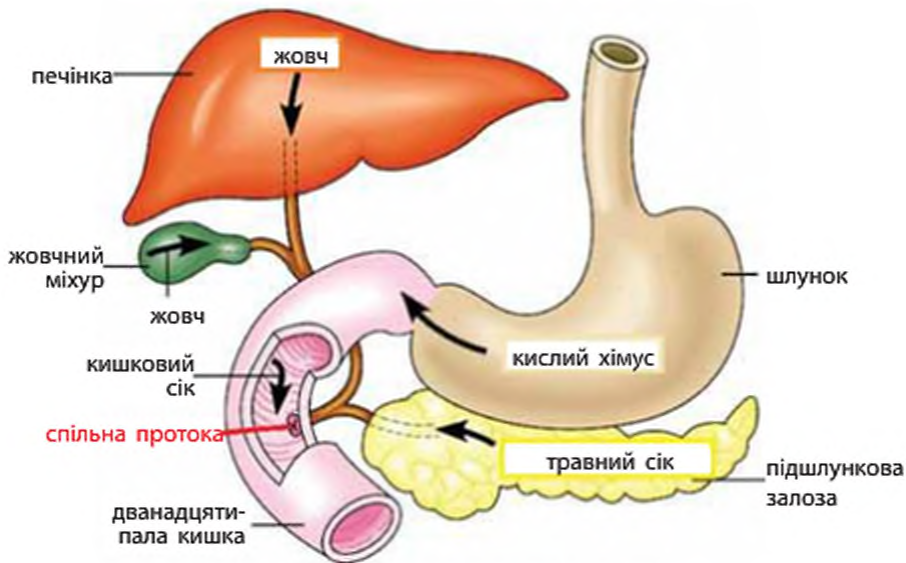
У шлунку відбувається всмоктування деяких мінеральних речовин, наприклад, натрію, жиророзчинних речовин та алкоголю.

Перетравлення їжі в шлунку триває 2–6 годин. У результаті перемішування та дії шлункового соку їжа перетворюється на однорідну, кремоподібну масу — **хімус**. На межі шлунку й тонкої кишки також є сфінктер. Почергове розслаблення і скорочення м'язів сфінктера дає змогу невеличким порціям хімусу поступово надходити до тонкої кишки. У тонкій кишці закінчується процес перетравлення їжі, тому саме поступове надходження хімусу є важливим для його повноцінного виконання.

Процеси травлення в тонкій кишці

Тонка кишка — це найдовший відділ травного каналу довжиною близько 6 м, який складається з трьох частин: дванадцятипалої, порожнистої і клубової кишок. Тонка кишка отримала свою назву через значно менший діаметр (3–5 см), порівняно з наступним відділом травного каналу — товстою кишкою (7 см). У тонкій кишці закінчуються процеси перетравлення білків, жирів і вуглеводів та відбувається їхнє всмоктування.

Перші 25 см тонкої кишки — **дванадцятипала кишка**, саме в ній відбуваються кінцеві процеси хімічного перетравлення вуглеводів до моносахаридів (наприклад, глюкози), білків до амінокислот, жирів до жирних кислот і гліцерину. У дванадцятипалу кишку відкривається спільна протока підшлункової залози, печінки та жовчного міхура (мал. 2.10).



Мал. 2.10. Травлення в тонкій кишці

Роль підшлункової залози в травленні

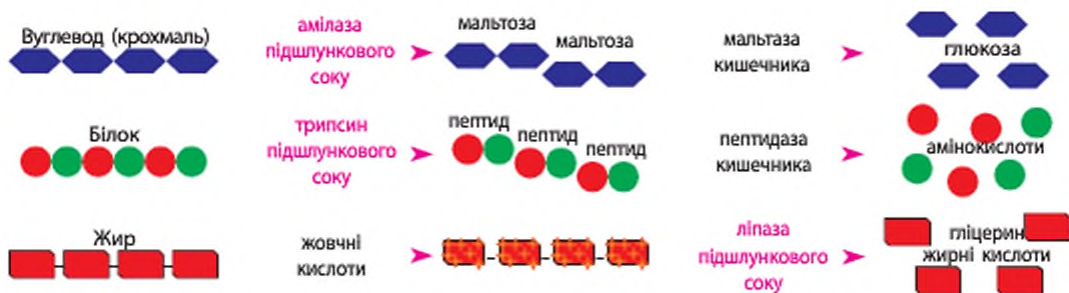
Кишечник, на відміну від шлунка, має лужне середовище, підтримка якого необхідна для повноцінної роботи його ферментів. Тому перше, що відбувається після надходження кислого хімусу зі шлунка, — це нейтралізація кислоти. Кислий хімус стимулює виділення підшлунковою залозою травного соку, багатого на бікарбонат натрію (за хімічним складом — це звичайна харчова сода), який нейтралізує кислоту й створює лужне середовище. Також сік підшлункової залози багатий на ферменти, зокрема: амілаза підшлункової залози бере участь у перетравленні вуглеводів (крохмалю), трипсин — білків, а ліпаза — жирів (мал. 2.11).

Роль печінки в травленні

У дванадцятипалій кишці вперше починається перетравлення жирів. Важливу роль у цьому процесі відіграє секрет печінки — жовч. Печінка — це найбільша залоза нашого організму. За добу вона виробляє до 0,5–1 л жовчі, яка накопичується і концентрується в жовчному міхурі й за необхідності виділяється з нього. Ця біологічно активна рідина містить жовчні кислоти, які самі не перетравлюють жири, а діють як розчинники, подрібнюючи їх на маленькі краплинки. Це полегшує дію на них ферментів — ліпаз, які розщеплюють жири до гліцерину і жирних кислот (мал. 2.11). Крім того, жовч стимулює рухову активність кишечника (моторику) та має бактерицидну дію. Печінка виконує інші важливі функції, про які ми поговоримо далі.

Порожнинне і пристінкове травлення

Епітеліальні клітини кишечника також виробляють травні ферменти, частина з яких діє в просвіті (порожнині) кишки разом з ферментами підшлункової залози — це **порожнинне травлення**. Інші ферменти залишаються прикріпленими до поверхні епітеліальних клітин і здійснюють кінцеві етапи хімічного розщеплення



Мал. 2.11. Схема хімічного перетравлення в тонкій кишці

до простих речовин (наприклад мальтаза до глюкози; пептидаза до амінокислот) (мал. 2.11), які через свій малий розмір здатні проходити через мембрану клітини й тому готові до всмоктування — це пристінкове травлення.

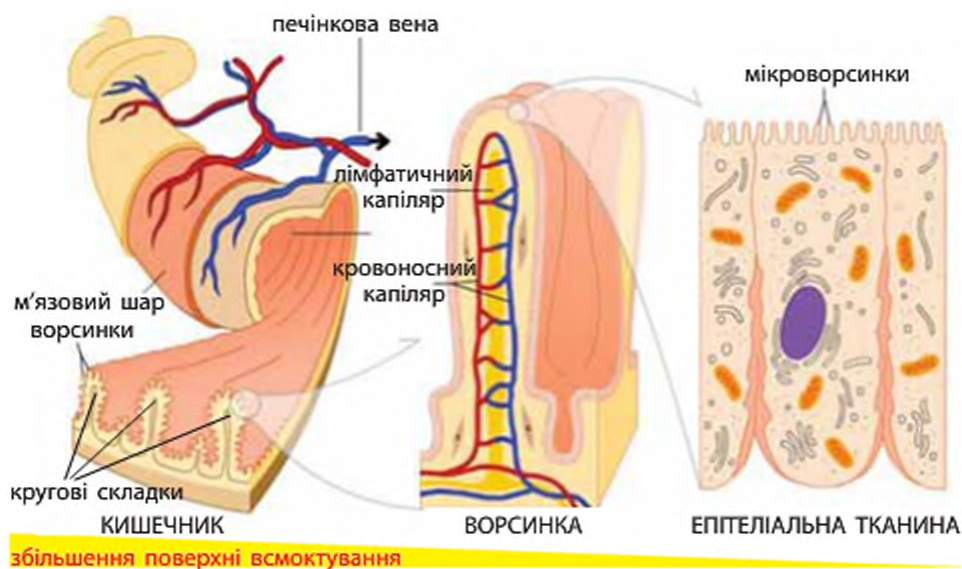
Завдяки перистальтичним скороченням м'язів кишечника вміст дванадцятипалої кишки поступово переходить до наступних відділів тонкої кишки — порожнистої і клубової, де відбуваються основні процеси всмоктування води та поживних речовин.

За рахунок чого збільшена поверхня всмоктування?

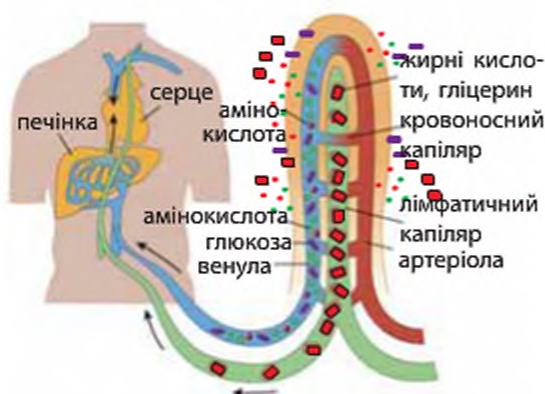
Слизова оболонка тонкої кишки має унікальну будову, яка збільшує поверхню для всмоктування поживних речовин до розміру 300 м² (приблизно як тенісний корт). По-перше, слизова оболонка має кругові складки, по-друге, вся поверхня вкрита пальцеподібними виростами — ворсинками, по-третє, кожна окрема епітеліальна клітина ворсинки має тисячі виростів — мікрворсинки, які під електронним мікроскопом нагадують ворсинки щітки й тому отримали назву «щіткова облямівка» («кайма», «окантовка») (мал. 2.12).

Як відбувається процес всмоктування?

Усередині кожної ворсинки проходить кровonosний капіляр і лімфатичний капіляр, які дуже близько підходять до шару епітеліальних клітин. Більшість поживних речовин (глюкоза, амінокислоти) переходить безпосередньо у кровonosний капіляр. На відміну від інших поживних речовин, продукти розщеплення



Мал. 2.12. Будова слизової оболонки тонкої кишки



Мал. 2.13. Всмоктування поживних речовин в кишечнику.

жирів — жирні кислоти і гліцерин, спочатку надходять до лімфатичного капіляра, який впадає в крупнішу лімфатичну судину і згодом у кровотік (мал. 2.13).

Робота печінки

Кров, що насичена поживними речовинами, не відразу прямує від кишечника до серця, на своєму шляху вона проходить крізь «біохімічну лабораторію» нашого організму — печінку. Кров, що відтікає від печінки, за своїм складом відрізняється від тієї, що надійшла до неї. По-перше, у

печінці відбувається знешкодження багатьох токсичних речовин і отрут, (наприклад, ліків, алкоголю) попереджаючи їх надходження до інших систем організму. По-друге, у печінці утворюються білки плазми крові; зберігається залізо, вітаміни А, В₁₂, D, К.

Печінка — один із ключових органів для підтримки гомеостазу організму. Від печінки відтікає кров, що містить концентрацію глюкози 90 мг/100 мл, не залежно від того, яку кількість тістечок і солодких цукерок ви з'їли. Печінка перетворює надлишки глюкози у складну органічну речовину глікоген і зберігає його. У разі зменшення кількості глюкози в крові печінка знов перетворює глікоген на глюкозу і таким чином підтримує її постійний рівень.

Травлення в товстій кишці

Товста кишка — це останній відділ травного каналу, який має довжину 1,5 м і складається зі сліпої кишки, ободової кишки, прямої кишки й закінчується анальним отвором (мал. 2.1).

Основні функції товстої кишки:

- всмоктування води, деяких мінеральних речовин і вітамінів;
- формування калових мас;
- виведення неперетравлених решток назовні.

Сліпа кишка — це перший відділ товстої кишки, куди надходять рідкі неперетравлені рештки із тонкої кишки. Сліпа кишка має невеличкий червоподібний відросток — *апендикс*, який містить велику кількість лімфоїдних вузликів і тому відіграє роль у місцевому імунитеті, захищаючи організм від проникнення інфекції.

У товстій кишці неперетравлені рештки перебувають 12–24 години. Завдяки перистальтичним скороченням стінки товстої киш-

ки неперетравлені рештки дуже повільно просуваються вздовж *ободової кишки*. Калові маси накопичуються в *прямій кишці*, у разі заповнення якої (це зазвичай відбувається 1–2 рази на добу) сильно скорочуються м'язи стінки кишки і калові маси виводяться назовні через анальний отвір — цей процес називається *дефекація*.

Регуляція процесу травлення

Процеси травлення злагоджено контролюють нервова та ендокринна системи (мал. 2.14).

Нервова регуляція

Думки про їжу, її запах та вигляд (умовно-рефлекторна регуляція) та безпосереднє подразнення рецепторів ротової порожнини, шлунка чи кишечника їжею (безумовно-рефлекторна регуляція) надсилають сигнал у мозок. У стовбурі головного мозку є центри, що регулюють травлення. Від цих центрів сигнали нервовими волокнами передаються до травних залоз (слинних, шлункових, підшлункової), що активує секрецію травних соків, чи до гладеньких м'язів, які починають скорочуватись — так здійснюється *нервова регуляція травлення*.

Також травний тракт має власну нервову систему — це *ентеральна нервова система*, її ще називають «кишковий мозок», адже її нейронна сітка розташована прямо в стінці травного каналу. Цей відділ нервової системи здійснює *місцеву рефлекторну регуляцію* процесів травлення. Прикладом може бути рефлекторне закриття сфінктера на межі шлунка та дванадцятипалої кишки.

Гуморальна регуляція

Слизова оболонка шлунка й кишечника має ендокринні клітини. Ці клітини виробляють гормони у відповідь на дію компонентів їжі чи нервові стимули. Гормони надходять у кров й переносяться до травних залоз і гладеньких м'язів, де вони стимулюють чи пригнічують їхню активність — *гуморальна регуляція травлення*.



Мал. 2.14. Схема взаємодії нервової та ендокринної систем під час регуляції процесу травлення



Уперше дослідив і вивчив рефлекторні механізми регуляції виділення травних соків (слини, шлункового соку) академік Іван Петрович Павлов (1849–1936 рр.), який за своє відкриття отримав Нобелівську премію 1904 року.

Харчову поведінку людини, тобто відповідну реакцію на відчуття голоду, спраги та насичення, контролюють **центри голоду, спраги та насичення**, які розташовані в гіпоталамусі — особливій ділянці головного мозку, що забезпечує збереження гомеостазу. Якщо експериментальній тварині до цієї зони мозку під'єднати електрод, який буде постійно активувати нейрони центру голоду, тварина буде їсти без зупинки (ненажерство). Якщо, навпаки, зруйнувати нейрони центру голоду, тварина вмере від нестачі поживних речовин, тому що перестане їсти.



Висновки

1. У шлунку відбувається подальше механічне перетравлення їжі. Шлунок виробляє шлунковий сік, основними компонентами якого є хлоридна кислота і травний фермент пепсин. Пепсин бере участь у перетравленні білків.
2. У тонкій кишці закінчуються процеси перетравлення білків, жирів і вуглеводів та відбувається їхнє всмоктування.
3. У дванадцятипалу кишку відкривається спільна протока підшлункової залози, печінки та жовчного міхура.
4. Сік підшлункової залози нейтралізує кислий хімус, що надходить із шлунка і містить ферменти для перетравлення білків, жирів і вуглеводів.
5. Печінка — біохімічна лабораторія нашого організму, яка синтезує та зберігає деякі органічні речовини та вітамін, знезаражує токсичні сполуки (алкоголь, ліки).
6. Секрет печінки — жовч — стимулює рухову активність кишечника, бере участь у перетравленні жирів і має бактерицидну дію.
7. У товстій кишці відбувається кінцеве всмоктування води та виводяться неперетравлені рештки.
8. Процеси травлення контролюють нервові та ендокринна системи.



Терміни і поняття

Шлунок, дванадцятипала кишка, підшлункова залоза, печінка, жовчний міхур, жовч, апендикс, ворсинки, всмоктування.



Контрольні запитання

1. Які функції виконує шлунок?
2. Чому шлунковий сік кислий і для чого це потрібно?
3. Які складні органічні сполуки починають перетравлюватися в шлунку і який фермент за це відповідає?

- У якому відділі травного каналу відбуваються кінцеві процеси травлення?
- Охарактеризуйте роль соку підшлункової залози в травленні.
- Яким чином жовч бере участь у перетравленні жирів?
- Чим відрізняється порожнинне травлення від пристінкового?
- Назвіть особливості будови тонкої кишки, що сприяють всмоктуванню поживних речовин.
- Перерахуйте основні функції товстої кишки.



Завдання

- Як ви думаєте, чи пепсин, що надходить до дванадцятипалої кишки з хімусом, може брати участь у подальшому перетравленні білків разом з ферментами кишечника? Обґрунтуйте свою відповідь.
- Доведіть, що печінка — важливий орган для підтримання гомеостазу.
- Доведіть зв'язок будови шлунка з його функціями. Для цього встановіть відповідність між запропонованими в таблиці особливостями будови шлунка та функціями, які вони забезпечують:

Особливість будови	Функція
Порожниста будова, великий об'єм	Механічне перетравлення, перемішування хімусу
Потужний шар непосмугованих м'язів	Знезараження їжі, захист від бактерій, хімічне розщеплення білків
Слизова оболонка містить шлункові залози, які виробляють хлоридну кислоту, пепсин	Резервуарна функція — накопичення їжі



Для допитливих

Перші знання про механізми травлення в шлунку були отримані завдяки американському військовому хірургу Вільяму Бомонту (William Beaumont), який в 1825 р. врятував життя пацієнту, у якого в результаті поранення живота на все життя залишився наскрізний отвір в шлунку (фістула). Завдяки цьому отвору можна було спостерігати за всіма внутрішніми процесами і навіть збирати зразки шлункового соку. Було встановлено, що після надходження їжі до шлунка вона інтенсивно перемішується, що зумовлює її подальше механічне подрібнення, а також змішування з кислим шлунковим соком.



§ 4. ХАРЧОВІ РОЗЛАДИ ТА ЇХ ЗАПОБІГАННЯ



Ви дізнаєтесь про роль мікробіоти в нашому організмі та наслідки порушення її складу; ознайомитеся з деякими захворюваннями органів травної системи й методами їх лікування; зрозумієте правила поведінки для запобігання харчовим отруєнням.

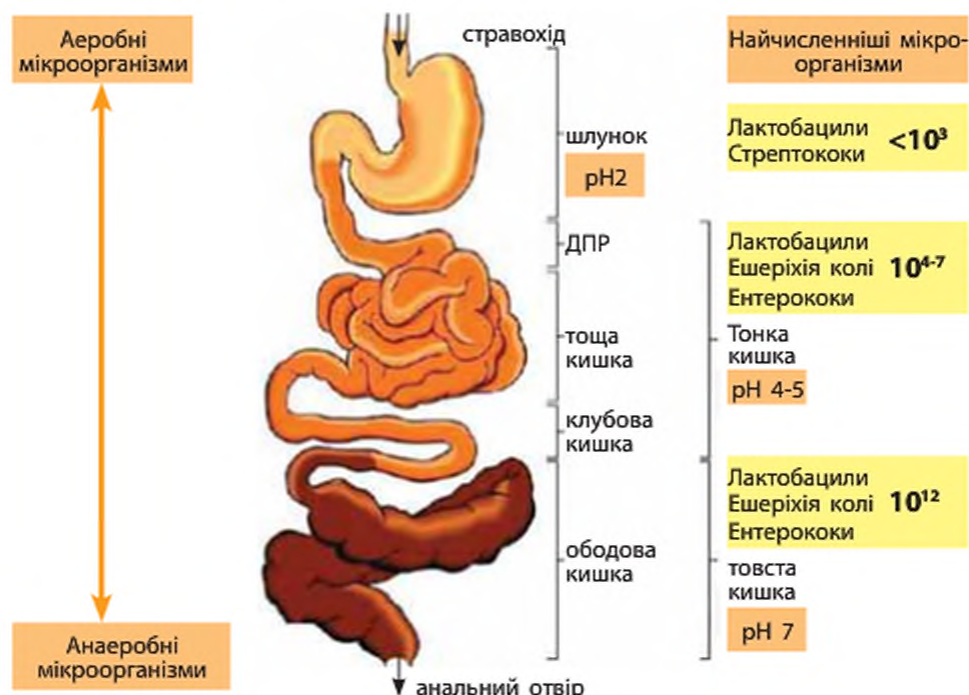
◆ Чи правда, що бактерія може викликати виразку шлунка?

Кишкова мікробіота та її роль у функціонуванні організму людини. Травний тракт людини населяють близько 100 трильйонів бактерій (це більше, ніж кількість усіх клітин вашого тіла), які належать до 3000 видів. У товстій кишці існує найбільше бактерій, основними серед яких є біфідобактерії, кишкова паличка, лактобацили (мал. 2.15).

Функції бактеріальної мікробіоти:

— допомагають перетравлювати клітковину рослинної їжі, на яку не діють ферменти травних соків людини. У результаті утворюються особливі жирні кислоти, які захищають клітини слизової оболонки товстої кишки від розвитку запальних процесів і навіть раку товстої кишки;

— виробляють ряд вітамінів (вітамін К, вітаміни групи В);



Мал. 2.15. Схема знаходження різних типів бактерій у кишечнику

— захищають організм хазяїна від заселення чужорідними хвороботворними бактеріями.

Для дослідження ролі мікробіоти в організмі людини науковці вивели мишей, яких від самого народження утримують у стерильних умовах, і тому їхній організм, у тому числі кишечник, взагалі не заселений бактеріями. Спостереження за розвитком і життям цих мишей довели важливу роль мікробіоти для формування повноцінного імунітету. У цих мишей були недорозвинені селезінка та тимус — органи, де формуються клітини імунного захисту, а також зменшена кількість імунних клітин у кишечнику.

Організм людини настільки пристосувався до співіснування з бактеріями, що будь-які зміни у складі мікробіоти (дисбактеріоз), наприклад, після тривалого прийому антибіотиків, викликають розлади травлення, а також послаблення імунітету.

Гастрит та виразкова хвороба шлунка

На жаль, слизовий бар'єр не завжди може захистити оболонку шлунка від дії кислоти й ферментів. У цьому випадку шлунковий сік починає роз'їдати стінку шлунка й розвивається запальне захворювання стінки шлунка — *гастрит*. На початкових стадіях гастриту уражається лише поверхневий шар слизової оболонки шлунка, що достатньо легко лікується за дотримання здорового харчування, уникнення вживання алкоголю та тютюнокуріння. Хронічний нелікований гастрит може призвести до виразок — *виразкова хвороба шлунка*, а в деяких випадках *раку шлунка*. Довгі роки лікарі та науковці вважали, що єдиною причиною виникнення гастриту та виразок шлунка є порушення балансу між захисними факторами (зменшення вироблення слизу) та агресивними факторами (надмірна продукція хлоридної кислоти, куріння, вживання алкоголю та деяких протизапальних препаратів, наприклад аспірину). Тому основним методом лікування було пригнічення вироблення хлоридної кислоти за допомогою ліків і дієт.

Проте в 1982 р. двома австралійськими дослідниками — професором Робіном Уорреном та молодим лікарем Беррі Маршаллом — було зроблено революційне відкриття. Виявляється, що утворення виразок шлунка також можуть викликати кислотостійкі бактерії *Helicobacter pylori* (мал. 2.16). Вони прикріплюються до епітеліальних клітин і спричинюють зменшення виро-



Мал. 2.16. Бактерія, що викликає виразку шлунка *Helicobacter pylori*

блення ними слизу. Для того щоб довести роль цих бактерій у розвитку виразкової хвороби, Беррі Маршалл сам випив розчин з живими бактеріями *Helicobacter pylori*. У нього розвинулися всі симптоми хвороби, які зникли після лікування антибіотиками. За це відкриття в 2005 р. автори отримали Нобелівську премію, а пацієнтів з виразковою хворобою шлунка стали успішно лікувати антибіотиками.

Захворювання печінки

Печінка — це орган, здатний до самовідновлення (регенерації). Мабуть, всі ви знаєте історію із грецької міфології про героя Прометея, який приніс людям вогонь. За це розгніваний Зевс прикував його до скелі. Кожен день прилітав орел і викльовував Прометею печінку, але кожної ночі печінка знову виростала. Ця міфологічна історія — приклад унікальної здатності печінки до регенерації. Встановлено, що хірургічне видалення ділянки печінки, а також хімічне чи вірусне ураження її клітин викликають активізацію поділу клітин, що залишилися. У випадку видалення близько 75 % печінки повне відновлення її структурної і функціональної активності відбувається приблизно через 6–12 місяців.

Гепатит і цироз — це два найнебезпечніших захворювання печінки, через які швидкість руйнування її клітин значно перевищує її здатність до самовідновлення. У результаті печінка не може виконувати свої функції, і часто для збереження життя пацієнта необхідна трансплантація цього органа. Однією з характерних ознак захворювання печінки є жовтяниця, коли шкіра й

білкові оболонки очей мають жовтувате забарвлення (мал. 2.17). До основних причин, які призводять до хвороб печінки, належать: інфікування вірусами гепатиту А, В, С; надмірне вживання алкогольних напоїв; переважання в раціоні харчування їжі, багатой на жири. Зараження вірусом гепатиту А (застаріла назва хвороба Боткіна) переважно відбувається через їжу, заражену воду та контактно-побутовим шляхом, рідше через кров. Вірус гепатиту В та С передається лише через кров, зокрема під час переливання крові, недотримання стерильності хірургічних інструментів тощо.



Мал. 2.17. Ознаки цирозу печінки:
а — вигляд здорової і ураженої печінки;
б — жовтяниця у хворого

Апендицит — захворювання, що виникає в результаті розвитку запалення апендикса, який спочатку набрякає й згодом заповнюється гноем. Основними симптомами є сильний біль у животі, який посилюється під час натискання. Це захворювання потребує термінового хірургічного видалення апендикса. Без хірургічного лікування впродовж 2–3 діб відбувається розрив його стінок і гній виливається в черевну порожнину, це може спричинити фатальне інфікування черевної порожнини — перитоніт. У разі виникнення вказаних вище симптомів, треба терміново викликати швидко медичну допомогу!

Харчові отруєння. Продукти харчування за умов неправильного зберігання і приготування, порушення правил їхньої санітарної обробки (немиті овочі та фрукти), а також вживання їжі брудними руками можуть стати причиною захворювань. Токсини хвороботворних мікроорганізмів, потрапляючи до травного тракту людини, викликають харчові отруєння. Іншою причиною харчових отруєнь може бути вживання продуктів, забруднених промисловими хімічними речовинами (пестициди, хімічні добрива) чи отруйних рослин (вовчі ягоди) і грибів (бліда поганка).

За харчових отруєнь симптоми захворювання розвиваються через 4–6 годин і характеризуються болями в животі, нудотою, блюванням і виснажливою діареєю (пронос). У разі виникнення цих симптомів необхідно терміново промити шлунок і кишечник. Якщо симптоми не зникають за 1–2 дні, обов'язково потрібно звернутися в лікарню, адже аналогічні симптоми характерні також для гострих кишкових інфекцій.

Висновки

1. Мікробіота заселяє всі відділи травного каналу. Основна функція — перетравлення клітковини рослинної їжі, вироблення вітамінів К і вітамінів групи В, захист організму від чужорідних мікроорганізмів.
2. Неправильне харчування, зокрема вживання великої кількості смаженої, жирної їжі, вживання алкоголю, неконтрольований прийом лікарських препаратів можуть призвести до серйозних хвороб травної системи.

Терміни і поняття

Кишкова мікробіота, дисбактеріоз, виразкова хвороба шлунка, гепатит, цироз, апендицит, харчові отруєння.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні функції мікробіоти кишечника.
2. Чому потрібно обов'язково видалити апендикс у випадку його запалення?
3. Назвіть основні фактори, що можуть призводити до розвитку виразкової хвороби шлунка.
4. Які основні причини харчових отруєнь?



Завдання

1. Складіть перелік правил запобігання харчовим отруєнням інфекціям.
2. Чому після лікування антибіотиками рекомендують вживати йогурти та інші кисломолочні продукти?



Підб'ємо підсумки

1. Ми зрозуміли, що травна система людини насамперед призначена для механічного і хімічного перетравлення їжі та насичення крові і лімфи поживними речовинами.
2. Ми дізналися, як відбуваються процеси травлення і як їжа (хімус) транспортується травним каналом.
3. Ми запам'ятали, що механічне перетравлення їжі відбувається завдяки роботі зубів та шару гладеньких м'язів у стінці органів травного каналу, а хімічне перетравлення — завдяки травним ферментам й іншим компонентам травних соків.
4. Ми довідалися, що перетравлення макропоживних речовин завершується в тонкому кишечнику, де у ворсинках всмоктуються амінокислоти, глюкоза, жирні кислоти й інші поживні речовини, а в товстому кишечнику передусім поглинається вода та деякі мінеральні речовини.
5. Ми зрозуміли важливість мікробіоти кишечника для його нормального функціонування та забезпечення організму вітаміном К, а також групи В.
6. Ми усвідомили, що часто причиною захворювання органів травлення є нерегулярне й неякісне харчування та недотримання правил гігієни, і зрозуміли важливість раціонального харчування для збереження здоров'я.



Знаю — вмію

- Я знаю послідовність розміщення органів травного каналу.
- Я знаю, що додаткові органи травної системи — травні залози — утворюють травні соки, які протоками потрапляють у травний канал і відіграють важливу роль у перетравленні їжі.
- Я вмію розпізнавати різні органи травлення на малюнках.
- Я знаю види травних ферментів і розумію, на які макропоживні речовини та в якому середовищі вони діють.
- Я вмію встановлювати зв'язок будови органів травлення з їхніми функціями.
- Я дізнався, які різноманітні функції виконує печінка для підтримання гомеостазу.
- Я розрізняю процеси порожнинного та пристінкового травлення.
- Я знаю, яку роль відіграє хлоридна кислота в шлунку.
- Я розумію, як стінки травного каналу захищаються від агресивної дії травних ферментів.
- Я дізнався, як здійснюються механізми нервової та гуморальної регуляції травлення.
- Я розумію, які функції виконує кишкова мікробіота, і усвідомлюю причини дисбактеріозу за вживання антибіотиків.
- Я вмію визначати ознаки найпоширеніших захворювань органів травлення.
- Я знаю правила запобігання виразковій хворобі шлунка, кишковим інфекціям та харчовим отруєнням та усвідомлюю необхідність їх дотримання.



ДИХАННЯ

Вивчаючи цю тему, ви дізнаєтесь:

- ◆ для чого людині потрібно дихання і як воно відбувається і та чому саме нестача кисню загрожує життю;
- ◆ як виглядають легені і як вони працюють;
- ◆ що відбувається в нашому тілі під час вдиху і видиху;
- ◆ як ми, ніколи над цим не замислюючись, завжди відчуваємо, скільки нам потрібно вдихати і видихати повітря;
- ◆ чому органи дихання є такими вразливими до інфекцій та забруднення повітря

