Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

БІОЛОГІЯ

У двох частинах

ЧАСТИНА ІІ

Методичні рекомендації
для самостійної роботи здобувачів вищої освіти 1-го курсу
навчання медичного факультету з дисципліни «Біологія»
спеціальності «Терапія та реабілітація»

Електронний ресурс

Харків – 2025

УДК 57(072)
Б 63

Рецензенти:

Наталія МІТРЯЄВА – д.біол.наук, с.н.с. ДУ «Інститут медичної радіології та онкології імені С. П. Григор'єва НАМН України», зав. лабораторії радіаційної онкології;

Людмила БЄЛЯЄВА – к.біол.наук, доцент ЗВО кафедри загальної практики – сімейної медицини медичного факультету Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (протокол № 10 від 21 травня 2025 року)

Біологія. У двох частинах. Частина ІІ : методичні рекомендації для самостійної
Б 63 роботи здобувачів вищої освіти 1-го курсу навчання медичного факультету з дисципліни «Біологія» спеціальності «Терапія та реабілітація» [Електронний ресурс] / уклад. С. О. Шерстюк, С. А. Наконечна, М. О. Іваненко. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 169 с.)

Методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів вищої освіти з дисципліни «Біологія» розроблені у відповідності з діючими програмами з біохімії та гігієни людини для здобувачів вищої освіти медичних факультетів університетів. Посібник призначений для роботи здобувачів вищої освіти під час підготовки до занять з курсу «Біологія». До кожної теми наведені перелік практичних навичок та контрольних питань. Теми проілюстровані рисунками та схемами, які полегшують сприйняття матеріалу та сприяють його кращому засвоєнню. Матеріали дають змогу сформувати у здобувачів вищої освіти правильне розуміння закономірностей протікання біохімічних процесів під час відновлення або тренування, забезпечити сучасний рівень знань положення людини в соціумі, її взаємин із навколишнім середовищем. Для здобувачів вищої освіти медичного факультету.

УДК 57(072)

© Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2025
© Шерстюк С. О., Наконечна С. А., Іваненко М. О., уклад., 2025

ВСТУП……4

Біохімія рухової активності. Макроергічні сполуки……..11

Вуглеводи. Обмін вуглеводів……..……...34

Ліпіди. Обмін ліпідів…..……...…….…50

Білки. Обмін білків……..……...….62

Перелік питань для підготовки.…….…..76

Гігієна. Гігієна фізичних вправ. ……..76

Гігієна повітря, води, грунту...…….....89

Гігієна харчування. Енерговитрати під час занять фізичною культурою…….109

Гігієнічні вимоги до приміщень для фізичної терапії, ерготерапії……124

Особиста гігієна людини. Гігієна одягу та взуття ……...143

Екологія людини.……157

Перелік питань для підготовки……..166

Рекомендована література……...167

ВСТУП

Частина ІІ методичних рекомендацій присвячена біохімічним знання м’язового скорочення та організації фізіотерапевтичної й ерготерапевтичної допомоги хворим та травмованим пацієнтам з опорно-рухової системи.

Біохі́мія — це наука про хімічний склад організмів та їхніх складових частин та про хімічні процеси, що протікають в організмах. Ця наука вивчає хімічні властивості важливих біологічних молекул, як – білки, вуглеводи, ліпіди, нуклеїнові кислоти та інші біомолекули. На сьогодні вивчено широкий ряд різних біомолекул, багато з них є полімерами, тобто складними великими молекулами, що складаються з багатьох подібних субодиниць, мономерів. Кожний клас полімерних біомолекул має власний набір типів цих субодиниць. Наприклад, білки є полімерами амінокислот, жири – гліцерина й жирних кислот, вуглеводи – глюкози, фруктози, тобто мономерів цукрів.

Основи біохімії були закладені в середині XIX століття, коли такі вчені як Фрідріх Велер і Ансельм Паєн зуміли вперше описати хімічні процеси в живих організмах і показати, що вони не відрізняються від звичайних хімічних процесів. Основи біохімії в Україні заклав Володимир Іванович Вернадський у 1920-х роках. Одна із тем даної частини методичних рекомендацій присвячена екології людини.

Гігіє́на – це галузь знань, що вивчає закономірності впливу на організм людини та суспільне здоров'я комплексу чинників довкілля з метою розробки гігієнічних норм, санітарних правил, запобіжних і оздоровчих заходів.

Витоки гігієни як сукупності знань про вплив способу життя людини, умов довкілля на її здоров'я та профілактичних рекомендацій, заснованих на цих знаннях, сягають періоду зародження людства. Упродовж усієї історії розвитку гігієни, вона була тісно пов'язаною із соціальними, науково-технічними, культурними та побутовими особливостями відповідних історичних періодів.

У медицині сформовані дві галузі, що взаємно доповнюють одна одну – лікувальна та профілактична медицина. Лікувальна медицина вивчає хвору людину, закономірності виникнення, перебігу та наслідків хвороби, її закономірності. Гігієна як основна галузь профілактичної медицини вивчає здорову людину та колективи практично здорових людей. Специфічною метою гігієни є пізнання законів і закономірностей взаємодії здорової людини з довкіллям і розроблення методів збереження та зміцнення здоров'я людини, чому і присвячена дана частина методичних рекомендацій для студентів спеціальності «Терапія та рабілітація».

І. Програма дисципліни для вищих медичних закладів освіти України ІІІ-ІV рівнів акредитації призначена для спеціальності «Терапія та реабілітація», напряму підготовки 22 «Охорона здоров’я» у відповідності з освітньо-кваліфікаційними характеристиками і освітньо-професійними програмами підготовки фахівців, затвердженими постановою Кабінету Міністрів України

від 29.04.15 р. № 266 «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» щодо Закону України «Про вищу освіту» від 01.07.2014 р. №1556-VII (ст.13, п.7), з урахуванням вимог наказу МОН України від 05.07.16 р. № 782 «Про затвердження форм документів з підготовки фахівців у вищих навчальних закладах».

II. Програма дисципліни структурована на розділи. Обсяг навчального навантаження студентів описаний у кредитах ECTS - залікових кредитах, які зараховуються студентам при успішному засвоєнні ними відповідного розділу (залікового кредиту). Кількість кредитів: 3. Загальна кількість годин: 90.

III. Курс біології поділено на 4 розділи.

Розділ 1. «Медична біологія: цитологія і генетика».
Розділ 2. «Закономірності спадковості та мінливості».
Розділ 3. «Біохімія рухової активності».
Розділ 4. «Гігієна у реабілітації».

IV. Біологія як навчальна дисципліна: містить систематизовані наукові знання про структурно-функціональну організацію живої матерії і людини як невід'ємної її складової в аспекті потреб сучасних природних наук.

Об'єктом вивчення біології є біологічні об’єкти та процеси, які здатні викликати патологічні стани у людини. Метою викладання даної навчальної дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти повного розуміння та засвоєння теоретичного матеріалу з основних принципів і механізмів функціонування людського організму як єдиного цілого на різних рівнях – від мембранно-клітинного до системного, здобуття навичок маніпулювання на живому організмі й оцінки стану окремих систем та організму в цілому, та здатності їх використання у клінічній практиці.

До кінцевих програмних результатів навчання належать знання з біології, що в подальшому формуванні кваліфікованого спеціаліста стануть основною базою для вивчення патофізіологічних, патоморфологічних процесів організму, клініки та діагностики травм та захворювань.

Система організації навчального процесу спонукає студентів систематично вчитися на протязі навчального року. Видами навчальних занять у відповідності з навчальним планом є: а) лекції; б) практичні заняття; в) самостійна робота студентів. Теми лекційного курсу розкривають проблемні питання відповідних розділів біології. Практичні заняття передбачають:

- формування системних знань про рівні організації життя й фундаментальні властивості живого;
- формування розуміння ролі молекулярно–генетичних і клітинних механізмів функціонування цілісного організму, як в нормі, так і при патологічних станах;

- навчання студентів методам мікроскопіювання і методикам приготування тимчасових мікропрепаратів для аналізу структури та ідентифікації клітин, типів хромосом і хроматину, фаз ділення (мітозу і мейозу), ембріональних стадій розвитку хребетних;

- навчання студентів навичкам застосування законів успадкування для визначення ймовірності появи нормальних і патологічних ознак в генотипі та їх прояву у фенотипі; прогнозування спадкових *захворювань людини* в процесі розв'язання генетичних задач;

- навчання навичкам розпізнавання основних ознак спадкової патології для діагностики та профілактики поширених спадкових захворювань;

- ознайомлення студентів з принципами організації медико-генетичного консультування;

- формування уявлень про медико–біологічні аспекти біохімічних процесів для набуття студентами знань і навичок з проведення діагностичних та профілактичних заходів, спрямованих на попередження розвитку патологічних станів;

- формування уявлень про *медико–біологічні аспекти* екології людини, біосфери і ноосфери, гігієни праці та спорту;

- навчання навичкам роботи з науковою літературою та електронними базами даних по спадкових хворобах.

Засвоєння теми контролюється на практичних заняттях у відповідності з конкретними цілями. Рекомендується застосовувати такі засоби діагностики рівня підготовки студентів: комп’ютерні тести, рішення ситуаційних задач, контроль практичних навичок, знання біологічних процесів з наступним аналізом та оцінкою статевих, вікових, індивідуальних особливостей організму людини; аналіз морфо-функціональних взаємовідношень органів та систем людини; аналіз закономірностей пренатального й раннього постнатального розвитку органів людини, варіантів мінливості органів, дефектів розвитку.

Контроль поточної навчальної діяльності здійснюється на кожному практичному занятті викладачем відповідно до конкретних цілей теми, на практичних підсумкових заняттях – відповідно до конкретних цілей змістовних розділів. На всіх практичних заняттях здійснюється об’єктивний вид контролю теоретичної підготовки та засвоєння практичних навичок.

Підсумковий семестровий контроль засвоєння знань здійснюється по завершенню семестру. Оцінка успішності студента з дисципліни є рейтинговою і виставляється за багатобальною шкалою як середня арифметична оцінка засвоєння відповідних розділів і має визначення за системою ECTS та шкалою, прийнятою в Україні.

Зміст навчальної складової другого семестру

Змістовий розділ 3: «Біохімія рухової активності».

Тема 11. Біохімія рухової активності. Макроергічні сполуки.

Біохімія - наука про хімічний склад, властивості, обмін речовин і енергії в живих організмах. Біохімія м'язової діяльності. Поняття про макроергічні сполуки. Їх значення для виконання фізичних вправ. АТФ як представник макроергічних сполук. Його значення для життєдіяльності організму. Будова АТФ. Характеристика аденіну, рибози (аденозіну) та залишків фосфорної кислоти. Поняття про креатинфосфат, АДФ, АМФ. Ресинтез АТФ. Синтез АТФ у цитоплазмі та мітохондріях.

Тема 12. Вуглеводи. Обмін вуглеводів.

Класифікація вуглеводів. Моносахариди, хімічна будова, властивості, біологічна роль. Дисахариди, склад, біологічне значення в організмі. Полісахариди, загальні уявлення про будову та властивості, біологічне значення. Шляхи перетворення вуглеводів. Шляхи синтезу вуглеводів. Поняття про глюконеогенез. Анаеробне та аеробне окислення глюкози. Гліколіз та його значення для організму. Умови протікання гліколізу. Енергоефективність гліколізу. Утворення лактату та його значення для фізичної працездатності м’язів. Аеробне розщеплення глюкози. Умови протікання аеробного розщеплення глюкози. Цикл трикарбонових кислот. Енергоефективність аеробного розщеплення глюкози. Регуляція обміну вуглеводів. Провідні гормони, що регулюють рівень глюкози у крові.

Тема 13. Ліпіди. Обмін ліпідів.

Класифікація ліпідів. Прості ліпіди. Тригліцериди. Гліцерин. Жирні кислоти. Насичені та ненасичені жирні кислоти. Незамінні жирні кислоти. Омега 3, омега 6, омега 3,6 жирні кислоти. Холестерин. Його хімічна природа. Біологічне значення в організмі. Складні ліпіди. Фосфоліпіди. Гліколіпіди. Протеїноліпіди. Залучення жирів до утворення енергії. Поняття про ЛПНЩ та ЛПВЩ. Поняття про вільні жирні кислоти. Роль карнітіну у транспорті ВЖК. Характеристика бета-окислення.

Тема 14. Білки. Обмін білків.

Елементарний склад білків. Амінокислоти – класифікація, властивості, біологічна роль у складі білків. Фізико-хімічні властивості білків. Класифікація білків. Прості білки та їх представники, склад, біологічна роль в організмі. Складні білки, їх представники, склад, біологічна роль в організмі. Обмін амінокислот та білків. Проміжний обмін білків і загальні шляхи перетворення амінокислот у організмі: дезамінування; переамінування; декарбоксилювання. Рівні структурної організації білків. Хімічні зв’язки та сили, які стабілізують структуру білків. Загальна характеристика ферментів, їх біологічне значення. Хімічна природа ферментів. Особливості ферментативного каталізу. Властивості ферментів. Поняття про кислотно-лужний баланс та його значення для роботи ферментів. Глюкозо-аланіновий цикл. Його значення у м’язовій

діяльності. Регуляція обміну білків. Основні гормони, що регулюють синтез та розщеплення білків.

Змістовний розділ 4. «Гігієна у реабілітації».

Тема 15. Гігієна. Гігієна фізичних вправ.

Гігієна як наукова дисципліна, її мета, завдання. Методи гігієнічних досліджень. Гігієна фізичних вправ. Професійні ризики різноманітних професій. Гігієна у професійній діяльності фізичного терапевта, ерготерапевта.

Тема 16. Гігієна повітря, води, грунту.

Фізіологічне значення повітря для людини. Гігієнічне значення фізичних властивостей повітря. Хімічний склад повітря. Клімат та погода як комплекс факторів навколишнього середовища. Класифікація клімату та погоди. Роль води в життєдіяльності людини. Органолептичні властивості води. Епідеміологічне значення води. Очищення та знезараження води. Гігієнічне значення складу та властивостей ґрунту.

Тема 17. Гігієна харчування. Енерговитрати під час занять фізичною культурою.

Поняття про достатнє та збалансоване харчування. Основний обмін, специфічно динамічна дія їжі, енерговитрати на м'язову діяльність. Фізіологічна роль та гігієнічне значення білків. Фізіологічна роль та гігієнічне значення жирів. Фізіологічна роль та гігієнічне значення вуглеводів. Фізіологічна роль та гігієнічне значення вітамінів та мінеральних речовин. Методи визначення енерговитрат. Пряма та непряма калориметрія. Хронометрія видів діяльності. Вимоги до щоденного раціону. Загальні гігієнічні вимоги до режиму харчування. Складання добового раціону людини. Енерговитрати під час занять фізичною культурою.

Тема 18. Гігієнічні вимоги до приміщень для фізичної терапії, ерготерапії.

Основні гігієнічні вимоги до розміщення, орієнтації та планування медичних споруд. Основні гігієнічні вимоги до будівельних матеріалів. Основні гігієнічні вимоги до освітлення опалення та вентиляції. Основні гігієнічні вимоги до штучних басейнів. Основні гігієнічні вимоги до фізкультурно-оздоровчих, фізіотерапевтичних споруд, кабінетів, відділень. Визначення температурного режиму залу кінезіотерапії, масажного кабінету, басейну. Класифікація дезінфекційних засобів. Характеристика фізичних і хімічних засобів дезінфекції. Правила дезінфекції приміщень для фізичної терапії, ерготерапії.

Тема 19. Особиста гігієна людини. Гігієна одягу та взуття.

Особиста гігієна людини, фізіотерапевта. Професійні вимоги до волосся, рук. Деззасоби та антисептики. Правила обробки рук. Значення одягу та взуття. Загальні гігієнічні вимоги до професійного одягу. Загальні гігієнічні вимоги до професійного взуття. Гігієнічні властивості тканин. Приклади професійного одягу та взуття для фізичного терапевта, ерготерапевта. Загальні вимоги до зовнішнього вигляду фізичного терапевта, ерготерапевта.

Тема 20. Екологія людини. Середовище як екологічне поняття. Проникнення людини в біогеоценози, формування антропоценозів. Лікарські речовини в ланцюгах живлення. Екологічне прогнозування. Екологія людини. Вплив антропічних чинників забруднення довкілля на здоров'я населення. Екологічні типи людей (арктичний, тропічний, помірного поясу, пустельний, високогірний тощо). Сучасні концепції біосфери. Ноосфера. Людство як активна геологічна сила.

Практичні навички з курсу «Біологія». Підготовка до ліцензійного іспиту «Крок-1».

№	Тема практичного заняття	Кільк. годин
	Розділ 3.	
11	Біохімія рухової активності. Макроергічні сполуки.	2
12	Вуглеводи. Обмін вуглеводів. Методи визначення.	2
13	Ліпіди. Обмін ліпідів. Методи визначення.	2
14	Білки. Обмін білків. Методи визначення.	2
	Розділ 4.	
15	Гігієна. Гігієна фізичних вправ. Професійні ризики.	2
16	Гігієна повітря, води, грунту. Вплив кліматичних факторів на реабілітацію.	2
17	Гігієна харчування. Енерговитрати під час занять фізичною культурою.	2
18	Гігієнічні вимоги до приміщень для фізичної терапії, ерготерапії.	2
19	Особиста гігієна людини. Гігієна одягу та взуття.	2
20	Екологія людини. Сучасні концепції біосфери.	2
	Разом	**20**

Завдання для самостійної роботи

№	Види, зміст самостійної роботи	Кільк. годин
	Розділ 3.	
1	Біохімія м'язової діяльності. Поняття про макроергічні сполуки. АТФ як представник макроергічних сполук. Поняття про креатинфосфат.	**1**
2	Моносахариди, Дисахариди, Полісахариди. Анаеробне та аеробне окислення глюкози. Гліколіз та його значення для організму. Утворення лактату та його значення. Цикл трикарбонових кислот.	**1**
3	Прості ліпіди. Тригліцериди. Гліцерин. Жирні кислоти. Насичені та ненасичені жирні кислоти. Незамінні жирні кислоти. Омега 3,	**1**

	омега 6, омега 3,6 жирні кислоти. Холестерин. Фосфоліпіди. Гліколіпіди. Протеїноліпіди.	
4	Амінокислоти. Прості білки. Складні білки. Обмін амінокислот та білків. Проміжний обмін білків. Дезамінування; переамінування; декарбоксилювання. Ферменти. Ферментативний каталіз. Глюкозо-аланіновий цикл.	**1**
	Разом	**4**
	Розділ 4.	
1	Методи гігієнічних досліджень. Гігієна фізичних вправ. Гігієна реабілітації.	**1**
2	Методи очищення повітря від забруднень. Вплив кліматичних факторів на протікання реабілітації. Органолептичні властивості води. Очищення та знезараження води. Грунт у різних кліматичних зонах.	**1**
3	Збалансоване харчування. Основний обмін, енерговитрати на фізичну діяльність. Основні нутрієнти – білки, жири, вуглеводи. Вітаміни та мінерали. Дієти в лікуванні і реабілітації.	**1**
4	Будівлі, будівельні матеріали. Освітлення та опалення, вентиляція. Основні гігієнічні вимоги до штучних басейнів. Фізкультурно-оздоровчі, фізіотерапевтичні споруди. Засоби дезінфекції.	**1**
5	Особиста гігієна людини. Деззасоби та антисептики. Правила обробки рук. Загальні гігієнічні вимоги до професійного одягу. Загальні гігієнічні вимоги до професійного взуття. Гігієнічні властивості тканин.	**1**
6	Здорове (комфортне), нездорове (дискомфортне), екстремальне середовища. Адекватні й неадекватні умови середовища. Основні положення вчення В. І. Вернадського про організацію біосфери. Тератогенні фактори середовища.	**1**
	Разом	**6**
	Разом за сам роботу	**10**

Змістовий розділ 3: «Біохімія рухової активності»

Тема 11. Біохімія рухової активності. Макроергічні сполуки

Біохімія – наука про хімічний склад, властивості, обмін речовин і енергії.

Наука вивчає структуру та функцію компонентів клітини та речовин організму, як от білки, вуглеводи, ліпіди, нуклеїнові кислоти та інші біомолекули.

Біохімія спорту досліджує:

- Біохімічні особливості функціонування скелетних м'язів та інших органів під час виконання фізичних навантажень.
- Механізм енергозабезпечення м'язової діяльності, їх розкриття під час спортивних стернувань.
- Біохімічні основи стомлення та процесів відновлення після фізичних навантажень.
- Біохімічні основи адаптації до фізичних навантажень.
- Особливості раціонального харчування спортсменів.
- Дію різних хімічних препаратів на обмін речовин під час спортивної діяльності та відновлення організму після навантажень, хвороб.
- Використання біохімічних показників обміну речовин у спортивній діагностиці.

За інтенсивністю роботи фізичні вправи поділяються на:

- Максимальної (найінтенсивніша робота до 25-30 с), біг на 100–200м.
- Субмаксимальної (анаеробна робота до 3-5 хв), біг на 400–1500 м.
- Великої (анаеробно-аеробна робота протягом 5-50 хв), біг на 3000–10000 м.
- Помірної (аеробна робота від 50 хв до 5 год), біг на марафонську дистанцію.

Методи дослідження:

I. Лаборторні (фізичні та хімічні):

- Хроматографія
- Електрофорез
- Радіоізотопи
- Спектроскопія
- Ультрамікроскопія

II. Експрес-методи (швидкі та доступні)

- Біохімічний аналіз сечі або крові за допомогою індикаторних смужок (глюкометри, лактометри)

Рухи людини забезпечують м'язи за рахунок скорочення та розслаблення, що періодично повторюються. Вони можливі завдяки використанню хімічної енергії АТФ, яка перетворюється в кінетичну або механічну енергію.

Функціонування м'язів регулюється нервовою системою, зокрема її окремими нервовими клітинами, які називаються мотонейронами.

Сила та швидкість скорочення м’язів, тривалість їх роботи залежать як від регуляторного впливу нервової системи, так і від морфологічної будови та інтенсивності метаболізму, тобто перебігу біохімічних процесів.

СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ СКЕЛЕТНИХ М’ЯЗІВ

М’язи складаються із м’язових волокон. Вони покриті мембраною, яка відділяє їх від сполучної тканини.

М’язове волокно – це структурно-функціональна рухова одиниця м’яза. Товщина м’язових волокон коливається в межах 50-250 мкм. Під впливом силових тренувань вона збільшується у два рази. Довжина м’язових волокон людини може сягати 12 см. Волокна покриті складною мембраною – **сарколемою**, що має декілька шарів, у тому числі внутрішню мембрану, яка безпосередньо покриває цитозоль м’язового волокна.

Сарколема виконує різні функції, в тому числі:

- Кріпить волокно до сухожилля;
- Забезпечує обмін речовин між волокном та позаклітинним середовищем;
- Бере участь в утворенні та функціонуванні нервово-м’язового з’єднанння;
- Забезпечує регенерацію м’язових волокон у разі їх пошкодження шляхом стимуляції розвитку клітин-сателітів.

Важливу роль у функції м’язів виконують внутрішньоклітинні мембрани саркоплазматичного ретикулуму, які обвивають міофібрили і контактують із сарколемою.

Саркоплазматичний ретикулум:

- Передає збудження у середину волокна за допомогою Т-трубочок, якими з’єднуються із сарколесою;
- Депонує Ca^{2+} та вивільняє його шляхом дифузії під час збудження, збільшуючи вміст вільного Ca^{2+} усередині волокна, або закачує його назад за допомогою АТФ-залежного Ca^{2+}-насоса при розслабленні м’яза, тобто регулює вміст вільного Ca^{2+} у м’язовому волокні;
- Забезпечує процеси метаболізму.

БУДОВА НЕРВОВО-М’ЯЗОВОГО З’ЄДНАННЯ

Оскільки скорочення м’язів регулюється нервовою системою, то до кожного м’язового волокна підходять закінчення рухового нерва (мотонейрона).

Мотонейрон – це нервова клітина, яка складається із тіла, що знаходиться у сірій речовині спинного мозку, коротких відростків – дендритів та довгого відростка – аксона. Дендрити приймають сигнали від інших нейронів із відповідної ділянки головного мозку та передають їх до тіла мотонейрона. Аксон передає нервовий імпульс до м’язових волокон, що сигналізує про м’язове скорочення. Довжина окремих аксонів може досягати 125 см. Тому скоротлива функція м’яза може змінюватися через пошкодження різних ділянок мотонейрона або аксона, що важливо знати для реабілітації хворих.

Збудження нервової системи передається на м’яз у місцях контакту нервового закінчення аксона із м’язовим волокном, яке називають синапсом.

Синапс, або нервово-м'язове з'єднання, складається із пресинаптичної мембрани – мембрани нервового закінчення, синаптичної щілини та постсинаптичної мембрани – невеличкої ділянки сарколеми м'язового волокна, де відбувається їх з'єднаня. Синапс забезпечує передачу електричного нервового імпульсу на м'язове волокно за допомогою хімічного **нейромедіатора – ацетилхоліну.**

Ацетилхолін синтезується із спирту холіну та ацетил-КоА:

$$CH_3\text{-}CO\text{-}KoA + HO\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}N{\equiv}(CH_3)_3 \rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}N{\equiv}(CH_3)_3$$

Зберігається він у нервових закінченнях у спеціальних міхурцях (везикулах). У кожному міхурці міститься майже 10000 молекул ацетилхоліну. Вони квантами виходять у синаптичну щілину під час надходження нервового імпульсу до закінчення аксона.

ЗБУДЖЕННЯ М'ЯЗІВ ТА ВКЛЮЧЕННЯ У РОБОТУ РІЗНИХ ТИПІВ РУХОВИХ ОДИНИЦЬ

Нервовий імпульс – це електричний струм, що виникає на мембранах аксона під час утворення потенціалу дії завдяки швидкій зміні концентрації іонів Na^+ та K^+ усередині рухового нерва та на його поверхні, тобто зміні зарядів з обох сторін мембрани. Це відбувається за миттєвого відкривання та закривання натрієвих та калієвих каналів на мембрані аксона та подальшій роботі натрій-калієвого насоса, який за рахунок енергії АТФ викачує натрій із мотонейрона та накачує калій до рівня концентрації, характерного до стану спокою (потенціалу спокою). Потенціал спокою зумовлений різною концентрацією K^+ усередині клітини та поза нею. Коли нервовий імпульс доходить до закінчення аксона, він стимулює відривання потенціал-залежних Ca^{2+}-каналів мембрани аксона. Кальцій швидко входить усередину аксона і викликає вихід ацетилхоліну із міхурців у синаптичну щілину, тобто запускає процес передачі збудження на м'язове волокно. Якщо вміст Ca^{2+} буде недостатній або порушуються процеси його транспорту в нервове закінчення, то порушується і процес передачі нервового імпульсу в синапсі з участю ацетилхоліну.

Ацетилхолін передає збудження від нервової клітини до м'яза. У синапсі він зв'язується з рецепторами постсинаптичної мембрани м'язового волокна та сприяє відкриванню каналів до іонів Na^+. Іони натрію проникають через мембрану всередину волокна і деполяризують мембрану. Створюється електричний потенціал, завдяки якому збуджується усе м'язове волокно.

Синаптична передача припиняються шляхом розщеплення молекул ацетилхоліну за допомогою ферменту **ацетилхолінестерази**, яка знаходиться у синаптичній щілині та на поверхні постсинаптичної мембрани і має велике значення в регуляції процесів збудження м'язових волокон та його гальмування.

Аксон мотонейронів на кінці має багато розгалужень, що з'єднуються з різними м'язовими волокнами. Об'єднання багатьох м'язових волокон одним мотонейроном називають **руховою одиницею**. Вона працює як єдине ціле, тобто скорочуються усі м'язові волокна, що входять до неї. Кількість м'язових волокон

в одній руховій одиниці може коливатися у межах від кількох одиниць до кількох тисяч. При цьому, одні і ті самі рухові одиниці у різних людей можуть суттєво розрізнятися за кількістю м'язових волокон. Це впливає на прояви їхньої сили та пристосувальні здатності до фізичних навантажень.

Вирізняють два типи м'язових волокон і відповідно рухових одиниць:

- Ті, що **повільно скорочуються**, або **червоні.**
- Ті, що **швидко скорочуються**, або **білі**.

Вони мають різні морфологічні, біохімічні та функціональні характеристики, різну швидкість збудження, скорочення та стомлення.

Окремі типи м'язових волокон мають різні механізми енергоутворення та біохімічні субстрати і ферменти, що забезпечують їх. **У повільних волокнах** переважає аеробний малопотужний механізм утворення АТФ, котрий забезпечує виконання тривалої роботи низької потужності. Вони мають багато мітохондрій, ферментів для біологічного окислення, великі запаси глікогену, білка міоглобіну, що зв'язує кисень, та розгалужену капілярну сітку. Проте активність ферменту АТФази міозину низька.

Швидкі волокна, у свою чергу, поділяються на два типи:

- *швидкі волокна А* – **окисно-гліколітичні**, що забезпечують виконання роботи на швидкісну витривалість, та
- *швидкі волокна Б* – **чисто анаеробні або гліколітичні**, що забезпечують швидкісну та силову роботу м'язів.

Ці типи волокон, особливо типу Б, містять менше мітохондрій, білка міоглобіну та ферментів біологічного окислення поживних речовин, але мають великі запаси глікогену та високу активність ферментів гліколізу і АТФази міозина. Тому ресинтез АТФ у них відбувається за рахунок анаеробних механізмів.

Різні м'язові волокна мають різний поріг збудження і тому втягуються в роботу різної потужності неодночасно. Якщо потужність роботи сягає не більше 25% максимальної, то працюють ***повільні волокна***, від 25% до 40% - підключаються ***швидкі волокна типу А***, а вище 40% - ***швидкі волокна типу Б***. при цьому у нетренованої людини в роботу м'язів втягуються лише 55–60% рухових одиниць, а у спортсменів – 85–90%. Під час роботи максимальної потужності у процес включаються всі рухові одиниці одночасно.

Співвідношення між окремими видами м'язових волокон у пересічної особи у середньому таке:

55% - повільні волокна,
35% - швидкі волокна типу А,
10% - швидкі волокна типу Б.

У спортсменів-марафонців кількість повільних волокон становить 80%, а у спринтерів – лише 23%. Вміст окремих волокон у м'язах людей генетично закріплений, але під впливом специфічних тренувань може змінитися їх співвідношення, в основному, за рахунок перетворення швидких волокон типу А

на інші типи, але у невеликій кількості. Біологічною передумовою успіху у спорті є перевага окремого типу м'язових волокон у людини.

Окремі м'язи складаються із багатьох рухових одиниць, які підключаються до роботи неодночасно. Їх включення залежить від частоти нервових імпульсів. Сила та швидкість скорочення залежить від кількості рухових одиниць, що беруть участь у русі.

ХІМІЧНИЙ СКЛАД М'ЯЗІВ

М'язи складаються із різних хімічних компонентів:

Табл. 1. Хімічні компоненти скелетних м'язів організму людини

Компонент	Вміст (усереднені дані), %
Вода	70-80
Білки: - міофібрилярні - розчинні - білки строми	16-20, із них: - 45 - 35 - 20
Вуглеводи	0,3-3,0 (350 – 450 г)
Ліпіди (нейтральні жири)	0,4 – 1,0
Холестерин	0,06 – 0,20
АТФ	0,25 – 0,4 (5 ммоль/кг$^{-1}$)
АДФ	0,05
Креатининфосфат	0,2 – 1,0 (16-25 ммоль/кг$^{-1}$)
Дипептид карнітин	0,02 – 0,05
Амінокислоти	0,1 – 0,7
Молочна кислота	0,01 – 0,02
Креатин	0,002 – 0,005
Мінеральні речовини: із них найбільше макроелементів: Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}	1,0 – 1,5

Скелетні м'язи дорослої людини складають понад 40% маси тіла, з віком вона зменшується до 30%, у дітей близько 25%. У спортсменів, які спеціалізуються з силових видів спорту, м'язова маса становить 50 – 55%, а у культуристів – до 70% загальної маси тіла.

БУДОВА МІОФІБРИЛ ТА СКОРОТЛИВИХ БІЛКІВ

Процес скорочення м'язів забезпечується скоротливими нитками – міофібрилами, які знаходяться усередині м'язових волокон у кількості від кількох сотень до кількох тисяч. Міофібрила складається із пучків тонких та товстих ниток. Товсті нитки містять білок – **міозин,** тонкі – **актин.** Актинові нитки посередині фіксуються Z-мембранами. Ділянка між двома Z-мембранами має назву **САРКОМЕР.**

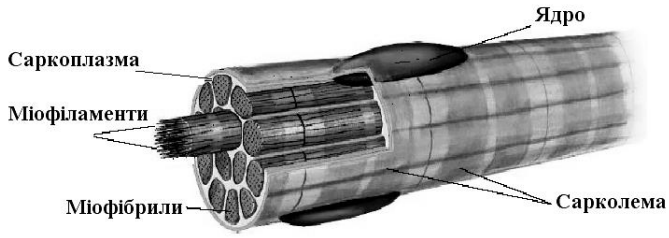


Рис. 1. Будова міофібрили

Саркомер – це скоротлива одиниця міофібрили, тому що скорочення відбувається шляхом руху (ковзання) актинових ниток уздовж міозинових до центру саркомера за рахунок утворення актоміозинового комплексу та зміни структури білків, що зумовлює процес скорочення.

Міозин – це фібрилярний або ниткоподібний білок. Вміст його у скелетних м'язах найбільший (близько 55%). Складається він із довгої фібрилярної частини та кулькоподібної голівки, яка знаходиться під певним кутом до фібрилярної частини й утворює поперечні виступи. На голівках знаходяться два центри: взаємодії з актином та зв'язку з АТФ, де постійно відбувається розпад її молекули до АДФ та H_3PO_4. Біля голівки знаходиться фермент АТФаза, який каталізує цю реакцію розпаду з виділенням енергії. Молекули міозину зібрані у пучки так, що голівки виступають і здатні контактувати з 6-актиновими нитками.

Актин – це глобулярний білок, молекули якого здатні об'єднуватися й утворювати тонку нитку. Тонкі нитки актину складаються із двох спіральних ниток полімеризованого актину та фіксуючого їх білка **тропоміозину**.

В окремих місцях актинових ниток знаходиться Ca^{2+}-залежний регуляторний білок – **тропонін,** який закриває центри взаємодії актину з міозином у стані спокою та відкриває їх напочатку скорочення м'яза, коли збільшується вміст вільного кальцію у волокні, з яким він з'єднується.

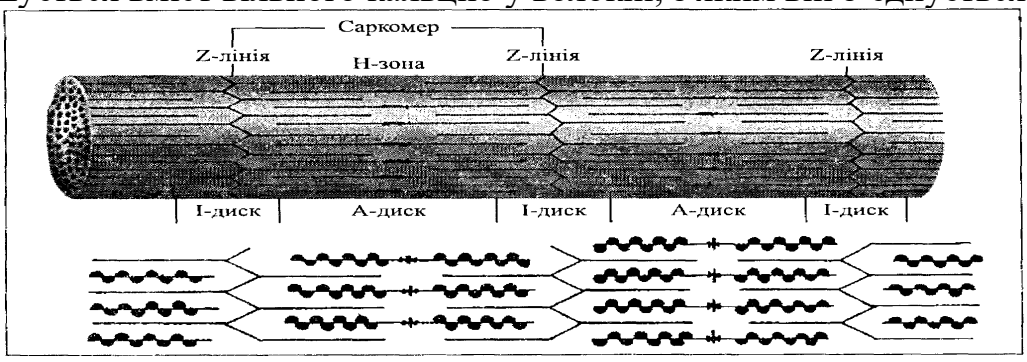


Рис. 2. Структура саркомера

БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ СКОРОЧЕННЯ ТА РОЗСЛАБЛЕННЯ СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗІВ

Скорочення м'язів починається під впливом ацетилхоліну, який виділяється із нервового закінчення в синапс, взаємодіє з сарколемою і збуджує її, утворюючи на її поверхні потенціал дії. Хвиля збудження дуже швидко поширюється уздовж всього м'язового волокна.

Збудження від сарколеми м’язових волокон передається всередину волокна до міофібрил з участю Т-систем мембран ретикулума. При цьому із замкнутих мемебран ретикулума іони Ca^{2+} виходять у саркоплазму. Їхня концентрація збільшується майже в 100 разів. Ca^{2+} запускає процес скорочення міофібрил і м’яза в цілому, таким чином:

- Надає додаткові електричні заряди скоротливим білковим ниткам і сприяє їх притягуванню:
- З’єднується з кальцій-регуляторним білком тропоніном на актинових нитках, що сприяє відкриванню центру взаємодії актину з міозином;
- Активую АТФазу міозину і прискорює реакцію розпаду АТФ.

Реакція гідролізу АТФ ($АТФ + H_2O \xrightarrow{Ca2+ - АТФаза\ міозину} АДФ + H_3PO_4 + \Delta Q$) надає енергію для утворення акто-міозинового комплексу і зменшення кута нахилу голівки міозину, що викликає проягування актинових ниток уздовж міозинових, яке і забезпечує процес скорочення. При цьому компоненти розпаду АТФ відходять від голівок міозину.

Процес скорочення постійно чергується з процесом розслаблення м’язів, що включає такі біохімічні процеси:

- розслабленню передує припинення надходження нервового імпульсу;
- розщеплення ацетилхоліну в синапсах під дією ферментів ацетилхолінестераз;
- ресинтез АТФ та його з’єднання з голівками міозину створює умови для розходження ниток скоротливих білків, оскільки АТФ несе електричний заряд;
- АТФ-залежне закачування Ca^{2+} у ретикулум з участю Ca^{2+}-насосу цих мемебран, що викликає зниження активності АТФази міозину, блокування тропоніном на актині центрів взаємодії з міозином та розходження актинових та міозинових ниток;
- зміна структури білків колагену та еластину сполучної тканини, інших структур м’яза повертає м’язове волокно у розслаблений стан.

ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА МЕТАБОЛІЗМ М’ЯЗІВ

Метаболічні зміни в скелетних м’язах під впливом фізичних тренувань залежать від характеру фізичних вправ та методики тренувань. За адаптації до силових та швидкісно-силових тренувальних вправ спостерігається збільшення м’язової та кісткової маси за рахунок прискорення процесів синтезу скоротливих та структурних білків. Збільшення вмісту цих білків у м’язових волокнах веде до збільшення товщини міофібрил, маси та об’єму м’яза, що називають **м’язовою гіпертрофією**. При цьому найбільш виражена гіпертрофія під час фізичних тренувань спостерігається у швидкісно-силових волокнах. При такій формі гіпертрофії спостерігається значне збільшення сили м’язів (у 2-4 рази).

Збільшення маси м’язів та товщини м’язових волокон може бути зумовлене збільшенням вмісту саркоплазми у волокнах. Такі зміни називають **саркоплазматичною гіпертрофією**. Вони мало впливають на приріст

швидкісно-силових здатностей людини, але зумовлюють збільшення загальної витривалості.

Під впливом тренувальних навантажень на витривалість суттєво змінюються аеробні енергетичні спроможності м'язів та фізіологічних систем. Підвищується ефективність роботи енергетичних систем за рахунок збільшення у м'язах активності та кількості ферментів енергетичного обміну та білка міоглобіну, а також (за рахунок гіпертрофії) вмісту АТФ (на 40-60%), креатинфосфату (на 60-80%), глікогену (на 80-100%).

Значно більшується також капіляризація м'язових волокон (особливо червоних) та кровообіг унаслідок розширення судин у скелетних м'язах під дією метаболічного оксиду нітрогену. Спостерігається збільшення кількості та щільності мітохондрій, а також швидкості окиснення жирів під час м'язової діяльності.

МЕТАБОЛІЧНІ ЗМІНИ У СКЕЛЕТНИХ М'ЯЗАХ ЗА УМОВ СТОМЛЕННЯ ТА ГІПОКІНЕЗІЇ

Під час стомлення, що буває загальним (на рівні усього організму) та локальним (стомлення окремих елементів рухової системи), спостерігаються порушення на рівні:

- діяльності нервової системи та процесів збудження;
- метаболізму у м'язах;
- функції м'язів;

Основними біохімічними змінами, що викликають стомлення м'язів є:

- порушення процесів збудження;
- погіршення процесів транспорту Ca^{2+} і збільшення його вмісту у цитоплазмі;
- зменшення енергетичних ресурсів, особливо КрФ та запасів вуглеводів;
- збільшення вмісту молочної кислоти та розвиток ацидозу;
- зменшення ємності буферних систем;
- накопичення метаболітів: АМФ, H_3PO_4, кетонових тіл тощо;
- пригнічення активності ферментів, особливо креатинфосфокінази;
- збільшення вмісту води у скелетних м'язах та їх набрякання.

Гіпокінезія – це стан організму, зумовлений недостатністю рухової активності або нерухомістю, що призводить до порушення різних ланок метаболізму та нейрогуморальної регуляції його у скелетних та серцевому м'язах, інших органах.

У м'язах зменшується швидкість використання АТФ, що викликає зниження швидкості процесів катаболізму, спрямованих на відновлення її рівня. З цим пов'язане порушення процесів обміну Ca^{2+} та інших мінералів, особливо у скелетних м'язах та кістках.

Знижується також синтез біосинтезу білка у тканинах, що призводить до зменшення вмісту структурних та скоротливих білків у м'язах, тобто до зменшення м'язової маси та розвитку атрофії м'язів. Порушення діяльності

головного мозку та інтенсивності метаболізму в м’язах викликає порушення механізмів скорочення та розслаблення м’язів, втрату або зниження силових показників (стан гіподинамії). Тривалий стан гіпокінезії призводить до зниження працездатності та втрати здоров’я. Тому стає очевидним необхідність профілактики негативного впливу на організм малорухливого способу життя як здорових людей, так і інвалідів, які мають обмежені фізичні спроможності. Для цього повинні використовуватись спеціальні комплекси, форми та методи оздоровчої фізичної культури.

МЕХАНІЗМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ М’ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Усі види м’язової діяльності супроводжуються використанням хімічної енергії, завдяки якій м’язи виконують механічну роботу. Цю енергію забезпечують молекули АТФ на метаболічні процеси, що своєчасно відновлюють її рівень. Різна за характером м’язова робота забезпечується різними шляхами або механізмами відновлення (ресинтезу) АТФ.

РОЛЬ АТФ У ФУНКЦІЇ М’ЯЗІВ

АТФ – єдине джерело енергії для м’язової діяльності. Її енергія забезпечує процес скорочення. При цьому відбувається реакція розпаду (гідролізу) молекул АТФ з участю ферменту скоротливого білка міозину – АТФази, який активується іонами кальцію:

$$АТФ + H_2O \xrightarrow{Ca2+ - АТФаза} АДФ + H_3PO_4 + \Delta Q \ (\Delta Q=-7,3 \text{ ккал, або } 30 \text{ кДж}).$$

Вміст АТФ у скелетних м'язах відносно невеликий і вичерпується протягом 1,0-1,5 с напруженої роботи (3-5 сильних скорочень). Тому для підтримання м'язової діяльності повинен постійно відбуватися процес ресинтезу АТФ за рахунок такої кількості енергії, яка виділяється під час її розпаду:

$$АДФ + H_3PO_4 + \Delta Q \rightarrow АТФ$$

Постійний ресинтез АТФ у м’язах необхідний також для процесу їх розслаблення. Завдяки енергії АТФ забезпечується активний транспорт іонів Ca^{2+} в цистерни саркоплазматичного ретикулуму проти градієнту його концентрації. Зниження концентрації цього іона в цитоплазмі зумовлює розслаблення м’язів. Процес транспорту Ca^{2+} у ретикулум відбувається з участю ферменту Ca^{2+}-залежної АТФази мембран ретикулуму. Крім того, ресинтез АТФ та подальше з’єднання її з голівками міозину сприяє розходженню міозинових та актинових ниток, тобто розслабленню м’язів.

Таким чином, сталість концентрації АТФ у м’язовому волокні - є метаболічною основою нормального його скорочення та розслаблення. Навіть незначне зниження концентрації АТФ погіршує процеси розслаблення і скорочення, а підвищення – поліпшення скорочення м’язів.

Існує декілька механізмів ресинтезу АТФ, які постачають енергію для утворення макроергічного зв’язку в молекулі АТФ під час її синтезу із АДФ та

H_3PO_4. Кожний механізм має свої метаболічні та енергетичні особливості і робить різний внесок в енергозабезпечення м'язової діяльності організму.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕХАНІЗМІВ ЕНЕРГОУТВОРЕННЯ

Виділяють один аеробний (окисне фосфорилювання) та три анаеробні механізми ресинтезу АТФ у тканинах.

Основним механізмом ресинтезу АТФ у тканинах є **аеробний** (з участю кисню) процес окиснення поживних речовин, зокрема вуглеводів та жирів. Він закінчується у мітохондріях процесом **окисного фосфорилювання**.

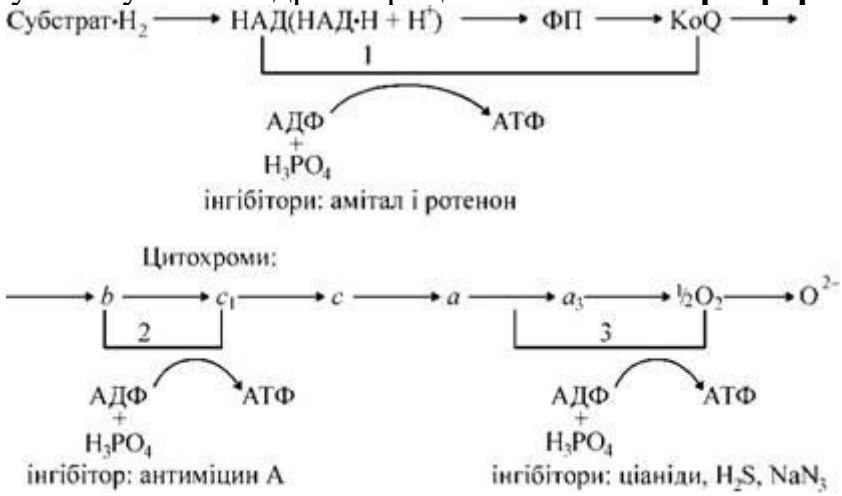


Рис. 3. Окисне фосфорилювання

Оскільки цей механізм багатостадійний, він відбувається повільно і не може забезпечувати велику швидкість ресинтезу АТФ.

Є також три анаеробні механізми ресинтезу АТФ, які мають велику потужність цього процесу і можуть забезпечити енергією виконання фізичних вправ великої інтенсивності:

- креатинфосфокіназний (алактатний);
- гліколітичний (дактатний);
- міокіназний (аденілаткіназний).

Для характеристики енергетичних спроможностей окремих механізмів використовуються такі критерії їх оцінки: максимальна потужність, метаболічна ємність, ефективність та швидкість розгортання.

Максимальна потужність - це швидкість утворення АТФ у даному механізмі. Вона лімітує інтенсивність виконуваної роботи.

Метаболічна ємність – це загальна кількість утворення АТФ, яка ресинтезується у даному механізмі енергоутворення за рахунок запасів енергетичних субстратів і лімітує обсяг виконаної роботи.

Ефективність – це кількість енергії, яка накопичується в молекулах АТФ по відношенню до всієї енергії, що виділяється. Велика частина енергії (більш 50%) речовини чи метаболічного процесу розсіюється у вигляді тепла. Ефективність механізму ресинтезу АТФ – це той показник, поліпшення якого

свідчить про високий ступінь організації та регуляції метаболізму. За рахунок великої ефективності енергетичного процесу зростає економічність виконуваної роботи.

Швидкість розгортання процесу – це час, за який даний механізм виходить на максимальну потужність від початку роботи.

Порівняльну характеристику окремих механізмів енергозабезпечення виконання фізичних вправ за критеріями оцінки подано у табл.

Табл. 2. Характеристика енергозабезпечення м'язової діяльності за критеріями оцінки та час утримання їх максимальної потужності:

Механізм ресинтезу АТФ	Максимальна потужність, моль▪хв$^{-1}$	Метаболічна ємність, моль▪хв$^{-1}$	Ефективність, %	Час розгортання	Час утримання максимальної потужності
Аеробний	1,0	90 (лише вуглеводи)	60	2-4 хв	Години
Креатинфосфокіназний	3,6	0,7	80	0,5-0,7 с	До 15 с
Гліколітичний	1,6	1,2	40	30 с	До 1-2 хв

Найбільшу потужність має креатинфосфокіназний механізм (3,6 моль▪хв$^{-1}$ АТФ), найменшу – аеробний (до 1 моль▪хв$^{-1}$).

Найбільшу метаболічну ємність має аеробний механізм, оскільки можуть використовуватись запаси вуглеводів та жирів, що становлять близько 15 кг. Ефективність найбільша у креатинфосфатного (до 80%), оскільки креатинфосфат знаходиться безпосередньо на скоротливих нитках (міофібрилах) і відбувається проста реакція перефосфорилювання між КрФ та АДФ в місцях використання АТФ.

АНАЕРОБНІ ТА АЕРОБНІ МЕХАНІЗМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Креатинфосфокіназний механізм використовує клітинні запаси креатинфосфату (КрФ) та АДФ для підтримання постійної концентрації АТФ у випадках її швидкого використання. Як тільки зміщується рівновага АТФ ↔ АДФ у бік накопичення АДФ, активується ферментативна реакція перефосфорилювання між КрФ та АДФ за участю ферменту креатинфосфокінази (КрФкіназа). При цьому утворюється АТФ та вільний креатин:

$$АДФ + КрФ \xrightarrow{КрФкіназа} АТФ + креатин.$$

Ця реакція відбувається й у зворотному напрямку у мітохондріях, куди швидко дифундує креатин і взаємодіє з АТФ, яка там постійно синтезується за рахунок аеробного механізму. КрФ із мітохондрій знову надходить до міофібрил. Таким чином, **КрФ виконує роль енергетичного буфера та носія енергії**. У зв'язку з цим у практиці спорту, фізичної реабілітації і клініки використовуються фармакологічні препарати креатину чи креатинфосфату для нормалізації або поліпшення енергетичного обміну в скелетних м'язах, серці тощо.

Креатинфосфокіназний механізм забезпечує виконання короткочасної роботи максимальної потужності протягом перших 6–15 с у нетренованих, а у спринтерів – до 20–30 с. На максимальну потужність він виходить у перші секунди напруженої роботи і тому забезпечує енергетичну основу проявів швидкості та сили. Він є основним в енергозабезпеченні бігу на 100 м, плавання на короткі дистанції, важкоатлетичних вправ, а також забезпечує можливість швидкого включення в роботу на старті та фініші. При адаптації організму до інтенсивних та силових фізичних навантажень у м'язах збільшується вміст КрФ у 1%-2 рази та активність ферментів його обміну, що підвищує швидкісні та силові здатності людини.

Якщо інтенсивна робота триває більше 10-15 с, то енергозабезпечення її відбувається за рахунок іншого анаеробного механізму гліколітичного ресинтезу АТФ, який характерний, більшою мірою, для скелетних м'язів. Цей механізм також називають ***гліколізом та глікогенолізом***. У процесі гліколізу відбувається анаеробне окислення глікогену м'язів чи глюкози, що надходить з крові. При цьому утворюється молочна кислота та 2 чи 3 молекули АТФ згідно з рівняннями:

$$C_6H_{12}O_6 + 2АДФ + 2H_3PO_4 \rightarrow 2CH_3\text{-}CHOH\text{-}COOH + 2АТФ + 2H_2O$$

глюкоза молочна кислота

$$[C_6H_{10}O_5]_n + 3АДФ + 3H_3PO_4 \rightarrow$$
$$2CH_3\text{-}CHOH\text{-}COOH + [C_6H_{10}O_5]_{n-1} + 3АТФ + 2H_2O$$

Цей механізм має меншу максимальну потужність та швидкість розгортання, ніж креатинфосфокіназний. Він включається в енергозабезпечення в перші секунди роботи, але на максимальну потужність виходить на 30-й секунді інтенсивної м'язової роботи і може підтримувати її виконання протягом 1-2 хв (у тренованих до 5 хв). Тому гліколіз забезпечує енергією біг на 200-400 м, плавання на 100–200 м, велогонки на короткі дистанції, інші фізичні вправи субмаксимальної потужності, які виконуються за умов нестачі кисню у тканинах (гіпоксії). Гліколіз є біоенергетичною основою швидкісної та силової витривалості людини.

Рис. 4. Енергетика м'язового скорочення

Під час гліколізу в скелетних м'язах накопичується молочна кислота, яка пригнічує діяльність ферментів цього процесу. Вона швидко виходить у кров, де у нормі рівень її становить 1-1,5 ммоль▪л$^{-1}$, а після виконання граничних інтенсивних вправ може збільшуватись у нетренованому організмі до 6-10 ммоль▪л$^{-1}$, а у тренованому організмі до 10-20 ммоль▪л$^{-1}$ і більше.

Молочна кислота викликає больові відчуття в м'язах під час роботи, тому що закиснює внутрішнє середовище. Вона дисоціює на іон лактату та іон гідрогену:

$$CH_3\text{-}CHOH\text{-}COOH \rightarrow CH_3\text{-}CHOH\text{-}COO^- + H^+.$$

Закиснення спричиняють іони гідрогену, які викликають набухання субклітинних білкових структур, що стискає нервові закінчення та викликає біль і розвиток м'язового стомлення. При цьому може змінюватися величина pH у м'язах від 7,0 до 6,5 та у крові від 7,36 до 6,8 (6,5) у тренованому організмі, а у нетренованому меншою мірою. Помірні зміни pH у бік закиснення активують ферменти аеробного енергоутворення, за рахунок якого виконується подальша робота.

Метаболічна ємність гліколізу залежить від вмісту глікогену у скелетних м'язах та роботи буферних систем, тому збільшення їх запасів має суттєве значення для виконання відносно тривалої напруженої роботи, що дуже важливо для різних видів спорту, а також м'язової діяльності неспортсменів.

Міокіназний механізм ресинтезу АТФ відбувається у м'язах при значному збільшенні концентрації АДФ у клітинах. Це спостерігається лише у критичних станах організму за умов виснажливої роботи м'язів та стомлення. Суть цього механізму полягає в реакції перефосфорилювання між двома молекулами АДФ з утвореннями АТФ та АМФ:

$$АДФ + АДФ \xrightarrow{\text{фермент міокіназа}} АТФ + АМФ$$

У результаті такої реакції організм втрачає одну молекулу АДФ, яка могла б бути перетворена на АТФ, тому що молекула АМФ може перетворюватися на інозинову кислоту (ІМФ) і не використовуватися в обміні енергії.

Аеробний механізм ресинтезу АТФ забезпечує понад 90% АТФ організму. Це повільний механізм енергоутворення, бо включає багато біохімічних перетворень. Поживні речовини – ***вуглеводи, жири та білки*** – розпадаються до мономерів. Далі мономери та деякі прості метаболіти (молочна кислота, кетонові тіла) поступово перетворюються на молекули ацетил-КоА, які є інтегратом метаболізму. Ацетил-КоА окиснюється у мітохондріях у циклі лимонної кислоти та у дихальному ланцюзі до кінцевих продуктів обміну CO_2 та H_2O.

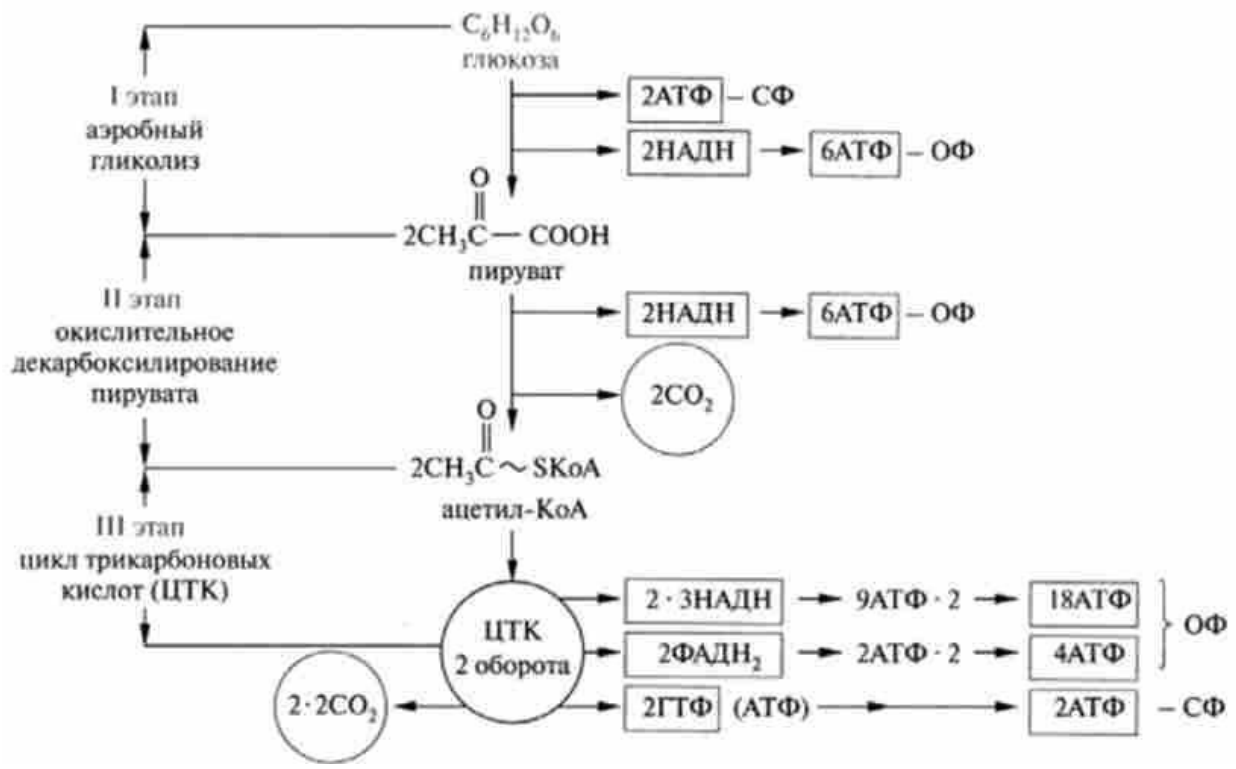


Рис. 5. Аеробний механізм енергоутворення

При цьому протони H^+ та електрони (e^-) відщеплюються від окиснювальної речовини та передаються на O_2, що вдихаємо. На внутрішніх мембранах мітохондрій утворюється градієнт концентрації H^+ та електричний потенціал, енергія якого з участю ферменту **H^+-АТФ синтетази** використовується для утворення молекули АТФ. Процес синтезу АТФ за рахунок енергії біологічного окиснення називають **окисним фосфорилюванням.** Схема рівнянь аеробного окиснення глюкози та жирної пальмітинової кислоти така:

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 38$ АТФ

$C_{15}H_{31}COOH + 23O_2 \rightarrow 16\ CO_2 + 146\ H_2O + 130$ АТФ

Аеробний механізм енергоутворення найкраще відбувається у типах м'язових волокон, що скорочуються повільно. На максимальну потужність він виходить на 2-4-й хвилині помірної фізичної роботи у нетренованої людини та на першій хвилині – у тренованої і може підтримувати її декілька годин. Він є біоенергетичною основою загальної витривалості. Ефективність роботи цього механізму залежить від багатьох факторів:

- співвідношення у клітинах АТФ/АДФ;
- надходження O_2 до скелетних м'язів та інших клітин, а також кількості білка міоглобіну, який зв'язує його;
- активності ферментів біологічного окиснення;
- кількості мітохондрій та стану їх мембран;
- наявності вітамінів (групи В, С, К та ін.), мінералів (Fe, Cu, Ca), переносників гідрогену – НАД та ФМН, гормонів, інших регуляторів метаболізму.

Цей механізм поліпшується під час виконання навантажень великої та помірної потужності: бігу на 5000 та 10000 м, плавання на 800 м і більше, бігу на ковзанах, лижних та велосипедних гонок.

ВНЕСОК ОКРЕМИХ МЕХАНІЗМІВ ЕНЕРГОУТВОРЕННЯ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БІГУ НА РІЗНІ ДИСТАНЦІЇ

Біг на різні дистанції – це хороший приклад виконання різною за потужністю та тривалістю роботи, яка забезпечується різним внеском в її виконання анаеробних та аеробних механізмів енергоутворення. При цьому між інтенсивністю та тривалістю роботи існує зворотний зв'язок – чим інтенсивніше виконується робота, тим вона менш тривала. Тому зі збільшення дистанції чи тривалості бігу збільшується частка аеробного механізму енергоутворення і зменшується анаеробного. Фізичні вправи, під час виконання яких анаеробного енергозабезпечення становить понад 70%, відносять до вправ ***анаеробного типу***. Вправи, у виконанні яких енерговитрати на 70% забезпечуються аеробним механізмом енергоутворення, відносять до вправ ***аеробного типу***, а якщо вправи виконуються однаковою мірою з участю обох механізмів енергоутворення, то вони належать до змішаного ***анаеробно-аеробного типу.***

МЕТАБОЛІЧНІ ЗМІНИ В ОРГАНІЗМІ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ВПРАВ РІЗНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Виходячи із інтенсивності фізичних навантажень та механізмів їх енергетичного забезпечення, усі циклічні вправи згідно з одною із багатьох класифікацій фізичних вправ поділяють на роботу в чотирьох зонах відносної потужності:

- максимальній;
- субмаксимальній;
- великій;
- помірній.

При виконанні фізичних вправ у зоні кожної потужності відбуваються певні біохімічні зміни, за якими можна характеризувати виконану роботу.

Табл. 3. Біохімічні зміни в організмі людини при виконанні фізичних вправ у різних зонах відносної потужності

Показник	Зона потужності			
	Максимальна	Субмаксимальна	Велика	Помірна

Час роботи	2-30 с	30 с – 3(5)хв	3-50 хв	50 хв – 5 год
Шлях енерго-утворення	КрФ – 95%, гліколіз	Гліколіз, КрФ	Аеробний 40-90%	Аеробний
Джерела енергії, їх зміни після роботи, (↑↓)	АТФ↓, КрФ↓, глікоген	КрФ↓, глікоген м'язів, печінки	Глікоген м'язів ↓, печінки ↓, жири	Глікоген ↓, жири
Глюкоза у крові, г▪л$^{-1}$	0,8 (норма) до 1,2 ↑	До 2 ↑	До 1,5 ↑	0,8 0,6 ↓
Молочна кислота в крові, ммоль▪л$^{-1}$	1,5 (норма) До 2,5 ↑	У неспортсмені збільшується до 6-12 У спортсменів збільшується до 10-20 (28)	↑ у межах 4-10	1,5
pH крові	7,36 або 7,2↓ (норма)	6,8↓	7,3↓	7,36
Білок у сечі, %	--	1,5%	0,5%	--
Кисневий борг	90-95%	50-90%	20-30%	10%
Час відновлення	До 1 год	2-5 год	5-24 год	24-72 год
Фактори стомлення	КрФ↓, АДФ↑	Порушення діяльності ЦНС, NH_3↑, КрФ↓, pH↓	глікоген↓, pH↓, pO_2↓	глікоген↓ кетоз, t=42^{0}C, H_2O↓

Оцінювати інтенсивність виконаної роботи можна також за іншими показниками, які часто використовуються у практиці фізичного виховання і спорту: енерговитратах, відносних одиницях енергетичних витрат – метаболічному еквіваленті (МЕТ), величиною ЧСС, що відображає відносну інтенсивність роботи, виражену в відсотках МСК (максимального споживання кисню) тощо. Але необхідно знати, що величина енергетичних витрат під час фізичних навантажень індивідуальна і залежить від статі, віку, маси тіла, рівня фізичної підготовленості та спадкових ознак.

Табл. 4. Залежність величини ЧСС від інтенсивності навантаження

ЧСС, уд▪хв$^{-1}$	СК, % МСК	Відносна інтенсивність навантаження
110-130	40-45	Мала
130-150	50-55	

150-170	60-65	Середня
170-180	75-85	
180-190	85-90	Висока
190-210	90-100	

Під величиною МЕТ розуміють відношення енергетичної вартості навантаження до інтенсивності основного обміну. 1 МЕТ відповідає рівню основного обміну і становить 1-1,4 ккал/хв/кг (4,18 -5,85 кДж/хв/кг).

Відносне оцінювання інтенсивності навантаження аеробної спрямованості можна провести за величиною ЧСС, реєстрованої під час виконання роботи. Існує лінійна залежність між величинами ЧСС та споживанням кисню, яке залежить від інтенсивності роботи. Споживання кисню (СК) виражають у відсотках МСК, тобто відношення величини поточного спожитого кисню до його максимального значення.

БІОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ

Під час адаптації організму до фізичних навантажень, перетренування, а також при патологічних станах в організмі змінюється обмін речовин. Це веде до появи у різних тканинах і біологічних рідинах окремих метаболітів (продуктів обміну речовин), що відображають функціональні зміни і можуть слугувати біохімічними тестами або показниками їхньої характеристики. Тому у практиці спорту, фізичної реабілітації чи рекреації разом з медичним, педагогічним, психологічним і фізіологічним контролем використовується біохімічний контроль функціонального стану організму людини.

Визначення біохімічних показників обміну речовин у спортсменів дозволяє вирішувати такі завдання комплексного обстеження:

- оцінка функціонального стану організму;
- спостереження за адаптаційними змінами основних енергетичних та функціональних систем у процесі тренування;
- виявлення передпатологічних та патологічних змін метаболізму.

Біохімічний контроль дозволяє також вирішувати й окремі завдання:

- виявлення реакції організму на фізичні навантаження;
- визначення рівня тренованості;
- визначення ефективності застосування фармакологічних засобів відновлення чи підвищення працездатності;
- визначення ролі енергетичних метаболічних систем у м’язовій діяльності;
- виявлення впливу кліматичних факторів.

У зв’язку з цим у практиці спорту широко використовується біохімічний контроль на різних етапах підготовки спортсменів.

ОБ’ЄКТИ, МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БІОХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об’єктами біохімічного дослідження організму людини можуть бути повітря, яке видихається, та біологічні рідини – кров, сеча, слина, піт, а також м’язова тканина.

Повітря, що видихається – один з основних об’єктів дослідження процесів енергетичного обміну в організмі, визначення величини енерговитрат, а також використання окремих енергетичних джерел в енергозабезпеченні м’язової діяльності. Для цього визначають кількість O_2, що споживається, та CO_2, що видихається протягом певного часу. Так за співвідношенням об’ємів цих газів можна визначити дихальний коефіцієнт (ДК = $V(CO_2)/V(O_2)$), який іще називають респіраторним відношенням (RR). Величина ДК змінюється у межах 1-0,7 і вказує на внесок вуглеводів, жирів та білків в енергетику роботи. Якщо величина ДК = 1, то окиснюються лише вуглеводи, якщо близько 0,7 – жири, якщо 0,8 – білки, а при рівноцінному обміні вуглеводів, жирів та білків це співвідношення становить 0,82-0,85.

Кров використовується як один з найважливіших об’єктів біохімічних досліджень людини, оскільки у ній віддзеркалюються усі метаболічні зміни, що відбуваються у тканинах організму. За змінами складу крові або рідкої її частини – плазми – можна судити про гомеостатичний стан внутрішнього середовища організму та його зміни під час спортивної діяльності.

Табл. 5. Основні хімічні компоненти цільної крові і плазми здорової людини

Компонент крові	Цільна кров	Плазма
Вода, %	75-85	90-91
Сухий залишок (білок крові), %	15-25	9-10
Загальний білок, г▪л$^{-1}$	--	65-80
Гемоглобін, г▪л$^{-1}$	120-140 (жін.)	--
	140-160 (чол.)	
Гематокрит, мл▪100мл$^{-1}$	37-47 (жін.)	--
	40-54 (чол.)	
Глобуліни, г▪л$^{-1}$	--	20-30
Альбуміни, г▪л$^{-1}$	--	40-50
Сечовина, ммоль▪л$^{-1}$	3,30-6,60	3,30-6,60
Сечова кислота, ммоль▪л$^{-1}$	0,18-0,24	0,24-0,29
Креатин, ммоль▪л$^{-1}$	0,23-0,38	0,08-0,11
Креатинін, ммоль▪л$^{-1}$	0,06-0,067	0,06-0,067
Глюкоза ммоль▪л$^{-1}$	3,30-5,50	3,60-5,50
Молочна кислота, ммоль▪л$^{-1}$	--	1,00-2,50
Піровиноградна кислота, ммоль▪л$^{-1}$	--	0,07-0,14
Нейтральні жири, ммоль▪л$^{-1}$	1,00-2,60	1,20-2,80
Вільні жирні кислоти, ммоль▪л$^{-1}$	--	0,10-0,40
Холестерин загальний, ммоль▪л$^{-1}$	3,90-5,20	3,90-6,50
Кетонові тіла, ммоль▪л$^{-1}$	--	8,0-30,0
Ацетооцтова кислота, ммоль▪л$^{-1}$	--	0,05-0,19

Ацетон, ммоль▪л$^{-1}$	0,20	0,20-0,30
Лимонна кислота, ммоль▪л$^{-1}$	--	0,10-0,15
Аскорбінова кислота, ммоль▪л$^{-1}$	--	0,05-0,10
Білірубін загальний, ммоль▪л$^{-1}$	--	4,0-26,0
pH	7,35-7,45	--

Сеча як рідина, що містить воду та різні органічні і неорганічні речовини організму, деякою мірою відображає роботу нирок – основного видільного органу, а також динаміку обмінних процесів у різних органах і тканинах, і зокрема у плазмі крові. Тому за змінами кількості і якісного її складу можна судити про стан окремих компонентів обміну речовин, надлишкове їх надходження, порушення гомеостатичних реакцій в організмі, у тому числі пов'язаних із м'язовою діяльністю. Із сечею з організму виводяться різні хімічні речовини: *надлишок води та електролітів, проміжні і кінцеві продукти обміну речовин, гормони, вітаміни, чужорідні речовини*. Важливим показником азотного балансу в організмі, який характеризує обмін тканинних білків та засвоєння білків їжі, є величина виділеного загального азоту з сечею, яка в нормі становить близько 16 г. У практиці спорту часто досліджується вміст *креатину та креатиніну* в сечі. Їх добове виділення залежить від маси тіла і тому може характеризувати спортивну гіпертрофію м'язів під час окремих тренувань, а також швидкість метаболізму креатину в м'язах, у клінічній практиці – зміни функції нирок. У сечі досліджують вміст водорозчинних вітамінів для того, щоб оцінити вітамінну забезпеченість організму. Так за нормальної забезпеченості організму людини вітаміном С, він виділяється з сечею у межах 20-30 мг або 113,5-170,3 мкмоль на добу.

Важливе діагностичне значення мають фізико-хімічні властивості сечі: її добовий ***об'єм і колір*** (у нормі солом'яно-жовтий), ***запах*** специфічних летких речовин, ***прозорість та густина*** (в нормі коливається від 1,014 до 1,025). Вони змінюються під час фізичних навантажень, при специфіці харчування, різних патологіях нирок, печінки тощо. Протягом доби виділяється в середньому близько 1-1,5 л сечі, яка у нормі має слабкокислу реакцію (pH = 5-6), не містить глюкози, білка та елементів крові. Виділення сечі за певний проміжок часу називають діурезом припинення виділення сечі при порушенні сечовидільної функції нирок називають анурією, а зменшення об'єму її виділення до 0,5 л – олігоурією.

Слина звичайно використовується паралельно з іншими біохімічними об'єктами. У слині визначають електроліти (Na^+ і K^+), активність ферментів (амілази), величину pH, вміст різних метаболітів.

М'язова тканина є дуже показовим об'єктом біохімічного контролю м'язової діяльності, однак використовується рідко, тому що потрібно брати шматочок м'язової тканини методом біопсії – вищипування шприцом. У пробах визначають кількість скоротливих білків (актину і міозину), АТФазну активність міозину, показники енергетичного потенціалу (вміст АТФ, креатинфосфату, глікогену), продукти енергетичного обміну, електроліти й інші речовини. За їх

вмістом визначають склад та функціональну активність м’яза, його енергетичний потенціал, а також зміни, що відбуваються під впливом одноразового фізичного навантаження чи довготривалих тренувань.

Вибір методів біохімічного обстеження має важливе значення, тому що вони можуть різнитися точністю і вірогідністю. Останнім часом у практиці спорту, особливо при самоконтролі функціонального стану організму, широко використовуються експрес-методи визначення багатьох (близько 10) різних біохімічних показників у плазмі крові та сечі за допомогою спеціальних діагностичних смужок. Вони основані на здатності певної речовини (глюкози, білка, вітаміну С, кетонових тіл, сечовини, гемоглобіну, нітратів і ін.) реагувати з нанесеними на індикаторну смужку реактивами і змінювати її колір. Звичайно наноситься крапля досліджуваної крові чи сечі на індикаторну смужку «Глюкотесту», «Пентафану», «Меді-тесту» чи інших діагностичних тестів і за 1 хв її колір порівнюється з індикаторною шкалою даного тесту чи вимірюється глюкометром, лактометром чи pH-метром.

У практиці спорту широко використовується під час біохімічного обстеження лабораторна система LP-400, за допомогою якої можна швидко та точно визначити в крові до 60 різних біохімічних показників.

Одні й ті самі біохімічні методи та показники можуть використовуватися для вирішення різних завдань. Так, визначення вмісту лактату в крові використовується для оцінки рівня тренованості, спрямованості й ефективності застосовуваної вправи, а також під час відбору людей для занять окремими видами спорту, оцінки впливу засобів фізичної реабілітації чи оздоровчої фізичної культури.

Організація і проведення біохімічного обстеження включає час і місце, вибір досліджуваних біохімічних показників, вони мають бути надійними – повторюватися під час багаторазового контрольного обстеження та інформативними – відображати сутність досліджуваного процесу.

У кожному конкретному випадку визначаються різні біохімічні показники обміну речовин. Більшість біохімічних показників у тренованих і нетренованих людей у стані спокою мало різняться, тому для виявлення тренованості ***обстеження слід проводити перед та після виконання стандартних чи граничних фізичних вправ***, які добираються залежно від поставленої мети дослідження.

ОСНОВНІ БІОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ ТА СЕЧІ

Показники вуглеводного обміну. ***Глюкоза*** у крові підтримується на відносно постійному рівні спеціальними регуляторними механізмами в межах 3,3-5,5 ммоль/л.

Зміна її вмісту під час м’язової діяльності індивідуальна і залежить від рівня тренованості організму, потужності та тривалості фізичних вправ. Короткочасні фізичні навантаження максимальної і субмаксимальної інтенсивності можуть підвищити вміст глюкози в крові за рахунок посиленого розщеплення глікогену печінки під впливом адреналіну. Тривалі фізичні

навантаження ведуть до зниження вмісту глюкози в крові. У нетренованих людей це зниження більш виражене, ніж у тренованих. Знижений її вміст свідчить про вичерпання запасів глікогену печінки або інтенсивне використання глюкози тканинами організму.

За зміною вмісту глюкози в крові судять про швидкість аеробного окислення її у тканинах організму під час м'язової діяльності та інтенсивність мобілізації глікогену печінки. У спортивній діагностиці цей показник обміну вуглеводів рідко використовується самостійно, тому що рівень глюкози в крові залежить також від емоційного стану людини, гуморальних механізмів регуляції, харчування та інших факторів.

Стійке підвищення рівня глюкози в крові вранці натще свідчить про порушення обміну вуглеводів через зміну у гормональній системі регуляції та розвиток захворювань (цукровий діабет тощо).

Сеча здорової людини не містить глюкози. Вона може з'явитися за інтенсивної м'язової діяльності, емоційного напруження перед стартом та надлишкового надходження вуглеводів з їжею (аліментарна глюкозурія) у результаті підвищенні її рівня у крові (стан гіперглікемії). Поява глюкози у сечі під час фізичних навантажень свідчить про інтенсивну мобілізацію глікогену печінки. Постійна наявність глюкози в сечі є діагностичним тестом захворювання на цукровий діабет.

Молочна кислота – є продуктом гліколітичного механізму ресинтезу АТФ у скелетних м'язах, який активується за умов виконання інтенсивних фізичних вправ та гіпоксиному стані організму. Вміст молочної кислоти в крові у нормі в стані відносного спокою становить 1-1,5 ммоль/л, а під час виконання інтенсивної фізичної роботи значно зростає. Після роботи молочна кислота виходить в кров поступово, досягаючи максимуму на 3–7-й хвилині після її закінчення. Тому саме в цей час її визначають. Накопичення її в крові співпадає з посиленим утворенням у м'язах і може сягати у спортсменів 30 ммоль/л за умови виснаження. Кількість молочної кислоти більша у венозній крові, ніж в артеріальній. Після виконання інтенсивної роботи вміст її у крові може зростати у нетренованої людини до 5-6 (13) ммоль/л, у тренованої – до 20 ммоль/л і вище.

Під час контролю ефективності тренувального процесу доцільно визначати рівень молочної кислоти у крові після виконання стандартних фізичних навантажень на різних етапах цього процесу. Зниження вмісту молочної кислоти у крові від одного етапу тренувань до іншого свідчить про підвищення рівня тренованості, а підвищення – про його неефективність.

Якщо виявляються великі концентрації молочної кислоти в крові після виконання граничної роботи субмаксимальної потужності, то це свідчить про високий рівень тренованості або збільшення метаболічної ємності гліколізу та більшу стійкість гліколітичних ферментів до закиснення середовища.

Таким чином, зміна концентрації молочної кислоти в крові після виконання фізичних вправ залежить від стану тренованості людини. Тому за змінами її вмісту в крові визначають ступінь тренованості організму, його анаероблі гліколітичні спроможності, що важливо під час підбору спортсменів, а також

максимальну потужність аеробного механізму енергоутворення та перебіг процесів відновлення організму після фізичної роботи.

Показники ліпідного обміну. ***Вільні жирні кислоти*** (ВЖК) утворюються під час розпаду у тканинах нейтральних жирів, структурними компонентами вони є. тому рівень вільних жирних кислот у крові відображає швидкість ліполізу тригліцеридів у печінці і жирових депо. В нормі їх вміст у крові становить 0,1-0,4 ммоль/л і збільшується під час тривалих фізичних навантажень.

За змінами вмісту ВЖК у крові контролюють ступінь підключення ліпідів до процесів енергозабезпечення м'язової діяльності, а також економічність енергетичних систем чи ступінь взаємозв'язку між ліпідним і вуглеводним обміном. Високий ступінь сполучення цих механізмів енергозабезпечення під час аеробних навантажень є показником високого рівня функціональної підготовки спортсмена.

Кетонові тіла (ацетооцтова кислота, бета-гідроксимасляна кислота, ацетон) утворюються у печінці з ацетил-КоА за посиленого окислення жирних кислот у тканинах організму. Кетонові тіла з печінки надходять у кров і доставляються до тканин, де більша частина їх використовується як енергетичний субстрат, а менша виводиться з сечею. Вміст кетонових тіл в крові у нормі відносно невеликий – 8 ммоль/л. Під час тривалих фізичних вправ рівень кетонових тіл у крові збільшується до 20 ммоль/л (кетонемія). Вони можуть з'явитися у сечі , тоді як у нормі у сечі кетонові тіла майже не виявляються простими методами (20–40 мг за добу).

Поява кетонових тіл у сечі (кетонурія) у здорових людей спостерігається під час голодування, виключення вуглеводів з раціону харчування, виконання тривалих фізичних навантажень помірної потужності. Цей показник має також діагностичне значення для виявлення захворювань на цукровий діабет та тиреотоксикоз.

За збільшенням вмісту кетонових тіл у крові та появи їх у сечі під час м'язової діяльності визначають перехід енергоутворення з вуглеводних джерел на ліпідні. Більш раннє підключення ліпідних джерел свідчить про більшу економічність аеробних механізмів енергозабезпечення м'язової діяльності, а отже підвищення рівня тренованості організму.

Холестерин. Це представник стероїдних ліпідів, що не бере участі у процесах енергоутворення в організмі. Вміст холестерину у плазмі крові у нормі становить 3,9-6,5 ммоль/л і залежить від статі, віку, дієти, рухової активності. Постійне збільшення рівня холестерину і його окремих ліпопротеїдних комплексів у плазмі крові слугує діагностичним тестом розвитку важкого захворювання – атеросклерозу, що супроводжується пошкодженням стінок кровоносних судин. Тому для раннього діагностування таких порушень *необхідно один раз на рік проводити контроль обміну холестерину.*

Фосфоліпіди. Вміст фосфоліпідів в крові у нормі становить 1,5-3,6 г/л. Підвищення його рівня спостерігається при діабеті, захворюваннях нирок, гіпофункції щитоподібної залози та інших порушеннях обміну, а зниження – при жировій дистрофії печінки, тобто коли пошкоджуються структури печінки, в

яких вони синтезуються. Під час занять спортом можливі порушення функції печінки, тому цей показник теж потрібно контролювати.

Продукти пероксидного окиснення ліпідів. Активація процесів перекисного окислення ліпідів у скелетних м'язах та інших тканинах спостерігається не тільки під час інтенсивних фізичних навантажень, але при різних захворюваннях. Ці продукти метаболізму у тканинах викликають стомлення, пошкоджують мембрани тканин тощо. Тому під час біохімічних обстежень для оцінки підготовленості спортсменів або інтенсивності деструктивних процесів у тканинах визначається вміст цих продуктів у крові та активність ферментів антиоксидантного захисту, які знешкоджують їх або протидіють утворенню.

Показники білкового обміну. ***Гемоглобін*** є основним білком еритроцитів крові, що виконує кисневотранспортну функцію. Концентрація його в крові залежить від статі і становить у середньому 120-140 г/л– у жінок і 140-160 г/л - у чоловіків, а також від ступеня тренованості, зокрема фізичної витривалості. З ростом рівня тренованості спортсменів у видах спорту, спрямованих на витривалість, концентрація гемоглобіну в крові в жінок зростає в середньому до 130-150 г/л, у чоловіків – до 160-180 г/л. Збільшення вмісту гемоглобіну в крові деякою мірою відображає адаптацію організму до фізичних навантажень на витривалість та умов гіпоксії.

У разі інтенсивних тренувань, а також за нераціонального харчування відбувається руйнування еритроцитів крові і зниження концентрації гемоглобіну до 90 г/л і нижче, що розглядається як залізодефіцитна «спортивна анемія». У такому випадку варто змінити програму тренувань, а у раціоні харчування збільшити вміст білків, заліза і вітамінів групи В, або використати ферумвмісні препарати.

Альбуміни і глобуліни. Це низькомолекулярні основні білки плазми крові.

Альбуміни становлять 50-60% усіх білків сироватки крові (вміст у сироватці в нормі близько 30-50 г/л), глобуліни – 35-40% (4-12 г/л). Вони виконують різноманітні функції в організмі: у складі імунної системи (особливо глобуліни) захищають організм від інфекцій, беруть участь у підтримці pH крові, транспортують різні органічні і неорганічні речовини, використовуються для побудови інших речовин. Підвищення їх вмісту спостерігається у разі зневоднення організму. Кількісне співвідношення їх у плазмі крові у нормі відносно постійне і відображає стан здоров'я людини. Співвідношення цих білків змінюється у разі стомлення, при багатьох захворюваннях і може використовуватися у спортивній медицині як діагностичний показник стану здоров'я.

Сечовина. Рівень сечовини в крові характеризує інтенсивність розпаду тканинних білків та дезамінування амінокислот, у результаті чого утворюється токсичний аміак (NH_3), який у печінці перетворюється на нетоксичну сечовину. З печінки сечовина надходить у кров і виводиться із сечею.

Концентрація сечовини в крові у нормі індивідуальна – у межах 3,5-6,5 ммоль/л. Вона може збільшуватися у разі значного надходження білків з їжею до

7-8 ммоль/л, за умов порушення видільної функції нирок – до 16-20 ммоль/л, а також після виконання тривалої фізичної роботи за рахунок посилення катаболізму білків – до 9 ммоль/л і більше.

У практиці спорту цей показник широко використовується для оцінки перенесення спортсменом тренувальних і змагальних фізичних навантажень, перебігу тренувальних занять, але найчастіше для контролю процесів відновлення організму після фізичних тренувань. Для одержання об'єктивної інформації концентрацію сечовини визначають наступного дня після тренування ранком натще серце, тобто через 12 год після роботи. Якщо виконане фізичне навантаження адекватне функціональним можливостям організму і відбулося відносно швидке відновлення метаболізму, то вміст у крові вранці буде у нормі. Якщо вміст сечовини вранці залишається вище норми, то це свідчить про недовідновлення організму або його стомлення.

Наявність білка у сечі. У здорової людини білок у сечі не міститься. Поява його (протеїнурія) можлива при захворюванні нирок (нефрозі), пошкодженні сечових шляхів, а також при надлишковому надходженню білків з їжею чи після м'язової діяльності анаеробної спрямованості. Це пов'язано з порушенням проникності клітинних мембран нирок через закислення середовища організму і виходу білків плазми в сечу. При цьому може спостерігатися помутніння сечі під час відстоювання. За величиною концентрації білка в сечі після виконання фізичної роботи можна визначити її потужність. Так, після виконаної роботи в зоні великої потужності концентрація білка становить 0,5%, а у зоні субмаксимальної потужності може досягати 1,5%.

Креатинін у сечі. Ця речовина утворюється у м'язах в процесі розпаду креатинфосфату. Добове виділення його із сечею відносно постійне для кожної людини і залежить від м'язової маси тіла. У чоловіків воно становить 18-32 мг/кг на добу, у жінок – 10-25 мг/кг. За вмістом креатиніну у сечі можна побічно оцінити швидкість креатинфосфокіназної раекції, а також м'язову масу тіла.

Креатин. У нормі у сечі дорослих людей креатин відсутній. Виявляється він у разі перетренування і патологічних змін у м'язах, тому наявність креатину у сечі може використовуватися як тест для виявлення реакції організму на фізичні навантаження.

Тема12. Вуглеводи. Обмін вуглеводів

МОНОСАХАРИДИ

Вуглеводи складають велику групу сполук, які поділяють на прості та складні. Прості вуглеводи не здатні гідролізуватися з утворенням простіших вуглеводів, їх називають моносахаридами.

Моносахариди з хімічної точки зору належать до гетерофункціональних сполук, т.к. в їх молекулах одночасно містяться одна оксогрупа (альдегідна або кетонна) та кілька гідроксильних груп.

Моносахариди, що містять альдегідну групу називаються альдозами, моносахариди, що містять кетонну групу – кетозами.

Залежно від довжини вуглецевого ланцюга (3-10 атомів) моносахариди поділяються на тріози, тетрози, пентози, гексози, гептози і т.д. Таким чином, моносахариди класифікують з урахуванням двох ознак: природи оксо-групи та довжини вуглецевого ланцюга. У природі найбільш поширені пентози та гексози.

Велике значення вуглеводи мають для деяких життєвоважливих органів Так, функції головного мозку приблизно на 80–85% забезпечуються енергією за рахунок окислення глюкози.

Гідроліз глікозидів – фундаментальна реакція хімії вуглеводів. Вона є основою гідролітичного розщеплення полісахаридів, здійснюваного в організмі. Гідроліз – це зворотна реакція утворення глікозиду. Деякі природні глікозиди є лікарськими препаратами. Похідними моносахаридів є аміносахара, одержувані шляхом заміщення у другому положенні гідроксильної групи на аміногрупу:

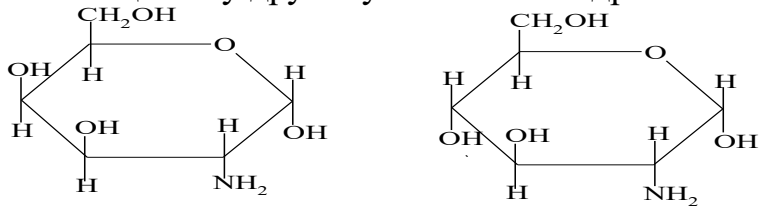


Рис. 6. 2-дезокси-2-аміно-α-Д-галактопіраноза (галактозамін) та 2-дезокси-2-аміно-α-Д-глюкопіраноза (глюкозамін)

Аміносахара мають сильні основні властивості, утворюючи солі з кислотами, вступаючи в реакцію ацилювання. Ацильовані глюкозаміни входять до складу деяких полісахаридів сполучної тканини. Наприклад, N-ацетилглюкозамін входить до складу гіалуронової кислоти, а N-ацетилгалактозамін – до складу хондроїтинсульфатів.

Гліцериновий альдегід і діоксиацетон утворюються в тканинах організму в процесі розпаду вуглеводів та жирів. Вони перетворюються в фосфогліцериновий альдегід, який є високоенергетичним субстратом біологічного окислення поживних речовин. У процесі подальшого його перетворення утворюється молекула АТФ та піровиноградна або молочна кислота залежно від умов метаболізму.

ДИСАХАРИДИ

Всі полісахариди можна розглядати як ангідриди простих цукрів, що виходять відщепленням однієї або кількох молекул води від двох і більше молекул моносахаридів. До полісахаридів відносяться досить різноманітні за своїми властивостями речовини, і тому їх ділять на дві групи: олігосахариди - відносно низькомолекулярні вуглеводи (від 2 до 10 залишків), при гідролізі яких утворюється невелика кількість молекул моносахаридів, і високомолекулярні полісахариди складаються з сотень і тисяч залишків моносахаридів.

З олігосахаридів найбільше значення мають **дисахариди**. Вони складаються з двох моносахаридних ланок однакової чи різної природи. У

вигляді самостійно існуючих у природі дисахаридів найважливішими є мальтоза, лактоза, сахароза.

Мальтоза (солодовий цукор) – основний продукт розщеплення крохмалю під дією ферменту α-амілози, що виділяється слинною залозою. Вона складається із залишків двох молекул α,Д-глюкопіраноз, скріплених 1-4-глікозидним зв'язком:

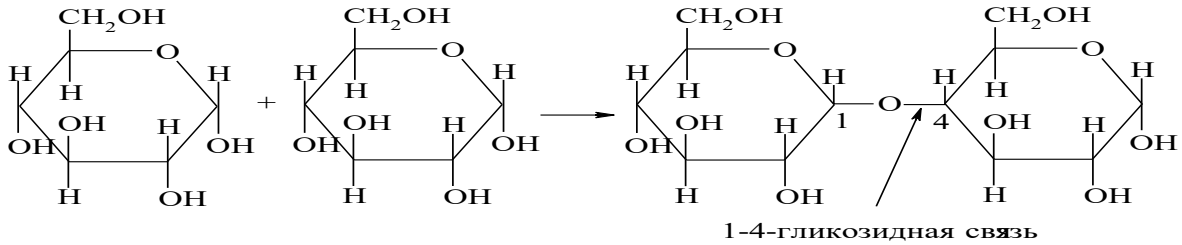


Рис. 7. Взаємодія α-D-глюкопіранози з α-D-глюкопіранозою з утворенням α-мальтози

Лактоза (молочний цукор) міститься у жіночому молоці (близько 8%). Лактоза складається з залишків β-Д-галактопіранози та β-Д-глюкопіранози, з'єднаних β-1-4-глікозидним зв'язком:

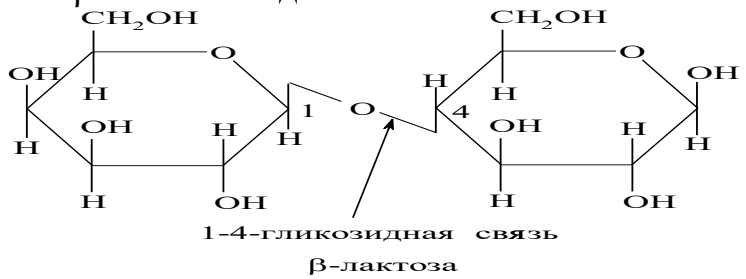


Рис. 8. Лактоза

Відновлювальні дисахариди виявляють властивості, характерні моносахаридам. Наприклад, вони окислюються в глікобіонові кислоти, утворюють прості і складні жири, що відновлюють реактив Феллінга.

Прикладом невідновлювальних дисахаридів є ***сахароза*** (буряковий цукор). Він міститься в цукровій тростині, цукрових буряках, соках рослин та плодах. Молекула сахарози складається з залишків α-Д-глюкопіранози та β-Д-фруктофуранози, з'єднаних 1-2-глікокозидним зв'язком. Сахароза не містить напівацетального гідроксилу, тому їй не властива циклооксотаутомерія і не характерні властивості альдегідів. Сахароза виявляє лише властивості багатоатомних спиртів.

Всі дисахариди затні гідролізуватися з утворенням моносахаридних одиниць.

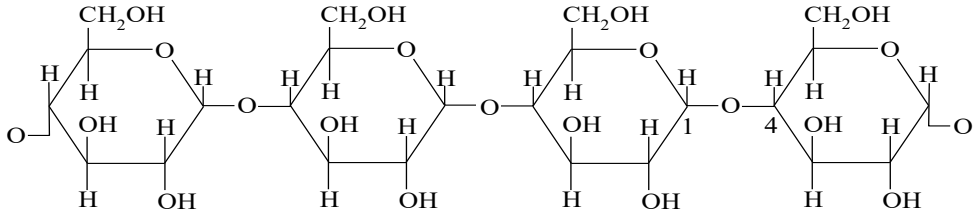
Наприклад:

Рис. 9. Утворення із α-мальтози двох молекуд α-Д-глюкопіранози та молекула сахарози

ПОЛІСАХАРИДИ

Більшість вуглеводів, що зустрічаються в природі, існує у формі високомолекулярних полісахаридів, що містять сотні та тисячі залишків моносахаридів. За хімічною природою їх слід як поліглікозиди. Їхній повний гідроліз у присутності кислот або специфічних ферментів дає моносахариди та їх прості похідні.

Полісахариди (називаються також гліканами) відрізняються один від одного природою моносахаридних одиниць, що повторюються, довжиною ланцюга і ступенем її розгалуження. Розрізняють гомополісахариди, що складаються з моносахаридних одиниць тільки одного типу, і гетерополісахариди, що містять моносахаридні одиниці двох або декількох типів. Найважливішими гомополісахаридами є рослинний *крохмаль і целюлоза.* Обидва ці полісахариди при повній деструкції перетворюються на глюкозу. Склад обох речовин виражається формулою $(C_6H_{10}O_5)n$. ***Крохмаль*** складається з залишків α-Д-глюкопіраноз, з'єднаних глікозидним зв'язком, при цьому одна молекула своїм напівацетальним гідроксилом взаємодіє зі спиртовим гідроксилом іншої молекули. Рослинний крохмаль (продукт фотосинтезу) є сумішшю двох фракцій – амілози та амілопектину. Ланцюг амілози нерозгалужена, в якій усі Д-глюкозні одиниці з'єднані α-1-4-глікозидними зв'язками.



α-1-4-глікозидний зв’язок

Рис. 10. Амілоза

Ланцюги амілози полідисперсні, у воді вона не дає істинного розчину, але утворює гідратовані міцели. У таких міцелах полісахаридні ланцюги амілози скручені у спіраль. На кожен виток спіралі припадає по 6 моносахаридних ланок. У внутрішній канал спіралі можуть входити молекули інших речовин, утворюючи комплекси, які називаються сполуками включення. Комплекс амілози

з йодом має синє забарвлення. Це використовується для визначення як крохмалю, так і йоду (йодокрахмальна реакція).

Амілопектин, на відміну від амілози, має розгалужену будову (порядка 30 розгалужень у молекулі). В основному ланцюгу Д-глюкопіранози пов'язані α-1-4-глікозидним зв'язком, а в точках розгалуження – α-1-6-глікозидним зв'язком.

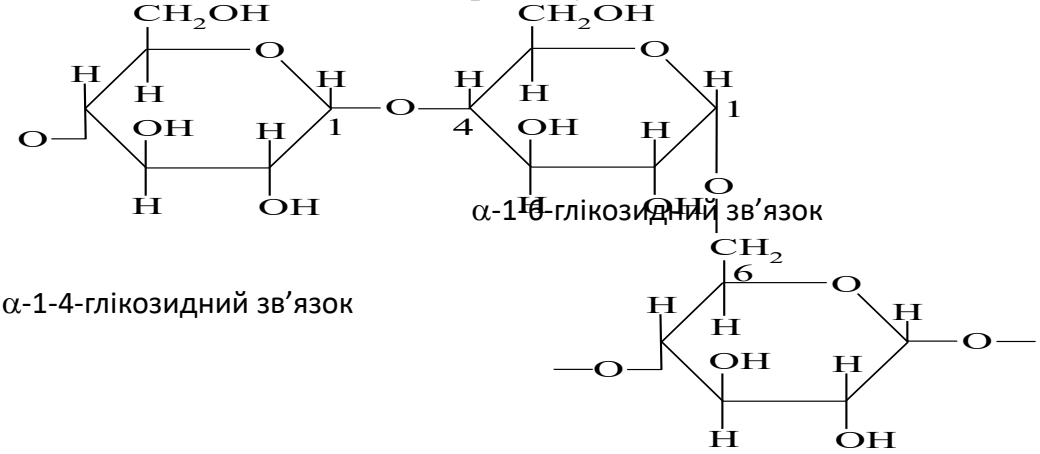


Рис. 11 . Амілопектин

Гідроліз рослинного крохмалю у травному тракті відбувається під впливом ферментів. Під впливом ферменту α-амілази відбувається розрив глікозидних зв'язків α-1-4; α-1-6 глікозидні зв'язки, що знаходяться в точках розгалуження, гідролізуються особливими ферментами – α-1-6-глюкозидазами. Кінцевими продуктами гідролізу крохмалю є глюкоза та мальтоза.

Джерелом вуглеводів для живих організмів є фотосинтез, який здійснюється рослинами. У найзагальнішому вигляді фотосинтез може бути представлений як відновлення діоксиду вуглецю з використанням сонячної енергії:

$$xCO_2 + yH_2O + \text{сонячна енергія} \rightarrow Cx(H_2O)y + xO_2$$

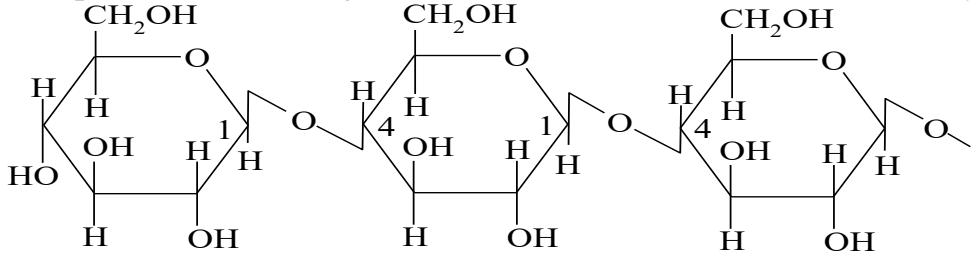
Таким чином, вуглеводи є хімічним «депо» накопиченої енергії. Ця енергія звільняється внаслідок метаболізму вуглеводів в організмі.

Джерелом енергії, резервним вуглеводом в організмі є тваринний крохмаль – глікоген. Він міститься в тканинах, особливо багато його в печінці (близько 20%) та м'язах (до 40%). Глікоген є структурним і функціональним аналогом рослинного крохмалю. Структурними одиницями глікогену є α-Д-глюкопіранози, які з'єднані між собою α-1-4-глікозидними зв'язками. За будовою він подібний до амілопектину, але має більше розгалужень. Крапки розгалуження розташовуються у нього в середньому через кожні 8-10 залишків Д-глюкози. Така будова молекули сприяє виконанню глікогеном енергетичної функції, особливо коли необхідний швидкий приплив енергії (розумова чи фізична напруга, стресові ситуації), т.к. Тільки за наявності великої кількості кінцевих залишків можна забезпечити швидке відщеплення і необхідну кількість молекул глюкози. Молекулярна маса глікогену дуже велика (100 млн.). Така величина макромолекули сприяє виконанню функції резервного вуглеводу, т.к.

макромолекула через великий розмір не проходить через мембрану і залишається всередині клітини (в резерві) доти, доки не виникне потреба в енергії. Усі процеси життєдіяльності, насамперед робота м'язів, супроводжується розщепленням глікогену. Цей процес супроводжується виділенням енергії.

Гідроліз глікогену в кислому середовищі протікає легко з кількісним виходом глюкози. Ця властивість використовується в аналізі тканин вміст глюкози.

До дуже поширених у рослинному світі полісахаридів відноситься ***целюлоза*** (клітковина). Вона утворює стінки клітин рослин з допомогою великої механічної міцності, виконує роль опорного матеріалу рослин. Целюлоза відноситься до структурних полісахаридів. Целюлоза складається з залишків β-Д-глюкопіраноз, з'єднаних β-1-4-глікозидним зв'язком і має лінійну будову.



β-1-4-глікозидний зв’язок

Рис. 12. Целюлоза

β-конфігурація аномерного атома вуглецю призводить до того, що макромолекула целюлози має строго лінійну будову. Це сприяє утворенню водневих зв'язків усередині ланцюга та між сусідніми ланцюгами, що зумовлює високу механічну міцність, волокнистість, хімічну інертність. В організмі людини целюлоза не розщеплюється звичайними ферментами шлунково-кишкового тракту, проте вона є необхідною для нормального харчування баластною речовиною, регулює перистальтику та активність ферментів тонкого кишківника.

Гетерополісахариди – високомолекулярні сполуки, що складаються із залишків різних моносахаридів. Найбільш важливими представниками гетерополісахаридів є полісахариди сполучної тканини. Сполучна тканина поширена по всьому тілу (шкіра, хрящі, рогівка, стінки великих кровоносних судин, кістки) і зумовлює міцність та пружність органів. Полісахариди, що входять до складу сполучної тканини, пов'язані з білками. У цих вуглевод-білкових комплексах, званих протеогліканами, переважають вуглеводи.

Серед полісахаридів сполучної тканини цікаві ***гіалуронова кислота, хондроїтинсульфати, гепарин.*** Ці полісахариди мають спільні риси в будові: їх нерозгалужені ланцюги побудовані з дисахаридних залишків, до складу яких входить уроновая кислота і N-ацетилгексозамін. Деякі їх містять залишки сірчаної кислоти.

Полісахариди сполучної тканини називають кислими ***мукополі-сахаридами,*** оскільки вони містять карбоксильні та сульфогрупи, що

зумовлюють їх аніонний стан. Гіалуронова кислота побудована з дисахарідних залишків, з'єднаних β-1-4-глікозидним зв'язком. Дисахаридний фрагмент складається з залишків Д-глюкуронової кислоти та N-ацетил-глюкозаміну, пов'язаних β-1-3-глікозидним зв'язком:

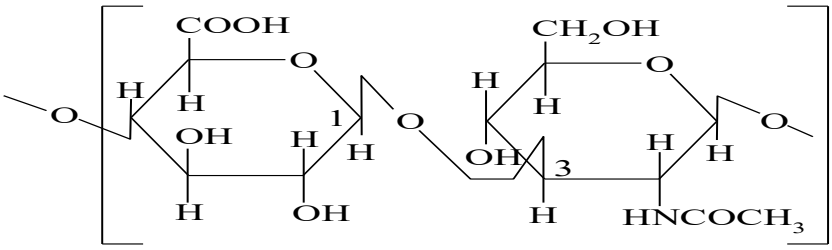
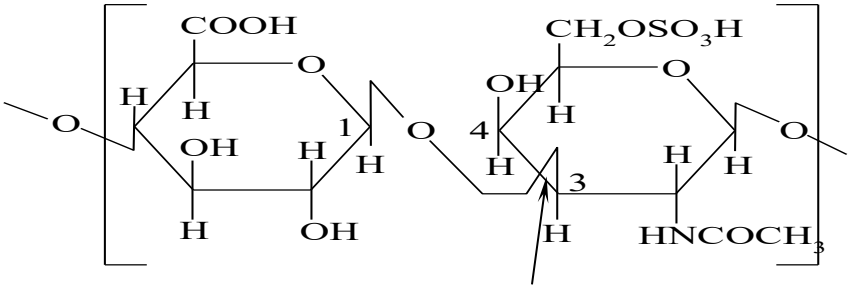


Рис. 13. β-Д-глюкуронова кислота

Розчини гіалуронової кислоти мають високу в'язкість, з чим пов'язують її бар'єрну функцію, що забезпечує непроникність сполучної тканини для хвороботворних бактерій. **Гіалуронова кислота** входить до складу позаклітинної основної речовини більшості видів сполучної тканини хребетних, у великих кількостях присутня у спинномозковій рідині та склоподібному тілі.

Хондроїтин – мукополісахарид, який входить до складу позаклітинної основної речовини, а також до складу клітинних оболонок, за своєю структурою майже ідентичний гіалуронової кислоти. Єдина відмінність полягає в тому, що він містить залишки N-ацетил-Д-галактозаміну. Хондроїтин утворює сірчанокислі ефіри (хондроїтин-4-сульфат та хондроїтин-6-сульфат), які є основними структурними компонентами хрящової та кісткової тканини, рогівки та деяких інших видів сполучної тканини хребетних. Мономер хондроїтин-6-сульфат має таку будову:

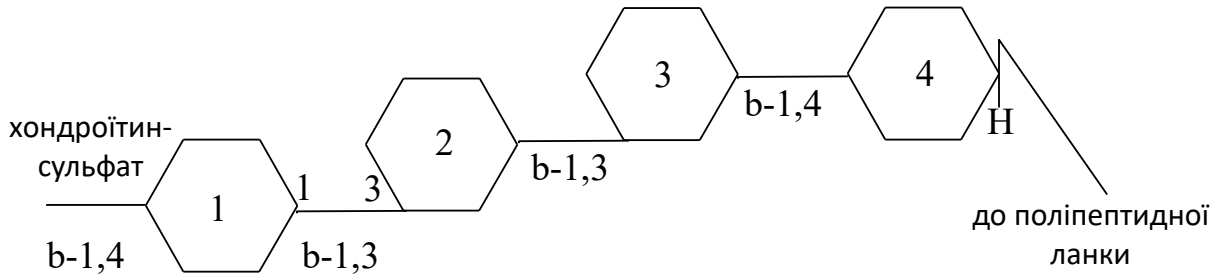


1-3-глікозидний зв’язок

Рис. 14. Хондроїтин-6-сульфат

У хондроїтин-4-сульфаті складний ефір сірчаної кислоти утворюється при взаємодії зі спиртовою групою четвертого атома вуглецю.

Хондроїтин сульфати у вільному стані не зустрічаються, вони завжди пов'язані з білками за допомогою тетрасахаридного фрагмента, що послідовно складається із залишків Д-глюкуронової кислоти (1); двох ланок галактози (2,3) та однієї ланки Д-ксилози (4):



тетрасахаридний місток

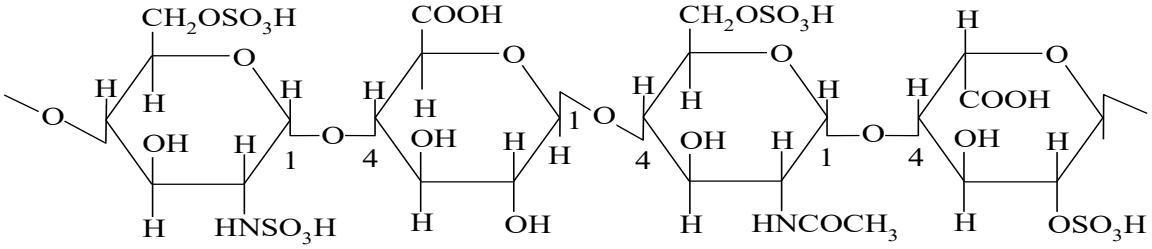
Рис. 15. Хондроїтинсульфат

Гепарин міститься в органах та тканинах тварин та людини. Особливо багато його в печінці, легенях, серці та скелетних м'язах. Він виділений у кристалічному стані та знаходить застосування як засіб проти згортання крові (антикоагулянт).

Гепарин складається з повторюваних дисахаридних одиниць, до складу яких входять залишки Д-глюкозаміну та уронової кислоти. Аміногрупа у більшості глюкозамінних залишків сульфатована, а в деякій частині – ацетильована.

У гепарині виявлено дві уронові кислоти - Д-глюкуронова і L-глюкуронова. Усередині дисахаридного фрагмента здійснюється α-1-4-глікозидний зв'язок, у випадку, коли фрагмент закінчується L-ідуроновим, і α-1-4-зв'язок, коли фрагмент закінчується Д-глюкуроновою кислотою.

Пектинові речовини утворюються у рослинах. Завдяки своїй будові ці речовини здатні адсорбувати різні токсичні сполуки, у тому числі і важкі метали (наприклад плюмбум). В організмі вони виконують роль природного сорбенту – очищують травну систему від харчових шлаків.



α-1,4

Рис. 16. Гепарин

Біологічна роль вуглеводів:

- ***Енергетична роль*** є основною, бо вуглеводи на 55-60% покривають енергетичні витрати організму. Цю роль виконують глюкоза, фруктоза та глікоген. Під час окиснення 1 г вуглеводів до CO_2 та H_2O утворюється **4,1 ккал (17 кДж) енергії.** Складні вуглеводи у вигляді глікогену, що відкладається в печінці, скелетних м’язах та інших тканинах, створюють запас поживних речовин, тобто енергетичний резерв організму.

- ***Пластична функція*** вуглеводів полягає в тому, що вони використовуються для побудови АТФ та інших нуклеотидів (рибоза), нуклеїнових кислот – РНК (рибоза) та ДНК (дезоксирибоза), складних білків (глікопротеїди), клітинних мембран, скелету та хрящів.
- ***Захисна роль*** вуглеводів пов'язана з мукополісахаридами, що входять до складу слизу носової порожнини та інших оболонок і захищають від проникнення вірусів, пилу, а також гепарином, що знаходиться у крові та тромбоцитах і запобігає утворенню кров'яних зсідків. Вуглеводи входять до компонентів імунної системи.
- ***Специфічна роль*** вуглеводів полягає в тому, що вони входять до складу компонентів групи крові, рецепторів окремих гормонів. Цікавим є те, що у медичній практиці розчин полісахариду декстрину, який утворюють мікроорганізми, використовується як замінник плазми крові при кровотечах, оскільки він за в'язкістю близький до крові.
- ***Регуляторну роль*** виконують клітковина (целюлоза), а також пектинові речовини. У системи травлення вони не розщеплюються, але регулюють перистальтику кишечнику та активність ферментів; пектини добре виводять шлаки.

ШЛЯХИ ПЕРЕТВОРЕННЯ ВУГЛЕВОДІВ ЇЖІ У ТРАВНІЙ СИСТЕМІ

Прості вуглеводи, зокрема моносахариди, не розщеплюються у травній системі і швидко всмоктуються в тонкому кишківнику. Їх рівень в крові підвищується уже за 15–20 хвилин після прийому їжі. Дисахариди розпадаються на моносахариди у тонкому кишківнику під дією специфічних ферментів слини амілази і мальтази, високоактивних у слабколужному середовищі. Амілаза розщеплює крохмаль та глікоген, а мальтаза – мальтозу. При цьому утворюються низькомолекулярні вуглеводи – декстрини, частково також – мальтоза та глюкоза.

У шлунку розщеплення вуглеводів їжі не відбувається, оскільки відсутні специфічні ферменти гідролізу вуглеводів, а кисле середовище шлункового соку (pH 1,5-2,0) пригнічує активність ферментів слини.

У тонкому кишківнику відбувається основний розпад складних вуглеводів їжі під дією ферменту амілази соку підшлункової залози та високоспецифічних ферментів кишківника (мальтаза, сахараза, лактаза) до моносахаридів, в основному глюкози, фруктози та галактози.

Крохмаль їжі повільно розщеплюється у травній системі. Підвищення рівня глюкози в крові починається через 2-3 години після прийому їжі.

Клітковина (целюлоза), якої в організм людини надходить велика кількість з овочами та фруктами, у тонкому кишківнику не розщеплюється через відсутність ферментів. Часткове розщеплення її відбувається до целобіози та глюкози у товстому кишківнику під дією бактеріальних ферментів.

Всмоктування (проникнення через стінки кишківника та кровоносні капіляри) утворених моносахаридів глюкози, фруктози в кров відбувається шляхом активного АТФ-залежного транспорту з участю білка-переносника та градієнта концентрації Na^+. Наявність у кишківнику іонів Na^+ викликає

активацію АТФази та розпад АТФ, енергія якої використовується для проникнення моносахаридів через стінки кишківника. Всмоктування інших речовин відбувається за допомогою дифузії, оскільки їх концентрація в крові низька, а в кишківнику висока.

Процес всмоктування моносахаридів у кишківнику регулюється нервовою та гормональною системою. Під дією нервової системи може змінюватися проникність кишкового епітелію, ступінь кровопостачання слизової оболонки шлункової стінки та швидкість руху ворсинок кишківника, в результаті чого змінюється швидкість всмоктування моносахаридів у кров. Всмоктування глюкози активується гормоноами кіркової речовини надниркових залоз, гіпофізу, щитоподібної та підшлункової залоз і пригнічується адреналіном, гормоном мозкової речовини надниркових залоз.

Інтенсивна м'язова діяльність уповільнює всмоктування вуглеводів, а легка і нетривала робота посилює цей процес. Підвищення температури навколишнього середовища до 35-40^{0}С пригнічує, а зниження нижче 25^{0}С посилює всмоктування вуглеводів, що пов'язано зі стимуляцією енергетичного обміну.

РІВЕНЬ ГЛЮКОЗИ У КРОВІ ТА МЕХАНІЗМИ РЕГУЛЯЦІЇ ЙОГО СТАЛОСТІ

Концентрація глюкози в крові дорослої людини у нормі підтримується у межах 3,5-6,0 ммоль/л (80-120 мг% - на 100 мл) не зважаючи на різну кількість її вживання та окислення тканинами протягом доби. Її рівень у крові регулюється роботою печінки та гормональною і нервовою системами.

Печінка може поглинати або виділяти глюкозу в кров залежно від її концентрації в ній, а також синтезувати із речовин невуглеводної природи в процесі глюконеогенезу.

При підвищенні глюкози в крові, зокрема після прийому вуглеводної їжі, активується ферментативний процес синтезу глікогену, вона надходить у печінку, де відбувається депонування вуглеводів. При зниженні її рівня в крові підсилюється розпад глікогену в печінці та виділення глюкози в кров (мобілізація вуглеводів). Вміст глікогену в печінці значно знижується під час голодування (наприклад після нічного сну) чи після тривалої 1-2 год фізичної роботи.

Основними гормонами, що регулюють рівень глюкози в крові і підтримують його сталість, є гормони підшлункової залози – **інсулін** та **глюкагон**. *Інсулін* знижує рівень глюкози в крові, коли він підвищений, збільшуючи проникність її через мембрани клітин скелетних м'язів та жирової тканини, що активує синтез глікогену або жиру (у жировій тканині) та їх депонування. Регуляторна дія інсуліну забезпечується завдяки взаємодії його з інсулін-чутливими рецепторами, які є на поверхні мембран інсулін-чутливих тканин. *Глюкагон* підвищує рівень глюкози в крові шляхом активування розпаду глікогену у печінці і виділення глюкози у кров. Подібну до глюкагону дію виконують адреналін, норадреналін, тироксин та інші гормони. Виділення цих гормонів регулюється ЦНС.

У разі значного надходження вуглеводів з їжею або інтенсивного розпаду глікогену в печінці рівень глюкози в крові може зростати до 10 ммоль/л і вище, що характеризується як стан **гіперглікемії**. Якщо концентрація глюкози вкрові досягає 9–10 ммоль/л, нирки не утримують її (нирковий бар'єр) і вона з'являється в сечі. Такий стан називають **глюкозурією**. Гіперглікемія може виникати і за умов зниженого використання глюкози тканинами, що найчастіше спостерігається при важкому захворюванні – **цукровому діабеті**. Пов'язане це захворювання або з порушенням біосинтезу гормону підшлункової залози інсуліну (гіпофункція), який регулює проникнення глюкози у тканини (інсулінозалежна форма цукрового діабету), або із втратою чутливості тканинних рецепторів до інсуліну (інсулінонезалежна форма). Оскільки захворювання на цукровий діабет супроводжується, в першу чергу, підвищеним рівнем глюкози в крові і часто своєчасно не виявляється, необхідно знати симптоми, що спостерігаються у людини при цьому. Симптоми, що спостерігаються у разі гіперглікемії, а також гіпоглікемії, подано у таблиці.

Тимчасове підвищення глюкози в крові може спостерігатися одразу після приймання їжі, насиченою простими вуглеводами (150-200 г цукру), що називають **аліментарною гіперглікемією**. Через 2-3 години після цього вміст глюкози в крові нормалізується. Стан гіпоглікемії може спостерігатися у деяких спортсменів перед стартом та в перші хвилини інтенсивної роботи, коли швидкість розпаду глікогену в печінці збільшується у 7–10 разів. Це поліпшує виконання нетривалих фізичних навантажень, але погіршує виконання тривалої роботи.

Зниження рівня глюкози у крові до 3 ммоль/л і нижче (**гіпоглікемія**) спостерігається рідко, оскільки організм може синтезувати глюкозу з амінокислот та метаболітів обміну жирів у процесі глюконеогенезу. Гіпоглікемія може виникнути під час напруженої тривалої фізичної роботи або тривалого голодування через вичерпання запасів вуглеводів у печінці. Вона спричиняє порушення діяльності мозку, еритроцитів, нирок, для яких глюкоза є головним енергетичним субстратом. При цьому можливі порушення діяльності ЦНС, втрата свідомості (гіпоглікемічна кома) або навіть настання смерті. Для запобігання такого стану під час тривалої роботи спортсмени використовують додаткове вуглеводне харчування. Прийом вуглеводів під час фізичних навантажень сповільнює вичерпання запасів глікогену в працюючих м'язах і збільшує тривалість виконання роботи.

Табл. 6. Симптоми при гіпо- та гіперглікемічному стані:

Стани	**Симптоми**
Стан гіперглікемії (високий рівень глюкози у крові). Для нормалізації необхідне введення інсуліну	Спрага, безпричинний голод
	Свербіння і сухість шкіри
	Часте виділення сечі, особливо вночі
	Проблеми з зором (втрата чіткості контурів предметів)
	Втома, зменшення маси тіла

	Незагоєння ран, подряпин
	Втрата свідомості (гіперглікемічна кома), загроза життю
Норма вмісту глюкози у крові: 3,5-6,5 ммоль/л	
Стан гіпоглікемії (низький рівень глюкози у крові). Для нормалізації необхідно вжити прості вуглеводи (2-3 грудочки цукру, солодкий чай, розчин 40% глюкози)	Тремтіння рук, тіла
	Різкий безпричинний голод
	Потовиділення
	Серцебиття
	Різка втома
	Судоми
	Втрата свідомості (гіпоглікемічна кома), загроза життю

АНАЕРОБНЕ ОКИСЛЕННЯ ВУГЛЕВОДІВ

У тканинах організму людини вуглеводи постійно розпадаються та окиснюються, що супроводжується виділенням енергії. Можливі два основні механізми окиснення вуглеводів — анаеробний (безучасті кисню) та аеробний (з участю кисню).

Анаеробне окиснення вуглеводів називають гліколізом. Гліколіз - це процес поступового розпаду молекули глюкози або глікогену (глікогеноліз) до двох молекул піровиноградної кислоти (пірувату), що в анаеробних умовах перетворюється на молочну кислоту. Цей процес відбувається у скелетних м'язах і призводить до накопичення молочної кислоти та відновлення АТФ, а також виділення теплової енергії, згідно зі схемою рівняння:

глікоген → $C_6H_{12}O_6$ → 2CH CHOHCOOH + 3 або 2АТФ.

Починається гліколіз або з активації молекули глюкози під час взаємодії з АТФ, що веде до утворення глюкозо-6-фосфату, або з розщеплення глікогену з участю ферменту фосфорилази (глікогенфосфорилази) з утворенням глюкозо-1-фосфату, що швидко перетворюється в глюкозо-6-фосфат без участі АТФ. Гліколіз включає дві основні стадії — підготовчу та окиснювальну. В підготовчій стадії молекула глюкози поступово розпадається до двох молекул 3-фосфогліцеринового альдегіду, при цьому використовуються дві молекули АТФ. У процесі глікогенолізу використовується лише одна молекула АТФ, тому що до глюкози приєднується H_3PO_4. В окиснювальній стадії відбувається подальше окиснення метаболіту з утворенням пірувату та чотирьох молекул АТФ, а також 2 молекул відновленого НАДН.

Гліколіз в анаеробних умовах завершується реакцією відновлення піровиноградної кислоти до молочної під дією ферменту лактатдегідрогенази. Джерелом гідрогена слугують молекули НАДН, що утворюються при окисненні 3-фосфогліцеринового альдегіду. При цьому утворюється НАД, що знову

включається в гліколіз. Таким чином, кінцевим продуктом анаеробного гліколізу є молочна кислота. В аеробних умовах піровиноградна кислота перетворюється в ацетил-КоА, котрий далі окиснюється у циклі лимонної кислоти до кінцевих продуктів обміну.

Схема гліколізу:

Глюкоза → глюкозо-6-фосфат → фруктозо-6-фосфат → фруктозо-1,6-фосфат → (фосфодиоксиацетон → 3 фосфогліцериновий альдегід) → 1,3-дифосфогліцеринова кислота → 3-фосфогліцеринова кислота → 2-фосфогліцеринова кислота → фосфоенолпіровиноградна кислота → піровиноградна кислота → молочна кислота.

Ефективність утворення корисної енергії у формі АТФ під час гліколізу становить лише 40%. Основна частина енергії, що акумульована у молекулі глюкози, залишається у продукті гліколізу – двох молекулах молочної кислоти – може вивільнятися лише у разі їх подальшого аеробного окиснення.

Гліколіз і глікогеноліз забезпечують енергією виконання інтенсивної (анаеробної) роботи від 30 с до 2-5 хв, дозволяють розвинути високий темп роботи до того часу, поки серцево-судинна система не вийде на максимальне функціонування, що відбуваєтьсяпісля 1-2 хв роботи чи навіть пізніше. Потрібно звернути увагу на те, що гліколіз більше характерний для II типу м'язових волокон, що швидко скорочуються, де висока активність ферментів цього процесу.

Гліколіз відбувається також у м'язах за їх гіпоксичного стану (нестача кисню), викликаного патологічними змінами метаболізму чи фізіологічних систем, за умов перебування на високогір'ї тощо.

АЕРОБНЕ ОКИСЛЕННЯ ВУГЛЕВОДІВ

Аеробне окислення глюкози – це багатостадійний процес розпаду її молекули до кінцевих продуктів обміну CO_2 і H_2O з утворенням 38 молекул АТФ і виділенням теплової енергії. Відбувається він з участю кисню, який доставляється до тканин білком гемоглобіном і шляхом дифузії проникає у мітохондрії, де використовується як акцептор водню. Загальне спрощене рівняння аеробного окиснення глюкози таке:

$C_6H_{12}O_6$, + $6O_2$→ $6CO_2$ + $6H_2O$ + 38АТФ.

3 цього рівняння можна вирахувати дихальний коефіцієнт або респіраторне відношення (ДК або RR), за величиною якого визначається внесок вуглеводів, жирів чи білків у процеси енергоутворення та енергозабезпечення м'язової діяльності. **Дихальний коефіцієнт** - це відношення об'єму виділеного CO_2 до об'єму поглинутого O_2: (ДК = VCO_2/VO_2) за певний період часу. Для вуглеводів він становить 1.

Аеробне окиснення вуглеводів є одним із основних механізмів утворення АТФ у тканинах організму. Воно забезпечує виконання тривалої роботи помірної інтенсивності. Максимально включається у нетренованої людини на 3-4-й

хвилині роботи і підтримує її до декількох годин, поки не знизяться запаси глікогену в печінці. Марафонець, наприклад, за рахунок вуглеводів біжить майже 80 хв. Після цього інтенсивно окиснюються жири.

Аеробне окиснення вуглеводів включає такі основні стадії: гліколітичний розпад молекули глюкози до двох молекул піровиноградної кислоти (пірувату), перетворення пірувату на ацетил-КоА та подальше окиснення ацетил-КоА у циклі лимонної кислоти і на дихальному ланцюзі у мітохондріях.

Енергетична ефективність аеробного окиснення молекули глюкози значно більша, ніж анаеробного. При повному окисненні однієї молекули глюкози до CO2 та H2O енергія накопичується у вигляді 10 молекул НАДН (дві з них утворюються в гліколізі, дві – під час перетворення пірувату на ацетил-КоА та шість – у циклі лимонної кислоти під час окиснення двох молекул пірувату), а також 2 молекул ФАДН, 2 – ГТФ, що рівноцінні АТФ, і 2 – АТФ у процесі гліколітичного субстратного окиснення. Виходячи з того, що під час передачі двох атомів гідрогену по системі дихальних ферментів від НАДН до кисню утворюється три молекули АТФ, а від ФАДН - дві молекули АТФ, то із 10 НАДН утвориться 30 АТФ, а із 2 ФАДН – 4 АТФ. Підсумковий вихід АТФ на одну молекулу глюкози становить (30 + 4 + 2 + 2) 38 АТФ.

У печінці, еритроцитах, жировій тканині можливий і інший аеробний шлях прямого окиснення вуглеводів, який називають **пентозним циклом**. Під час цього циклу накопичується енергія у вигляді НАДФН, яка використовується у біосинтетичних процесах, та утворюються пентози (рибоза та ін.), необхідні для синтезу нуклеоти дів (АТФ, НАД, ФАД) і нуклеїнових кислот. Для спортсменів він має дуже важливе значення, особливо під час відновлення організму.

Схема аеробного окислення вуглеводів:

Глюкоза → глюкозо-6-фосфат → 2 молекули 3-фосфогліцеринового альдегіду → 2 молекули 1,3-дифосфогліцерату → 2 молекули пірувату → 2 молекули ацетил-КоА → ЦТК (цитрат – цис-аконітат – ізоцитрат – оксалосукцинат – α-кетоглутарат – сукциніл-КоА – сукцинат – фумарат – малат - оксалоацетат) → $НАД^+$ → ФАД → цитохром b → цитохром c → цитохром a_1,a_3 – H_2O

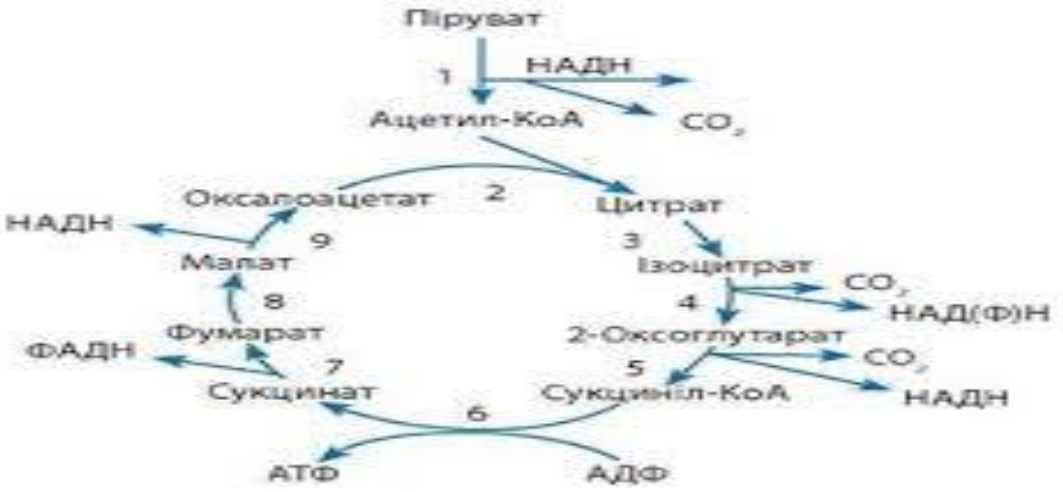


Рис 17. Цикл трикарбонових кислот

ГЛЮКОНЕОГЕНЕЗ

Процес новоутворення глюкози з невуглеводних речовин називають **глюконеогенез.** Він відбувається у печінці і нирках, де глюкоза синтезується з амінокислот, особливо аланіну, гліцерину, молочної та піровиноградної кислот, шляхом, зворотним до гліколізу. Цей процес запобігає різкому зниженню рівня глюкози у крові та вичерпанню запасів глікогену в тканинах за умов ненадходження вуглеводів в організм чи виконання тривалої м'язової роботи. При цьому внесок глюконеогенезу для підтримання рівня глюкози крові під час короткочасної роботи незначний (10-20%), а під час тривалої (протягом кількох годин) зростає до 50% по відношенню до загальної кількості глюкози, що утворюється в печінці. За такої роботи він відбувається й у скелетних м'язах.

ОБМІН ВУГЛЕВОДІВ ПІД ЧАС ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Глікоген м'язів і глюкоза крові є важливим субстратом для утворення АТФ у скелетних м'язах під час виконання фізичної роботи субмаксимальної та великої потужності, наприклад, бігу на 400, 800, 1000 та 10 000 м. Тривалість роботи залежить від запасів глікогену у скелетних м'язах та інтенсивності фізичних навантажень. У разі неінтенсивного навантаження (30% МСК) запаси глікогену в бічному широкому м'язі стегна знижуються лише на 20-30% протягом двох годин роботи на велоергометрі, тоді як за умов високої інтенсивності (близько 80% МСК) запаси глікогену вичерпувались уже після години роботи (Харгривс, 1998).

Глікоген у м'язах найшвидше розпадається в перші 30 с — 1(5) хв напруженої м'язової роботи. Посилення мобілізації вуглеводів зумовлене підвищенням активності ферментів, що каталізують реакції розпаду. Під час окремих видів м'язової роботи активність глікогенфосфорилази у м'язах нижніх кінцівок збільшується у 2,4 раза. Але ступінь та напрямок змін активності ферментів залежить від тривалості, інтенсивності та типу навантаження. За тривалої роботи швидкість розпаду глікогену у м'язах знижується через зниження активності ферментів. Систематична м'язова діяльність приводить до збільшення концентрації глікогену і підвищення активності ферментів його обміну у м'язах. Це поліпшує їх енергетичний обмін під час фізичних навантажень.

Під час м'язової діяльності зростає мобілізація глюкози з печінки, де вона депонується у вигляді глікогену. Глікоген розпадається до глюкози, яка виходить у кров, що запобігає розвитку гіпоглікемії. Вихід глюкози з печінки в кров посилюється в 2–3 рази у разі м'язової діяльності помірної інтенсивності і в 7–10 разів – за напруженої роботи. Високий рівень глюкози у крові завдяки гомеостатичній функції печінки під час м'язової діяльності підтримується до тих пір, поки не вичерпається запас глікогену. За його рахунок м'язи можуть виконувати роботу великої потужності протягом 20–40 хв, а уже через 1-2 год його запаси суттєво зменшуються. Зі збільшенням три107 валості роботи великий внесок у підтримання рівня глюкози крові робить процес глюконеогенезу, що значно активується.

МОЛОЧНА КИСЛОТА ТА ЇЇ ОБМІН У ТКАНИНАХ

Нормою концентрації молочної кислоти у крові вважається 1- 1,5 ммоль л 1. Молочна кислота (HLa) у водному середовищі дисоціює на іон гідрогена (H^+) та аніон кислотного залишку (La^-). Аніон кислотного залишку молочної кислоти у водному середовищі здатний взаємодіяти з катіонами металів і утворювати солі - лактати. Тому часто молочну кислоту або її кислотний залишок називають лактатом:

CH_3-CHOH-COOH → CH_3-CHOH-COO^- + H^+.

Молочна кислота утворюється у скелетних м'язах з найбільшою швидкістю протягом 40–45 с інтенсивного фізичного навантаження за рахунок максимального включення гліколізу. Рівень молочної кислоти у цьому разі підвищується в 4–5 разів і після напруженої роботи протягом 1–5 хв може досягати 10 ммоль л 1 у нетренованих людей, а у спортсменів-спринтерів – 20 ммоль/$л^{-1}$і більше. Це призводить до закиснення середовища організму (ацидозу). Якщо ємність буферних систем вичерпується, то рН крові може змінюватися від 7,34 до 7,0 або навіть 6,8 за виснажливих навантажень. Розвивається декомпенсаторний ацидоз. Таке закиснення середовища організму впливає на функції нервової системи та скелетних м'язів, викликає біль у м'язах та призводить до зниження працездатності і розвитку стомлення.

Після припинення роботи молочна кислота із м'язів виходить у кров і доставляється у печінку. Близько 55–70% молочної кислоти окиснюється аеробно і використовується тканинами, в тому числі м'язами, як джерело енергії, близько 5–7% виводиться з сечею, а 25–30 % її використовується в печінці для новоутворення глюкози і поповнення глікогену та біосинтезу окремих амінокислот під час роботи та одразу після неї. Виведення молочної кислоти з м'язів, П окиснення після припинення роботи прискорюється за умов активного відпочинку.

Оскільки концентрація молочної кислоти в крові залежить від інтенсивності гліколізу в м'язах, а останній – від інтенсивності виконуваних фізичних навантажень і рівня тренованості організму, то за показником приросту молочної кислоти в крові можна оцінити функціональний стан спортсмена. Значне підвищення рівня молочної кислоти в крові після виконання інтенсивного граничного фізичного навантаження, що забезпечується гліколізом, свідчить про високий рівень тренованості, здатність організму працювати в закисненому середовищі та великі можливості гліколітичного механізму енергоутворення. Проте, значне зростання рівня молочної кислоти у крові після виконання стандартного навантаження вказує на низький рівень фізичної підготовки людини.

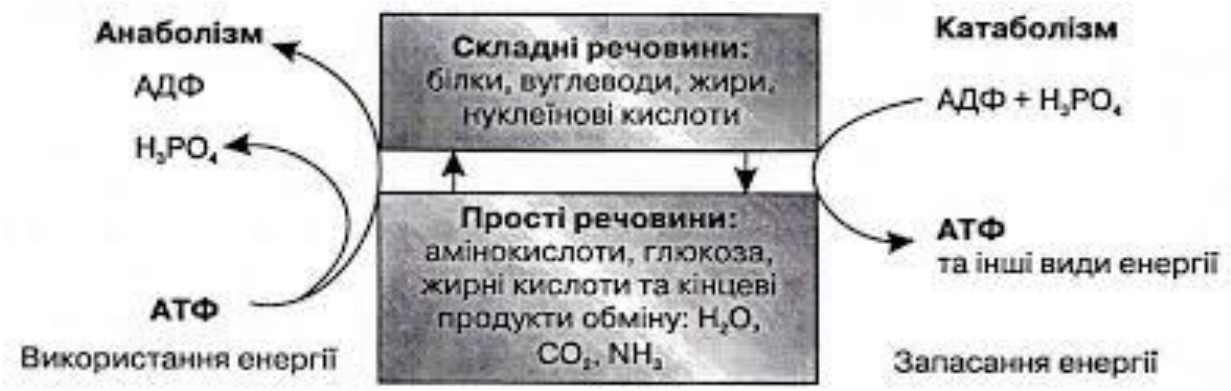


Рис 18. Обмін речовин

Тема 13. Ліпіди. Обмін ліпідів

Вміст жиру в організмі впливає на рівень м'язової діяльності. Для спортсменів більшості видів спорту характерна така залежність: чим менший вміст жиру, тим кращі спортивні результати. Винятком є спортсмени, які займаються боротьбою сумо, та частково плавці, для яких жир підвищує плавучість.

Жири мають суттєве значення в енергетичному забезпеченні тривалої м'язової діяльності. Великий їх вміст в організмі та енергоємність (в них запасається більше 70 000 ккал) створює безмежні енергетичні можливості. У зв'язку з цим відпадає необхідність в їх надходженні під час тривалої м'язової діяльності, що характерно для вуглеводів. Скелетні м'язи використовують для енергетичних потреб запаси своїх жирів, а також продукти розпаду резервних жирів плазми крові та жирової тканини, засвоюючи вільні жирні кислоти із крові.

Класифікація та біологічна роль ліпідів.

За хімічною структурою ліпіди є складними ефірами вищих карбонових (жирних) кислот та спиртів (гліцерину, сфінгозин та ін).

Розрізняють прості та складні ліпіди:

− Молекули простих ліпідів – це складні ефіри жирних кислот та гліцерину.

− До складу молекул складних ліпідів також входять залишки та інших речовин (фосфорної кислоти, вуглеводів, аміноспиртів, амінокислот тощо).

За фізіологічним значенням ліпіди поділяються на резервні та структурні:

− Резервні ліпіди депонуються у великих кількостях і потім витрачаються для енергетичних потреб організму. До резервних ліпідів належать ацилгліцериди. Всі інші відносяться до структурних ліпідів.

− Структурні ліпіди беруть участь у побудові біологічних мембран, захисних покривів рослин, комах та шкіри хребетних.

Особливо багата на них нервова тканина (до 20-25%).

Основні біологічні функції ліпідів:

1. Енергетична – характерна в основному для нейтральних жирів, які за хімічною структурою переважно тригліцериди.
2. Структурна – її виконують переважно фосфоліпіди, сфінголіпіди, що становлять основу структури біологічних мембран.
3. Захисна – утворюючи механічну прокладку навколо внутрішніх органів ліпіди, захищають органи від пошкодження та переохолодження (терморегуляторна функція).

Найважливіші жирні кислоти – структурні компоненти ліпідів

З жирів виділено близько 50 кислот із числом атомів вуглецю від 4 до 22. Майже всі вони містять парну кількість вуглецевих атомів та нерозгалужену вуглецеву ланцюг.

Табл. 7. Найважливіші жирні кислоти:

1) Насичені:	2) Ненасичені:
Лауринова ..…… $C_{11}H_{23}COOH$;	Лінолева ……. $C_{17}H_{31}COOH$;
Міристинова …….. $C_{13}H_{27}COOH$;	Ліноленова ……. $C_{17}H_{29}COOH$;
Пальмітинова ……. $C_{15}H_{31}COOH$;	Олеїнова…….. $C_{17}H_{33}COOH$;
Стеаринова …….. $C_{17}H_{35}COOH$.	Арахідонова…… $C_{19}H_{31}COOH$.

Серед насичених жирних кислот у жирах людини переважає пальмітинова кислота ($C_{15}H_{31}COOH$), серед ненасичених – олеїнова ($C_{17}H_{33}COOH$), яка становить близько 60% загальної кількості жирних кислот, що входять до складу тригліцеридів жирової тканини. Наявність у ліпідах значної кількості олеїнової кислоти з низькою температурою плавлення зумовлює рідкий стан жирів тіла людини.

Такі ненасичені кислоти, як лінолева, ліноленова, є незамінними, вони надходять в організм з їжею. В організмі людини жирні кислоти також знаходяться частково у вільному стані, тобто у неетерефікованому, головним чином у плазмі крові.

Табл. 8. Вміст жирних кислот у тригліцеридах жирової тканини людини

Жирні кислоти	**Вміст, %**	**Температура плавлення, ^{o}C**
Насичені жирні кислоти		
Міристинова	3	+54,4
Пальмітинова	20	+62,8
Стеаринова	5	+69,6
Ненасичені жирні кислоти		
Олеїнова	55-60	+13,0
Лінолева	10	-11,0
Арахідонова	0,2	-49,5
Пальмітоолеїнова	5	+1,0

Аналітична характеристика жирів.

Жири є три гліцеридами, тобто містять у молекулі три залишки вищих жирних кислот. Зазвичай жирні кислоти, що входять до складу жирів, є різними. Наприклад: лінолеопальміностеарин (1-лінолеїл-2-пальмітоїл-3-стеароілгліцерин)

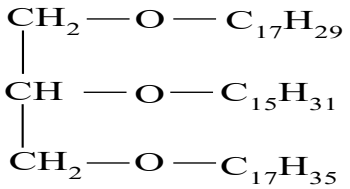


Рис. 19. Тригліцерид

Консистенція жирів залежить від будови кислот, що входять до їх складу. Тверді жири складаються переважно з гліцеридів насичених кислот, а рідкі (часто звані оліями) містить значну кількість ненасичених кислот.

Вуглеводневі радикали насичених кислот знаходяться в енергетично найбільш вигідній зигзагоподібній конформації. Подвійні зв'язки в молекулах ненасичених кислот є ізольованими:

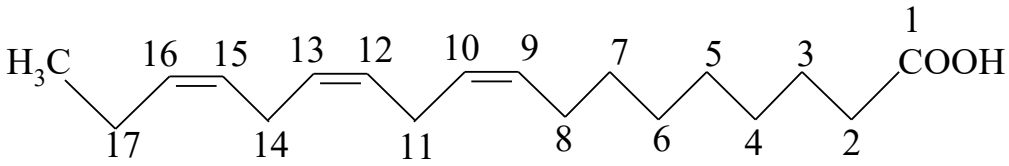
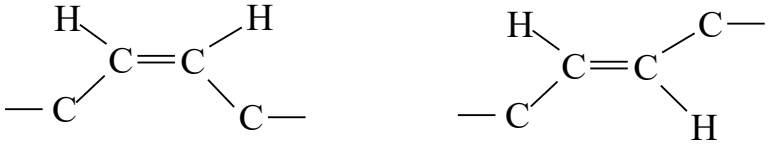


Рис. 20. Ліноленова кислота

У цьому випадку зигзагоподібна конформація переривається плоскими ділянками (гібридизація). У зв’язку з цим має місце цис- і транс- розташування вуглецевих частин.



Цис- Транс-

Рис. 21. Просторові ізомери

В організмі людини нейтральні жири є основною складовою частиною ліпідів жирової тканини, які є найбільш енергоємними з метаболічного палива.

Нейтральні жири є змішаними тригліцеридами, завдяки великому вмісту олеїнової кислоти при температурі тіла (близько 37°С) вони перебувають у рідкому стані. За рахунок окислення жирних кислот три гліцериди організм людини отримає значну кількість енергії, необхідної для життєдіяльності.

Добова потреба у жирах дорослої людини – приблизно 70 г, що забезпечує приблизно 30% добової калорійності їжі (для порівняння – людина

отримує за добу приблизно 500 г вуглеводів, їхня калорійність становить 70% від добової потреби).

Тригліцериди, які виконують енергетичну функцію, містять у складі своїх молекул багато атомів водню, тому що при їх окисленні шляхом дегідрування звільняється приблизно в 2,5 рази більше хімічної енергії (9,3 ккал/г або 38,94 кДж/г) ніж при окисленні вуглеводів (4,1 ккал/г або 17,17 кДж/г).

Біологічною перевагою жирів як енергетичних джерел є також їх здатність утворювати значні енергетичні резерви у вигляді жирових включень у жировій тканині. Це створює умови тривалого енергозабезпечення організму за умови недостатнього надходження енергетично засвоюваних продуктів із їжею.

Нейтральні жири виконують також терморегуляторну функцію в організмі (зберігають тепло), захищають судини та нервові закінчення від механічних пошкоджень, розчиняють жиророзчинні вітаміни. Окремі класи жирів є структурним компонентом усіх клітинних мембран, використовуються для синтезу біологічноактивних речовин (стероїдних гормонів, простагландинів, жовчних кислот тощо), а поліненасичені жирні кислоти проявляють ліпотропну дію, тобто підсилюють вихід жирів із печінки у кров'яне русло і запобігають ожирінню печінки.

Табл. 9. Жирнокислотний склад деяких природніх жирів та рідких олій

Жир, олія	Жирні кислоти,%		Температура плавлення, ^{o} **С**	Йодне число
	Насичені	Ненасичені		
Тваринні жири				
Свинячий жир	48	52	22-32	53-75
Вершкове масло	60	40	18-23	24-32
Тріскovий жир	16	84	-15-30	150-175
Рослинні жири				
Соняшникова олія	8-10	90-92	-16-18	119-140
Оливкова олія	8-14	86-92	-2-6	80-88
Лляна олія	8-10	90-92	-18-27	174-184

Аналітичними характеристиками жирів є число омилення та йодне число.

Число омилення – кількість міліграмів гідроксиду калію, необхідне омилення 1г жиру. В основі визначення лежить реакція:

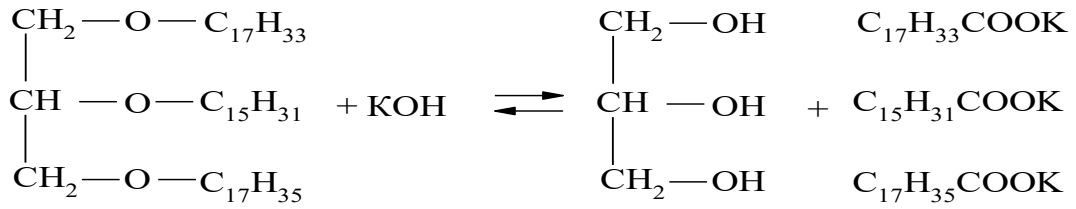


Рис. 22. Реакція омилення жиру

Розрахунок теоретичного значення числа омилення: Молеїноїлпальмітоілстеароілгліцерину: ($C_{55}H_{104}O_6$) = 857 г/моль, m(KOH), витраченого на омилення 3 моль, дорівнює 168 г/моль.
Відповідно до рівняння реакції число омилення дорівнює: 168 ▪ 1/857 = 196 мг

Число омилення дає можливість визначити молекулярність вищих карбонових кислот, що входять до складу жиру. Малі значення числа омилення вказують на присутність більш високомолекулярних кислот, більші – низькомолекулярні.

Йодне число – це кількість грамів йоду, що приєднується по подвійним зв'язкам до 100 г жиру; служить мірою визначення вмісту ненасичених жирних кислот (кратних зв'язків).

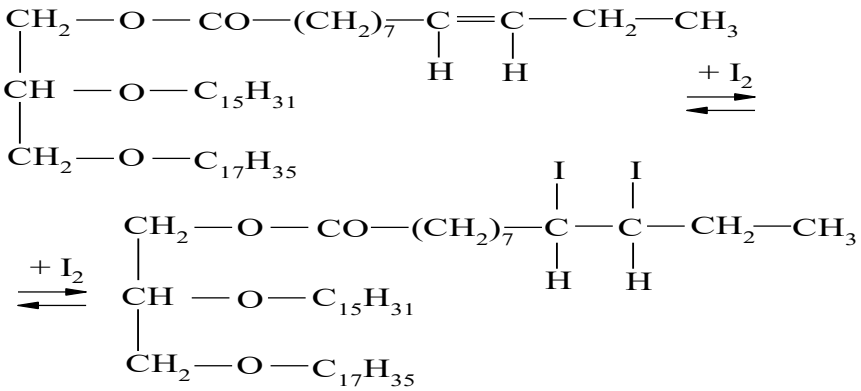


Рис. 23. Реакція йодування жиру

Значення йодного числа дає можливість судити про агрегатний стан жиру.

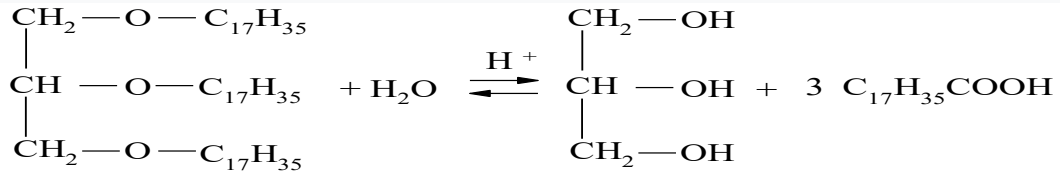
Прикладами **твердих жирів** є баранячий та яловичий жир. З підвищенням вмісту ненасичених жирних кислот температура плавлення тваринних жирів знижується, вони стають легкоплавкішими (свиняче сало, вершкове масло).

Рослинні жири, які містять залишки в основному ненасичених жирних кислот, частіше бувають рідкими - соняшникова, лляна та ін. Рідкі олії. При цьому деякі тваринні жири мають рідку консистенцію (риб'ячий жир); відомі також тверді рослинні жири (наприклад - кокосове масло).

Хімічні властивості ліпідів:

Жири, як представники складних ефірів, здатні гідролізуватися. Гідроліз може бути кислотний і лужний.

− *Кислотний гідроліз* призводить до утворення гліцерину та вищих жирних кислот. У живих організмах відбувається кислотний гідроліз за участю ферментів – **ліпаз**



− *Лужний гідроліз:*

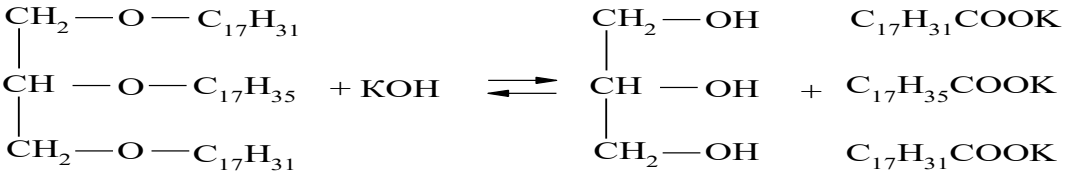


Рис. 24. Реакція гідролізу жиру

В результаті виходить гліцерин та солі жирних кислот – мила. Реакція омилення необоротна і так само протікає в організмі.

Склад, будова та біологічне значення восків

Воски – це складні суміші ефірів вищих одноосновних первинних аліфатичних спиртів (молекули яких містять парну кількість атомів вуглецю) з вищими (особливо ненасиченими) жирними кислотами. Ефіри восків омиленню піддаються складніше. Вони також гірше розчиняються у звичайних розчинниках для жирів. У воді воски нерозчинні.

Вони бувають як тваринного, і рослинного походження. Прикладом тварин восків служить бджолиний віск, що містить спирти C_{24}–C_{34}, етерифіковані вищими кислотами (наприклад - мирициловий ефір пальмітинової кислоти $C_{15}H_{31}COOC_{31}H_{63}$), вуглеводні (12-17 %), церотинову кислоту ($C_{25}H_{51}COOH$) Китайський віск (продукт виділення кошенілових комах) містить поряд з іншими ефірами цериловий ефір церотинової кислоти $C_{25}H_{51}COOC_{26}H_{53}$

До складу восків входять складні ефіри жирних кислот та спиртів з довгим ланцюгом. Наприклад цетилпальмітат, складний ефір цетилового спирту $CH_3(CH_2)_{14}CH_2OH$ та пальмітинової кислоти, відомий під назвою спермацетового воску, що виділяється з кашалоту.

Вищезгадані воски застосовуються у фармакології, дерматології та косметиці для виготовлення мазей і кремів.

Подібне застосування має **ланолін** – складна суміш ефірів аліфатичних, стероїдних та тритерпеноїдних спиртів з різними жирними кислотами. Він виготовляється із овечої вовни.

Рослинний віск є складною сумішшю органічних сполук з великою молекулярною масою. У рослин вони виконують захисну роль, покриваючи

тонким восковим шаром листя, плоди і цим оберігаючи від ураження та від проникнення вологи.

Будова та властивості фосфоліпідів, сфінгомієлінів, гліколіпідів.

Родоначальником фосфоліпідів є фосфатидна кислота. Складні ефіри фосфатидної кислоти з аміноспиртами називаються фосфатидами, що належать до групи полярних ліпідів.

Кефалін та лецитин – незамінні компоненти нервових клітин. Вони разом з деякими білками дають білково-ліпідні комплекси – ліпопротеїди, що є компонентами клітинних мембран. Фосфатидами багаті печінка, серцевий м'яз, еритроцити. Присутність фосфатидів у складі клітинних мембран повідомляє їм буферні властивості.

Фізіологічне значення pH забезпечує їхнє знаходження як в іонізованій, так і неіонізованій формах, що відповідає досить стійкій буферній системі. Таким чином, сама стінка клітини є важливим фактором підтримки сталості pH внутрішнього середовища клітини. Особливо важлива її роль сумарному дії буферних систем крові у процесі підтримки сталості pH внутрішнього середовища еритроцитів.

Нижче розглянемо приклад отримання та гідролізу кефаліну та лецитину, що містять залишки міристинової та лінолевої кислот:

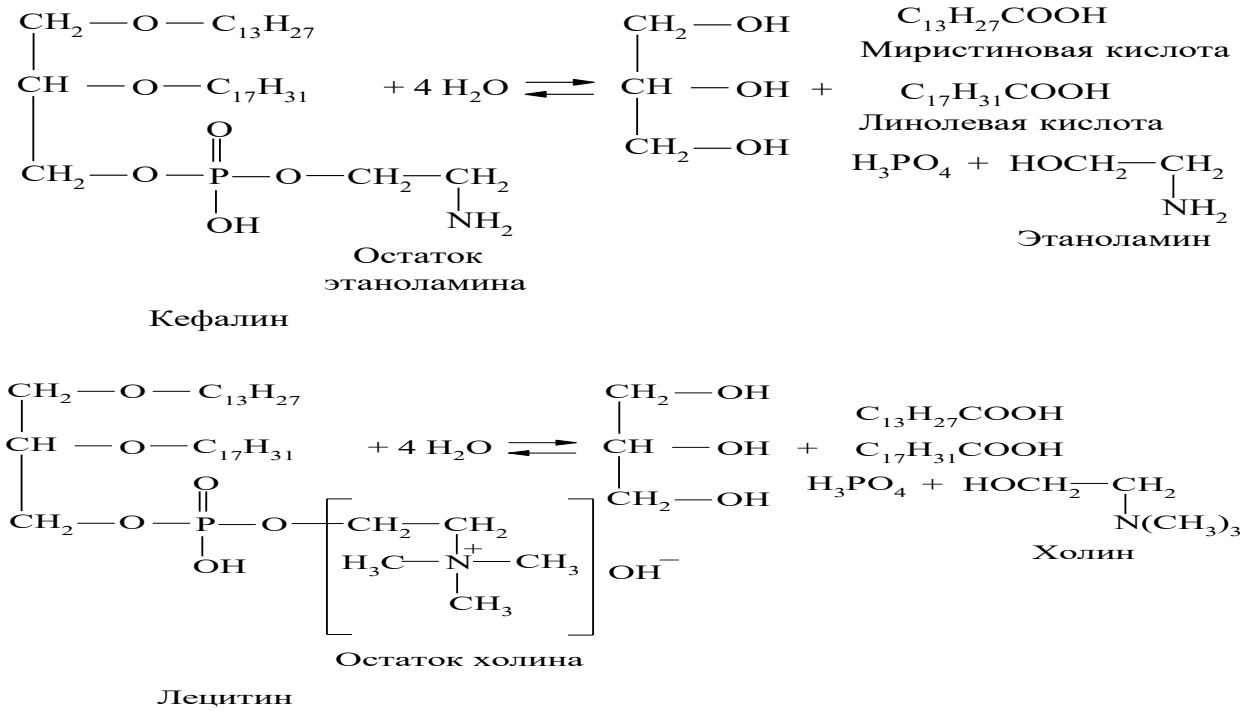
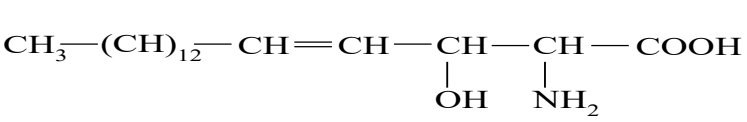


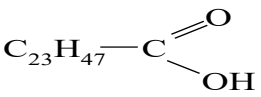
Рис. 25. Реакції отримання кефаліну та лецитину

Найбільш поширеними сфінголіпідами є сфінгомієліни. Вони знаходяться в мембранах рослинних та тваринних клітин. Особливо багата на них нервова тканина. При гідролізі молекули сфінгомієліну утворюється одна молекула двоатомного ненасиченого аміноспирту – сфінгозину, одна молекула жирної

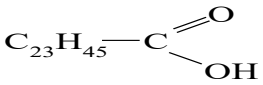
кислоти (пальмітинова, стеаринова, лігноцеринова або нервонова), молекула холіну та фосфорної кислоти:



Сфингозин



Лигноцериновая кислота



Нервоновая кислота

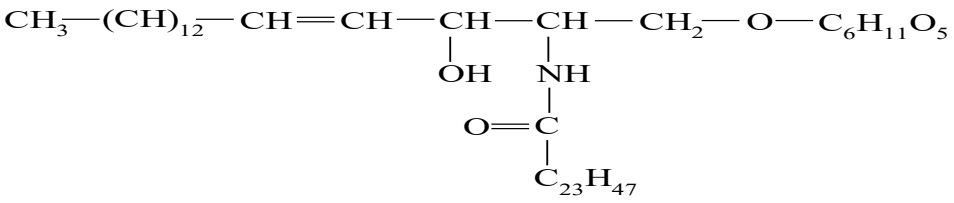
Рис. 26. Формули складових сфінголіпідів

Сфингомиелин

Рис. 27. Формула сфінгомієліну

Гліколіпіди – це складні ліпіди, що містять залишки вуглеводів, частіше за D галактози. Найбільш поширені цереброзиди та ганглеозиди. Вони мають важливе біологічне значення у зв'язку з їхньою структурною роллю як компоненти мембран, нейронів. Крім того, існує ряд спадкових захворювань з важкими нервово-психічними порушеннями, які пов'язані з генетичними дефектами метаболізму глікосфінголіпідів.

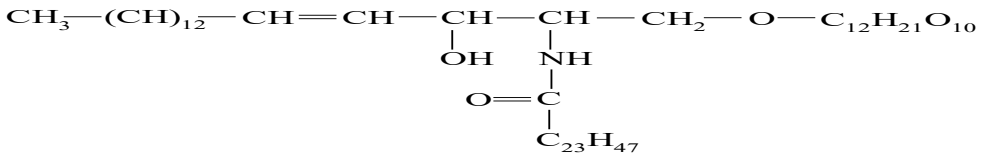
Молекула цереброзиду складається з залишків сфінгозину, лігноцеринової або нервонової кислот і залишку гексози (глюкози та галактози), що міститься в білій речовині мозку, оболонках нервових клітин:



Цереброзид (галактозилцерамид)

Рис. 28. Формула цереброзиду

Ганглеозиди від *цереброзидів* відрізняються тим, що замість моносахаридів вони містять олігосахариди (наприклад лактозу) і містяться в сірій речовині мозку:



Глобозид (лактозилцерамид)

Рис. 29. Формула ганглеозиду

Біологічна роль фосфоліпідів дуже важлива. Вони є структурним компонентом усіх клітинних мембран, її ліпідною оболонкою, особливо багато їх в мозку. Вони також постачають холін, необхідний для утворення нейропередавача – ацетилхоліну в нервових клітинах. Фосфоліпіди, що входять до клітинних мембран, забезпечують їхні властивості – проникність, рецепторну функцію тощо. Під час м'язової діяльності, запальних процесів, надходження токсичних речовин із фосфоліпідів та ненасичених жирних кислот у клітинах можуть утворюватися шкідливі продукти пероксидного окиснення ліпідів, що знижують працездатність людини, викликають хронічне стомлення та хвороби. Протидіють цьому антиоксидантні ферментні системи та специфічні речовини — антиоксиданти (вітаміни, мінерали, тощо).

Стероїди – це клас ліпідів, до складу яких входить складний цикл стерана. В організмі людини цей клас включає стерини та стериди. Стерини — це спирти, а стериди – сполуки цих спиртів із вищими жирними кислотами. Представником стерину є холестерин (холестерол). Структурна формула холестерину (CHO):

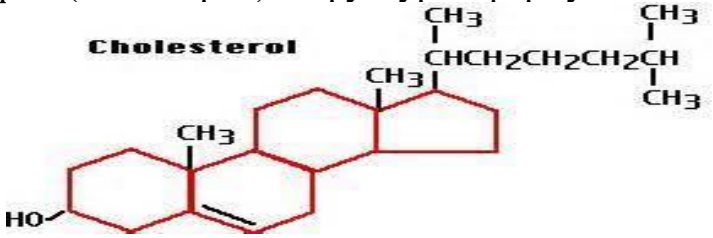


Рис. 30. Формула холестеролу

Біологічна роль холестерину різноманітна:

• він входить до клітинних мембран та обмежує їхню проникність;

•із холестерину синтезуються гормони стероїдної природи, що проявляють анаболічну та андрогенну чи естрогенну дію;

• синтезується вітамін D_3 під дією сонячного проміння;

• утворюються в печінці жовчні кислоти, які надходять із жовчю в кишечник та сприяють розщепленню та транспорту жирів їжі.

Але на синтез названих речовин використовується лише 0,5–0,7 г холестерину протягом доби із 140 г, що міститься в організмі людини. Основна кількість його знаходиться в клітинних мембранах, а близько 10 г циркулює в плазмі крові. Рівень холестерину в крові залежить від збалансованості процесів синтезу та розпаду, а також виведення його із організму. Добова норма становить близько 1 г, вона може бути забезпечена за рахунок біосинтезу холестерину в печінці із молекул ацетил-КоА. З продуктами харчування в організм надходить не більше 300 мг холестерину.

ХІМІЧНИЙ РОЗПАД ЖИРІВ ЇЖІ У ТРАВНІЙ СИСТЕМІ

Розпад жирів їжі відбувається частково у шлунку (жири молока). Основний гідроліз відбувається в тонкому кишечнику під впливом ферментів ліпаз, що надходять із соком підшлункової залози, та жовчних кислот, що надходять із печінки з жовчю. Роль жовчних кислот у травленні жирів дуже важлива. Вони є емульгаторами (роздрібнювачами) жирів, активаторами ферментів, сприяють всмокту ванню жирних кислот і їх транспорту з лімфою та кров'ю, тому засвоєння жирів їжі залежить від нормального функціонування печінки та підшлункової залози.

У процесі травлення 40 % жирів розпадаються повністю до структурних компонентів, 50% гідролізуються частково, а 10% — не гідролізуються.

Всмоктування продуктів розпаду жирів, що не розчиняються у воді, відбувається в лімфу. Спочатку в кишечнику вони з'єднуються із жовчними кислотами з утворенням **холеїнових комплексів** і тільки в такому вигляді проникають в епітелій кишок. Тут проходить синтез жирів організму, які потім проникають в лімфу і транспортуються в комплексі з білками, що мають назву **хіломікрони.** Так вони потрапляють у печінку. Для того, щоб потрапити до інших тканин, вони повинні розпастися на поверхні судин до жирних кислот та гліцерину. В тканинах із цих складових жири знову синтезуються і відкладаються (депонуються) в жирових клітинах (адипоцитах) або ж окиснюються і виділяють енергію, чи використовуються у пластичних процесах. У людей жирова тканина може відрізнятися кількістю клітин та їх заповненням жиром, що впливає на загальні запаси жиру в організмі.

ПОНЯТТЯ ПРО ОКИСНЕННЯ ЖИРІВ У ТКАНИНАХ

Розпад нейтральних жирів у жирових тканинах, або процес **ліполізу,** активується внутрішньотканинними ферментами — ліпазами. Гліцерин окиснюється далі шляхом окиснення вуглеводів, оскільки легко перетворюється на піровиноградну кислоту (див. вуглеводи). Жирні кислоти окиснюються лише з участю кисню (аеробно), в основному шляхом бета-окиснення. Схему рівняння повного окиснення пальмітинової кислоти можна записати так:

$C_{15}H_{31}COOH + 23O_2 \rightarrow 16CO_2 + 146H_2O + 130$ АТФ.

Із нього видно, що жири є більш ефективним енергетичним субстратом порівняно з вуглеводами. Але кількість енергії, що утворюється за рахунок спожитого 1 г O_2 (**калорійний еквівалент**) при окисненні жирів, на 8-10% менша, ніж для вуглеводів.

Дихальний коефіцієнт при окисненні жирів становить близько 0,7.

Одним із найважливіших перетворень жирів є β-окислення:

Процес окиснення жирних кислот відбувається у мітохондріях, куди вони проникають з допомогою специфічного носія – **карнітину.** В зв'язку з цим у практиці спорту або у боротьбі з ожирінням використовується фармакологічний препарат L-карнітин як прискорювач «згорання» тканинних жирів. L-карнітин сприяє не лише більшому використанню жирів під час виконання тривалих вправ

аеробного характеру, а й більш економному використанню вуглеводів під час роботи.

Молекула жирної кислоти у процесі окиснення зазнає перетворень, у результаті яких карбоновий ланцюг поступово розпадається на молекули ацетил-КоА (активну форму оцтової кислоти), яка далі окиснюється з участю кисню в циклі лимонної кислоти.

У зв'язку з тим, що кінцевим продуктом -окислення є ацетил КоА, що містить 2 вуглецевих атоми, до складу природних ліпідів входять тільки вищі карбонові кислоти з парним числом атомів вуглецю.

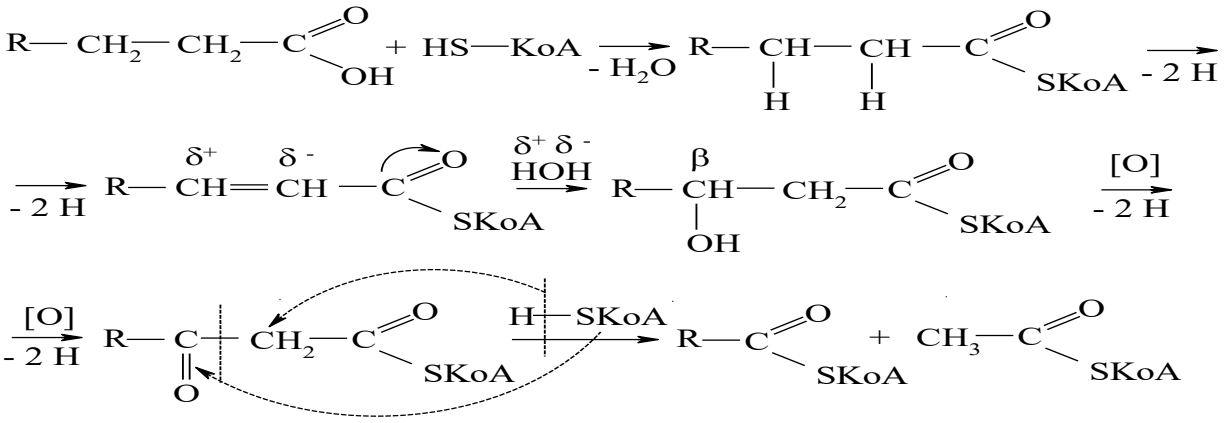


Рис. 31. Цикл β-окислення жирів

Реакції перетворення жирної кислоти, наприклад, пальмітинової, у процесі бета-окиснення відбуваються наступним чином. До вступу в процес окиснення молекула жирної кислоти активується шляхом приєднання КоА з участю АТФ. Потім відбуваються наступні реакції:

I – окиснення кислоти (дегідрування) з утворенням відновленого ФАДН;

II – гідратація кислоти (приєднання H_2O);

III – друге окиснення (дегідрування) з утворенням відновленого НАДН;

IV – відщеплення ацетил-КоА з участю ферменту тіолази.

Після цього реакція повторюється доти, поки жирна кислота повністю не розпадеться на молекули ацетил-КоА, який далі вступає у цикл лимонної кислоти та в дихальному ланцюзі повністю окиснюється з вивільненням великої кількості теплової енергії та акумуляціїїї в молекули АТФ. Основну роль в окисненні жирних кислот виконує печінка.

ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ОБМІН ЖИРІВ

Жири є важливим енергетичним субстратом під час м'язової діяльності. Їхні запаси значні, тому вони створюють велику ємність аеробного механізму енергоутворення. Жири підтримують виконання довготривалої роботи помірної інтенсивності на рівні 50-60% МСК, оскільки окиснюються тільки **аеробно.** Інтенсивність їх окиснення в м'язах збільшується після відносного вичерпання запасів вуглеводів, про що свідчить зниження рівня глюкози в крові. Це спостерігається на 30-40-й хвилині виконання фізичних вправ субмаксимальної

аеробної потужності. При цьому використовуються жири м'язової тканини, а також плазми крові та жирової тканини.

Швидкість мобілізації ліпідів та їх включення в енергозабезпечення роботи м'язів регулюється вегетативною нервовою та гормональною системами. Швидкість мобілізації залежить від тривалості та потужності роботи, ступеня тренованості організму та типу м'язових волокон. Як відомо, інсулін пригнічує активність ліпази, яка розщеплює жири, що сприяє їх депонуванню, але під час фізичних навантажень концентрація інсуліну в крові знижується, що підвищує мобілізацію жиру. Крім того підвищується концентрація адреналіну, що підсилює мобілізацію жирів у скелетних м'язах та жирових тканинах. У результаті розпаду запасів жиру в жировій тканині в крові підвищується рівень вільних жирних кислот, які надходять до працюючих м'язів та покращують виконання ними роботи.

Соматотропний та тиреотропний гормони гіпофізу, а також гормон щитоподібної залози тироксин теж активують процес розпаду жиру. При гіпофункції цих залоз розвивається ожиріння.

Під час адаптації організму до фізичних тренувань, спрямованих на розвиток витривалості, підвищується ефективність використання жирів м'язами на фоні невикористаних запасів вуглеводів. Це відбувається за рахунок адаптаційного збільшення активності ферментів, що активують ліполіз та окиснення жирів, а також покращання механізмів транспорту кисню та жирних кислот у м'язи.

Для прискорення процесів окиснення жирів під час м'язової діяльності чи схуднення використовують різні речовини-активатори: кофеїн (у додопінгових концентраціях), холін, фолієву кислоту, вітамін В12, карнітин та ін. Вони прискорюють мобілізацію (розпад) жирів, утилізацію кисню тканинами, а також сам процес окиснення 120 жирних кислот. Але вплив специфічних фізичних тренувань та специфіка харчування є найефективнішими.

ПОРУШЕННЯ ПРОЦЕСІВ ОБМІНУ ЛІПІДІВ

Велике значення в обміні жирів має збалансованість процесів депонування резервних жирів та їх мобілізації. Ці процеси значною мірою залежать від рівня глюкози у крові, а також регуляторної дії нервової і гормональної систем. Надлишкове накопичення ліпідів веде до ожиріння організму. Перевищення оптимальної маси тіла на 15-20% може діагностуватись як ожиріння, яке часто спостерігається за надмірного споживання їжі, що містить багато жирів та вуглеводів, а також малорухливого способу життя, тобто при порушенні принципу збалансованості надходження та використання енергії. Причинами ожиріння також можуть бути порушення гормональних механізмів регуляції обміну жирів, нервової регуляції та спадкова схильність.

За надлишкового надходження ліпідів із продуктами харчування можливе переродження тканин печінки (жирова дистрофія).

Для людей середнього та похилого віку характерне порушення синтезу і виведення холестерину із організму.

Порушення обміну холестерину призводить до збільшення його вмісту в плазмі крові у 2-4 рази за норми 3-6 ммоль л-1. Холестерин відкладається в стінках кровоносних судин, при цьому погіршується їхня еластичність, утворюються холестеринові бляшки, що можуть перекрити капіляри і викликати різні захворювання (інсульт, інфаркт, атрофію кінцівок). Захворювання, що виникають через порушення обміну холестерину, називають ***атеросклерозом.*** Вони не виліковуються, тому потрібно запобігати їх розвитку. Для профілактики необхідно контролювати вміст холестерину в крові і своєчасно його нормалізувати. Систематичні аеробні фізичні навантаження прискорюють виведення холестерину із організму і запобігають швидкому розвитку цієї тяжкої хвороби.

КЕТОНОВІ ТІЛА, УТВОРЕННЯ ТА ОБМІН У ТКАНИНАХ

Метаболічним показником, що характеризує інтенсивність окиснення жирів та жирних кислот у тканинах, є рівень кетонових тіл у крові. **Кетонові (ацетонові) тіла** синтезуються у печінці із молекул ацетил-КоА, яких багато утворюється під час інтенсивного окиснення жирних кислот у тканинах, тому вони не встигають окиснюватись у циклі лимонної кислоти і кров'ю доставляються у печінку.

Кетонові тіла - це, переважно, *ацетооцтова кислота* (CH_3-CO-CH_2-COOH), яка за надлишку декарбоксилюється та перетворюється на **ацетон** (CH_3-CO-CH_3), а також бета-гідроксимасляну кислоту (CH_3-CHOH-CH_2-COOH). Вони надходять із печінки у кров і використовуються тканинами, як джерело енергії, окиснюючись до CO_2 та H_2O з утворенням АТФ. Якщо у крові велика кількість кетонових тіл (до 20 ммоль-л-1 за норми 8), *тобто стан кетозу,* то вони з'являться у сечі (**кетонурія**). Ці метаболіти можуть викликати закиснення (**ацидоз**) або отруєння організму ацетоном.

Кетонурія може спостерігатися у разі:

- інтенсивного використання жирів в енергозабезпеченні м'язової роботи;
- довготривалого голодування;
- ненадходження вуглеводів з їжею;
- тяжкої форми цукрового діабету, тиреотоксикозу тощо.

Рівень кетонових тіл у крові та сечі використовується як діагностичний показник розпаду тканинних жирів в організмі людини. У практиці спорту за їх рівнем виявляють підключення жирів до енергозабезпечення спортивної діяльності, а за їх співвідношенням – рівень глікогену в печінці.

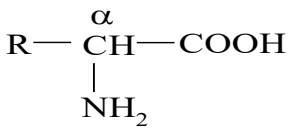
Тема 14. Білки. Обмін білків

Склад, будова та класифікація амінокислот.

Амінокислоти – це органічні сполуки, в молекулах яких міститься одночасно карбоксильні та аміногрупи. Число карбоксильних груп у молекулі визначає її основність; Найбільше значення мають її одноосновні та двоосновні амінокислоти.

Залежно від числа аміногруп розрізняють моно- та ди-амінокислоти.

Оскільки в молекулах амінокислот є різні функціональні групи, вони є гетерофункціональними сполуками. Загальна формула амінокислот:



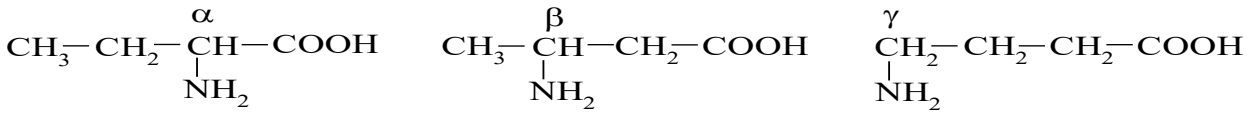
де R – бічний вуглеводневий ціпок (бічний радикал).

Залежно від будови бічного ланцюга, всі амінокислоти ділять на 4 класи: ***неполярні або гідрофобні*** (гліцин, аланін, лейцин, ізолейцин, валін, пролін, феніланін, триптофан, метіонін); ***полярні, але незаряджені*** (серин, треонін, цистеїн, тирозин, аспарагін, глутамін); ***полярні, позитивно заряджені*** (лізин, аргінін, гістидин); ***полярні негативно заряджені*** (аспарагінова кислота, глутамінова кислота).

Крім того, амінокислоти поділяють на дві групи: ***циклічні та ациклічні***. Серед ациклічних можна виділити такі групи: *моноаміномонокарбонові, моноамінодікарбонові, діаміномонокарбонові, діамінодікарбонові.* Деякі ациклічні амінокислоти містять сірку (тіоамінокислоти) або ОН – групу (гідроксиамінокислоти).

Циклічні амінокислоти ділять на ***гомо-і гетероциклічні***, залежно від того, як утворено кільце: тільки вуглецевими або іншими атомами. *Гомоциклічні* – це фенілаланін, тирозин; *гетероциклічні* – триптофан, гістидин, пролін.

Усі амінокарбонові кислоти – кристалічні речовини, переважно добре розчинні у воді. Масляній кислоті $CH_3–CH_2–CH_2–COOH$ відповідають три ізомери за положенням аміногрупи в молекулі:



α-аминомасляная кислота | β-аминомасляная кислота | γ-аминомасляная кислота

Рис. 32. Структурні формули аміномасляної кислоти

Лікарські препарати на основі ГАМК – аміналон, гамілон – покращують кровопостачання мозку, знижують нервове напруження, тривогу, страх, нормалізують сон, сприяють розумовій діяльності.

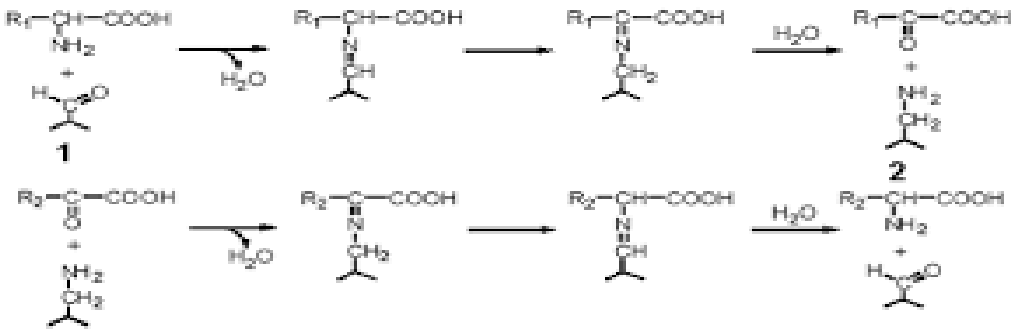
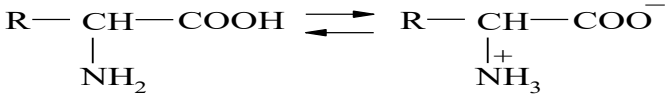


Рис. 33. Реакції перетворення амінокислот

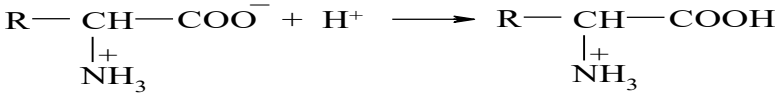
Хімічні властивості амінокислот:

Завдяки присутності в молекулах амінокарбонових кислот одночасно карбоксильних та аміногруп вони можуть реагувати як кислоти та як основи. Деякі властивості амінокислот є результатом взаємного впливу та взаємодії карбоксильних та аміногруп. Кислотні та основні групи всередині молекули амінокислот реагують між собою:



Амінокарбонова кислота -Внутрішня соль амінокарбонової кислоти або цвиттер іон

Тому водні розчини одноосновних моноамінових кислот мають нейтральне середовище. У кислотному середовищі (pH<7) біополярні – іони амінокарбонових кислот перетворюються на їх амонієві катіони:

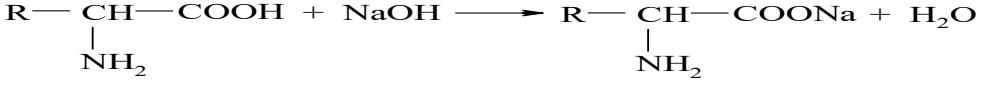


Біполярний іон (цвиттер-іон) Катіон

Амінокарбоновая кислота Соль амінокарбонової кислоти

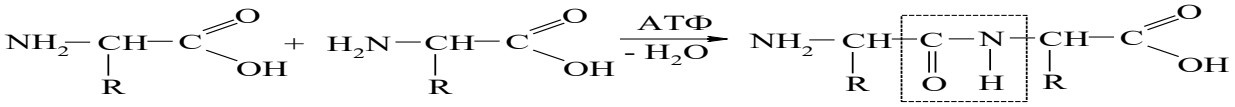
В лужному середовищі (pH >7) біполярні іони переходять в аніони:

Биполярний іон (цвиттер іон) Аніон



Соль амінокарбонової кислоти

У певних умовах альфа-амінокислоти в живому організмі, використовуючи енергію АТФ, беруть участь в утворенні ациклічних амідів, які називають пептидами:



α-амінокислоти дипептид

Рис. 34.

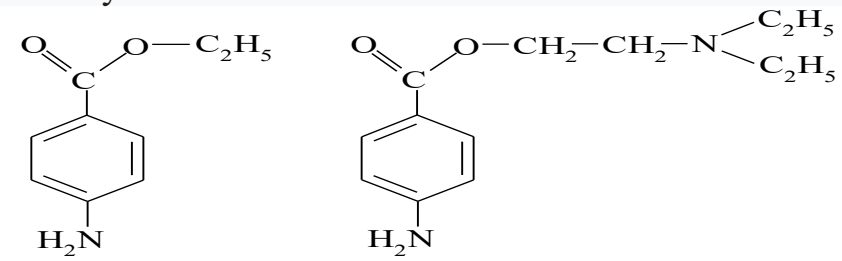
Усі пептиди під впливом води у присутності кислот чи лугів піддаються гідролізу з утворенням амінокислот.

Серед ароматичних амінокарбонових кислот особливої уваги заслуговують n-амінобензойна кислота і феніланін:

п-аминобензойная кислота Фенилаланин

Рис. 35. Формули ароматичних амінокислот

n-Амінобензойна кислота стимулює зростання мікроорганізмів, її відносять до вітамінів групи В. Вона є вихідною речовиною для синтезу анестезуючих (знеболювальних) засобів локального знеболювання. Особливо широке застосування мають анестезин та новокаїн:

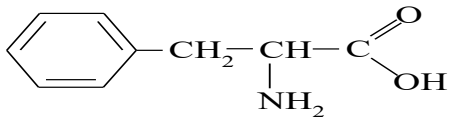


Анестезин Новокаин

Рис. 36. Приклади анестетиків

Новокаїн – складний ефір n-амінобензойної кислоти та діетиламіноетилового спирту:

Фенілаланін – одна з 20 амінокислот, що утворюється при гідролізі білків.



Фенилаланин

Основним органом, що здійснює найважливіші перетворення амінокислот є печінка. Найбільш важливі метаболічні перетворення амінокислот – це декарбоксилювання, дезамінування (окислювальні та відновлювальні) та переамінування (трансамінування).

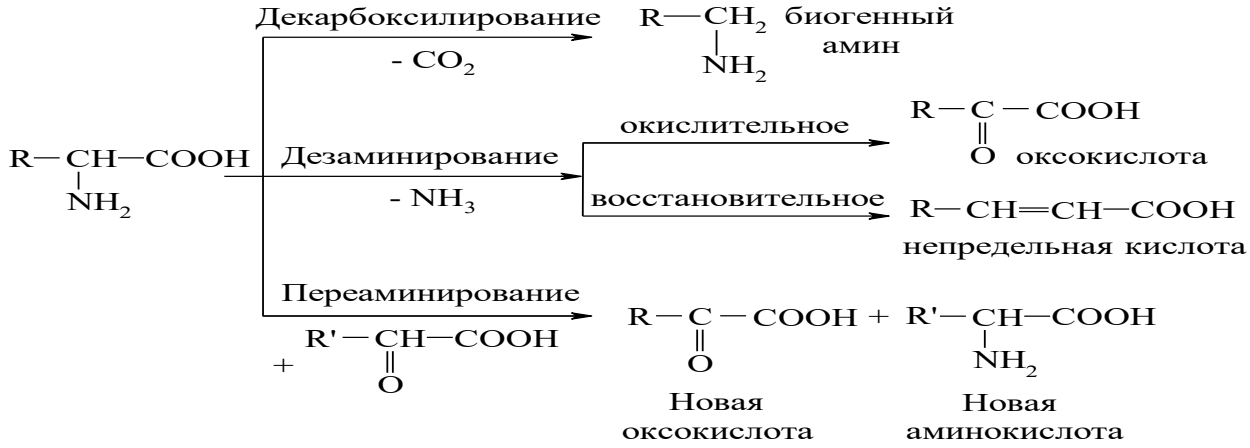
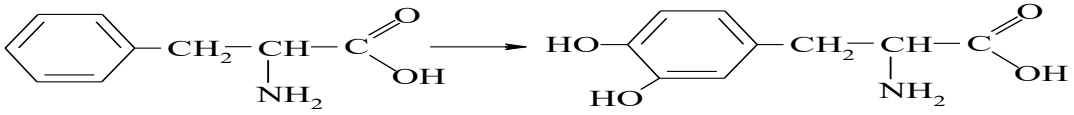


Рис. 37. Метаболічні перетворення амінокислот

3,4 – Діоксифеніланін є продуктом гідроксилювання альфа-амінокислоти – феніланіну.



Фенилаланин 3,4 дигидроксифенилаланин

Рис. 38. Реакція гідроксилювання

З біологічної точки зору амінокислоти ділять на замінні та незамінні. Замінні амінокислоти синтезуються в організмі в необхідній кількості із незамінних амінокислот або інших сполук. Незамінні амінокислоти не можуть синтезуватись в організм з інших сполук, тому вони повинні надходити з їжею. Для людини абсолютно незамінних амінокислот 8: валін, лейцин, ізолейцин, треонін, лізин, метіонін, феніланін та триптофан.

Інші 12 амінокислот можуть бути синтезовані в організмі як з амінокислот шляхом переамінування (бражатинування, так і інших сполук).

Амінокислоти організму, якщо вони не використовуються для синтезу білка, не акумулюються та не екскретуються. Натомість вони метаболізують до проміжних продуктів, які піддаються повному окисленню з виділенням енергії або перетворюються на глюкозу, жирні кислоти або кетонові тіла.

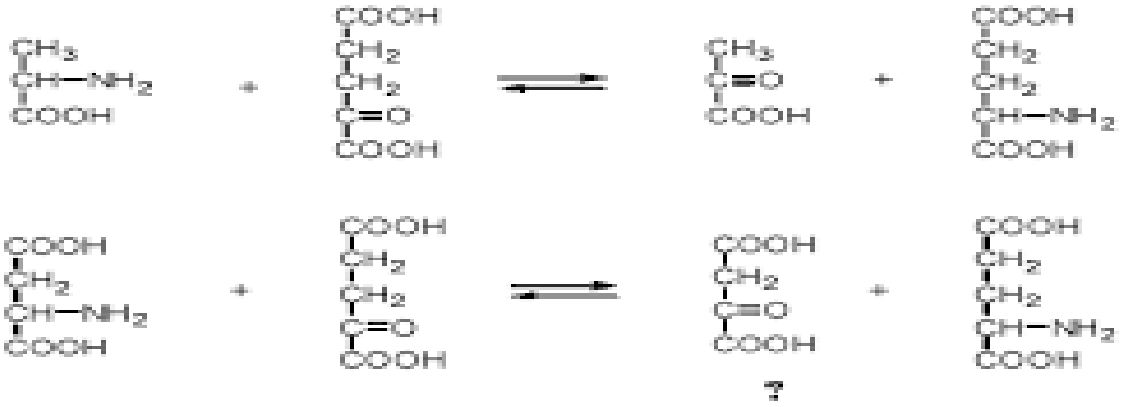


Рис. 39. Реакції переамінування

Це відбувається переважно у печінці. Катаболітичний шлях для більшості амінокислот можна розділити на дві фази:
1) видалення аміногрупи та перетворення її на сечовину;
2) перетворення вуглецевого скелета, що залишився, в піруват, ацетил КоА, або ацетоацетил КоА.

Амінокислоти, які розпадаються виключно до ацетил КоА або ацетоацетил КоА, називаються кетогенними, оскільки їх розпад безпосередньо пов'язаний з утворенням кетонових тіл. Амінокислоти, внаслідок розпаду яких може відбуватися утворення глюкози, називають глікогенними.

До чисто кетогенних амінокислот відносяться лейцин і лізин, а ізолейцин, триптофан, феніланін і тирозин можуть виступати як кетогенні та глікогенні.

Білки як біополімери. Способи з'єднання α-амінокислот у молекулах білків.

Білки – це високомолекулярні азотовмісні сполуки, які мають пептидні(амідні) зв'язки і при гідролізі розщеплюються на амінокислоти. Білки також можна розглядати як упорядковані біополімери, які є поліконденсатами α-амінокислот.

Пептидний зв'язок створюється в результаті взаємодії карбоксильної групи однієї α-амінокислоти з амінною групою іншої амінокислоти.

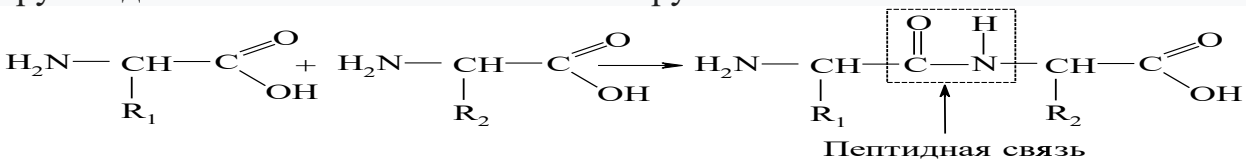


Рис. 40. Утворення пептидного зв'язку

Структура поліпептиду (поліпептидного ланцюжка) є основою будови молекули білка. Утворення поліпептидів та білків із залишків амінокислот пов'язане з відщепленням молекул води, тому білки та поліпептиди є поліконденсатами амінокислот.

За кількістю α-амінокислотних залишків, які беруть участь у побудові пептиду, розрізняють олігопептиди (низькомолекулярні пептиди), що містять у ланцюгу не більше 10 амінокислотних залишків, і поліпептиди, до складу ланцюга яких входять до 100 амінокислотних залишків.

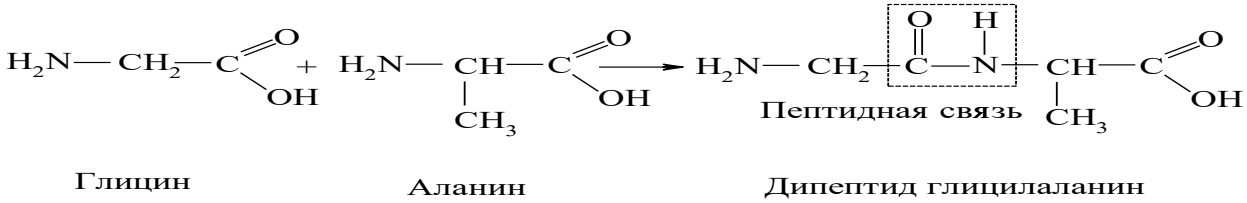


Рис. 41. Утворення дипептиду

Хімічні зв'язки, що формують первинну, вторинну, третинну та четвертинну структуру білка.

Молекули білків можуть складатися з одного або декількох поліпептидних ланцюгів, кожен з яких має специфічне для даного білка чергування певних α-амінокислотних залишків.

Фізико-хімічні та біологічні властивості білків обумовлюються не тільки хімічною будовою поліпептилного ланцюга, а й просторовою конфігурацією всієї молекули. У білках розрізняють чотири рівні структури.

Первинна структура. Під первинною структурою одержують якісний амінокислотний склад поліпептидного ланцюга, а також кількість амінокислотних осратків в ній і порядок чергування їх у ланцюгу. Усі атоми, що входять до пептидної групи, лежать в одній площині.

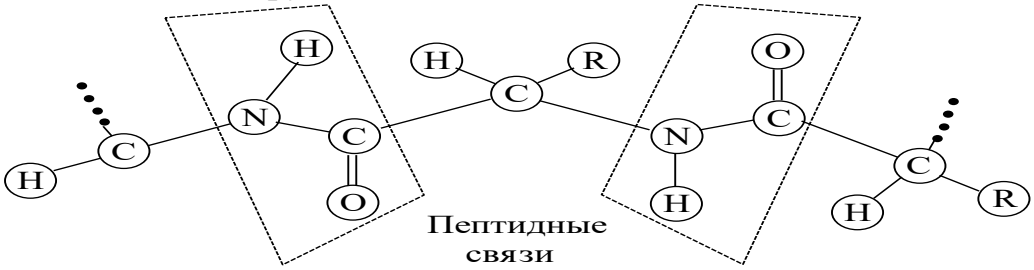


Рис. 42. Первинна структура білка

Вторинна структура – це просторова конформація поліпептидного ланцюга. Вона визначається первинної структурою білка і фіксується у просторі за допомогою водневих зв'язків, що утворюються, в основному між атомами кисню карбонільних груп та атомом водню іменних груп одного і того ж пептидного ланцюга або між різними поліпептидними ланцюгами. Ці зв'язки стабілізують вторинну структуру білкової молекули.

Найбільш типовою для білків є *α – спіраль,* існування якої довели вперше Л.Л. Поллінг та Р. Корц. Закручування поліпептидного ланцюга в спіраль відбувається за годинниковою стрілкою. Водневі зв'язки виникають пептидними групами кожного першого та четвертого, другого та п'ятого тощо. залишками амінокислоти. На кожен виток спіралі припадає 3,6 амінокислотних залишків. - спіральна конформація характерна для глобулярних білків. За наявності SH-груп між ними виникають дисульфідні зв'язки в межах одного поліпептидного ланцюга.

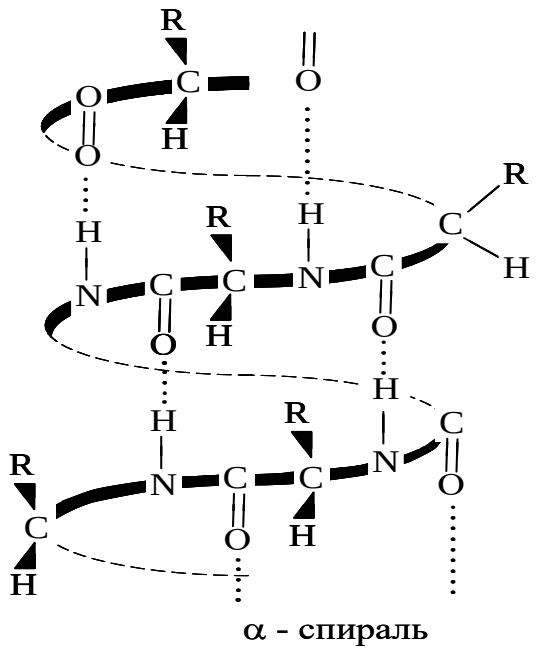


Рис. 43. Структура спіралі

Іншим видом вторинної структури є так звана *структура складчастого листа або β-конформація.* Вона виникає між антипаралельними ланцюгами, які створюють сприятливі умови для утворення водневих зв'язків між ними. Наявність спіральних структур доведено для таких білків, як кератин-білок сполучної тканини, міазин – м'язовий білок.

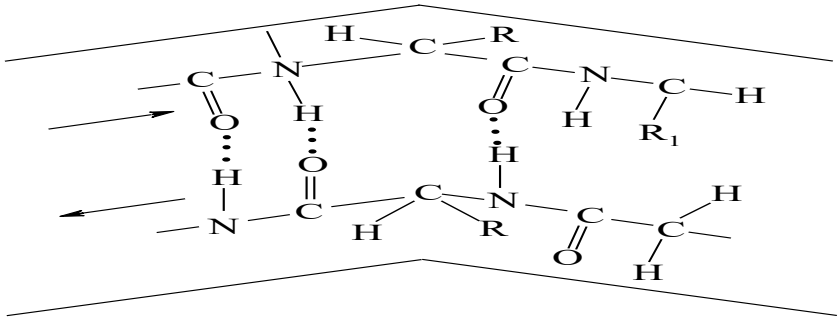


Рис. 44. Структура складчатого листка

β-конформація властива білкам фібрилярним. Під третинної структурою розуміють форму укладання (упаковки) спіралей, тобто. вторинних структур із заснуванням глобул різної форми.

У той час як вторинна структура білка визначається водневими зв'язками, численні вигини поліпептидного ланцюга, що надають білкам третинної структури, залежать не тільки від пептидних і водневих зв'язків, але і від інших типів взаємодії, а саме сульфідних зв'язків в цистеїні (сульфідний зв'язок), іон гідрофобний.

Дисульфідний зв'язок відноситься до ковалентних зв'язків і виникає в результаті відщеплення двох атомів водню від залишків цистеїну. Цими

зв'язками можуть з'єднуватися залишки амінокислот в одному поліпептидному ланцюгу, особливо тоді, коли вона утворює певні вигини та спіралі.

Також дисульфідні зв'язки можуть утворюватися між залишками цистеїну двох поліпептидних ланцюгів. Стійкість деяких білків (колагену) значною мірою обумовлена «прошивання» дисульфідними зв'язками витків спіралі, утвореною пептидним ланцюгом молекулою білка.

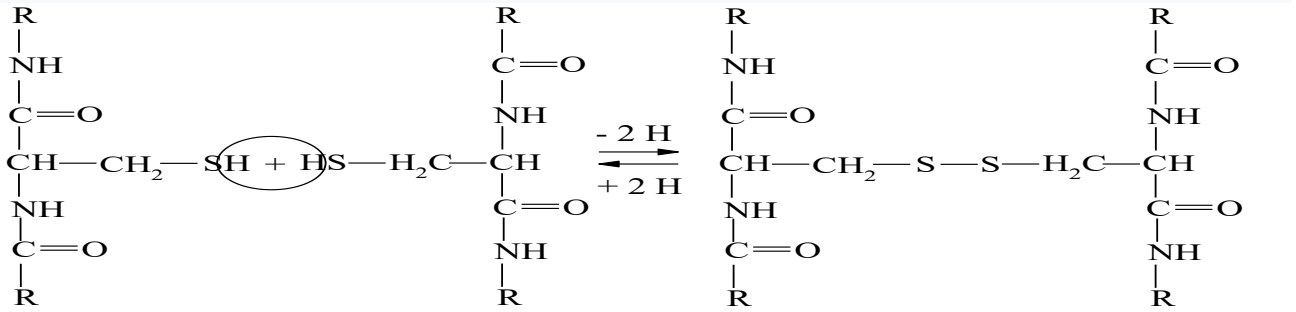


Рис. 45. Утворення дисульфідного зв'язку

Прикладом білкових структур, що містять дисульфідні зв'язки, можуть бути *інсулін і рибонуклеаза.*

Іонний зв'язок. Аніонні групи (-COO-) пептидного ланцюга із залишків аспарагінової або глутамінової кислот і катіонні групи ($-NH_2$) залишку мезину як протилежно заряджені можуть при зближенні притягуватися і утворювати сольові зв'язки (містки).

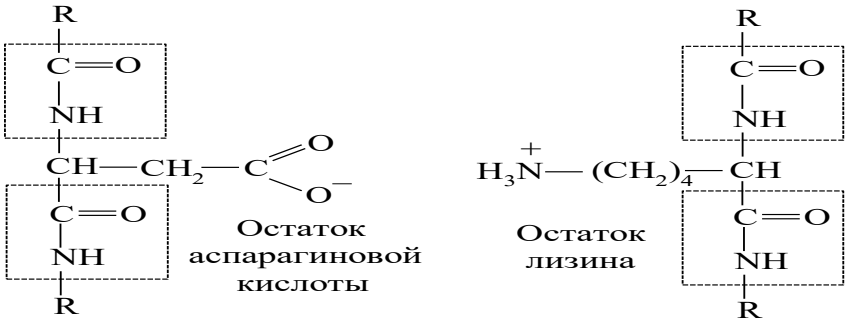


Рис. 46. Сольвий зв'язок між двома пептидними ланцюгами

Вони розміщуються на зовнішній поверхні молекули білка і знаходяться у гідротованому стані.

До ковалентних зв'язків відносяться псевдопептидні зв'язки, що виникають між аміногрупами бічних радикалів мезину, аргінілу та COOH – групами бічних радикалів аспарагінової, глутамінової та аленоліонної кислот.

Гідрофобний зв'язок утворюється внаслідок зближення неполярних вуглеводневих радикалів таких амінокислот, як валін, лейцин та інші.

Зближення цих радикалів обумовлено характером взаємодії гідрофобних груп поліпептидного ланцюга (метильної – CH_3, етильної – C_2H_5 та інших) з водою. У цих вуглеводневих радикалів молекули води перебудовуються в просторі, утворюючи структуру, що нагадує кристали льоду.

В результаті цього гідрофобні групи переміщуються у внутрішні частини молекул, а на поверхні білка розміщуються гідрофільні (-OH, -COOH, $-NH_2$, =NH, -SH), що і зумовлює гідратацію білків. розміщуються поруч один з одним, а не склепінням.

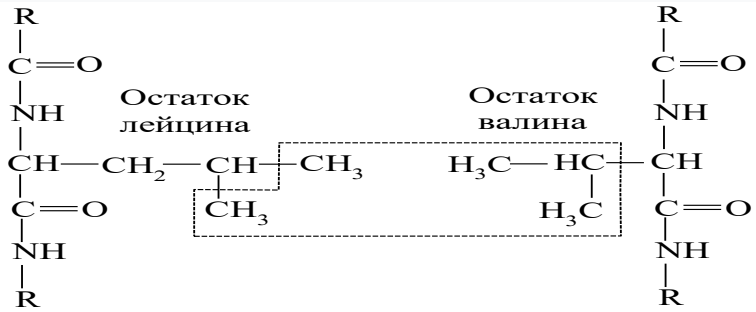


Рис. 47. Гідрофобний зв'язок між двома пептидними ланцюгами

Також вторинної структури молекул білка мають місце водневі зв'язки. Вони виникають між бічними радикалами амінокислот різних ділянок ланцюга.

Четвертинна структура. Декілька окремих поліпептидних ланцюгів здатні вкладатися в більш складні утворення, які називають комплексами або агрегатами. У цьому кожен ланцюг, зберігаючи характерну нею первинну, вторинну, і третинну структури, виступають у ролі субодиниці комплексу з вищим рівнем просторової організації. Такий комплекс є єдиним цілим і виконує біологічну функцію, не властиву окремо взятим субодиницям.

Четвертинна структура закріплюється за рахунок водневих зв'язків, іонних та гідрофобних взаємодій між субодиничними поліпептидними ланцюгами. Четвертинна структура характерна лише для деяких білків, наприклад гемоглобін. У таблиці подано узагальнені дані про зв'язки, які стабілізують різні рівні організації білкової молекули.

Табл. 10. Просторова структура білка

Структура білка	Зв'язки, що стабілізують структуру
Первинна структура (лінійний поліпептидний ланцюг)	Пептидні зв'язки між α-аміно та α-карбоксильними групами амінокислот .
Вторинна структура (α-спіраль, β-структура)	Водневі зв'язки між пептидними групами (кожна перша і четверта) одного поліпептидного ланцюга або між пептидними групами суміжних поліпептидних ланцюгів. Дисульфідні зв'язки між SH-групами в межах одного поліпептидного ланцюга.

Третинна структура (глобулярна, фібрилярна)	Дисульфідні зв'язки між бічними радикалами амінокислот різних ділянок пептидного ланцюга. Водневі зв'язки між бічними радикалами амінокислот різних ділянок ланцюга. Іонні зв'язки між протилежно зарядженими групами амінокислот кожної субодиниці. Гідрофобні взаємодії між аполярними радикалами амінокислот у водному середовищі.
Четвертинна структура білка (глобулярна)	Іонні зв'язки між протилежно зарядженими групами амінокислот кожної субодиниці. Водневі зв'язки між бічними радикалами амінокислотних залишків кожної субодиниці. Гідрофобні взаємодії між аполярними радикалами амінокислот у водному середовищі.

Глобулярні та фіблілярні білки. Вивчення рівнів структурної організації білкових молекул. Відома велика кількість білків різних за фізико-хімічними властивостями та біологічна роль. Для систематизації та вивчення запропоновано кілька класифікацій. В основі класифікації лежить кілька ознак:

1. форма білка, тобто. просторова структура (конформація);
2. фізико-хімічні властивості;
3. хімічний склад білків.

За формою молекул білки класифікують на глобулярні та фібрилярні.

Глобулярні білки. Вони мають форму молекул, близьку до кулястої (globulus-кулька, лат.). До них відносяться більшість розчинних білків, таких як альбуміни, білки молока, яєць та інших.

Фібрилярні білки. Вони мають ниткоподібну, витягнуту або фібрилярну форму молекули. Довжина таких молекул у багато разів перевищує їхній діаметр. До них відноситься білок волосся – кератин, білок шовку – фіброїн, білок м'язів – міозин та низка інших. Ці білки за рахунок зазначеної форми можуть стискатися та розпрямлятися, що зумовлює еластичність білків сполучної тканини та скорочення м'язів.

За фізико-хімічними властивостями білки поділяються на прості (протеїни) та складні (протеїди).

Прості білки при гідролізі розщеплюються на амінокислоти; **складні** білки крім амінокислот у своєму складі містять ще й речовини небілкового характеру, які визначають характер структури та біологічну дію білка, наприклад, гем у гемоглобіні або нуклеїнові кислоти у нуклепротеїдах.

Білки виконують низку біологічних функцій:

Так, білки-ферменти зумовлюють обмін речовин в організмі, є в організмі транспортні білки, які переміщують речовини у крові, лімфі; частина

гормонів – це білки чи поліпептиди. Процес передачі спадкової інформації може відбуватися без білків. Усі форми механічного руху обумовлені білками м'язів. Серед функцій білків є здатність білків підтримувати онкотичний тиск у крові, регулювати обмін води, підтримувати сталість pH, бути джерелом енергії (до 10% енергії).

Добова потреба дорослої людини у білках становить близько 1,3 г на 1 кг маси тіла або 90–105 г. Фізіологічний мінімум білка становить 0,8 г на 1 кг маси тіла (за рекомендаціями ВООЗ). Для людей, які займаються спортом та важкою фізичною працею, норма споживання білка збільшується залежно від спортивної спеціалізації та енергетичних витрат. Для спортсменів, які спеціалізуються у видах спорту з проявом витривалості, потреба в білках становить 1,8 г.кг на добу, тоді як для силових видів спорту – 3 г/кг.

Але надлишкове надходження білка – понад 2,5 г кг для звичайних людей та 4-5 г/кг для спортсменів недоцільне, тому що викликає перевантаження системи травлення, збільшує вміст метаболітів білкового обміну у кровіі не поліпшує функціональний стан організму, як і недостатнє їх споживання.

Біологічна цінність білків їжі залежить від їхнього амінокислотного складу (наявності всіх амінокислот) та легкості засвоєння. Найбільш цінними є білки яєць, м'яса, риби, сиру, в 100 г яких міститься близько 13, 20, 20 та 30 г білка відповідно. Рослинні продукти, за винятком бобових, соєвих та грибів, не містять повноцінних білків.

ХІМІЧНЕ ПЕРЕТВОРЕННЯ БІЛКІВ ЇЖІ У ТРАВНІЙ СИСТЕМІ

Хімічне розщеплення білків їжі починається у шлунку, де є для цього умови: кисле середовище шлункового соку (pH дорівнює 1,0-2,0) та активний фермент пепсин, що утворюється із неактивного пепсиногену. Перетворення відбувається під дією хлоридної кислоти (HCI), що утворюється в шлунку під час надходження їжі. Більшість ферментів, які розщеплюють білки у травній системі, утворюються в неактивній формі. Це запобігає їх дії на білки стінок органів травлення. Активуються ферменти різними механізмами: протеолізом (відщепленням частини білкової молекули), дією інших ферментів-активаторів (ентерокіназа). Білки їжі затримуються в шлунку до 4-6 год і більше. Закінчується розщеплення білків їжі до амінокислот у дванадцятипалій кишці під дією ферментів трипсину та хімотрипсину, а також дипептидаз. Амінокислоти всмоктуються у кров. Частина білків, що не встигли розщепитися, затримуються в товстому кишечнику декілька діб і починають розкладатися з утворенням токсичних речовин. Тому надлишок білків у раціоні харчування не бажаний.

БІОСИНТЕЗ БІЛКА ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ПРОЦЕСИ ВІДНОВЛЕННЯ Й АДАПТАЦІЇ ОРГАНІЗМУ ДО М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Усі білки організму постійно відновлюються, тому що мають обмежений термін життя. Протягом доби організм синтезує близько 1,3 г білка на 1 кг маси

тіла, з чимі пов'язана добова норма. Всі білки організму відновлюються приблизно за 130-150 діб. Під час м'язової діяльності процеси метаболізму значно активуються, тому і обмін білка суттєво змінюється.

Біосинтез білка — це складний багатоетапний процес, який відбувається за наявності всередині клітин усіх типів нуклеїнових кислот, РНК-полімераз та пептидсинтезуючих ферментів, амінокислот, різних регуляторів, індукторів (підсилювачі) та репресорів (пригнічувачі) генетичного апарату клітин. Він супроводжується використанням великої кількості енергії АТФ. Близько 20% добових енерговитрат організму іде на біосинтез білка.

ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА БІОСИНТЕЗ БІЛКА

Одноразові фізичні навантаження пригнічують синтез білка у тканинах, особливо у скелетних м'язах, тому що не вистачає енергії АТФ та порушується обмін речовин. При цьому прискорюється розпад структурних білків, а в окремих випадкахі скоротливих білків м'язів. У крові накопичуються амінокислоти, що підлягають дезамінуванню чи окисненню для забезпечення енергії. Ступінь пригнічення біосинтезу білка у тканинах залежить від інтенсивності та тривалості фізичних навантажень, а також від тренованості організму. Під час виконання інтенсивної м'язової роботи у субмаксимальній та великій зонах потужності у результаті закиснення внутрішнього середовища спостерігається вихід білків плазми з сечею. Чим більшою була потужність роботи, тим, більший його вміст у сечі.

У результаті систематичних спортивних тренувань у скелетних м'язах, інших тканинах збільшується вміст структурних та скоротливих білків, білків-ферментів та міоглобіну. Це можливо за рахунок адаптивної активації всіх ланок біосинтезу білка, що є метаболічною основою розвитку термінової та тривалої адаптації до фізичних тренувань. У швидкісно-силових видах спорту спостерігається гіпертрофія м'язових волокон – збільшення м'язового поперечника на 9–23 % вже після 3–5 міс тренувань. В окремих випадках у культуристів обхват м'язів плеча збільшується на 70-76 %. Гіпертрофія спостерігається більшою мірою у швидко скоротних м'язових волокнах. З цимі пов'язаний приріст швидкості та сили (Мак-Комас, 2001).

При адаптації до фізичних тренувань з проявами витривалості спостерігається збільшення вмісту білків-ферментів, які каталізують процеси біологічного окиснення, мітохондрій та їх щільності, а також міоглобіну в м'язових волокнах, що скорочуються повільно. Це веде до поліпшення механізму аеробного енергоутворення та підсилення адаптативного біосинтезу білка у м'язах, що створює метаболічні основи високої аеробної фізичної працездатності.

РОЗПАД ТКАНИННИХ БІЛКІВ

Розпад тканинних білків відбувається з участю гідролітичних Ферментів (протеїназ, зокрема катепсинів), які знаходяться в лізосомах, і веде до збільшення вмісту вільних амінокислот у клітинах. Цей процес значно активується під час фізичних навантажень, голодування, деяких захворювань

(діабет). Вільні амінокислоти підлягають взаємоперетворенню: переамінуванню, декарбоксилюванню (відщеплення CO_2) та дезамінуванню (відщеплення аміаку). За фі зичних навантажень активно відбувається реакція окисного дезамінування, що супроводжується виділенням енергії та накопиченням у тканинах токсичного аміаку. Окисне дезамінування відбувається так:

R H-C-NH- COOH НАД НАДН (ЗАТФ) R C=NH COOH R $+H_2O$ C=O+ NH- COOH

Аміак, який утворюється в різних тканинах, швидко зв'язується дикарбоновими амінокислотами: аспарагіновою ($HOOC-CH_2-CHNH_2-COOH$) і глутаміновою ($HOOC-CH_2-CH_2-CHNH_2-COOH$)та транспортується у печінку. Там він перетворюється на нетоксичну речовину - сечовину — і виводиться із організму. Рівень сечовини в крові відображає інтенсивність розпаду тканинних білків та дезамінування амінокислот. Тому він є одним із основних діагностичних показників при біохімічному обстеженні.

СЕЧОВИНА — ПОКАЗНИК РОЗПАДУ ТКАНИННИХ БІЛКІВ

Процес синтезу сечовини відбувається у печінці з участю амінокислоти *орнітин*, тому має назву *орнітиновий цикл*. У результаті п'яти основних реакцій токсичний аміак зв'язується згідно зі схемою сумарного рівняння:

$2NH_3 + CO_2 + ЗАТФ + 3H_2O \rightarrow [H_2N - CO - NH_2]^+$

сечовина + $2АДФ + 2H_3PO_4 + АМФ + H_4P_2O_7$

Із печінки сечовина надходить у кров та виводиться нирками. В середньому із організму дорослої людини з сечею виділяється 30- 40 г сечовини на добу. Кількість її залежить від вмісту білків у їжі (Скляров, 2002).

Вміст сечовини в крові людини у нормі індивідуальний — у межах 3,5-6,5 ммоль/л. Під час виконання фізичних вправ, які викликають розпад тканинних білків, її рівень збільшується до 8–12 ммоль/л. Чим важчою була виконана робота, тим більший спостерігається приріст вмісту сечовини в крові одразу після неї.

Відновлення організму пов'язане із відновленням процесів обміну білка у тканинах, зокрема зменшенням швидкості розпаду білків та збільшенням їх біосинтезу. Це супроводжується поверненням до норми рівня сечовини у крові. Відновлення процесів біосинтезу білків після тривалої м'язової роботи відбувається повільно. Тому їх хід у спортивній практиці тестують через 12 год або більше. Нормалізація концентрації сечовини в крові, визначеної вранці натщесерце після попереднього тренування, свідчить про відновлення організму після фізичного навантаження. Тому у практиці спорту рівень сечовини в крові широко використовується як метаболічний показник процесів відновлення після тривалих фізичних навантажень. У клінічній практиці рівень сечовини в крові визначається як показник процесів розпаду тканинних білків, що спостерігається при певних захворюваннях чи порушення видільної функції нирок, коли рівень сечовини в крові може досягати 30 ммоль/л.

Перелік питань для підготовки:

1. Біохімія м'язової діяльності. Поняття про макроергічні сполуки.
2. АТФ як представник макроергічних сполук. Поняття про креатинфосфат.
3. Класифікація вуглеводів. Моносахариди, Дисахариди, Полісахариди.
4. Анаеробне та аеробне окислення глюкози. Гліколіз та його значення для організму.
5. Утворення лактату та його значення. Цикл трикарбонових кислот.
6. Класифікація жирів. Тригліцериди. Гліцерин. Жирні кислоти.
7. Незамінні жирні кислоти. Омега 3, омега 6, омега 3,6 жирні кислоти.
8. Холестерин. Фосфоліпіди. Гліколіпіди. Протеїноліпіди.
9. Амінокислоти. Прості білки. Складні білки. Обмін амінокислот та білків.
10. Ферменти. Ферментативний каталіз. Глюкозо-аланіновий цикл.

Змістовний розділ 4. «Гігієна у реабілітації».

Тема 15. Гігієна. Гігієна фізичних вправ.

Гігієна – галузь медичних знань, наука про збереження та зміцнення суспільного та індивідуального здоров'я шляхом здійснення профілактичних заходів.

Мета гігієни – збереження і зміцнення здоров'я людей, зробити розвиток людського організму найбільш досконалим, життя найбільш сильним, згасання найбільш уповільненим, а смерть найбільш віддаленою.

Основними завданнями гігієни є :

1. Вивчення природних та антропогенних факторів навколишнього середовища та соціальних умов, що можуть впливати на здоров'я людини.
2. Вивчення закономірностей впливу факторів та умов навколишнього середовища на організм людини або популяції.
3. Наукове обґрунтування та розробка гігієнічних нормативів, правил та заходів по максимальному використанню позитивно впливаючих на організм людини факторів навколишнього середовища та ліквідації або обмеженню до безпечних рівнів несприятливо діючих.
4. Використання в практиці охорони здоров'я та народному господарстві розроблених гігієнічних рекомендацій, правил, нормативів, перевірка їх ефективності та вдосконалення.
5. Прогнозування санітарної ситуації на найближчу та відалену перспективу з урахуванням планів розвитку народного господарства, визначення відповідних гігієнічних проблем, наукова розробка цих проблем.

Профілактика – один з основних принципів охорони здоров'я. Найважливішим обов'язком медичних працівників являється проведення заходів по попередженню захворювань у здорових і загострень, ускладнень та редицивів у хворих.

Санітарія – це практичне застосування розроблених гігієнічною наукою нормативів, санітарних правил та рекомендацій, що забезпечують оптимізацію умов навчання та виховання, побуту, праці, відпочинку та харчування людей з метою зміцнення та збереження їх здоров'я.

Санітарія забезпечується санітарними та протиепідемічними заходами. Виконавцями санітарних заходів являються державні органи, підприємства, установи та організації, приватні підприємці та фермери, банки та фонди профспілки та інші громадські організації. Розрізняють санітарію шкільну, житлово-комунальну, виробничу та харчову.

Шкільна санітарія – це система контролю за дотриманням санітарних норм, правил та гігієнічних вимог по відношенню до фізичного розвитку та стану здоров'я дітей та підлітків, їх режиму дня, організації навчання, праці, відпочинку, фізичної культури, проектуванню, створенню та експлуатації приміщень, меблів, обладнання в дитячих дошкільних та підліткових закладах.

Житлово-комунальна санітарія забезпечує контроль за проведенням заходів по санітарній охороні атмосферного повітря, води та грунту від забруднення, здійсненням раціонального науково обґрунтованого планування, озеленення, забудови, санітарного благоустрою та санітарного стану населених місць, житлових та громадських будівель, установ просвіти, культури, охорони здоров'я, споруд для спорту та фізичної культури.

Виробнича санітарія являє собою комплекс заходів контролю за дотриманням гігієнічних нормативів факторів виробничого середовища, що забезпечують сприятливі умови праці та попереджують можливість виникнення професійних захворювань, забезпеченням розробки санітарно-технічних та інженерних засобів боротьби з шкідливими для здоров'я умовами праці.

Харчова санітарія являється комплексом заходів контролю за дотриманням гігієнічних вимог при проектуванні, будівництві та експлуатації харчових підприємств та установ, матеріалів та обладнання для них, при розробці рецептури та технології харчових продуктів, при виробництві, консервуванні, транспортуванні, зберіганні та реалізації харчових продуктів, при проведенні заходів по попередженню аліментарних захворювань.

Методи гігієнічних досліджень.

Специфічні методи гігієни:

- Епідеміологічний (вивчення здоров'я населення)
- Санітарного обстеження (санітарно-топографічного, санітарно-технічного, санітарно-епідеміологічного)
- Гігієнічного експерименту (натурного і лабораторного)
- Санітарної експертизи (фізичні, хімічні, біологічні)
- Санітарної освіти гігієнічного виховання і навчання

Методи гігієнічних досліджень:

- *Методи вивчення навколишнього середовища:*
- Методи санітарного обстеження та описання (вивчення

документації, візуальний огляд об’єкта, опитування працівників), органолептичні, фізичні, хімічні;

- Інструментально-лабораторні та математичні методи (фізико-хімічні, біологічні, санітарно-статистичні, географічні)

- *Методи вивчення впливу навколишнього середовища на організм і здоров’я*

- Методи експериментального дослідження (експеримент з моделюванням природних умов, лабораторний експеримент на тваринах, лабораторний експеримент на людях, комплексна оцінка стану здоров’я населення)

- Методи натурного спостереження та дослідження (клінічні, фізіологічні, токсикологічні, санітарно-статистичні, медико-географічні).

Методи санітарного обстеження тривалий час були майже єдиним засобом вивчення умов життя та здоров’я населення. Але треба пам”ятати, що навіть ретельне санітарне обстеження не може дати кількісну характеристику, а також виявити фізичні, хімічні, біологічні властивості середовища. В зв’язку з цим метод санітарного опису в наш час обов’язково доповнюється більш точними фізичними, хімічними, біологічними та іншими методами дослідження.

Санітарному опису належать об’єкти довкілля, умови життя і праці населення. До них відносяться джерела водопостачання, грунт, повітряне середовище, продукти харчування, житло, місця праці і відпочинку населення, лікувальні, шкільні заклади та інші.

Гігієна фізичних вправ.

Кінезотерапія (лікування рухами) або лікувальна фізкультура (ЛФК) – це галузь медичної реабілітації, що вивчає механізми терапевтичної дії на організм руху з профілактичною, лікувальною і реабілітаційною метою.

Фізична активність — одна з необхідних умов життя, що має не тільки біологічне, але й соціальне значення. Вона розглядається як природно-біологічна потреба живого організму на всіх етапах онтогенезу. Кінезотерапія використовує в лікуванні хворих одну з найважливіших еволюційно розвинених біологічних функцій організму – рух. Однак для лікування і профілактики використовується не просто рух, а спеціально підібрані, методично оформлені й належним чином організовані рухи, які прийнято називати фізичними вправами.

У кінезотерапії розрізнюють тренування ***загальне і спеціальне***. *Загальне тренування* переслідує мету оздоровлення, зміцнення і загального розвитку організму хворого. Вона використовує найрізноманітніші види загальнозміцнюючих і розвиваючих фізичних вправ. *Спеціальне тренування* ставить за мету розвиток функцій, порушених у зв’язку із захворюванням або травмою. Для цього використовують види фізичних вправ, що безпосередньо

впливають на травмований осередок або функціональні розлади тієї чи іншої ураженої системи (дихальні вправи при плевральних зрощеннях, вправи для суглобів при поліартритах і т. ін.).

Методичні принципи кінезотерапії

Принцип систематичності - безперервність і планомірність використання всіх засобів кінезотерапії в усіх можливих формах протягом лікувального курсу, що забезпечується регулярністю занять, що проводяться.

Принцип від простого до складного - поступове підвищення вимог до того, хто займається. Призначення наступного рухового режиму можливе тільки після стійкої адаптації хворого до фізичних навантажень попереднього режиму. У процесі тренування поступово зростають функціональні можливості та здібності організму, що вимагають підвищення фізичного навантаження.

Принцип доступності всі засоби кінезотерапії мають бути доступні хворому за структурою і засобом проведення процедури, доступністю методики і форм лікувальної фізкультури.

Принцип тривалості – існує пряма залежність між ефективністю фізичних вправ і тривалістю фізичних навантажень. Обов'язкове подальше продовження занять в амбулаторних і домашніх умовах.

Принцип індивідуальності – необхідно обов'язково зважати індивідуальні фізіологічні і психологічні особливості кожного пацієнта.

Принцип наочності – контроль інструктора ЛФК за методично і технічно грамотним виконанням вправ з необхідною корекцією під час занять.

Принцип урахування ефективності лікування – необхідне регулярне урахування ефективності впливів фізичних вправ щодо динаміки функціональних показників організму.

Фізичні вправи - це спеціально підібрані й поділені на складові частини рухи, природні для людини, за допомогою яких досягається вибірковий вплив на певні м'язи і пов'язані з ними внутрішні органи. Це свідомий акт поведінки хворого з одночасною участю і психічних, і фізичних категорій особистості хворого. Головним у методі є процес дозованого тренування, що спричиняє розвиток його адаптаційної здатності.

З метою практичного використання фізичні вправи поділяються на:

- гімнастичні,
- прикладні,
- спортивні,
- ігри.

Гімнастичні вправи впливають не тільки на різні системи організму загалом, але й на окремі групи м'язів, суглоби, дозволяючи відновити і розвинути такі рухові якості, як сила, спритність, швидкість, координація. Гімнастичні вправи поділяють на загальнозміцнюючи, дихальні, рефлекторні.

Загальнозміцнювальні вправи спрямовані на оздоровлення і зміцнення всього організму. Вони являють собою найобширнішу групу рухів. Для їх

систематизації використовують 4 ознаки: 1) ознака активності, 2) анатомічна ознака, 3) видова ознака і характер вправ, 4) ознака використання предметів і снарядів.

За ознакою активності вправи поділяють на ***активні й пасивні.*** Активні вправи виконуються хворим самостійно, за звичайних або полегшених умов, з усуненням сили тягаря, сили тертя, реактивних м'язових сил. Пасивні вправи виконуються за допомогою інструктора без вольового зусилля хворого, при цьому відсутні активні скорочення м'язів. Вони виконуються на ранніх стадіях захворювання або травматичного пошкодження (суворий постільний і постільний режим). Пасивні вправи поліпшують крово- і лимфообіг, попереджають виникнення тромбів і тугорухливості суглобів, сприяють відновленню правильної схеми руху.

За анатомічною ознакою використовуються вправи ***для дрібних м'язових груп*** (кисті, стопи, голова); ***для середніх м'язових груп*** (передпліччя, гомілка, шия, плече, стегно) і ***для великих м'язових груп*** (спина, груди, живіт, тазовий пояс).

За видовою ознакою і характером вправ розрізнюють порядкові й стройові вправи, підготовчі або ввідні коригувальні вправи на розтягнення, на розслаблення, на координацію рухів і рівновагу, вправи в опорі, силові й швидкісно-силові, ідеомоторні, віси та упори, підскоки і стрибки, ритмопластичні вправи.

Порядкові та стройові вправи організують і дисциплінують хворіх, виробляючи необхідні рухові навички (побудова, повороти, ходьба і т.ін.). Підготовчі або ввідні вправи готують організм до майбутнього навантаження. Коригуючі вправи усувають деформації опорно-рухового апарату різної етіології. До них належать будь-які рухи, що виконуються з певного початкового положення і надають суворого локального впливу. Лікувальна дія посилюється при поєднанні силового напруження і розтягнення.

Вправи на розтягнення – різновид активних гімнастичних вправ з переважним впливом на патологічно змінену еластичність тканин. ***Вправи на розслаблення*** – вправи, що активно виконуються з максимально можливим зниженням тонічного напруження м'язів. Обов'язковою фізіологічною умовою для довільного розслаблення є зручне початкове положення, при цьому досягається поступове зниження тонусу гладких м'язів внутрішніх органів у зоні сегментної іннервації, а також розвиваються гальмові реакції.

Вправи на координацію рухів проводяться при складних поєднаннях рухів і обов'язковому виконанні іх чіткої послідовності. Вони використовуються для тренування і відновлення рухових навичок, відновлення порушеної регуляції рухів. *Вправи з рівноваги* – гімнастичні вправи, направлені на тренування вестибулярного апарату і поставних реакцій. Вони виконуються при зменшеній площі опори, змінах положення голови і тулуба, в стойці на одній нозі і т.ін. Ці вправи сприяють поліпшенню координації рухів, вихованню і закріпленню навичок правильної постави.

Силові й швидкісно-силові вправи – гімнастичні вправи з довільно

змінною величиною м’язового напруження. До силових належать такі, за яких величина м’язового напруження досягає 70% від максимально можливого. При виконанні швидкісних вправ м’язове напруження не перевищує 20% максимального, але проводиться в швидкому темпі. *Вправи в опорі* є різновидом силових вправ і характеризуються суворо обмеженою і дозованою зміною силового напруження. Їх мета – зміцнення різних м’язових груп і м’язів серця. Під час виконання цих вправ необхідно регулювати дихання, оскільки зусилля порушують функцію зовнішнього дихання, спричиняючи його затримку, утрудняючи роботу серця. *Ідеомоторні вправи* (уявна гімнастика) виражаються в активній посилці імпульсів до скорочення окремих груп м’язів без зміни положення сегментів кінцівки. Цей вид вправ, спричиняючи уявне скорочення м’язів, відновлює нервово-м’язову провідність в ураженому сегменті.

Ритмопластичні вправи - вид вправ, який чергує ритмічність і пластичність рухів, виконуються як на місці, так і з переміщенням, як без снарядів, так і з снарядами і предметами. Вони містять елементи танцю, тому можуть значно навантажувати апарат кровообігу. Характеризуються м’якістю і плавністю рухів, що виконуються за музичним супровідом. Значення музики при проведенні кінезотерапії з позицій фізіологічної дії засноване на зв’язку звуку з відчуттям руху (акустико-моторний рефлекс), при цьому потрібно враховувати характер музики, її мелодію, ритм. Музика гармонізує психіку. Використовується вона також при аутогенній релаксації, полегшує виконання фізичних вправ. Надаючи різностороннього впливу на ЦНС, м’язеву, серцево-судинну і дихальну системи, музика може розглядатися як допоміжний засіб при використанні кінезотерапії (естетотерапії).

За характером м'язового скорочення фізичні вправи поділяються на ***динамічні (ізотонічні)*** і ***статичні (ізометричні).*** При виконанні динамічних вправ м’язи працюють в ізотонічному режимі, що виявляється чергуванням періодів скорочення з періодами розслаблення. Міра напруження м’язів при виконанні динамічних вправ дозується за рахунок важеля, швидкості рушення переміщуваного сегмента тіла і міри напруження м’язів. ***Статичні вправи*** – це скорочення м’язів, при яких вони розвивають напруження без зміни їх довжини. Тривалість ізометричного напруження має бути не більше 3-5-7 с, оскільки більш тривала експозиція (понад 7 с) не дає вираженого клінічного ефекту, а, навпаки, спричиняє різкі вегетативні зсуви, що виявляються в період м′язового напруження затримкою дихання, почастіщанням пульсу і дихання. Всі загальнорухові гімнастичні заняття містять вправи як з предметами, так і без них: використовуються палиці, стрічки, шнури, тички, м’ячі й т.ін. Точності виконання вправ сприяє використання гімнастичних снарядів – стінок, лавок, колод.

Дихальні вправи – це гімнастичні вправи з довільною видозміною характеру і/або тривалості фаз дихального циклу, як в поєднанні з рухами тулуба і кінцівок, так і без них. Їх застосовують з метою поліпшення й активізації функції зовнішнього дихання, зміцнення дихальних м’язів, попередження легеневих ускладнень (пневмонії, ателектазів, плевральних

спайок, плевро-кардиальних спайок та ін.), а також для зниження фізичного навантаження у процесі та після занять фізичними вправами. Для реабілітації широко застосовують динамічні, статичні і дренажні дихальні вправи.

Статичними дихальними вправами називають такі, що виконуються зі зміною ритму і глибини дихання, пауз між вдихом і видихом, переважним посиленням екскурсії грудної клітки або діафрагми. До даної групи вправ належать: 1) вправи, що змінюють тип дихання: а) повний тип дихання; б) грудний тип дихання; в) діафрагмальне дихання. Найбільш фізіологічним є повне дихання, при якому під час вдиху виконується послідовне розширення всіх відділів грудної клітки за вертикальним напрямом; 2) вправи з дозованим опором: а) діафрагмальне дихання з опором рук інструктора в області краю ребрової дуги, ближче до середини грудної клітки; б) діафрагмальне дихання з укладанням мішечка з піском різної маси (0,5-1 кг) на верхній квадрант живота; у) поверхгрудне двостороннє дихання з подоланням опору при тиску руками інструктора підключичної області; г) нижнегрудне дихання з участю діафрагми з опором при тиску руками інструктора в області нижніх ребер. Важливим різновидом статичних дихальних вправ є ***"звукова гімнастика"*** – виконання вправ з вимовлянням на видиху ряду тремтячих, шиплячих і свистячих звуків, що спричиняють тремтіння голосової щілини і бронхіального дерева (фізіологічний вібраційний масаж, що спричиняє зниження тонусу гладких м′язів трахеї і бронхів).

Динамічними дихальними вправами називають такі, під час яких дихання здійснюється за допомогою допоміжних дихальних м'язів, рухах кінцівок і тулуба. При цьому рухи підбираються таким чином, щоб полегшити або посилити дихання різних відділів легень. ***Дренажними дихальними*** називають вправи, які сприяють стоку відокремлюваного з бронхів у трахею, звідки мокротиння евакуйовується під час відкашлювання. При цьому використовуються статичні й динамічні дихальні вправи, що виконуються з постуральних (дренажних) положень. Основним принципом використання дренажних положень є обов'язкове розташування хворого в такому положенні, щоб патологічне осередок знаходилося вище за біфуркації трахеї, що полегшить відходження мокротиння.

Рефлекторні або фізіологічні вправи використовуються у дітей у період новонародження (до 28 днів). Ці вправи засновані на природжених рухових рефлексах (хоботковий, рефлекс обхоплювання, рефлекс автоматичної ходьби, рефлекс повзання і т.ін.) або при патологічних станах, коли ці рефлекси можуть бути виявлені у дітей (гіпотрофія, дитячий церебральний параліч). У деяких випадках у вміст занять можуть включатися і рефлекторні вправи з використанням патологічних рефлексів.

Вправи прикладного характеру – це велика група вправ з основними життєво необхідними руховими діями природного типу. Вони включають способи пересування (ходіння, біг, стрибки, повзання, лазіння, метання і т.ін.).

Ходіння – основний, природний вид руху циклічного типу, спосіб переміщення тіла в просторі. Воно характеризується симетричним положенням

частин тіла відносно хребта, перехресною координацією рук і ніг, постановкою крокуючої ноги на п’ятку з подальшим перекочуванням на носок, прямолінійністю і рівномірністю довжини кроку. Ходіння сприяє відновленню опороспроможності і стереотипу ходи (при захворюваннях нервової системи і пошкодженнях опорнорухового апарату); поліпшує рухливість суглобів і зміцнює м’язи нижніх кінцівок; формує компенсації (при поразці ЦНС); стимулює вегетативні функції; відновлює адаптацію до навантаженнь різної інтенсивності. У кінезотерапії використовується в процедурах лікувальної гімнастики, прогулянках, теренкурі, екскурсіях і ближньому туризмі. Поступовість посилення фізичного навантаження досягається за рахунок збільшення дистанції, темпу ходьби, з урахуванням зміни рельєфу місцевості.

Біг – це рухи циклічного типу, відмінні від ходьби наявністю фази польоту, тобто одночасного відриву обох ніг від опори. Біг рівномірно розвиває м’язи тіла, тренує серцево-судинну і дихальну системи, виробляє навички глибокого і ритмічного дихання, інтенсифікує обмін речовин в організмі. У кінезотерапії його використовують в процедурах лікувальної гімнастики за спеціальними призначеннями з метою загального тренування, частіше використовуючи ритмічний біг у дозованій формі.

Стрибки – основні рухи ациклічного типу, в якому розрізнюють три фази: 1) підготовчу у виді розмаху, присідання або розгону, 2) основну – відштовхування і політ, 3) заключну – приземлення. Усі фази потребують складної координації рухів, поєднання сильних і короткочасних м’язових зусиль з подальшим зниженням навантаження. Під час стрибків фізіологічне навантаження пов’язане не тільки з м’язової роботою, але й зі значним впливом на суглоби і зв’язки, нервову систему.

Лазання – це вис в динаміці, при якому переміщення тіла вгору відбувається за рахунок напруження багатьох м′язових груп, що сприяє розвитку м’язів тулуба і кінцівок при найменшому статичному навантаженні на хребет. Застосовується частіше на заняттях з дітьми і підлітками з різними видами порушення постави.

Повзання використовують в кінезотерапії з метою корекції різних викривлень хребта. Горизонтальне положення розвантажує хребет, зменшує статичне навантаження на нього, сприяє більшій рухливості хребта, одночасно зміцнюючи розгинателі корпусу. Лазання тільки на руках у лікувальній фізкультурі не застосовується в зв’язку з різким навантаженням на серце. Великий лікувальний ефект надає симетричне повзання на відміну від асиметричного.

Метання – рух ациклічного типу; прикладний, швидкісно-силовий вид фізичних вправ. *Метання, кидання і ловля* предметів сприяють розвитку і зміцненню м’язів верхніх кінцівок і грудної клітки, поліпшенню окоміру, розвитку спритності та координації рухів, спричиняє розтягнення плевральних спайок, підвищує фізичну працездатність. Можливість створення різного рівня фізичного навантаження дозволяє залучати метання до різних форм кінезотерапії для лікування ортопедичних захворювань, при травмах хребта.

Для метання використовують м’ячі, мішечки з піском, набивні м’ячі різної маси, кільця та ін.

Упори, так само як і віси, можуть бути чисті й змішані. Чистий упор (стойка на кистях) у кінезотерапії не застосовується. Змішані упори застосовуються частіше, бо більшою мірою розвивають силу розгиначів, на відміну від висів, зміцнювальних згиначів.

Спортивно-прикладні види фізичних вправ – це група вправ, пов’язаних з різними спортивними заняттями. З лікувальною метою використовується більшою мірою техніка спортивних рухів. Велике значення має емоційне забарвлення заняття, позитивний вплив на психо-емоційний стан хворого. При виборі вправ обов’язково враховується індивідуальність дозування, що виключає властиві спорту максимальні й граничні напруження.

Плавання – вид спортивних вправ, що поєднує загартовуючу дію водної процедури з рухами у воді. Внаслідок зменшення маси тіла людини у воді полегшується виконання рухів. Температурний чинник сприяє зменшенню рефлекторної збудливості, ослабленню болю і напруженості м’язів, підвищує тепловіддачу і обмін речовин, кровообіг і дихання, зміцнює всі м’язові групи, нервову систему.

Веслування в кінезотерапії застосовується головним чином для загального тренування, видроблення ритмічних рухів, сприяючих нормалізації глибокого дихання, розвитку і зміцненню м’язів верхніх кінцівок, тулуба і рухливості хребта. Підвищення внутрішньочеревного тиску при веслуванні позитивно впливає на процеси травлення, тканинний обмін. Веслування призначається в дозованій формі з дотриманням короткочасних пауз для відпочинку і глибокого дихання під лікарсько-педагогічним контролем.

Ковзани – циклічний вид спортивного руху, при якому до роботи залучаються переважно м’язи нижніх кінцівок. Їх застосування сприяє поліпшенню координації рухів за рахунок підвищених вимог до вестибулярного апарата щодо збереження стійкого положення при ковзанні на льоду, загартування, підвищення фізичної працездатності.

Лижі – циклічний рух спортивного типу, при якому ковзання забезпечується інтенсивною роботою всіх груп м’язів. Ходьба на лижах сприяє розвитку витривалості, збільшенню фізичної працездатності, розвитку сили і спритності, швидкості й рівноваги, надає виражений імуномодулируючий ефект, позитивно позначається на діяльності серцево-судинної, дихальної і нервової системи. Ходьба на лижах стимулює обмінні процеси, розвиває просторове орієнтування і координацію рухів. Велосипед швидкісно-силові вправи із залученням до процесу роботи всіх життєво важливих систем організму.

Жвава гра – це складні форми ациклічної м’язової діяльності профілактичного характеру, які застосовуються з метою нормалізації функцій або закріплення різних компенсацій. Важливим компонентом лікування є висока емоційність гри. Позитивні емоції, що виникають під час процедури, служать для зняття своєрідного психогенного гальма, спричиненого наслідками

хвороби і гіпокінезії, що сприяє вияву істинних резервних можливостей серцево-судинної системи. За мірою фізіологічного навантаження на організм хворого гра ділиться на чотири види: 1) на місці; 2) малорухомі; 3) жваві; 4) спортивні. У кінезотерапії використовують елементи гри залежно від стану пацієнта.

Природні чинники застосовуються у виді сонячних ванн у процесі виконання процедур, повітряних ванн (аэрації) і загартування. Останній є цілеспрямованим впливом на організм з метою підвищення його функціональних і адаптаційних можливостей до несприятливого впливу чинників навколишнього середовища (підвищеній або зниженій температурі води і повітря, коливань атмосферного тиску та ін.). Систематичне багаторазове виконання загартовуючих процедур спричиняє перебудову нейрогуморальних і обмінних процесів в органах і системах, підтримуючих гомеостаз, зменшує або усуває вияви дисадаптації.

Загартування сонцем позитивно впливає на функціональний стан нервової системи, підвищує стійкість організму до дії сонячної радіації, прискорює обмінні процеси, посилює потовиділення, нормалізує терморегуляцію. Розпочинаючи сонячне загартовування необхідно дотримувати поступовість і послідовність у нарощуванні дозування опромінювання, враховуючи стан здоров'я, вік, фізичний розвиток, кліматичні та радіаційні умови. Починати прийом сонячних ванн краще влітку: вранці з 8 до 11 години, навесні і восени – вдень з 11 до 14 години в захищених від вітру місцях.

Загартування повітрям підвищує стійкість організму до переохолодження, оберігає від застудних захворювань, поліпшує функцію зовнішнього дихання, обмін речовин. Процедури можна починати о будь-якій порі року за будь-яких погодних умов (найчастіше, під час занять фізичними вправами і під час прогулянок). Дозування процедури загартування залежить від температури і вогкості навколишнього середовища, стану здоров'я пацієнта. При температурі повітря 25-27°С (час першої процедури становить 20-30 хвилин, до кінця місяця збільшується поступово до 120 хвилин). При температурі повітря 16-18°С (час першої процедури – 2-4 хвилини, до кінця місяця збільшуємо до 20-30 хвилин).

Загартування водою здійснюють у виді обтирань, обливань або купань. Рекомендується поєднувати їх з фізичними вправами, масажем. Холодна вода вдосконалює апарат терморегуляції, активує діяльність серцево-судинної системи, стимулює функцію зовнішнього дихання, в крові збільшується вміст гемоглобіну, еритроцитів, інтенсифікується обмін речовин, надається виражена імуномодулююча дія. Через дію холодної води в організмі відбувається фазова реакція у відповідь: в першу фазу спостерігається короткочасний спазм шкіряних судин, централізація крові з поліпшенням кровообігу внутрішніх органів і головного мозку; друга рефлекторна фаза характеризується розширенням судин шкіри з вираженим її почервонінням і потеплінням. Чергування цих фаз тренує серцево-судинну систему, надає значний

трофічного і метаболічного ефекту. Третя фаза – фаза пасивної гіперемії, за якої відбувається стійке звуження судин шкірного покрову, збільшується втрата тепла. Теплопродукція виявляється недостатньою, щоб компенсувати такі втрати. Все це може спричинити серьйозні відхилення в діяльності організму і призвести до небажаних наслідків. Тому правильно підібране дозування обмежується розвитком другої фази.

Зважаючи на ці особливості, загартування водою доцільно розпочинати з більш м'яких засобів, наприклад, обтирання. Напочатку курсу використовують воду кімнатної температури з поступовим її зниженням на 3–4°С, протягом 2–3 тижнів – до 10–12°С. Контрастний душ тренує механізми терморегуляції, підвищує тонус нервової системи. Процедуру починають з теплої води, а закінчують – прохолодною. Залежно від різниці температури води розрізнюють сильноконтрастний душ (перепад температури більше за 15°С), середньоконтрастний (перепад температури води 10–15°С) і слабоконтрастний (перепад температури води менш за 10°С).

Купання у відкритих водоймищах сприяє активуючому впливу на капіляри і нервові закінчення з одночасним підвищенням витрати теплової енергії. Це спричиняє посилення теплопродукції і збереження нормальної температури тіла при правильному його дозуванні. Тривалість перебування у воді регулюється згідно з мірою тренованості і стану здоров'я пацієнта, температури і погодних умов.

Рухові режими

У основі побудови програми з кінезотерапії лежить правильно підібраний руховий режим, який сприяє поступовій активації захисних, пристосувальних механізмів організму і його адаптації до зростаючих фізичних навантажень.

Стаціонарне лікування складається з наступних рухових режимів:

1) постільний (суворий і розширений); 2) напівпостільний (палатний); 3) загальний (вільний).

За санаторних умов розрізнюють:

1) бережний; 2) обережно-тренуючий; 3) тренуючий.

У амбулаторних умовах використовують:

1) амбулаторний підготовчий і 2) амбулаторний основний.

Суворий постільний режим призначається при важкому загальному стані пацієнта, значному порушенні функціональних можливостей організму. Призначення кінезотерапії необхідне для стимуляції, насамперед, екстракардіальних чинників кровообігу, дихання, попередження ранніх ускладнень захворювання і гіподинамічного синдрому, створення відносного психо-фізичного спокою, підготовки хворого до активнішої фази режиму. Дозволені рухи для дистальних відділів кінцівок, статичні дихальні вправи в повільному темпі, з невеликим числом повторень. Тривалість заняття 5-10 хвилин. Напівповороти, їжа, здійснення туалету – за сторонньою допомогою.

При розширеному постільному режимі спостерігається стабілізація об'єктивних симптомів захворювання, стан хворого звичайно середньої

тяжкості. Задачами ЛФК є ліквідація ранніх і попередження пізніх ускладнень захворювання, помірна тонизація екстракардіальних чинників кровообігу, адаптація серцево - судинної системи до малих фізичних навантажень. Дозування індивідуальне, збільшується амплітуда рухів і кількість повторень вправ.

Напівпостільний режим (палатний) характеризується задовільним загальним станом хворого (ранній період видужування) на фоні знижених функцій життєво важливих систем організму. Відбувається поступова адаптація серцево-судинної системи і всього організму хворого до фізичного навантаження, попереджається розвиток пізніх ускладнень. Дозволені рухи для всіх м'язових груп з положення лежачи, сидячи, при задовільному стані стоячи, статичні й динамічні дихальні вправи, дозування навантаження індивідуальне. Загальна тривалість заняття 15-20 хвилин. Особливість цього режиму полягає в тому, що не менш за 50% денних годин хворий мусить перебувати в ліжку.

Вільний режим обирається в разі задовільноого і хорошого стану пацієнта. Спостерігається клінічне видужання з неповним функціональним відновленням. Адаптація до навантажень побутового і професійного характеру знижена. Основним завданням цього режиму є зближення клінічного видужання і функціонального відновлення організму, підготовка організму до виконання звичних трудових і побутових навантажень. У занятті застосовуються вправи спеціальної і загальної спрямованості, статичного і динамічного характеру в різних початкових положеннях, з повною амплітудою рухів, з предметами і приладами у залі та в лікувальному басейні (при показаннях). Загальна тривалість заняття – 20-35 хвилин. У санаторних умовах при бережному режимі застосовують такі ж фізичні вправи, як і у вільному режимі в стаціонарі. Але, при цьому більше часу надається лікувальній ходьбі, прогулянкам, теренкуру. Зберігається суворе дозування занять.

Обережно-тренуючий режим призначають хворим зі хронічними захворюваннями у фазі стійкої ремісії за сприятливої течії різних захворювань і відсутності виражених порушень функцій серцево-судинної і дихальної систем. Він передбачає поступове збільшення фізичного навантаження на організм і містить вправи з обтяженням, на тренажерах і апаратах. Навантаження доповнюються участю в екскурсіях, жвавих іграх, прогулянках.

Тренуючий руховий режим передбачає максимальне розширення рухового навантаження аеробного характеру. Призначається хворим на хронічні захворювання у фазі стійкої ремісії за сприятливої течії різних захворювань і відсутності виражених порушень функцій серцево-судинної і дихальної систем, доповнюється тривалими прогулянками, ускладненням маршрутів пересування.

При амбулаторному режимі призначення фізичних вправ у відновному періоді диктує необхідність: застосовувати загальне і спеціальне (спрямоване) тренування; поступово збільшувати навантаження, використовуючи суб'єктивні і об'єктивні критерії обліку адаптаційних можливостей організму; забезпечувати регулярність застосування фізичних вправ з метою впливу на

патологічний процес; індивідуалізувати підхід щодо застосування вправ і дозування фізичного навантаження на організм відповідно до віку хворого і особливостей течії захворювання; призначати фізичне тренування тривало, дотримуючись етапності відновного лікування. Задачами кінезотерапії на етапі підтримуючої терапії можуть бути: стимуляція резервних можливостей організму і протидія впливу гіпокінезії; підтримка стану ремісії; ослаблення або руйнування патологічного стереотипу, виниклого внаслідок хвороби, і закріплення нового динамічного стереотипу, що забезпечує адаптацію і підтримку загальної працездатності.

Масаж – додатковий засіб кінезотерапії, що являє собою сукупність прийомів дозованого механічного впливу на різні ділянки тіла. Різними дозуваннями застосовується для всіх рухових режимів.

Масаж використовується у виді: 1) гігієнічного (загального і локального); 2) спортивного; 3) лікувального (загального і локального); 4) косметичного; 5) самомасажу.

В основі механізму дії масажу лежать взаємообумовлюючі рефлекторні, нейрогуморальні, нейроендокринні, обмінні процеси, регульовані ЦНС. Основним пусковим механізмом цих реакцій є подразнення механорецепторів шкіри перетворюючих енергію механічних подразників в імпульси, що надходять до ЦНС. Реакції, що формуються у відповідь сприяють нормалізації регулюючих сил, що координують її функції, зняттю або зменшенню виявів парабіозу, стимуляції регенеративних процесів.

Залежно від використаних прийомів, їх сили і тривалості впливу можна набути тонізуючого або заспокійливого ефекту.

У лікувальному масажі використовують 4 основних прийоми:

- погладжування,
- розтирання,
- розминання,
- вібрація.

Кожен з них має допоміжні прийоми, що дають можливість досягти найбільшого ефекту відповідно до анатомічних особливостей і функціонального стану тканин ділянки, що масажуються. Основні методичні вимоги при всіх видів масажу – максимальне розслаблення і надання тілу хворого так званого середнього фізіологічного положення (з урахуванням функціонального стану м’язових груп). Дозування масажних прийомів та інтенсивність їх виконання мають наростати поступово. Процедуру масажу складають індивідуально відповідно до цілей, ділянки, що масажується, з урахуванням нозологічної форми захворювання і його клінічної картини, реактивності організму, віку.

Працетерапія – це активний метод відновлення порушених функцій і працездатності хворого за допомогою трудових операцій. Він відновлює м’язову силу і рухливість суглобів, нормалізує кровообіг і трофіку, пристосовує і тренує пацієнта для використання в оптимальних умовах порушених функцій.

За допомогою трудової терапії у хворого розвивається увага, укріплюється надія на видужання.

Використовують три види працетерапії: 1) загально-зміцнювальна – підвищує життєвий тонус хворого, розвиває психологічні передумови для відновлення працездатності; 2) відновлювальна – спрямована на профілактику рухових розладів або відновлення тимчасово зниженої функції рухового апарату; 3) професійна – націлена на відновлення порушених внаслідок пошкодження або захворювання виробничих навичок. Як правило, проводиться на заключному етапі відновлювального лікування. Дозування визначається станом хворого, локалізацією патологічного процесу, об'ємом функціональних порушень, періодом відновлювального лікування, а також видом працетерапії.

Механотерапія – дозовані, ритмічно повторювані фізичні вправи на спеціальних апаратах або приладах з метою відновлення рухливості в суглобах (апарати маятникового типу), полегшення рухів і зміцнення м'язів (апарати блокового типу), підвищення загальної працездатності (тренажери). Використання механотерапії сприяє поліпшенню крово- і лімфообігу, обміну речовин у м'язах і суглобах, відновленню їх функцій. Вправи на тренажерах спричиняють збільшення ударного і хвилинного об'єму крові, поліпшення коронарного кровообігу і легеневої вентиляції, підвищення фізичної працездатності. Методика механотерапії диференціюється відповідно до анатомо-фізіологічних особливостей організму і клінічних форм ураження. При цьому враховується активність процесу, стадію, давність захворювання, міра функціональної недостатності ураженого органу, течія процесу.

Тема 16. Гігієна повітря, води, грунту

Атмосферне повітря - це суміш газів, яка складає атмосферу; це постійні компоненти, змінні кількості різних домішок природного походження, забруднення, що утворилися в результаті виробничої діяльності людини.

Винятковість значення атмосферного повітря зумовлюється такими обставинами: повітря є єдиним постачальником кисню для людини, людина вдихає відносно дуже велику кількість повітря і якщо в ньому містяться токсичні речовини, то фактично відразу вони розносяться по всьому організму.

Фізичні чинники атмосферного повітря.

Температура повітря.

Температура повітря залежить від кліматичної зони, сезону, часу доби. Найсприятливішою температурою повітря в житлових приміщеннях для людини, яка знаходиться в стані спокою і одягнута в звичайний домашній одяг, є 18-20^{0}С за відносної вологості 60 % і швидкості руху повітря 0,1 – 0,2 м/с.

У разі перегрівання (при тривалому перебуванні в умовах високої температури) розвивається тепловий удар: головний біль, слабкість, інколи

нудота, блювота, підвищується температура тіла, зростає частота дихання і пульсу; у важких випадках раптова втрата свідомості. За умови безпосереднього впливу сонячного тепла на голову може виникнути сонячний улар (температура тіла може залишатись нормальною).

Низька температура повітря створює небезпеку переохолодження. Короткочасне переохолодження переноситься без шкідливих наслідків. При тривалому переохолодженні можливе загострення хронічних захворювань. Локальна дія низької температури виявляється у вигляді простуди і відмороження. Особливо шкідливим є швидке зниження температури повітря. Важко переносять зміни температур люди, які нераціонально харчуються, перевтомлені. Коливання температур небезпечні для людей з хворобами серця, нирок та іншими.

Вологість повітря.

Вологість повітря зумовлена вмістом водяних парів. Вологість визначається в (Па) або г/м^3 .

Абсолютна вологість - напруга водяних парів, що міститься в повітрі в час дослідження (г/м^3).

Максимальна вологість – напруга водяних парів, необхідна для повного насичення 1 м^3 повітря за даної температури.

Відносна вологість – відношення абсолютної вологості до максимальної, що виражається у %, визначається за формулою: а/м Х 100%. Найсприятливішою є відносна вологість 40-60 %.

Дефіцит насичення – різниця між максимальною і абсолютною вологістю. Висока вологість і низька температура може призвести до надмірного охолодження організму; знижують опірність до інфекційних захворювань, сприяють захворюванням органів дихання, суглобів, м’язів. Невелика вологість і висока температура погіршує загальне самопочуття, особливо осіб з серцевосудинною патологією, знижує працездатність. Повітря, вологість якого менше 20%, визиває сухість слизових оболонок органів дихання.

Рух повітря.

Рух повітря характеризується швидкістю і напрямком.

Вітер – переміщення повітряних парів у горизонтальному напрямку, з швидкістю > 1 м/с. Шкала вітрів: 1–5 м/с – слабкий вітер, 5–7 м /с – помірний, 7–10 м/с – свіжий, 10–20 м/с – сильний, >20 м/с - дуже сильний.

Найоптимальнішою є швидкість 1-4 м /с.

У житлових приміщеннях такою вважається швидкість 0,2–0,4 м/с. Прилад для визначення швидкості руху – **анемометр.**

Напрям руху повітря визначається тією частиною горизонту, звідки рухається повітря, позначається румбами: Пн, Пд, Сх, Зх, Пн.Сх, Пд.Сх, Пн.Зх, Пд.Зх.

Напрям руху повітря враховується під час планування і будівництва населених пунктів.

Роза вітрів – графічне зображення частоти повторювання вітрів різних напрямків; будується шляхом відкладання від центру по лінії румбів відрізків, які відповідають числу вітрів за період спостереження, кінці відрізків з'єднуються прямими лініями.

Атмосферний тиск.

Нормальний атмосферний тиск дорівнює висоті ртутного стовпчика 760 мм. при 0^0С на широті 45^0 . Вплив атмосферного тиску на організм найчастіше проявляється в умовах гірського клімату або під час висотних польотів, при цьому знижений атмосферний тиск діє через падіння парціального тиску кисню. В організмі людини при підйомі на висоту розвивається гіпоксія. Тому люди не можуть поселятися вище 5000 метрів. Пілоти на висоті 4000-5000 метрів надягають кисневі прилади.

Гірська хвороба розвивається відносно поступово. Симптоми з'являються через певний проміжок часу після піднімання (задишка, серцебиття, слабкість, втома, сонливість, головний біль, метеоризм, нудота, іноді носові кровотечі). Спостерігається лабільність настрою, посилення дихання і пульсу. На висоті 5000 метрів може бути непритомність.

В авіаційній медицині патологічний стан, що виникає при швидкому підйомі на висоту, розглядається як *висотна хвороба* (проявляється непритомністю безпосередньо після підйому на висоту, людина втрачає критичне ставлення до оточення без скарг на погіршення самопочуття).

Профілактика: медичний відбір осіб для праці в таких умовах, використання кисневого обладнання, відповідного одягу і харчування, тренування в умовах барокамери і високогір'я.

Вплив підвищеного тиску спостерігається в практичній діяльності при кесонних і різноманітних водолазних роботах. При високому атмосферному тиску найнебезпечнішою обставиною є зростання парціального тиску азоту (наркотична дія). При надто швидкому підйомі на поверхню розвивається *кесонна (декомпресійна) хвороба* - надлишкова кількість азоту, розчиненого в крові і тканинних рідинах, не встигає виділитись через легені і залишається у вигляді міхурців газу, що можуть викликати газові емболії.

Профілактика декомпресійної хвороби: медичний відбір, поступовий перехід від високого до низького тиску, гіпербарична оксигенація: використання барокамери для кращого забезпечення організму киснем.

Гігієнічне значення сонячної радіації.

Сонячна енергія є джерелом теплової та світлової енергії, безпосередньо впливає на різноманітні фізіологічні функції та біохімічні процеси в організмі людини, забезпечує нормальне функціонування зорового аналізатора, регулює біоритми, підтримує природний імунітет, завдяки сонячній радіації формується клімат, погода тощо.

Спектральний склад сонячної радіації:

- інфрачервоні промені складають 59% сонячної енергії, мають глибоку теплову

дію (проникають на глибину 40 мм, залежно від довжини хвилі, прискорюють ріст клітин, регенерацію тканин, посилюють тік крові, зменшують пошкоджуючу дію продуктів розпаду), посилюють дію УФ променів, прискорюють обмін речовин; тому їх широко застосовують в фізіотерапії різних захворювань і травматичних ушкоджень,

- видимі промені викликають відчуття світла, мають теплову дію (проникають на глибину до 10 мм), слабку фотохімічну, тонізуючу дію,
- ультрафіолетові промені:

– довгі мають фотохімічну, слабку бактерицидну дію, слабку стимулюючу, пігментоутворюючу дію,

– середні мають фотохімічну, сильну загально стимулюючу, бактерицидну, антирахітичну(синтез вітаміну D) дію,

– короткі мають руйнівний вплив на тканинні білки, до поверхні Землі не доходять, завдяки чому можливе життя на планеті.

Геліометеотропні реакції. Погода і клімат.

Клімат – це сукупність атмосферних умов, характерних для даної місцевості залежно від її географічного положення. Клімат - це один із головних компонентів географічного ландшафту, він характеризується *коливаннями, циклічними і ритмічними змінами.*

Основні кліматичні процеси: ***теплообіг, вологообіг, атмосферна циркуляція.*** Фактори кліматоутворення: *географічну широту, розподіл суші і моря, характер підстеляючої поверхні й грунту, рослинний, сніговий і льодовий покрив, океанічні течії, орографію, та ін.*

Від клімату відрізняється ***мікроклімат,*** тобто місцеві особливості клімату, які істотно змінюються вже на невеликій відстані, наприклад, над *лісом, ріллею, болотом, озером, балкою, населеним пунктом*. Спостереження за мікрокліматом проводять за допомогою спеціальних приладів, які можна легко переносити.

Класифікація кліматів - це виділення їх типів за певними ознаками або за умовами формування. Кліматичні пояси й типи клімату:

1) пояс вологого тропічного клімату з кліматом вологих екваторіальних лісів і кліматом саван;

2) пояс сухих кліматів з кліматом пустель і кліматом степів;

3) пояс помірно-теплого і вологого клімату з типами клімату теплого з сухим літом (середземноморського), теплого клімату з сухою зимою (китайський), теплого клімату з рівномірним розподілом опадів протягом року (західноєвропейський);

4) пояс помірно холодного клімату з типами східносибірського клімату з сухою зимою і достатньо вологого у всі місяці клімату Східної Європи і Канади;

5) пояс снігового клімату з кліматом тундр, де температура найтеплішого місяця від 0 до 10 °С і кліматом вічного морозу з температурою найтеплішого місяця нижче 0 °С.

КЛІМАТ ВОЛОГИХ ТРОПІЧНИХ ЛІСІВ. Території з вологими тропічними лісами не мають чітких широтних меж, інколи вони розміщені біля екватора, а інколи тягнуться на узбережжя до тропіків. Клімат характеризується постійно високою температурою і рясними опадами протягом всього року. Середня температура найхолоднішого місяця +20 °С, а найтеплішого 26-32 °С. Середньорічна температура - від 24 до 28 °С. Річна амплітуда температури незначна, від 1 до 6 °С. Середня кількість опадів за рік становить 2500 - 4000 мм, а в окремих місцях і більше.

КЛІМАТ САВАН. Савани – тропічні лісостепи з листопадними і вічнозеленими деревними породами і потужним трав'янистим покривом. Клімат залежить від сезонної зміни повітряних мас. Влітку в саванах панує вологе екваторіальне повітря, а взимку – суха континентальне тропічне повітря і пасати. В зв'язку з цим влітку спостерігається волога тропічна погода зі зливами і грозами, а взимку – засушлива погода. Добова амплітуда температури влітку незначна, а взимку збільшується. Середня температура найтеплішого місяця 25–30 °С. а найхолоднішого 15–20 °С, річна амплітуда температури до 10–12 °С. Річна сума опадів – до 1000 мм, а на навітрених схилах гір збільшується до 2000 мм, а інколи до 10000 мм.

КЛІМАТ СУБТРОПІЧНИХ І ТРОПІЧНИХ ПУСТЕЛЬ. Тут панує тропічне континентальне повітря і дмуть пасати. Середньорічна температура повітря в пустелях становить 18–26 ^{0}С, середня температура найтеплішого місяця – 32–38 °С, а буває і 39 ^{0}С, найхолоднішого місяця – близько 10 ^{0}С. У північній Африці на південь від м. Тріполі спостерігався абсолютний максимум температури для Земної кулі, а саме +58 °С. Опадів у пустелях дуже мало, менше 250 мм на рік, а місцями до 100 мм і нижче. Опади випадають у вигляді злив. іноді сильних, але вони випадкові. Часто бувають пилові бурі з дуже високими температурами і високою сухістю повітря.

КЛІМАТ ПУСТЕЛЬ ПОМІРНОГО ПОЯСУ (ЗОВНІ ТРОПІЧНИХ) Ця зона охоплює пустелі та напівпустелі. Характерна велика сухість повітря і значна випаровуваність. Опадів випадає мало, 300–250 мм і менше. Влітку жарка, суха, малохмарна погода, а взимку прохолодна, холодна і морозна. В пустелях Середньої Азії середні температури січня збільшуються від -12 °С на півночі до +2 °С на півдні, а середні температури липня – від 35 до 30 °С. Максимальні температури влітку досягають 45–46 °С. Відповідно до кліматичних умов рослинність представлена полином, солянками, саксаулом, а культурні рослини вирощують при штучному зрошенні.

КЛІМАТ СУБТРОПІЧНИХ ЛІСІВ. Характерна тепла зима з середніми температурами найхолоднішого місяця вище 2 ^{0}С. Максимум опадів випадає влітку. Літо жарке, сире. Річна сума опадів перевищує 1000 мм. У рослинному покриві переважають широколистяні ліси з домішкам вічнозелених рослин і ліан.

МУСОННИЙ КЛІМАТ ПОМІРНИХ ШИРОТ. В теплу пору року тут випадає велика кількість опадів, через те що влітку панує літній південний і південно-східний мусон, який несе вологе повітря з океану. Взимку мусон несе

континентальне повітря з півночі та північного заходу. Це повітря дуже холодне, воно надходить із Сибіру, з великої області Азіатського максимуму. З цим континентальним повітрям пов'язане панування ясної сухої антициклональної погоди. Середня температура січня знижується до -20 °С, сніговий покрив незначний. Літо тепле і вологе, з середніми температурами найтеплішого місяця 20–25 °С. Сума опадів досягає 600–1000 мм за рік і більше.

СЕРЕДЗЕМНОМОРСЬКИЙ КЛІМАТ характерний для Середземного моря та його узбережжя. Типова риса даного клімату – особливості розподілу опадів протягом року. Вони випадають головним чином узимку, а літо сухе. В цілому клімат теплий з достатньою кількістю опадів, річна кількість яких залежно від рельєфу і орографії коливається від 300 до 1000 мм і більше. Зима м'яка, стійкий сніговий покрив не утворюється. Середні температури найхолоднішого місяця вищі за 0 °С, а самого теплого 22–28 °С.

КЛІМАТ СТЕПІВ. Степи помірного поясу характеризуються прохолодними зимами, а степи субтропічних і тропічних широт - теплими зимами. У степовій зоні панує континентальне повітря помірних широт, яке влітку трансформується в тропічне повітря. В субтропічних і тропічних степах переважає тропічне повітря, з яким пов'язані високі температури. низька відносна вологість повітря, значна повторюваність засух і суховіїв. У степах помірних широт середні температури найтеплішого місяця досягають 22-24 °С, а річна сума опадів 200 - 450 мм, взимку утворюється сніговий покрив висотою в середньому 20 - 30 см. У цілому зона степів відрізняється засушливим кліматом, кількість опадів не перевищує 450 мм, хоча місцями сягає 500 - 550 мм. Максимальна кількість опадів випадає влітку, переважно у вигляді злив, але літо сухе і жарке, випаровуваність приблизно вдвічі перевищує опади.

КЛІМАТ ЗОНИ МІШАНИХ І ЛИСТЯНИХ ЛІСІВ. Цей клімат спостерігається в Північній Америці на південь від 50° пн.ш. і на схід від 100° зх.д. До цієї зони відноситься природна зона лісостепів, перехідна між лісами і степами. Клімат дуже сприятливий для широколистяних порід, у Західній Європі переважають букові ліси. а в Східній - дубові. Літо тепле, температура найтеплішого місяця 18-20 °С, а зима не дуже холодна, середні температури найхолоднішого місяця від -4 до -10 °С. У середньому за рік випадає 500 - 600 мм опадів, але місцями до 1000 мм.

КЛІМАТ ТАЙГИ. Зона тайги в північній півкулі займає велику площу. Вона охоплює значні території на Алясці, в Канаді й на півострові Лабрадор на північ від 50° пн.ш. В південній півкулі на рівнинах такий клімат не зустрічається. В цілому для зони характерний континентальний клімат, зима холодна і сувора. Середні температури січня в Північній Америці опускаються до -28–30 °С, а абсолютний мінімум до -50 °С. У тайзі Східного і Північно-Східного Сибіру в долинах річок, оточених горами, взимку в антициклональних умовах холодне повітря застоюється і охолоджується, внаслідок чого середні температури січня в районі Якутська нижче -40 °С, а Верхоянська – нижче -50 °С, а абсолютний мінімум сягає -71 °С у Оймяконі. Літо порівняно тепле, середні температури липня зростають від 12 °С на півночі до 18-20 °С на півдні зони. В

тайзі випадає від 300 до 600 мм опадів за рік, залежно від кількості опадів висота снігового покриву коливається від 30–40 до 80–90 см.

КЛІМАТ ТУНДРИ. Південною межею зони тундри є ізотерми найтеплішого місяця 10–12 ^{0}С, які обмежують поширення лісів, тому деревні породи тут відсутні. На межі тундри і тайги для лісотундри характерні розріджені лісонасадження та рідколісся. Всюди спостерігається багаторічна мерзлота різної потужності, існування якої обумовлено від'ємними середньорічними температурами повітря та історичними причинами. В зонах тундри і лісотундри протягом року переважають арктичні повітряні маси. Середні температури січня в зоні тундри коливаються від -5 до -35 °С, а в липні нижче 12 °С. Річна сума опадів близько 200 мм і більше. Зима тривала і холодна, а літо коротке і дуже прохолодне. В лісотундрі температури найхолоднішого місяця досягають -40 °С, а найтеплішого 10–14 °С, а річна кількість опадів збільшується від 200 до 400 мм.

КЛІМАТ ВІЧНОГО МОРОЗУ. Цей дуже суворий клімат спостерігається в Арктиці. Протягом довгої полярної ночі в холодну половину року теплоту сюди приносять тільки повітряні маси з більш низьких широт, але витрати теплоти на випромінювання значно більші, внаслідок чого підстеляюча поверхня і повітря сильно вихолоджуються. Середні температура найхолоднішого місяця в Арктиці місцями знижуються до -40 °С. Влітку в Арктиці Сонце не заходить, триває полярний день, і до земної поверхні надходить значна кількість сонячної радіації, але більша частина її становить розсіяна, в зв'язку з низьким стоянням Сонця, великою хмарністю і туманами. Крім того, поверхня вкрита льодом і снігом, вона відбиває понад 85% сумарної радіації, а поглинає незначну частину. Теплота витрачається і на танення льоду і снігу, в зв'язку з чим середня температура коливається близько 0 °С.

В Антарктиді, яка повністю вкрита льодом, потужність якого що більша, ніж в Гренландії. клімат найхолодніший. Сніговий покрив льодовиків відбиває величезну кількість радіації і весь час випромінює теплову радіацію за умов панування малохмарної та ясної антициклональної погоди. Середні температури найхолодніших місяців /липня і серпня/ понижуються від -18–25 °С на узбережжі до -50–70 °С і нижче в центральних районах. Абсолютний мінімум досягає -89 °С. Найтеплішими місяцями в Антарктиді є грудень і січень, середні температури цих місяців на узбережжі близько -5 °С. але при віддаленні від берегів швидко падають до -28 °С і на Полюсі недоступності становлять -30–40 °С. На узбережжі Антарктиди випадає 400–600 мм опадів за рік, а на внутрішніх плато близько 50 мм і менше. Опади випадають виключно в твердому стані.

Щодо змін погоди люди поділяються на:

- ***метеостабільні (метеостійкі)*** – це більшість здорових людей, які не помічають у своєму самопочутті або стані порушень, пов’язаних із зміною погоди;

- ***метеочутливі (метеолабільні)*** – найчастіше це хворі люди, чутливі до змін погоди. Прояви геліометеотропних реакцій залежать від виду захворювання, типу психічної діяльності, віку, особливостей умов праці і побуту.

Несприятлива погода спричинює погіршення самопочуття, порушення сну, почуття тривоги, зниження працездатності, швидку втомлюваність, різко змінюється артеріальний тиск, відчувається біль в ділянці серця (при цьому змінюється чутливість до лікувальних засобів). Особливо сильно впливає несприятлива погода на хворих з патологією серцево-судинної системи. Загальна риса: виникають одночасно у багатьох хворих.

Методи профілактики:

1 – підвищення неспецифічної резистентності організму шляхом загартування (перебування на відкритому повітрі, повітряні та сонячні ванни, сезонні курси вживання вітамінів, вологі обтирання),

2 – щадіння організму, обмеження чи відміна фізіотерапевтичних процедур, перенесення планових операцій, обмеження рухливості, тощо,

3 – застосування специфічних і неспецифічних хіміотерапевтичних засобів - седативних, гіпотензивних, тощо. Гігієнічне значення хімічного складу повітря.

Природний хімічний склад атмосферного повітря, його гігієнічне значення: (об'ємна частка): кисень – 20,94 %, вуглекислий газ – 0.04 %, азот – 78,08 %, аргон та інші інертні гази – 0,94 %, водяні пари - 0,42 %.

Азот та інші інертні гази приймають участь у розбавленні кисню, наявність азоту зменшує токсичний вплив надлишкового парціального тиску кисню. Може викликати кесонну хворобу у водолазів і працівників кесонів.

Кисень необхідний для дихання людини і тварин. Для процесів горіння і окислення, кількість його в атмосфері залишається постійною. У здорових людей фізіологічні зміни здоров'я виникають при зменшенні кисню до 16–17 % (погіршення самопочуття, зниження працездатності, неуважність тощо). При 11-13% - виникає гіпоксія (кашель, відчуття жару, серцебиття тощо).

Вуглекислий газ – продукт життєдіяльності людей і тварин, непрямий санітарний показник чистоти повітря, в 1,5 рази важчий за повітря, тому накопичується в нижніх частинах замкнутих приміщень, це може сприяти отруєнням. Вміст в повітрі за межами великих населених пунктів 0,03–0,04 %, в населених пунктах – до 0,06%. Викликає парниковий ефект (пропускає сонячну радіацію, і не випускає назад інфрачервоні промені). При збільшенні CO_2 до 0,1% організм реагує фізіологічними змінами, при 2% виникає виражена токсична дія (отруєння), при 8–12% смерть через параліч дихального центру.

Озон має бактерицидний, тонізуючий ефект, захищає від космічної радіації, зокрема короткохвильового УФ випромінювання, знищує неприємні запахи, має стимулюючий вплив на людину, збільшує стійкість до холоду, токсичних впливів, гіпоксії. У великих містах приводить до утворення фотохімічного туману при сильному забрудненні повітря (такий туман має ще гірший вплив на людину як смог).

Джерела забруднення атмосферного повітря.

Джерела забруднення можуть бути:

- природними: пилові бурі, вулканізм, лісові пожежі, вивітрювання,

розкладання живих організмів;

- штучними: промислові підприємства, транспорт, теплоенергетика, сільське господарство.

Санітарна охорона повітряного середовища.

- Державний контроль у галузі охорони атмосферного повітря здійснюється спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів, його територіальними органами, а також іншими спеціально уповноваженими на це органами виконавчої влади.

Виробничий контроль за охороною атмосферного повітря здійснюється підприємствами, установами, організаціями та громадянами в процесі їх господарської та іншої діяльності, якщо вона справляє шкідливий вплив на стан атмосферного повітря.

Громадський контроль у галузі охорони атмосферного повітря здійснюється громадськими інспекторами охорони навколишнього природного середовища відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища».

Моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря проводиться з метою отримання, збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про викиди забруднюючих речовин та рівень забруднення атмосферного повітря, оцінки та прогнозування його змін і ступеня небезпечності та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі охорони атмосферного повітря.

- Планувальні заходи: промислові підприємства повинні розташовуватись таким чином, щоб домінуючі в даній місцевості вітри віяли від житлових районів, а не навпаки; винесення підприємств, які забруднюють атмосферне повітря за межі населених пунктів, поліпшення планування вулиць і організації автомобільного руху (широкі вулиці містять менші концентрації забруднюючих речовин за рахунок провітрювання, влаштування підземних переходів), встановлення і дотримання санітарно-захисних зон (СЗЗ) – це відстань від джерела забруднення до житлового району, школи, лікарні:

для підприємства I класу шкідливості СЗЗ – 1000м,
для підприємства II класу шкідливості СЗЗ – 500м,
для підприємства III класу шкідливості СЗЗ – 300м,
для підприємства IV класу шкідливості СЗЗ – 100м,
для підприємства V класу шкідливості СЗЗ – 50м.

- Технологічні заходи: впровадження безвідходних технологій, технологій замкнутого циклу.

- Санітарно - технічні заходи: передбачають золо- і пиловловлювання за допомогою різних установок (пилевідстійних камер, циклонів, мультициклонів, скруберів, електрофільтрів).

- Науково – гігієнічні заходи передбачають встановлення для кожної хімічної речовини гранично-допустимих концентрацій (ГДК).

Фізичні методи надзвичайно широко використовуються в санітарно-гігієнічних дослідженнях.

З їх допомогою досліджують, наприклад, температуру, вологість, швидкість руху, електричний стан повітря, барометричний тиск, усі види електромагнітних випромінювань, починаючи з самих короткохвильових гамма-випромінювань і закінчуючи інфрачервоним випромінюванням і радіохвилями різної частоти. Фізичні методи широко використовують у комунальній гігієні з метою оцінки клімату населених місць, у гігієні праці для характеристики метеорологічних умов на виробництві, різних випромінювань, які трапляються на виробництві. Фізичні методи допомагають визначити хімічний склад і структуру речовини. Так, спектрографічний аналіз дозволяє помітити незначну кількість сторонніх домішок різних елементів в основному продукті. За допомогою люмінесцентного аналізу можна визначити якість харчових продуктів. Радіометричні та дозиметричні методи дослідження стали основними в радіаційній гігієні.

Хімічні методи в санітарно-гігієнічних дослідженнях використовуються при вивченні хімічного складу повітря, води, грунту, харчових продуктів.

Особливо широко їх використовують для визначення отрутохімікатів, різних синтетичних і отруйних речовин, які потрапляють в біосферу у малих кількостях. Хімічні методи мають високу чутливість і репродуцибільність. За допомогою хімічних методів визначають не тільки хімічний склад того чи іншого об'єкта, але й домішки, які не притаманні природному складу і можуть чинити шкідливий вплив на організм або служити показником санітарного неблагополуччя об'єкта, що вивчається. Наприклад, наявність у повітряному середовищі оксиду вуглецю, діоксиду сірки або якої-небудь отруйної речовини свідчить про безпосередню небезпеку для здоров'я. Виявлення в повітрі житлових приміщень підвищеного рівня діоксиду вуглецю свідчить про санітарне неблагополуччя, а саме про недостатню вентиляцію приміщень. Слід підкреслити, що за допомогою хімічних методів встановлений такий важливий факт, як міграція харчовими ланцюжками деяких отрутохімікатів, які широко використовують у наш час у сільському господарстві, а саме: ДДТ знаходять не тільки в грунті і рослинах, але і в організмі тварин і людини.

Цей препарат виявляли навіть у рибі. Біологічні методи дослідження можна поділити на ***суто біологічні і бактеріологічні***. Під суто біологічними методами слід розуміти такі дослідження об'єктів довкілля, у ході яких визначають мікро- та макроорганізми і речовини тваринного і рослинного походження, які характеризують санітарний стан об'єкта. Прикладом такого аналізу може бути біологічне дослідження джерел води, при якому вивчають рослинні і тваринні організми, що заселяють ці водоймища.

До біологічних методів належать також гельмінтологічні дослідження, які дозволяють виявити життєздатні яйця гельмінтів у різних об'єктах довкілля (грунт, вода), що дає можливість робити висновок про ступінь їх фекального забруднення і безпосередньої небезпеки зараження гельмінтами.

ВОДА

Значення води для життєдіяльності людини.

Вода є одним із найважливіших елементів зовнішнього середовища. Вона має велике значення для задоволення фізіологічних, санітарно-гігієнічних та господарських потреб людини. Вкрай необхідна вона рослинам і тваринам.

Вода входить до складу тканин і органів людини, бере участь у всіх фізико-хімічних процесах в організмі, здійсненні різних фізіологічних функцій, видаленні з організму продуктів обміну, регулює віддачу тепла шляхом випаровування. Загальний вміст води в організмі людини близько 65% маси тіла. Резорбція споживаної води починається у шлунку, але основна її кількість всмоктується в кишківнику.

Вода постійно виводиться з людського організму через нирки, легені, кишківник і шкіру. Із сечею та екскрементами з організму виділяється близько 1,5 л води на добу, через легені – до 0,5 л, шкіру й потові залози, залежно від метеорологічних умов та виконуваної роботи – від 0,5 до 10 л. Стільки ж води за добу людина і споживає.

Людський організм погано переносить зневоднення. Втрата лише 1–1,5 л води вже викликає відчуття спраги. Якщо втрата води становить 10%, то це спричиняє серйозні порушення діяльності організму і навіть становить небезпеку для життя. Втрата 20–25% води може спричинити смерть.

Велика кількість води витрачається для миття тіла, прання білизни, приготування їжі, прибирання приміщень тощо.

Вода – це важливий чинник загартовування організму. Водний спорт у відкритих водоймах та плавальних басейнах є прекрасним оздоровчим заходом. Отже, стає зрозумілим, чому в сучасних містах потреба у воді на душу населення має становити 500 л на добу і більше. Виконувати свою гігієнічну роль вода може лиш тоді, коли вона якісна щодо органолептичних, хімічних та бактеріологічних властивостей. В іншому разі неякісна або забруднена вода може спричинити ряд інфекційних захворювань: черевний тиф, холера, дизентерія, гельмінтоз. Особливо великі вимоги ставлять до питної води.

Згідно з державним стандартом питна вода має відповідати таким гігієнічним вимогам:

• бути безпечного в епідемічному відношенні — не містити патогенних збудників, яєць та личинок гельмінтів, а також збудників протозойних хвороб;

• мати нешкідливий хімічний склад — не містити токсичних, радіоактивних речовин та лишків солей, здатних негативно впливати на здоров'я людей;

• мати цілющі органолептичні властивості — мати температуру, що освіжує, бути прозорою, не мати кольору, запаху та стороннього присмаку.

Для оцінки якості води щодо епідеміологічних вимог в санітарній практиці широко використовують бактеріологічні показники забруднення води — ступінь загальної бактеріальної забрудненості води та наявність у ній кишкової палички.

Перший показник характеризує мікробне число, тобто кількість мікробних колоній, що виростають при посіві 1 мл води, через добу на

спеціальних середовищах. За існуючими нормами у 1 мл питної води не повинно міститися більше ніж 100 мікробів, а у воді плавальних басейнів – 1000.

Другий показник – наявність у воді кишкової палички, яка є індикатором забруднення води фекаліями. Цей показник характеризують дві величини – колі-титр і колі-індекс.

Колі-титр – найменша кількість води, в якій виявляється одна кишкова паличка. Чим менше (нижче) колі-титр, тим більше фекальне забруднення води.

Колі-індекс – кількість кишкових паличок, що міститься у 1 л води. У чистій воді артезіанських свердловин колі-титр, як правило, вищий за 500 мл, а колі-індекс – менший 2. Для водогінної води колі-індекс має бути не більше 3, а колі-титр – 300 мл. У забруднених, погано обладнаних колодязях колі-титр може бути 100 мл, а колі-індекс – 10. Такі ж величини характеризують воду у штучних плавальних басейнах.

Згідно з державним стандартом щодо хімічного складу питна вода має відповідати вимогам двох груп показників. Одні показники характеризують її токсикологічний стан, другі – органічну якість. Наявність у воді токсичних речовин пов'язана в основному з промисловими та сільськогосподарськими забрудненнями водних джерел. Спеціальним списком Міністерства охорони здоров'я України передбачено гранично-припустимий вміст понад 800 хімічних сполук.

Наприклад, алюмінію у воді повинно бути не більше 0,5 мг/л $^{-1}$; берилію – 0,0002; молібдену – 0,25; миш'яку – 0,05; нітратів – 45; свинцю – 0,03; селену – 0,001; стронцію – 7; фтору для I і II кліматичної зони – 1,5; для III зони – 1,2; для IV зони – 0,7 мг/л $^{-1}$.

Органолептичні властивості води характеризуються: 1) запахом, смаком, забарвленістю, прозорістю, каламутністю, температурою; 2) вмістом хімічних речовин, що впливають на органолептичні якості води.

Прозорість води, тобто здатність пропускати світло, залежить від кількості в ній завислих часток мінерального та органічного походження. Воду вважають прозорою, якщо через 30-сантиметровий шар її можна читати шрифт певного розміру.

Каламутність питної води не повинна перевищувати 1,5 мг/л$^{-1}$. Забарвленість води обумовлена наявністю у ній гумінових речовин, а для відкритих водойм – розмноженням водоростей (цвітіння води). Вона вимірюється у градусах інтенсивності забарвлення і не повинна бути більшою за 20.

Смак та запах води залежить від наявності у ній органічних речовин рослинного походження та продуктів їх розпаду. Вони можуть надавати воді землистого, мулистого, трав'янистого та болотного смаку і запаху. При гноєнні органічних сполук вода має гнилісний запах. Присмак та запах глибоких підземних вод створюються розчиненими у них мінеральними солями та газами, наприклад, сірководнем. Інтенсивність запаху та смаку води вимірюється у балах за п'ятибальною системою. Запах та смак питної води не повинні перебільшувати 2 балів.

Питна вода з температурою 8–12°С справляє найкращий ефект щодо задоволення спраги та стимулює функцію апарату травлення. Органолептичні якості води значною мірою залежать від якісного та кількісного складу хімічних речовин, що зустрічаються у природних водах або забруднюють їх внаслідок різних причин. Ці речовини також нормуються державним стандартом на питну воду. Так, водневий показник (pH) допускається від 6,0 до 9,0. Сухий залишок, що характеризує мінералізацію води, повинен бути не більше за 1000 мг/л$^{-1}$. Загальна твердість, яка зумовлена вмістом у воді кальцію і магнію, не повинна перебільшувати 7,0 мг-екв/лг$^{-1}$. Вміст заліза у воді не повинен перебільшувати 0,3 мг/л$^{-1}$, марганцю – 0,1, міді – 1,0, поліфосфатів – 3,5, сульфатів – 500,0 хлоридів – 350, цинку – 5,0 мг/л$^{-1}$.

Основні джерела водопостачання.

Основними джерелами водопостачання є підземні води та відкриті водойми. Після відповідної обробки можна також пити дощову, снігову та морську воду. Підземні води утворюються внаслідок фільтрування води через грунт і накопичення її у водопроникливих породах (пісок, гравій, вапняк), нижче яких розміщуються водотривкі породи (глина, граніт).

Підземні води, що знаходяться на першому водоносному горизонті від поверхні землі, називаються ґрунтовими, їх глибина коливається від 1–2 до декількох десятків метрів. Звичайно грунтові води, з глибини 5–6 м і більше не містять у собі патогенних мікроорганізмів. Але за деяких обставин виникає реальна загроза бактеріального забруднення ґрунтових вод. Якщо підземні води знаходяться між двома водотривкими шарами – їх називають міжшаровими. При бурінні свердловини у міжпластовому горизонті, що має ухил, вода може підніматися. Це так звані напірні, або артезіанські води. Міжпластові води можуть виходити на поверхню як джерело.

Артезіанська вода – найкраща для пиття. Однак і вона потребує постійного санітарного нагляду, оскільки існує вірогідність її забруднення збудниками інфекцій, а також різними хімічними речовинами внаслідок випуску стічних вод промисловими підприємствами. Таке забруднення може статися внаслідок притоку зараженої води з шарів, що лежать вище, з тріщин у водотривких породах, через занедбаність шахти, негерметичність обладнання гирла свердловини, при затопленні її паводковими водами.

Після артезіанської та джерельної вод за якістю стоїть ґрунтова вода. Для її використання будують шахтні криниці та трубчасті колодязі. Щоб запобігти забрудненню підземних вод при експлуатації водозаборів, слід дотримуватися таких гігієнічних вимог: місце обладнання шахтного або трубчастого колодязя має бути вище за рельєфом місцевості і якомога далі від об'єктів, що забруднюють грунт; це місце не повинно заболочуватися; стінки колодязів або джерельний каптаж мають бути водонепроникними й мати цементний (або глиняний) запір, щоб поверхневі води не фільтрувалися поблизу водозабірних споруд; шахтні та трубчасті колодязі повинні надійно закриватися, щоб у них не потрапляло забруднення ззовні.

Місце для шахтного колодязя слід обирати на узвишші не ближче 30 м від джерел забруднення. Якщо ж останні розташовані вище колодязя за рельєфом місцевості, то відстань між ними має бути не менше як 50 –100 м.

При будівництві шахтних колодязів бажано дійти до другого водоносного горизонту. Бічні стінки дна шахти закріплюються водонепроникними матеріалами (залізобетонними кільцями, цеглою, дерев'яним зрубом). Над поверхнею землі стінки колодязя повинні підніматися не менше як на 0,8 м.

Найгігієнічнішим засобом підняття води з колодязя слід вважати ручні та механічні насоси. При відсутності останніх слід користуватися колективним відром. Для трубчастих колодязів вказані вимоги трохи пом'якшуються, оскільки їх конструкція, з гігієнічної точки зору, більш надійна.

Відкриті водойма (ставки, озера, річки) утворюються внаслідок стікання поверхневих вод у низовину. Живляться вони частково й підземними водами. Щодо епідеміологічного стану, то відкриті водойми потенційно небезпечні, оскільки вони можуть забруднюватись ззовні, особливо близько населених пунктів та у місцях випуску стічних вод.

Водночас у відкритих водоймах постійно проходять процеси самоочищення; розведення стічних вод, осідання завислих часток, мінералізація органічних речовин, відмирання мікробів тощо. Швидкість самоочищення залежить від потужності водойми, ступеню її забрудненості та кількості у воді розчиненого кисню. Виходячи із останнього, широко користуються визначенням у воді біохімічної потреби кисню (БПК), що є цінним показником ступеню забруднення води органічними речовинами та мірилом інтенсивності процесів самоочищення. БПК – це кількість кисню, що необхідна для повного біохімічного окислення речовин, які містяться в і л води при температурі 20°С. У чистих водоймах БПК становить 3–6 мг/л$^{-1}$.

Санітарне обстеження водопостачання має велике значення для водозабору, визначення місць для спортивно-оздоровчих таборів, масових купань, наплавних басейнів. Ним передбачено санітарно-топографічне обстеження (огляд на місці); взяття проби води для дослідження; вивчення рівня захворюваності серед населення та тварин у місцях знаходження джерела водопостачання.

При огляді джерела водопостачання основну увагу звертають на виявлення можливих причин забруднення води (стічних вод промислових підприємств, лазень, пралень, туалетів, помийних ям тощо). Якщо ж водойму передбачається використовувати для масового купання та плавання, обстежується грунт і рельєф берегів та дна з метою виявлення небезпечних місць (ям, обривів, виходу холодних джерел тощо).

Швидкість течії води не повинна перебільшувати 0,5–1 м/хв$^{-1}$.

У тих випадках, коли воду передбачається використовувати ще й і для пиття, слід обстежити місце забору води.

Взяття проби води. Для хімічного аналізу воду (2–5 л) набирають у чисті пляшки на глибині ймовірного забору. Для цього існують спеціальні прилади (батометри) або місткості з клапаном у дні. Для бактеріологічного аналізу воду

(250–500 мл) беруть на глибині 15–20 см у стерильний посуд. При заборі води з водогону її спускають протягом 10–15 хв. Всі проби закривають, нумерують і супроводжують спеціальним аркушем, в якому вказано назву джерела водопостачання, його місце знаходження, час взяття проби, стан погоди у момент забору. ***Воду для хімічного аналізу зберігають не більше 6 год., а для бактеріологічного – 2 год. (при температурі води 1–5°С).***

Вивчення захворюваності населення і тварин у районі джерела водопостачання здійснюють шляхом аналізу звітних матеріалів санітарно-епідеміологічних станцій. Особливу увагу звертають на захворюваність на дизентерію, черевний тиф, паратифи, туляремію, лептоспіроз тощо. Величезна роль надається очищенню та знезаражуванню води.

Очищення та знезараження води.

Очищення води — це звільнення від завислих у ній часток, що дає змогу покращити її якість (усунення каламутності і забарвлення). Очищення можна здійснити відстоюванням та фільтруванням, але це потребує багато часу і не дає бажаного ефекту. Тому для цього найчастіше використовують коагуляцію за допомогою сірчанокислого алюмінію – $Al_2(SO_4)_3$ (глинозем). Коагулянт зв'язується з солями кальцію і магнію, утворюючи гідрат оксиду алюмінію — $Al(OH)_3$, який у вигляді пластівців осідає на дно. Після коагуляції воду фільтрують.

Знезараження води спрямоване на знищення у ній мікроорганізмів. Для цього воду переварюють, хлорують, озонують, обробляють ультрафіолетовим промінням тощо. При переварюванні води протягом 5–10 хв. гинуть майже всі мікроби, але цим способом не можна знезаражувати велику кількість води.

Хлорування води – найбільш поширений спосіб її знезараження. Він ефективний, простий і економічний. На водопровідних станціях та у плавальних басейнах воду хлорують газоподібним хлором за допомогою спеціальних приладів – хлораторів, що здатні забезпечити необхідне дозування та безперервне подання хлору. При хлоруванні води на знищення мікробів йде незначна частка хлору, а решта зв'язується із завислими у воді частками, вступає у реакцію з органічними речовинами та йде на окислення неорганічних. При введенні у воду хлору кількість, якого перевищує її хлорпотребу, утворюється залишковий хлор. Необхідну для знезараження води кількість хлору, називають хлорпотребою.

Озонування води здійснюється за допомогою озону, який пропускають через неї. При цьому озон розкладається до атомарного кисню ($O3 \rightarrow O2 + O$), який знешкоджує мікроорганізми. З гігієнічної точки 8 зору, озонування є одним з кращих методів знезараження води. При цьому зменшується забарвленість води, зникають зайві запахи та присмаки, вода набуває приємного блакитного відтінку і сприймається як джерельна. Доза озону, необхідна для знезараження води, становить 0,5–6 мг/л$^{-1}$, тривалість озонування – 3–5 хв.

Знезараження води ультрафіолетовими променями здійснюють у спеціальних бактерицидних установках, де вода (тонким шаром) протікає між

штучними джерелами ультрафіолетової радіації. Найефективнішими виявилися промені з довжиною хвилі 250–260 нм, які здатні проникати через 25-сантиметровий шар прозорої води. Разом з тим каламутність і особливо забарвленість та вміст заліза зменшують проникність води для бактерицидних променів.

Очищення та знезараження води у польових умовах має певні особливості. Для цього використовують коагулянти (сірчанокислий алюміній) та прості фільтри. Найчастіше воду переварюють або хлорують хлорним вапном, якість якого залежить від вмісту в ньому активного хлору, тобто хлору, що справляє знезаражуючу дію. Вміст активного хлору має бути не менший за 15 %. Для цього вапно зберігають у закритій ємності, у сухому прохолодному й темному місці. Хлорування води у польових умовах може здійснюватись нормальними дозами (якщо раніше вода була очищеною) та підвищеними дозами, тобто перехлоруванням (якщо є підозра на значне її забруднення). Для хлорування нормальними дозами потрібна така кількість вапна, щоб залишковий хлор становив 0,3–0,5 мг/л$^{-1}$ за 30 хв. контакту води з хлором улітку і за 1–2 год. узимку. При перехлоруванні доза хлору береться великою — 8–20 мг активного хлору на 1 л води. Для усунення залишкового хлору додають гіпосульфіт і воду фільтрують.

Для знезаражування малої кількості води використовують переварювання, таблетки, що містять хлор: пантоцид (1 таблетка містить 3 мг активного хлору), аквацид (4 мг активного хлору), або йодні таблетки (3 мг активного хлорйоду).

Якість питної води залежить від системи водопостачання, яка може бути місцевою і централізованою. Перша більш поширена у сільській місцевості. Воду беруть із шахтних і трубчастих колодязів та криниць. Централізоване водопостачання здійснюється за допомогою водопроводу. Він являє собою систему споруд для добування, очищення, знезараження та доставки води до споживача.

Санітарно-захисні смуги зони.

Для забезпечення високої якості водопровідної води (окрім очищення та знезараження) величезне значення має санітарна охорона від забруднення джерел водопостачання, тобто здійснення низки екологічних заходів. Для захисту джерел водопостачання навколо них створюють санітарко-захисні смуги (зони).

Перша смуга, або зона суворого режиму – це ділянка джерела водозабору, та територія, де розташовані основні споруди водопроводу; 9 насосні станції, водоочисні споруди, резервуари чистої води. Цю територію огороджують та охороняють. Проживання там неприпустиме.

Друга смуга, або зона обмеження, це територія вища за течією від місця забору води (на великих річках — до 20–30 км, на середніх – до 30–60 км). На малих річках зона обмеження включає увесь басейн річки. У другій смузі санітарної охорони забороняється або різко обмежується випуск побутових та промислових стічних вод, купання, напування худоби, прання білизни.

Територію, суміжну з зоною обмеження, називають ***третьою смугою або зоною спостереження***, у ній ведуть спостереження за рівнем захворюваності населення.

Гігієна ґрунту та очищення населених пунктів.

Одним із важливих чинників зовнішнього середовища є грунт – пухкий поверхневий родючий шар земної кори. Склад ґрунту, його властивості та інтенсивність біохімічних процесів, що відбуваються у ньому, значною мірою визначають умови життя людини. Від типу ґрунту та його хімічного складу залежить характер рослинності місцевості, хімічний склад харчових продуктів. Нестача або надлишок певних хімічних елементів у ґрунті призводить до нестатку, або надлишку їх у харчових продуктах. Так, нестача йоду у ґрунті деяких місцевостей спричиняє виникненню у місцевих жителів ендемічної зобної хвороби, а при високому змісті фтору – ендемій флюорозу.

При високому рівні радіоактивності ґрунту, що має місце у 30-кілометровій зоні Чорнобиля, спостерігають значну кількість захворювань на лейкемію, ураження щитоподібної залози тощо. Негативно впливає на здоров'я населення забруднення ґрунту шкідливими викидами промислових підприємств або отрутохімікатами, що використовують у сільськогосподарському виробництві.

Грунт – це природне середовище знешкодження відходів шляхом самоочищення, бо грунт – це величезна лабораторія, в якій постійно відбуваються процеси синтезу і руйнування органічних речовин, фотохімічні процеси, утворення нових органічних речовин, загибель багатьох бактерій, вірусів, яєць гельмінтів, комах. Грунт використовується для очищення і знешкодження стічних вод, нечистот, сміття. Виходячи з того, що грунт складається з твердих частинок – зерен і вільних проміжків між ними - пор, заповнених повітрям, гігієнічні властивості грунту визначаються пористість, повітропроникність, вологоємністю, гігроскопічністю та капілярністю.

Пористість – це відсоток пір в ґрунті (в піщаній – 40%, торф'яної – 82%).

Повітропроникність – здатність пропускати повітря.

Водопроникність – здатність пропускати воду (її фільтраційна здатність).

Вологоємність – скільки може утримати ґрунт води (її адсорбційна здатність).

Капілярність – здатність ґрунту піднімати воду з нижніх шарів нагору.

Ці властивості залежать від механічного та хімічного складу грунту.

Гігієнічна оцінка грунту проводиться з метою визначення її якості і ступеню безпеки для людини, а також розробки заходів щодо зниження хімічних і біологічних забруднень.

Санітарна оцінка якості грунту включає *санітарно-хімічне, токсикологічне, бактеріологічне, паразитологічні, ентомологічне і радіометричне дослідження.*

Ступінь хімічного забруднення визначається залежно від пріоритетності

компонентів забруднення у відповідності зі списком ГДК хімічних речовин у грунті і їх класу небезпеки (табл.).

Табл. 11. Клас небезпеки хімічних забруднювальних речовин

Клас небезпеки	*Хімічно-забруднювальна речовина*
1	Миш´як, кадмій, ртуть, свинець, цинк, фтор, 3,4- бенз(о)пірен
2	Бор, кобальт, нікель, молібден, мідь, сурьма, хром
3	Барій, ванадій, вольфрам, марганец, стронцій, ацетофен

Обгрунтування ГДК хімічних речовин у грунті базується на 4 основних показниках шкідливості:

• транслокаційний - перехід речовини в рослину;

• міграційний водний - перехід речовини з грунту в грунтові води і вододжерела; • міграційний повітряний - перехід речовини з грунту в атмосферне повітря;

• загальносанітарний - вплив забруднюючої речовини на властивість самоочищення грунту.

За ступенем небезпеки в санітарно-епідеміологічному відношенні грунти поділяються: ***чистий, допустимий, помірно небезпечний, небезпечний і надзвичайно небезпечний.***

Одним з важливих показників забруднення грунту є ***санітарне число*** (число Хлєбнікова), що представляє відношення азоту гумусу до загального органічного азоту (мг/100 г). Санітарне число дозволяє оцінити властивість самоочищення грунту. При самоочищенні кількість азоту гумусу збільшується і в чистому грунті санітарне число наближається до 1. Чим менше санітарне число, тим брудніший грунт.

Ступінь епідемічної небезпеки грунту визначають за наступними показниками:

1. Санітарно-бактеріологічні показники:

• *непрямі показники* - санітарно-показові мікроорганізми групи кишкової палички (індекс БГКП) і фекальні стрептококи (індекс ентерококів);

• *прямі показники* - виявлення збудників кишкових інфекцій, в т.ч. сальмонел.

При санітарно-бактеріологічному дослідженні визначається: 1) загальна кількість мікроорганізмів на 1 г грунту; 2) число термофилов на 1 г ґрунту (мікроорганізми, що створюють температуру в компостах до 60-700С; 3) колітитр (показник органічного забруднення); 4) титр-перфрінгенс (показник ступеня людської присутності у загальному забрудненні) та 5) наявність патогенних мікроорганізмів, зазвичай дуже важко виявляються.

2. Санітарно-паразитологічні показники - наявність яєць геогельмінтів (аскарид, волосоголовців та ін.);

При санітарно-гельмінтологічному дослідженні визначається наявність в грунті яєць гельмінтів, що є показником свіжого фекального забруднення. Визначається число життєздатних яєць на 1 кг ґрунту – повинні бути відсутніми.

3. Санітарно-ентомологічні показники - личинки і лялечки синантропних мух.

При санітарно-ентомологічному дослідженні визначається число личинок, лялечок і яєць мух на 0,25 м2 , які в нормі повинні бути відсутніми.

При санітарно-хімічному дослідженні вивчаються азот і вуглець ґрунту. Результати досліджень оцінюються в комплексі. Так підвищений вміст у грунті органічного азоту і вуглецю без збільшення аміаку при низькому колі-титрі і великій кількості яєць гельмінтів вказує на свіже фекальне забруднення, а також на відсутність процесів мінералізації органічних речовин (ґрунт погано перетравлює забруднення). Одночасне присутність органічного азоту і хлоридів говорить про тривале забруднення грунту і про наявність інтенсивної утилізації органічних речовин (ґрунт добре перетравлює забруднення).

Грунт є також одним із кліматоутворюючих чинників.

Самоочищення ґрунту – складний тривалий біологічний процес, протягом якого органічні речовини перетворюються на воду, діоксид вуглецю, мінеральні солі, гумус, а патогенні мікроби гинуть.

Крім збудників кишкових захворювань та яєць гельмінтів у ґрунті тривалий час можуть зберігатися спороутворюючі мікроби – збудники правцю, газової гангрени, сибірської виразки, які у разі виробничих, спортивних та побутових травм із землею можуть потрапити у рану. Для профілактики потерпілим вводиться протиправцева сироватка.

Грунт відіграє значну епідеміологічну роль у поширенні геогельмінтів (гостриків, аскарид). З фекаліями людини до ґрунту можуть потрапляти величезна кількість життєздатних яєць гельмінтів. Яйця глистів потрапляють до організму людини із забрудненою городиною, іншими харчовими продуктами.

У населених пунктах у процесі життя і діяльності людини безперервно утворюються різноманітні відходи: нечистоти, помиї, кухонні залишки, сміття приміщень, вуличне сміття, побутові тощо. Санітарний та епідемічний стан населених пунктів значною мірою залежить від правильної організації очистки. Неприбрані тверді відходи забруднюють грунт, приміщення, подвір’я, вулиці, під час вітру утворюють пил, який проникає у приміщення і забруднює їх.

Епідемічна небезпека відходів підвищується, якщо створюються сприятливі умови для розвитку в них мух. Ось чому великого значення набуває система заходів щодо санітарної охорони ґрунту від забруднення патогенними збудниками та екзогенними хімічними речовинами та радіонуклідами. Для знешкодження та утилізації нечистот використовують такі ґрунтовні методи, як поля асенізації і поля розорювання.

Санітарна охорона ґрунту – це комплекс заходів, спрямованих на

обмеження надходження в ґрунт забруднень до величин, що не порушують у ній процесів самоочищення в ґрунті, не викликають накопичення в рослинах шкідливих речовин, що не призводять до забруднення повітря, поверхневих і підземних вод.

На санітарну охорону грунту спрямовані на ***4 групи заходів:*** *законодавчі, організаційні та адміністративні заходи* – це система юридично закріплених документами заходів, спрямованих на запобігання забруднення ґрунту і забезпечують раціональне використання земельних ресурсів в інтересах збереження та зміцнення здоров'я населення; *планувальні* – це заходи, що включають правильність відведення ділянок для споруджень по знешкодженню і утилізації відходів та дотримання санітарно-захисних зон навколо них.; *технологічні* – це заходи, спрямовані на створення безвідходних або маловідходних технологічних виробництв; санітарно-технічні - це заходи зі збирання, видалення, знешкодження та утилізації відходів, покладених на санітарне очищення населених місць.

Утилізація та знешкодження відходів. Очисні споруди.

Під санітарною очисткою населених місць мають на увазі комплекс заходів щодо збору, видаленню, знешкодженню і знищенню відходів, що утворюються в населених місцях, в цілях збереження здоров'я населення і суспільного благоустрою. Відходи поділяють на тверді і рідкі.

Розрізняють 3 системи видалення відходів:

1) сплавна – каналізація (для рідких відходів);

2) вивізна – для твердих відходів - за допомогою їх збору, вивезення та очищення, для рідких - підворно-планова асенізація;

3) змішана – поєднує сплавну і вивізну системи, застосовується у частково каналізованих будинках. Всі відходи повинні знешкоджуватися від збудників епідемічних захворювань.

Способи знешкодження повинні відповідати наступним вимогам:

1) безпеку в епідемічному відношенні;

2) швидкість знешкодження;

3) запобігати розвиток мух і гризунів;

4) не забруднювати підземних і поверхневих вод;

5) швидко перетворювати органічні речовини в з'єднання, не забруднювати повітря і не пахнути;

6) можливість максимально і безпечно використовувати корисні якості відходів.

Тверді відходи – це сміття (домовик), вуличне сміття, залишки їжі, шлаки, будівельне сміття, виробничі відходи, відходи лікарень (марля, одноразові шприци) і т. д. Побутові відходи становлять 0,5 м^3 або 1т. на 1людину в рік. В житлових багатоповерхових будинках тверді побутові відходи надходять через сміттєпроводи в сміттєзбірники (стаціонарні) або контейнери (змінні). Сміття вивозять спеціальні машини – сміттєвози, з них найбільш прогресивні – пневматичні сміттєвози.

По технології знешкодження твердих побутових відходів, методи їх

переробки поділяються на:
- біотермічне – утилізація їх на удосконалених звалищах, полях заорювання; в побуті – створення компостних куп;
- термічні – спалювання в спеціальних печах при температурі 900-1000^{0}С

Можливий піроліз;
- отримання горючого газу або нафтоподібних олій при температурі 1640 ^{0}С і дефіциті кисню;
- хімічні – отримання при високій температурі з відходів хлористоводневої або сірчаною кислот з метою отримання етилового спирту, вітамінів В, РР, D_2 та ін;
- механічні – пресування в будівельні блоки.

Тема 17. Гігієна харчування. Енерговитрати під час занять фізичною культурою

Обмін речовин. Відомо, що м'язові напруження життєво необхідна людині. Та виникає питання, в якій кількості? Існування будь-якого організму, у тому числі і людини, є схемним обміном речовин, внаслідок якого походить втрата енергії, що утримується в хімічних речовинах, які потрапляють в людський організм з їжею.

Основний обмін – це втрата енергії в стані цілковитого спокою в становищі лежачи і натщесерце. Підрахована кількість енергії, яку при цьому споживає кожен орган. Найбільші витрата енергії йде в м'язах (навіть в стані спокою вони скорочуються, тільки дуже слабо, таке скорочення називається м'язовим тонусом) – до 38% від основного обміну. Потім йде печінка 12,4%, шлунок з кишечником – 7,6%, нирки – 7,5%, селезінка – 6,3%, серце – 4,4%, мозок – 3,0%, підшлункова залоза – 1,3%, кров - 1,1%, слинні залози – 0,7%.

Сумарна величина основного обміну ***залежить від безлічі показників***. Наприклад, від віку. У дітей енерговитрати на одиницю маси тіла, значно більше, чим у дорослої людини. У літньому віці обмін речовин знижується на 10-15%. У худорлявої людини, з добре розвиненою мускулатурою величина обміну більша, ніж у людини з зайвою вагою тіла, оскільки м'язова тканина значно енергоємна, чим жирова. З цієї причини основний обмін у жінок на 5-8% нижче, ніж у чоловіків. В середньому для дорослої людини величина основного обміну дорівнює 1 кілокалорія на 1 кілограм маси тіла за 1 годину. Приблизно 1500-1800 ккал на добу.

Приклади основного обміну: 1. Жінка, 19 років, 58 кг: 1460 ккал в день; 2. Чоловік, 19 років, 67 кг: 1820 ккал в день; 3. Жінка, 65 років, 55 кг: 1170 ккал в день; 4. Чоловік, 65 років, 68 кг: 1410 ккал в день.

Поживна роль та гігієнічне значення білків.

Перетравлення білків відбувається в такій послідовності:

− у ротовій порожнині немає протеїназ, відбувається тільки механічна обробка білків;
− у шлунку при pH 1,5–2,0 гідрогенхлоридна кислота активує ***пепсин,*** пригнічує гнильні процеси; пепсин розщеплює приблизно 20% зв'язків, залишається нерозщеплена частина білка, високомолекулярні пептиди й небагато вільних амінокислот; ренін викладає згортанні молока;
− у тонкому кишківнику при pH = 7,0–8,7 гідрогенхлоридна кислота взаємодіє з натрій гідрогенкарбонатом, у результаті чого утворюється натрій хлорид та гідрогенкарбонатна кислота; діють ферменти ***протеїнази:*** *трипсин, хімотрипсин, карбоксипептидази* панкреатичного соку, *колагеназа, еластаза, аміно-, три- та дипептидази* кишкового соку; трипсин розщеплює приблизно 30% зв'язків, у результаті чого утворюються високомолекулярні пептиди, дипептиди та вільні амінокислоти; хімотрипсин розщеплює приблизно 50% зв'язків, у результаті чого залишається небагато пептидів, дипептидів та вільні амінокислоти; *карбокси-, аміно- та дипептидази* розщеплюють інші пептидні зв'язки;
− у товстому кишківнику діють аеробні та анаеробні мікроорганізми, найпростіші та ферменти бактеріального походження; відбувається «гниття» розщепленого білка, тобто гідроліз білка, *декарбоксилювання, дезамінування та переамінування.* Кінцеві продукти гниття отруйні, мають неприємний запах (фенол, крезол, індол, скатол та ін.). Частина цих речовин інактивується в печінці за участю специфічних ферментів.

Білково-перетравлювальні ферменти, місце виробництва та активні форми

- Пепсин (шлунок)
- Ентерокіназа (дванадцятипала
- Трипсиноген (підшлункова залоза, неактивна) до трипсину (тонка кишка)
- Хімотрипсиноген (підшлункова залоза, неактивна) до хімотрипсину (тонкої кишки) трипсином
- Прокарбоксипептидаза (підшлункова залоза, неактивна) до карбоксипептидази (хімотрипсин, тонка кишка) трипсином

Поживна роль та гігієнічне значення жирів.

Перетравлення ліпідів відбувається у відділах шлунково-кишкового тракту за певних умов:

1) наявність ліполітичних ферментів – *гідролаз;*

2) емульгування ліпідів;

3) оптимальне значення pH середовища для дії ліпаз (середовище повинно бути нейтральним або слабколужним).

Жири становлять до 90 % ліпідів, що надходять з їжею. Перетравлення жирів відбувається в тонкому кишківнику, однак вже в шлунку невелика частина жирів гідролізується під дією «ліпази язика». Цей фермент синтезується залозами на дорсальній поверхні язика і відносно стійкий при

кислих значеннях pH шлункового соку. Тому він діє протягом 1-2 год на жири їжі в шлунку. Однак внесок цієї ліпази в перетравлення жирів у дорослих людей незначний.

Основний процес травлення відбувається в тонкій кишці. У дітей, особливо немовлят, умови для перетравлення ліпідів створюються в шлунку, що забезпечує 50 перетравлення нейтральних жирів (триацилгліцеринів) молока шлунковою ліпазою. pH середовища у шлунку дитини становить близько 5,0 (слабко кисле середовище), жир молока є тонкою емульсією, тому певна його кількість розщеплюється шлунковою ліпазою.

Головним місцем перетравлювання жирів є дванадцятипала кишка та інші відділи тонкого кишківника. У дванадцятипалу кишку із підшлункової залози надходить неактивна ліпаза разом з гідрокарбонатами. Останні нейтралізують кислу реакцію їжі, яка надходить із шлунка. Ліпаза гідролізує жири на гліцерин та жирні кислоти тільки після емульгування жирів. Утворення тонкої емульсії (розміри крапель менше 0,5 мкм) відбувається під впливом декількох факторів, головним чином жовчних кислот, які надходять у дванадцятипалу кишку із жовчного міхура. Іншими факторами емульгування жирів є вільні жирні кислоти, моноацилгліцерини, білки та бульбашки вуглекислого газу, які виділяються під час взаємодії соляної кислоти шлунка з гідрокарбонатами, що надходять із підшлункової залози.

Перетравлення фосфоліпідів. Фосфоліпіди гідролізуються групою ліполітичних ферментів, що називаються фосфоліпазами. Існує декілька типів фосфоліпаз (A_1, A_2, C і D), які гідролізують різні зв'язки в молекулі фосфоліпіду.

Перетравлення стеридів. Ефіри холестерину, які надходять до організму в складі їжі (багаті на них жовток яйця, вершкове масло, ікра та ін.), розщеплюються в кишківнику за допомогою панкреатичної холестеролестерази. Цей фермент активується жовчними кислотами. Після ферментативного гідролізу утворюються вільний холестерин і жирні кислоти.

Поживна роль та гігієнічне значення вуглеводів.

Потреба людини у вуглеводах 450-800 г на добу. З них 35% випадає на долю моносахаридів, та 65% на долю ди- та полісахаридів. Ферменти, які каталізують гідроліз крохмалю в ротовій порожнині – амілази, а ферменти, які гідролізують дисахариди мають назву з двох частин: назва дисахариду + суфікс «аза» − сахароза → сахараза, лактоза → лактаза. Всі вони мають оптимум дії в слабо лужному середовищі, за винятком амілази слини (в неї оптимум дії при pH = 6,8). Ці ферменти, які діють на всі вуглеводи, знаходяться у слині та підшлунковій залозі, а також в кишковому соці. Крохмаль → декстрини → мальтоза → 2 глюкози.

Гідроліз сахарози та лактози проходить таким же чином, тільки ці реакції каталізують інші ферменти: сахараза та лактаза відповідно. Сахароза → глюкоза + фруктоза. Лактоза → глюкоза + галактоза.

З кишечнику в кров всмоктуються тільки моносахариди, тож усі полісахариди та дисахариди повинні гідролізуватися до відповідних

моносахаридів. Всмоктування проходить згідно законів осмосу. Тільки глюкоза, галактоза, фруктоза мають деякі відмінності від загального шляху. Спочатку вони фосфорилюються, утворюють гексозофосфорні ефіри, потім останні при переході в кров розщеплюються і цукор поступає в кров'яний потік.

Поживна роль та гігієнічне значення вітамінів та мінеральних речовин.

Вітаміни – низькомолекулярні органічні речовини різні за будовою, фізико-хімічними властивостями, об'єднані в одну групу за абсолютною необхідністю та незамінністю для життєдіяльності організму.

Вітаміни – незамінні фактори харчування.

Роль вітамінів:

КОФАКТОРНА (ензимовітаміни): вітамін B_1 – реакції окисного декарбоксилювання α-кетокислот (пірувату, α-кетоглутарату), реакції пентозного циклу окислення глюкози.

Вітамін B_2 – окисно-відновні реакції.

Вітамін B_3 – реакції ацилювання.

Вітамін РР – окисно-відновні реакції.

Вітамін B_6 – реакції декарбоксилювання та трансамінування амінокислот, реакції в систезі ГЕМУ.

Вітамін $_7$ – реакції карбоксилювання (пірувату, ацетил-КоА).

Вітамін B_9 – реакції перенесення одновуглецевих функціональних груп (-CH_3, -CH-OH, -CH_2- та ін.).

Вітамін B_{12} – реакція трансметилювання в ресинтезі метіоніну з гомоцистеїну, реакція перетворення метилмалоніл-КоА на сукциніл-КоА.

Вітамін К – реакція карбоксилювання залишків глутамату при біосинтезі факторів згортання крові (II-протромбін, VII-проконвертин, IX-фактор Кристмаса, X-фактор Стюарта).

Вітамін А – реакції перенесення олігосахаридних залишків для синтезу глікопротеїнів (інтерферонів, імуноглобулінів, лізоциму, муцинів), що вкривають епітеліальні покриви ШКТ, дихальних, сечовидільних та статевих шляхів, очного яблука, сльозних каналів та ін.) .

Вітамін С – реакції гідроксилювання, наприклад, залишків проліну та лізину в біосинтезі білка сполучної тканини колагену.

Вітамін Е – реакції окислення насичених жирних кислот в ненасичені.

РЕГУЛЯТОРНА (гормоновітаміни)

Вітамін А – регуляція через активні метаболіти -транс- та 9-цис-ізомери ретиноєвої кислоти росту, розвитку та диференціювання клітин, зокрема, тканин, які швидко проліферують (кісткової, хрящової, а також сперматогенного епітелію, плаценти, епітелію шкіри та слизових), гальмування перетворення циліндричного епітелію на плаский зроговілий (запобігання креатинізації епітелію).

Вітамін D – регуляція через свої активні метаболіти (кальцидіол,

кальцитріол); фосфатно-кальцієвого обміну (гіперкальціємічна та гіперфосфатемічна дія); проліферації та диференціювання клітин всіх орнагів та тканин (у тому числі клітин крові, імунокомпетентних клітин); обмін процесів (синтезу білків-рецепторів, білків-ферментів, білків-гормонів) та ін.

Вітамін Е – регуляція експресії генів, відповідальних за синтез скорочувальних білків скелетних і гладеньких м'язів, міокарда.

АНТИОКСИДАНТНА (мембранопротекторна)

Вітаміни А,Е,С – мембрани клітин містять ліпіди, ліпіди можуть окиснюватись за дії значної кількості вільних радікалів, що призводить до порушення структури та функцій біомембран. Вітаміни зв'язують вільні радикали, що призводить до стабілізування клітинних мембран.

КЛАСИФІКАЦІЯ ВІТАМІНІВ:

- За фізико-хімічними властивостями (жиророзчинні та водорозчинні);
- За функціями (ензимовітаміни, гормоновітаміни, вітаміни-антиоксиданти);
- За клініко-фізіологічною дією:

збільшуючі загальну резистентність організму- B_1, B_2, PP, B_6, A, C;
антигеморагічні – K, P, C;
антианемічні – B_9, B_{12}, C;
антиінфекційні – A,C;
антидерматитні – B_2, B_3, PP, B_6, B_7;
вітаміни росту – A, D, B_2;
регулятори зору – A, B_2, C.

Табл. 12. Добова потреба у вітамінах

Вітамін	Інша назва	Кількість мг/добу	Прояви гіповітамінозу
A	Ретинол	2–3 мг	«куряча сліпота»
D	Кальциферол	20–50 мкг	Рахіт (у дітей), карієс остеопороз (у дорослих)
E	Токоферол	5–10 мг	М'язова дистрофія, м'язова слабкість, гемоліз еритроцитів
K	Нафтохінон, філохінон Вікасол (синтетичний)	1–2 мг	Геморагії, петехії, паренхіматозні та капілярні кровотечі, деформації кісток
F	Жиророзчинний комплекс кислот: лінолєвої, лінолєнової, арахідонової	5–10 г	У немовлят відставання у рості, зниження маси тіла, детматити, діарея; У дорослих серцево-судинні та інфекційні захворювання, атеросклероз, дерматити,

			порушення репродуктивної функції
B_1	тіамін		Захворювання бері-бері
B_2	рибофлавін	2–3 мг	Себорейний дерматит
B_3	Пантотенова кислота	10–12 мг	Дистрофічні зміни наднирникових залоз та внутрішніх органів
PP	Нікотинова кислота	15–25 мг	Пелагра, дерматити, діарея, деменція
B_6	Піридоксин	2–3 мг	Епілептоморфні напади у немовлят, дерматити пелагроподібні, піридоксинзалежні анемії
B_7	Біотин	10–30 мкг	Себорейний дерматит, посилена секреція сальних залоз, пошкодження нігтів
B_9	Фолієва кислота	180–200 мкг	Мегалобластична анемія
B_{12}	Кобаламін	1–3 мкг	Мегалобластична анемія, перніціозна анемія
C	Аскорбінова кислота	75–100 мг	Цинга (скорбут)
P	Біофлавоноїд		Зниження резистентності та підвищення проникності капілярів, кровоточивість ясен, точкові підшкірні крововиливи, біль у суглобах

Вітаміноподібні речовини:

B_4 (холін), B_8 (інозитол), B_{10} (п-амінобензойна кислота), B_{13} (оротова кислота), B_{15} (пангамова кислота), $B_т$ (карнітин), B_N (ліпоєва кислота) B_U (S-метілметіонін), Q (убіхінон).

Табл. 13. Рекомендовані величини оптимального споживання мінеральних речовин, мг на добу

Вік і стать	*Кальцій*	*Фосфор*	*Магній*	*Залізо*
1—3 міс	500	400	60	5
4—6 —"—	500	400	60	7
7—12 —"—	600	500	70	10
1—2 роки, обидві статі	800	800	150	10
4—6 років —"—	1200	1450	200	15
7—10 років —"—	1100	1650	250	18
11—13 років, хлопчики	1200	1800	350	18
14—17 років, юнаки	1200	1800	300	18
11—13 років, дівчатка	1100	1650	300	18
14—17 років, дівчата	1100	1650	300	18
Дорослі чоловіки	800	1200	400	10
—"— жінки	800	1200	400	18
Вагітні	1000	1500	450	20
Жінки, котрі годують груддю	1000	1500	450	25

Методи визначення енерговитрат.

Для нормальної життєдіяльності необхідна додаткова енергія. Доросла людина щодня на м'язову роботу, зверх основний обмін, повинна витрачати як мінімум 1200–1300 ккал. Навіть при порівняно *легкій фізичній праці* енергія, витрачена на м'язову діяльність, складає приблизно 100–200 ккал за годину (70 % від спільного енергообміну організму), а *при важкому* – ще більше, тоді як сама напружена розумова праця додає до основного обміну всього 30–40 ккал за годиною. Спостереження лікарів підтверджують, що дуже велика фізична активність (тяжка фізична праця, регулярні напружені тренування) приводить до виснаження нервової системи, розвитку несприятливих, а згодом і патологічних змін в організмі людини.

При щоденних енерговитратах 10000 ккал, організм не одержує з їжею від 200 до 400 ккал в день (організм не може засвоїти таку кількість їжі, яка необхідна для заповнення такої кількості енерговитрат) і втрачає за день 0,3–0,7 кг маси.

Добова витрата енергії не повинна перевищувати 4800 ккал (або не більше 3000 ккал на м'язову діяльність). А оптимальна витрата енергії для здорової людини з середнім фізичним розвитком ще менше: 2700–3800 ккал (з них 1200–2000 ккал на м'язову діяльність).

Узагальнюючи висновки різних досліджень, вчені вважають, що оптимальна добова витрата енергії людини знаходиться в межах 2700-3800 ккал разом з основним обміном. Якщо відняти з цього гарантований кожному основний обмін, то вийде, що на м'язову діяльність людина повинна витрачати в середньому 1200–2000 ккал на добу (витрата енергії нижче за цей рівень характерна для стану гіподинамії).

В період росту людини (тобто в дитячому віці) енерговитрати на рухову діяльність мають бути підвищені (2000-2500 ккал), а після 60 років, навпаки, наближатися до нижньої межі оптимальних (1200 ккал).

Необхідно також нагадати, що життєдіяльність людини, в якій би формі вона не виявлялася – чи то в розумовій роботі, чи то у фізичній роботі, чи то в стані спокою – здійснюється за рахунок процесів обміну речовин, які проходять в організмі. Внаслідок цих процесів виділяється енергія, необхідна для нормальної роботи всіх органів і систем організму. Залежно від потреб хімічна енергія обмінних процесів трансформується в механічну енергію м'язових скорочень, в електричну енергію нервових імпульсів.

Пряма та непряма калориметрія. Хронометрія видів діяльності.

Для визначення витрати енергії застосовуються різні методи. Широке застосування одержував метод розрахунку енергії по газообміну.

У основі всіх цих хімічних і фізичних процесів, які здійснюються в клітинах нашого тіла, лежить реакція окислення, при якій кисень, що поглинається людиною з повітря, взаємодіє з живлячими речовинами: білками, жирами, вуглеводами. Існує пряма залежність між кількістю кисню, витраченого на окислення тієї або іншої речовини, і кількістю енергії, яка при цьому

виділяється. За об'ємом кисню, що поглинається людиною під час якої або діяльності, можна в середньому судити про те, скільки при цьому витрачено енергії. Такий принцип є найпростішим і доступнішим методом розрахунку енергетичної місткості різних дій людини.

Щоб підсумовувати витрату енергії людиною на добу, необхідно знати, чим і скільки займалася людина упродовж цього часу. Необхідно узяти годинник і справляти хронометраж, скільки часу в добу займає та або інша діяльність. Цифрові дані енерговитрат обчислені при великій кількості досліджень: у спокої, під час виробничої, побутової і спортивної діяльності.

Необхідно пам'ятати, що енерговитрати мають відносне значення, тому що витрата енергії людини навіть при виконанні одного і того ж виду діяльності може коливатися по деяким причинам:

- умови праці, стан організму, рівень тренованості;
- фізіологічні показники (зріст, вага, вік), швидкість обмінних процесів, біохімічний відсоток м'язової тканини;
- характер виконуваної роботи (статичний або динамічний);
- обсяг активної м'язової маси (локальна, регіональна або глобальна вправа);
- зовнішні умови виконання вправи.

Разом з цим цей метод дозволяє виробити обчислення добової витрати енергії в межах, достатніх для практичних цілей. Що стосується калорійності продуктів харчування, то використовується лабораторні аналізи, що визначають зміст білків, жирів, вуглеводів. Отримані дані множать на коефіцієнти калорій (відповідно 4,0; 9,0; 3,75); добутки складають і одержують величину калорійності кожного блюда і раціону загалом. Виходячи з цих даних, існують спеціальні таблиці, в яких вказана калорійність і зміст засвоєних речовин в 100 г продуктів ринкової ваги. При цьому допускається розходження в межах 10%. Існує маса довідників по калорійності продуктів харчування і на упаковках всіх продуктів, що продаються, вказані ці дані. Це дуже допомагає при правильній організації харчування.

Наслідки надмірного харчування. Ожиріння. Стрункість до похилого віку – це поважний показник здоров'я. Щоб залишатися стрункими, потрібно дотримувати баланс між споживаним і витрачанням енергії. Фахівцями в області дієтології виявлено дві причини зайвої ваги: 5% випадків - загальна схильність, часто з явно вираженим порушеннями нервової та ендокринної систем, порушенням діяльності гіпофіза, статевих залоз, щитовидної залози, або ожиріння. І 95% випадків – перевантаження організму харчуванням внаслідок зайвого вживання продуктів, або ожиріння харчового походження. 5% і 95% - зверніть увагу на ці цифри. Познайомтеся з висновками лікарів:

1. Надмірна вага від переїдання. Зустрічається найчастіше. Обмін речовин нормальний і при відповідних обмеженнях вага приходить в норму. В даному випадку підопічні були поставлені в такі умови, в яких вони не могли «під'їдати», і вони починали худнути.

2. Наслідок зниження обмінних процесів. Такі хворі малоактивні, швидко

стомлюються. Обмін речовин знижений, і лікування дієтою не допомагає. Такі випадки становлять близько 5%, про які вже йшлося.

3. Надмірна вага внаслідок нездатності організму спалювати жири. Організм спалює в основному сахариди. Такі люди дуже люблять солодке, випічку, тому що це для них єдине джерело енергії. Дуже часто у них зустрічається хвороби печінки. Вони теж відносяться до тих 5%.

4. Ожиріння так зване конституційне, тобто яке залежить від нервововегетативних процесів. Скупчення жиру локалізовано в певних місцях тіла. Але все ж головна причина - переїдання. Дійсно патологічні випадки зустрічаються дуже рідко і вимагають спеціального лікування.

Вимоги до щоденного раціону. Загальні гігієнічні вимоги до режиму харчування.

Важлива роль у забезпеченні високого рівня здоров'я, збільшення тривалості життя, збереженні працездатності людини належить харчуванні. Воно має бути раціональним (розумним).

Раціональне харчування – це фізіологічне повноцінне харчування з урахуванням особливостей кожної людини, яке забезпечує постійний стан внутрішнього середовища організму, підтримує його життєві прояви, (ріст, розвиток, діяльність різних органів і систем), сприяє зміцненню здоров'я, підвищенню опору організму людини інфекціям. Універсальних раціональних режимів харчування не існує. Для кожної людини воно специфічне. При цьому враховуються індивідуальні особливості обміну речовин, стать, вік, характер праці. Звички та ігнорування наукових рекомендацій при складанні денного раціону провокують в багатьох випадках розвиток важких захворювань. Раціональне харчування базується на такому законі: баланс енергії.

Це ***перший принцип раціонального харчування***. Дотримання рівноваги між енергією, яка надходить з їжею та енергетичними затратами організму. Користуються для виміру енергетичної цінності їжі — калоріями, а роботи організму (затрат) – джоулями. Навіть в умовах спокою і в комфортних температурних умовах рівень енергетичних затрат дорослої людини складає 1300–1900 ккал. (1 ккал * 80 кг. * 24 години). Всяка фізична, або розумова робота вимагає додаткових затрат енергії. Якщо у людей, зайнятих малорухомою, «сидячою» працею, добова потреба в енергії дорівнює 2500–2800 ккал., то в осіб зайнятих важкою фізичною працею ці величини досягають 4000–5000 ккал. Основний енергетичний матеріал дають організму вуглеводи й жири. Білки використовуються головним чином як пластичні матеріали (будівельні), але їх надлишок також йде для отримання енергії. При чому енергетичний матеріал різного походження використовується організмом тільки по потребах. Якщо добова калорійність їжі перевищує енергозатрати організму, то надлишки жирів та вуглеводів відкладається в депо. Поступово це приводить до збільшення маси тіла. При короткочасній нестачі енергетичного матеріалу, пов'язаному з обмеженням харчового раціону витрачаються запасні речовини організму (глікоген, жири). В умовах тривалої нестачі їжі (голодування) на покриття

енергозатрат йдуть не тільки жири й вуглеводи, але й білки організму. Тому для енергетичної рівноваги потрібна оптимальна кількість харчових речовин. Всяке відхилення від цієї рівноваги небайдуже для організму. При згоранні в організмі 1 г білків і вуглеводів 4,0 ккал. Енергії при згоранні 1 г жирів – 9,0 ккал. Енергозатрати чоловіків вищі, ніж у жінок. Якщо жінка їсть на рівні з чоловіком, вона обов'язково почне повніти. Таким чином ми розглянули перший закон раціонального харчування. Висновок цьому: дотримуватися помірності у їжі. Це основа збереження здоров'я і краси.

Другий принцип раціонального харчування – задоволення потреби в основних харчових речовинах. Збалансованість між білками, які поступають в організм, жирами та вуглеводами, вітамінами, мінеральними речовинами й баластними компонентами. Згідно з цим закону, щоб зберегти здоров'я і вести повноцінне життя, людина потребує не конкретних продуктів, а в повному співвідношенні харчових речовин, що в них знаходяться. Для нормального розвитку організм людини потребує систематичного надходження майже 70 харчових компонентів, тобто сам організм людини їх не утворює, він отримує їх тільки з їжею. Таку кількість цінних харчових компонентів мають різні харчові продукти: м'ясні, рибні, зернові, овочеві, фрукти, ягоди та інші. Для різних груп населення існують спеціально розроблені норми фізіологічних потреб в харчових речовинах і енергії. Так, для працівників зайнятих легкою працею (сфери обслуговування, торгівлі, медичних працівників, агрономів, швачок) потреба енергії складає 2500–2800 ккал за добу. Людям слід вживати їжу щоденно, яка містить 72–80 г білків, 83–93 г жирів і 366–411 г вуглеводів. Коливання цифр залежать від віку і статі. Другий закон раціонального харчування диктує слідуючи правило: різноманітність. Щоб бути гарним і здоровим, слід харчуватися різноманітною їжею.

Третій принцип раціонального харчування – режим приймання їжі. Дотримання режиму харчування. Це регулярність і оптимальний розподіл їжі протягом дня. Перевагу надавати свіжо приготовленій їжі. Необхідно організувати свій спосіб життя і роботи так, щоб був час для щоденного приготування їжі. На жаль, у більшості господарок є звичка готувати їжу на декілька днів вперед. Таку їжу треба декілька разів нагрівати, смажити, внаслідок чого руйнується цінні харчові речовини. Псуються продукти з-за тривалого зберігання не допомагає і холодильник. Навіть якісні свіжі продукти приготовлені так, втрачають свою біологічну цінність. Слід обмежувати по можливості час теплової обробки продуктів. Наприклад, важко говорити про корисні якості такого харчового продукту, як згущене молоко. При тривалій обробці теплом в згущеному молоці утворюються шкідливі для організму речовини. При руйнуванні молочного білка і цукру. Не виключається виникнення канцерогенних речовин (тих, що викликають рак). Свіжо приготовленими найкраще їсти м'ясо, рибу, птицю. Їх слід вживати з зеленими овочами й травами (петрушкою, селерою, кропом, салатом, солодким перцем, зеленою цибулею, капустою), які значно полегшують перетравлення м'ясних продуктів, сприяють швидкій появі тамування голоду, знижують вміст

холестерину в крові. Крім того зелені овочі – прекрасне джерело вітамінів і мінеральних речовин. Не слід захоплюватися м'ясними, риб'ячими та курячими бульйонами. М'ясо і м'ясні продукти належать до кислої їжі, при перетравленні якої в організмі утворюється багато шлаків. Лужна їжа дає мало відходів, кисла їжа дає велике навантаження для організму і поряд з іншими причинами сприяє розвитку атеросклерозу, остеохондрозу, подагри, які дуже поширені. До продуктів, які містять лужні радикали належать: свіжі огірки, чай, яблука, цитрусові, слива, вишня, персики, зелений горошок, кавуни квасоля, дині, кабачки, свіжі помідори, редис, морква, молоко, та кисломолочні продукти. Вони також містять багато натрію, калію, кальцію, магнію. До «кислої» їжі належать: м'ясо, риба, яйця сир, ковбаси, кондитерські вироби, хлібобулочні, жири тваринного походження, горіхи, круп'яні та макаронні страви, цукор, брусниця. В них досить багато іонів фосфору, сірки й хлору. Для кислотно-лужної рівноваги в організмі слід вживати на одну частину «кислої» їжі – 6 частин – «лужної». Жири – це важливе джерело енергії та будівельний матеріал. Це також основа кулінарної обробки продуктів. Однак слід пам'ятати, що не слід повторно їх нагрівати. Для кулінарної обробки продуктів краще вживати рослинну олію. Овочі слід краще їсти сирими або запікати в духовці. Якщо овочі потрібно варити, то робити це краще на пару, не чистячи їх (у шкірці), щоб максимально зберегти вітаміни й мінеральні речовини. Овочеві страви готувати безпосередньо перед їдою. Овочеві соки також слід пити відразу після приготування. Не бажано обробляти фрукти теплом, виключення може бути для людей, що страждають хворобами органів травлення. Консервовані фрукти великої користі організмові не приносять. Краще їх заготовляти сушеними. Ягоди найкраще вживати свіжим особливо, коли їх небагато. Важливе значення має правильне поєднання страв. Наприклад, вживати одночасно продукти, які сприяють посиленому газоутворенню (молоко, бобові, капусту). Не поєднувати одночасно дуже гарячі та холодні страви. Невдале поєднання страв сприяє виникненню здуття живота, появи відчуття важкості, біль в животі, проносу та інших порушень травлення. Найкращим поєднанням слід вважати хліб з маслом, картоплю з жиром, капусти, буряка з крохмалистою їжею. Дині, кавуни, фрукти і ягоди слід їсти окремо, через годину-дві після основної їжі, або до їжі. Це сприяє більш ефективному травленню їх і кращому всмоктуванні цінних харчових речовин. Необхідно обмежувати по можливості ті харчові продукти, які не містять корисних харчових компонентів. Це такі як цукор і все, що готується на його основі, соління і копченості всіх видів, страви смажені, жирну свинину, вироби здобного тіста, консерви й консервовані продукти, в тому числі згущене молоко, напої типу «Кола», морозиво, штучний мед.

Харчова алергія. Харчова алергія – стан підвищеної чутливості організму до харчових продуктів, що характеризується розвитком побічних реакцій, обумовлених участю імунних процесів. В даний час добре відомо, що механізми непереносимості харчових продуктів досить різноманітні реакції на їжу, що мають алергічну природу, зустрічаються значно рідше, ніж вважають багато лікарів. З цієї причини до сих пір відсутні точні статистичні дані, пов'язані з

поширеності істинної харчової алергії. Як виникає харчова алергія? Найчастіше попаданням в кров деяких білків або поліпептидів їжі. Існує теорія, згідно з якою, алергічні реакції виникають від того, що ми їмо все більше продуктів, що увійшли в раціон недавно. Багато штучно створених продуктів, штучних масел. Пшениця, яку ми зараз їмо, сильно відрізняється від тієї яку їли наші предки. Також припущення щодо поганого травлення, порушення рівноваги кишкової мікрофлори. Імунні реакції, викликані непереносимістю продуктів, вважаються причиною широкого кола патологічних станів, включаючи алергію, екзему, синусит, мігрень, збільшення маси тіла. Прийміть до уваги цю інформацію, поспостерігайте за собою. Багато людей відзначають, що після виявлення «алергенів» і виключення їх з раціону маса тіла знижується і загальне самопочуття поліпшується. Побічні реакції на продукти є важливою причиною збільшення маси тіла у деяких людей. Імунна система запрограмована реагувати на все, в тому числі і на продукти. У деяких людей прояви імунної реакції - затримка рідини в організмі, що веде до збільшення маси тіла. Продукти, що викликають проблеми різні. Деякі чутливі до білків коров'ячого молока, деякі до пшениці. Вам необхідно поспостерігати за собою. Які продукти ви не любите. Чому після вживання тих або інших продуктів ви відчуваєте набряклість, тяжкість. Ось список продуктів, які провокують чутливість у схильних людей. Пшениця і продукти, що містять пшеничне борошно (хліб, пшенична каша, крекери, макарони, піца, бісквіти, пиріжки, здоба, злакові сніданки):

- Овес (продукти, що містять вівсяну муку)
- Ячмінь
- Кукурудза (попкорн, консервована)
- Арахіс (вироби з арахісовим маслом)
- Коров'яче молоко
- Сир з коров'ячого молока
- Апельсини, лимони, грейпфрути
- Яйця
- Помідори
- Шоколад
- Морепродукти (екзотичні)

Поняття про достатнє та збалансоване харчування.

Під раціональним харчуванням розуміють правильно організоване забезпечення організму поживної та смачної їжею, що містить оптимальну кількість різних харчових речовин, необхідних для його розвитку і функціонування. В результаті вивчення потреб організму в енергії та харчових речовинах розроблені фізіологічні норми харчування, засновані на наступних принципах.

Енергетична цінність (калорійність) харчового раціону повинна відповідати енерговитратам організму. При цьому необхідно враховувати, що засвоюваність їжі становить близько 90%, тобто енергетична цінність раціону повинна на 10% перевищувати потреби організму в енергії. Енерговитрати

організму визначаються рівнем основного обміну і величиною робочої надбавки. Робоча надбавка, в свою чергу, залежить від характеру трудової діяльності.

Табл. 14. Коефіцієнт фізичної активності

Групи фізичної активності	**Коефіцієнт фізичної активності**	**Орієнтовний перелік спеціальностей**
I - працівники переважно розумової праці, дуже легка фізична активність	1,4	Наукові працівники, студенти гуманітарних спеціальностей, програмісти, контролери, педагоги, диспетчери, працівники пультів управління та інші
II - працівники, зайняті легкою працею, легка фізична активність	1,6	Водії трамваїв, тролейбусів, працівники конвеєрів, пакувальники, швейники, працівники радіоелектронної промисловості, агрономи, медичні сестри, санітарки, працівники зв'язку, сфери обслуговування, продавці промтоварів та інші
III - працівники середньої тяжкості праці, середня фізична активність	1,9	Слюсарі, наладчики, настроювачі, верстатники, буровики, водії автобусів, лікарі-хірурги, текстильники, взуттьовики, залізничники, продавці продтоварів, водники, апаратники, металурги-доменщики, працівники хімзаводів та інші
IV - працівники важкої фізичної праці, висока фізична активність	2,2	Будівельні робітники, помічники буровиків, прохідники, переважна більшість сільськогосподарських робітників і механізаторів, доярки, овочівники, деревообробники, металурги і ливарники та інші
V - працівники особливо важкої фізичної праці, дуже висока фізична активність	2,5	Механізатори і сільськогосподарські робітники в посівний і збиральний періоди, вальники лісу, бетонярі, муляри, землекопи, вантажники немеханізованої праці та інші

Складання добового раціону людини.

1. Поживні речовини, що надходять з харчовими продуктами, повинні бути збалансовані між собою, тобто перебувати в певних співвідношеннях; зокрема, для білків жирів і вуглеводів, як правило, повинна дотримуватися пропорція: 1: 1,2: 4,6.

2. Не менш 55% для дорослих і 60% для дітей білка має надходити з продуктами тваринного походження, протеїни яких містять повний набір незамінних амінокислот.

3. Для задоволення потреб організму в ненасичених жирних кислотах не менше 30% жирів повинні мати рослинне походження.

4. Потреба у вітамінах повинна задовольнятися за рахунок включення в раціон овочів і фруктів (бажано свіжих), житнього хліба та хліба з борошна грубого помелу (вітаміни групи В).

5. Їжа повинна бути достатньою за обсягом й містити так звані баластні речовини: клітковину та пектини. Ці речовини не всмоктуються і не використовуються на енергетичні та пластичні потреби людини, але виконують ряд важливих фізіологічних функцій: забезпечують своєчасне формування почуття насичення, адсорбують токсини, нормалізують мікрофлору травної системи, стимулюють її перистальтику.

6. Кратність прийому їжі повинна бути оптимальною: при триразовому харчуванні сніданок повинен складати 35% від добової калорійності, обід – 45%, вечеря – 25%; при чотириразовому харчуванні сніданок – 25%, другий сніданок (або полуденок) – 15%, обід – 35%, вечеря – 25%. У першій половині дня повинні переважати м'ясні продукти харчування, у другій – мо лочно-рослинні.

7. Обстановка повинна сприяти травленню: зовнішній вигляд, запах, смак їжі повинні сприяти виділенню «апетитного» соку.

8. Оптимальне співвідношення білків, жирів і вуглеводів (за масою) в добовому раціоні становить 1:1:4.

9. Рекомендований вміст у раціоні білків тваринного походження відносно загальної кількості білків: для дітей – 60 % і більше, для дорослих – 50 % і більше.

10. Рекомендований вміст білків відносно енергетичної цінності (калорійності) добового раціону для дітей – близько 15 % калорійності, для дорослих – близько 13 % калорійності; вміст жирів – близько 30 % калорійності.

11. Рекомендований вміст жирів рослинного походження в раціоні харчування – 20 % загальної кількості жирів. Рекомендований вміст поліненасичених та мононенасичених жирних кислот у раціоні - близько 10 % та 10 % калорійності добового раціону відповідно.

12. При розрахунку харчової цінності середньодобових наборів харчових продуктів використовуються такі значення узагальнених втрат: для білка – 11 %, жиру – 12 %, вуглеводів – 10 %.

Енерговитрати спортсменів під час занять фізичною культурою

Раціональне харчування є необхідною умовою для досягнення результатів у спорті, зокрема силових видах для збільшення м’язового поперечника й рельєфу м’язів. Специфіка силових видів спорту полягає у тому, що першочергове значення має харчування як чинник, що забезпечує оптимальний приріст м'язів та силових показників.

Енерговитрати спортсменів різних спеціалізацій залежать від

інтенсивності виконуваної фізичної роботи, виду спорту й коливаються від 2000 ккал/добу для шахістів та до 7000 ккал/добу для силових видів спорту.

Для представників ігрових видів спорту також характерно високе споживання енергії, оскільки її витрата у баскетболістів чоловіків може становити близько 5500 ккал/добу.

Найбільша витрата енергії відзначається в спортсменів ***циклічних та силових видів спорту.*** Витрата енергії в спортсменів залежить від їхньої спортивної майстерності. Із зростанням спортивної майстерності витрата енергії при виконанні стандартної роботи зменшується. На величину витрати енергії впливає також емоційний стан спортсмена. Так, у передстартовому стані або в період змагань енерговитрати при виконанні однакової роботи збільшуються на 26–29 % у порівнянні із тренуванням. Добова витрата енергії спортсменів різних видів спорту компенсується за рахунок енергії продуктів, які ми споживаємо: вуглеводів, жирів і білків їжі, а також із запасів поживних речовин нагромаджених в організмі раніше (жирова клітковина, глікоген, білки м'язів).

На сьогодні встановлено, що найбільш сприятливе забезпечення енергетичних і пластичних потреб людини досягається при збалансованому надходженні в організм вуглеводів, жирів і білків у співвідношенні ***5:3,5:1,5.*** Вуглеводи в такому випадку повинні становити 50–55 %, жири – 30–35 %, білки – 10–15 % загальної калорійності раціону харчування.

Для спортсменів співвідношення вуглеводів, жирів і білків може варіювати залежно від специфіки виду спорту, обсягу й інтенсивності виконуваної роботи й становити 40–70 % загального споживання енергії вуглеводів, 20–42 % – жирів й 10–22 % – білків.

Загальна закономірність збалансованості раціону харчування спортсмена така, що у видах спорту на витривалість та силових видах збільшується кількість вуглеводів до 55–65–70 % загальної добової калорійності за рахунок зменшення кількості жирів до 20–30 % і білків – до 10– 12 %.

З вуглеводів у раціоні харчування більша частина (до 65 %) повинна забезпечуватися складними вуглеводами (полісахаридами). Добова потреба жирів у раціоні харчування повинна забезпечуватися на 70 % жирами тваринного походження й на 30 % – рослинного походження, які містять моно - і поліненасичені жирні кислоти.

Джерелами повноцінного білка є продукти тваринного походження. Харчові продукти містять певну кількість кислот і лугів, тому можуть впливати на кислотно-лужну рівновагу в організмі, зміщаючи його в кислу або лужну сторону. Буферні системи, що перебувають в організмі, протидіють цьому. Однак можливості її обмежені, а під час м'язової діяльності накопичуються кислі продукти метаболізму. ***Тому необхідно обмежувати надходження в організм кислих продуктів харчування після інтенсивних фізичних навантажень***, для того щоб запобігти посиленню закислення внутрішнього середовища організму спортсмена. До закислюючих відносяться хліб й інші зернові продукти, а також м'ясо, риба, яйця, кислотність яких визначають по реакції золи харчових

продуктів.

На нагромадження кислих і лужних компонентів у тканинах впливають ***вітаміни.*** Так, при дефіциті вітаміну B_1 в організмі обмежується окислення піровиноградної й інших органічних кислот, що сприяє закисленню внутрішнього середовища організму і підвищує сприйнятливість до захворювань.

Основними хімічними компонентами їжі спортсменів є наступні шість груп речовин: *постачальники енергії (вуглеводи, жири, білки), незамінні амінокислоти, незамінні жирні кислоти, вітаміни, мінеральні речовини й вода.* Кожна речовина виконує конкретну функцію в життєдіяльності організму й впливає на виконання фізичної роботи.

Основними джерелами енергії в тканинах організму є вуглеводи й жири. Жири можуть також виконувати структурну функцію. Білки можуть використовуватися як енергетичне джерело, однак основна їхня функція-структурна. Вітаміни входять до складу багатьох ферментів й є регуляторами різних метаболічних процесів. Мінеральні речовини також виконують регуляторну роль і входять у структуру різних тканин, особливо кісткової й крові. Вода й кисень створюють внутрішнє середовище організму й забезпечують протікання хімічних реакцій.

Організм людини здатний синтезувати й запасати багато поживних речовин, однак деякі з них в організмі не синтезуються. Вони називаються незамінними ***есенціальними факторами харчування*** й повинні надходити з їжею. При їхньому недонадходженні порушуються багато обмінних процесів, а також процеси адаптації під час м'язової діяльності, можуть розвиватися захворювання.

Теоретичний і практичний досвід фахівців з харчування, спортивної біохімії та медицини свідчить про те, що в умовах сучасних силових видів спорту у зв'язку з необхідністю прискорення процесів відновлення і підвищення спортивної працездатності вимагається застосування спеціальних раціонів харчування спортсмена. У наш час з'явилась можливість за допомогою таких продуктів організувати раціональне та збалансоване харчування спортсменів у різні періоди тренувань і змагань з урахуванням індивідуальних особливостей на рівні сучасних вимог науки про харчування людини.

Тема 18. Гігієнічні вимоги до приміщень для фізичної терапії, ерготерапії

Основні гігієнічні вимоги до розміщення, орієнтації та планування медичних споруд.

До сфери гігієни лікувально-профілактичних закладів входять гігієнічне регламентування проектування, будівництва і санітарно-технічного обладнання лікарняних комплексів та їх внутрішнього планування, забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату, повітряного середовища та освітлення, профілактика внутрішньолікарняних інфекцій, охорона та гігієна праці

медичного персоналу, організація санітарно-протиепідемічного та лікувально-охоронного режиму в стаціонарі, гігієнічне виховання хворих і персоналу тощо.

Нині основними типами лікувально-профілактичних закладів є:

1. **Багатопрофільні лікарні** – обласна, центральна міська, міська, центральна районна, районна, дитяча обласна, дитяча міська, швидкої медичної допомоги та ін.

2. **Спеціалізовані лікарні** – інфекційна, психіатрична, психоневрологічна, туберкульозна, реабілітаційного лікування, офтальмологічна, наркологічна, фізіотерапевтична та ін.

3. **Стаціонари при диспансерах** – онкологічному, психоневрологічному, протитуберкульозному, ендокринологічному та ін.

Прагнення поєднати надання висококваліфікованої спеціалізованої допомоги (як стаціонарної, так і диспансерно-поліклінічної) з розробкою наукових проблем сприяло створенню **спеціалізованих медичних центрів** (кардіологічних, онкологічних, нейрохірургічних та ін.), складовим елементом яких є клінічний стаціонар.

Поруч зі стаціонарами з традиційною структурою ліжок терапевтичного, хірургічного та інших профілів зростаючого значення набувають стаціонари (відділення в стаціонарах) спеціального призначення: трансплантації органів, гемодіалізу, для лікування хворих з імунодефіцитними станами, квантової терапії, мікрохірургії, барохірургії та ін. Вони можуть входити до структури перелічених вище лікарень, а також можуть бути самостійними.

Необхідність спеціальних приміщень, пристосованих для розміщення хворих, здійснення медичного нагляду і догляду за ними, була усвідомлена і в найпростішому вигляді практично реалізована ще в античному світі.

У різних країнах, залежно від конкретних соціально-економічних, природно-географічних умов, системи та рівня організації медичної допомоги населенню, набувають застосування різноманітні варіанти архітектурно-планувальних рішень і санітарно-технічного благоустрою лікарняних споруд. Проте за всієї різноманітності таких варіантів загальновизнаною є доцільність (необхідність) забезпечення таких вихідних вимог до їх проектування і будівництва:

1. Розташування лікарняного комплексу в найкращих для конкретного населеного пункту природних, екологічно безпечних умовах.

2. Наявність у складі лікарняного комплексу в усіх структурних підрозділах необхідної кількості ліжко-місць, необхідних для оптимального функціонування лікувально-профілактичного закладу.

3. Реалізація медико-технологічних та гігієнічних вимог щодо створення лікувально-охоронного та санітарно-протиепідемічного режиму палат та інших приміщень, забезпечення диференційованих (з урахуванням профілю закладу та стану хворих) параметрів мікроклімату, повітряного середовища, освітлення та санітарно-технічного благоустрою, створення умов побутового та психологічного комфорту в лікарні тощо.

4. Створення архітектурно-планувального та інженерно-технічного підґрунтя для забезпечення в процесі експлуатації стаціонару безпеки праці медичного персоналу та оптимальних умов для перебування хворих (профілактика внутрішньолікарняних інфекцій і харчових отруєнь, радіаційна, електрична, пожежна та інші види безпеки).

5. Запобігання несприятливому впливу лікарні на навколишнє середовище (інфікування повітря, стічних вод та інших об'єктів довкілля).

Місце для будівництва нового лікарняного стаціонару здебільшого визначається відповідно до затверджених у встановленому порядку генеральних планів і проектів детального планування населених пунктів, які мають ураховувати перспективні плани і схеми розвитку мережі лікувально-профілактичних закладів **площа земельної ділянки** у даному населеному пункті та регіоні, де він розташований.

Рішення про необхідність і доцільність розташування лікувального закладу в тому або в іншому місці приймається з урахуванням широкого комплексу соціально-економічних, медичних, демографічних, екологічних та медико-географічних показників.

Однак у будь-якому разі, крім вимог до оптимальних природних і екологічних умов, зручності зв'язку з територією, що обслуговується, важливим вихідним критерієм оцінки можливості використання тієї чи іншої ділянки для будівництва лікарні є її площа.

Розміри земельних ділянок для лікарень, розташованих у приміських зонах, збільшують: для інфекційних, онкологічних – на 15 %, туберкульозних і психіатричних – на 25 %, відновлювального лікування для дорослих – на 20 %, для дітей – на 40 %. Площу земельних ділянок пологових будинків необхідно брати за нормативами стаціонарів з коефіцієнтом 0,7.

Проводячи гігієнічну оцінку забудови ділянки лікарні, слід ураховувати такі важливі об'єктивні критерії: відсоток забудови, що залежить від системи забудови, профілю й місця її розташування і коливається від 10 до 18 %, площа озеленення має бути не меншою ніж 60 %. Площа садово-паркової зони визначається, виходячи з розрахунку 25 м^2 на 1 ліжко. Навколо радіологічних, інфекційних корпусів і вздовж рентгенівських кабінетів необхідно розміщувати зелені насадження завширшки 3 м, що перешкоджає хворим перебувати поблизу вказаних корпусів.

Для озеленення території лікарні можна використовувати різноманітні комбінації декоративних дерев (березу, каштан, клен, липу та ін.), кущів (бузок, жасмин, шипшину та ін.) та рослин, що плетуться (плющ, виноград, ліани та ін.). Мінімальна відстань від осі стовбура дерева до стіни будинку має бути 5 м, від місця посадки кущів до стінки будинку – 1,5 м. Дерева з широкою кроною слід садити не ближче ніж 10 м від стіни будинку. Необхідно передбачити максимальний благоустрій ділянки та її огорожу (висота огорожі – не менше ніж 1,6 м, для психіатричних лікарень – не менше ніж 2,5 м).

Розташовуючи споруди на ділянці, необхідно дотримуватися таких мінімальних відстаней між ними: між стінами будинків з вікнами палат – 2,5

висоти протилежного будинку, але не менше ніж 25 м; між корпусами з палатами і патолого-анатомічним корпусом – не менше ніж 30 м, між радіологічним корпусом та іншими спорудами, що не зблоковані з ним – не менше ніж 25 м.

Служба приготування їжі може розташовуватись як у господарчій зоні, так і самостійно. Допустимим слід вважати її розташування безпосередньо в прибудовах, зблокованих із лікувальними корпусами для неінфекційних хворих.

Ще один чинник, що вимагає врахування під час планування та будівництва лікувально-профілактичних закладів – визначення основних потоків переміщення по території земельної ділянки різних об'єктів, провідними з яких слід вважати такі: переміщення хворих, переміщення медичного персоналу, переміщення спеціальних медичних предметів і вантажів, переміщення їжі та харчових відходів, переміщення допоміжних вантажів, переміщення чистої та брудної білизни.

Загальні нормативні вимоги до окремих параметрів різних приміщень лікувально-профілактичних закладів випливають із потреб та особливостей технології лікувально-діагностичного процесу, забезпечення оптимальних умов перебування хворих і роботи медичного персоналу, дотримання певних габаритів меблів, обладнання, урахування розмірів і положення тіла людини в стані спокою і під час праці, а також суто фізіологічних потреб.

Мінімальна висота надземних поверхів споруд лікарняних стаціонарів становить 3,3 м. Висота приміщень, в яких містяться спеціальне обладнання і апаратура, визначається залежно від габаритів обладнання і технологічних вимог щодо його експлуатації. Те ж саме стосується і деяких інших приміщень спеціального призначення. Наприклад, висота залів лікувально-плавальних басейнів з кількістю пацієнтів більше ніж 10 має бути не меншою ніж 4,2 м.

Мінімальна ширина приміщень має бути такою: одноліжкові палати – 2,9 м; малі операційні, перев'язочні, гінекологічні, урологічні, ортопедичні кабінети – 3,2 м; операційні, реанімаційні, пологові, процедурні, рентгенологічні (діагностичні і терапевтичні) кабінети, кабінети променевої терапії – не менше ніж 5 м або більше, якщо необхідність у тому зумовлена габаритами обладнання і спеціальними технологічними вимогами, кабінети лікарів – не менше ніж 2,4 м.

Глибина палат і лікувально-діагностичних приміщень з однобічним природним освітленням має становити не більше ніж 6 м. Це необхідно для обмеження кількості ліжок та оптимізації освітлення і повітряного середовища приміщень. Глибина наркозних приміщень має бути не меншою ніж 3,5 м, пологових палат – не меншою ніж 4,5 м, хірургічних, гінекологічних, офтальмологічних, онкологічних процедурних та рентгенологічних кабінетів – 5 м.

Під час проектування палат (крім радіологічних) необхідно виходити з того, що ліжка розставляються паралельно до стін з вікнами, відстань від ліжок до СТІН Становить не менше ніж 0,9 м, відстань між торцями протилежних ліжок і між дистальними торцями ліжок і протилежними стінами (при однобічному розташуванні ліжок) – не менше ніж 1,3 м, у стаціонарах віднов-лювального лікування – не менше ніж 1,6 м, відстань між поздовжніми стінами і боками

ліжок, що стоять паралельно до стін, для дорослих – не менше ніж 0,8 м, у палатах для дітей і палатах відновлювального лікування – не менше ніж 1,2 м.

Мінімальна ширина коридорів має бути: в палатних відділеннях – 2,4 м, в операційних блоках, пологових і реанімаційних відділеннях – 2 м, у приміщеннях неврологічного і ортопедичного профілю – 3,2 м, коридорів, пристосованих для очікування при двобічному розміщенні кабінетів – 3,2 м.

Гранична висота приміщень лікарняних стаціонарів для дорослих має бути 9 надземних поверхів (без урахування технічного поверху). Палатні відділення дитячих стаціонарів мають розташовуватися не вище 5-го поверху будинку, палати для дітей віком до 7 років і дитячі психіатричні відділення – не вище 2-го поверху. І хоча дотримання цих вимог зустрічає серйозні труднощі, особливо в спеціалізованих дитячих лікарнях, де розташування відділень і палат диктується не лише віком пацієнта, а, головним чином, медичним профілем відділення, воно має бути реалізоване.

Гігієнічні вимоги до переліку та площі основних приміщень палатних відділень, палатних секцій, окремих палат:

В інфекційних відділеннях переважно використовують одно-ліжкові палати зі шлюзом, напівбокси та бокси. Напівбокс, на відміну від звичайної палати, складається з палати, шлюзу та санітарного вузла, бокс – з палати, шлюзу, санітарного вузла та вуличного тамбура.

Проте особливу увагу під час планування та експлуатації лікувально-профілактичного закладу приділяють приміщенням операційних комплексів та відділень анестезіології і реанімації.

Операційний блок здебільшого повинен мати два відділення – септичне та асептичне з операційними, допоміжними та службовими приміщеннями. Операційні слід проектувати на один операційний стіл. Кількість столів визначають, виходячи із розрахунку один стіл на кожні 30 ліжок у відділеннях хірургічного профілю та на 25 ліжок у відділеннях та лікарнях швидкої медичної допомоги.

Принципове значення у плануванні операційного блоку має його розподіл на 4 основні зони, які відрізняються одна від одної вимогами щодо дотримання режиму стерильності та характером медичних і допоміжних маніпуляцій.

Стерильна зона містить операційні загальнохірургічного профілю, для виконання ортопедотравматологічних і нейро-хірургічних операцій, операцій з використанням лазерної апаратури, та для проведення операцій на серці та судинах.

Зона суворого режиму включає санітарний пропускник персоналу з шафами для операційної (стерильної) та робочої (лікарняної) одежі з душовими кабінами, вбиральню для персоналу, кімнату особистої гігієни персоналу, приміщення, де здійснюють підготовку хворого до операції (наркозне та ін.), приміщення для апаратури та устаткування, призначених для забезпечення життєдіяльності хворих (приміщення для апаратів штучного кровообігу і штучного дихання та іншої спеціальної апаратури, післяопераційні палати з постом медичної сестри) та допоміжні приміщення.

Зона обмеженого режиму включає приміщення для діагностичних досліджень (лабораторія термінових аналізів для септичного і асептичного відділень та ін.), приміщення для персоналу (кабінет хірургів, кабінет лікаря-анестезіолога, кімната для. медсестер-анестезисток, кімната для молодшого персоналу), допоміжні приміщення (шлюзи при вході в септичне та асептичне відділення, кімната центрального пульту моніторної системи стеження за станом хворого, приміщення для обслуговування післяопераційних палат) та складські приміщення (приміщення для зберігання і приготування препаратів крові, для зберігання пересувного рентгенівського апарата та фотолабораторія, комора для пересувної апаратури, приміщення для приготування дезінфекційних розчинів та зберігання дезінфекційних засобів, приміщення для тимчасового зберігання каталок).

Зона загальнолікарняного режиму включає приміщення для персоналу (кабінет завідувача відділення, кімната старшої медсестри, кімната психологічного та психоемоційного розвантаження, кімната особистої гігієни з душем) та складські приміщення (комора для предметів прибирання із сушарнею, приміщення для тимчасового зберігання брудної білизни та операційних відходів, комора для чистої білизни, комора для зберігання гіпсових бинтів).

Необхідно враховувати і той факт, що в реальних умовах експлуатації багатоповерхових лікарень зберігається тенденція до збільшення ступеня мікробного забруднення по вертикалі. Тому відділення гнійної хірургії слід розміщувати вище за поверхом, ніж асептичне відділення.

Загальносвітова практика хірургічних втручань, пов'язаних із трансплантацією органів, показала, що безпосередній і віддалений ефект таких втручань залежить не тільки від професійного рівня проведення самої операції та розв'язання проблеми імунобіологічної сумісності, але й значною мірою (іноді вирішальною) від адекватного санітарно-гігієнічного і протиепідемічного режиму в стаціонарі. Тому вимог щодо санітарно-протиепідемічних заходів треба особливо суворо дотримуватися в асептичних відділеннях (блоках) і палатах.

Основні гігієнічні вимоги до будівельних матеріалів.

При виборі будівельних матеріалів необхідно враховувати їх фізичні властивості: *теплопровідність, теплоємність, гігроскопічність, звукопроникність*, а також можливість вологого прибирання.

Будівельні матеріали повинні мати *низьку теплопровідність*, щоб забезпечити захист від сезонних коливань температури та ізоляцію приміщень з різним температурно-вологісним режимом. Найгігієнічнішим з цього погляду є: дерево (коефіцієнт теплопровідності 0,15–0,25), цегла (коефіцієнт теплопровідності 0,5–0,75), бетон (коефіцієнт теплопровідності 0,9–1,25). Крім того, будівельні матеріали повинні бути *мало гігроскопічними*, мати невелику *звуко- та паропроникність.*

Важливою гігієнічною властивістю будівельних матеріалів є *теплозасвоєння*, тобто інтенсивність віддавання тепла організму при дотику до

матеріалу. Цю властивість ураховують при виборі матеріалу для підлоги та оздоблення стін. Відповідають також гігієнічним вимогам такі матеріали, як *цегла, бетон, залізобетон.*

Синтетичні будівельні матеріали характеризуються високою техніко-економічною і гігієнічною ефективністю. Більшість з них мають невелику тепло- і звукопровідність, а також гладку поверхню, яка легко піддається прибиранню. Використовують синтетичні матеріали як елементи будівельних конструкцій, покриття для підлоги, *тепло- і звукоізоляційні матеріали*.

Однак деякі з полімерів можуть виділяти в навколишнє середовище токсичні хімічні речовини, на їх поверхні накопичуються значні заряди статичної електрики. Для внутрішнього оздоблення приміщень застосовуються матеріали, дозволені органами та закладами державної санітарної епідеміологічної служби, в установленому порядку.

Стіни виробничих приміщень заввишки не менш ніж 1,7 м оздоблюються *кахлями* або іншими матеріалами, які легко миються і дезінфікуються. Стелі повинні бути *оштукатурені, пофарбовані масляною або водоемульсійною синтетичною фарбою.* Фарбування здійснюється в міру необхідності, але не рідше одного разу на рік. Віконні рами і двері слід фарбувати масляною фарбою світлих тонів.

Підлога виконується *із водостійких матеріалів з підвищеною механічною міцністю*. Підлоги мають бути рівними, щільними, неслизькими, такими, що легко прибираються. Підлоги у виробничих приміщеннях, туалетних кімнатах, душових, вестибулях покривають *водонепроникними керамічними кахлями*, інколи використовують бетон або вологостійкі синтетичні матеріали. В адміністративних приміщеннях, гардеробах підлоги мають бути покриті *лінолеумом на тканинній основі*.

Основні гігієнічні вимоги до освітлення, опалення та вентиляції.

МІКРОКЛІМАТ, ПОВІТРЯНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ТА ОСВІТЛЕННЯ ЛІКАРНЯНИХ ПРИМІЩЕНЬ

Серед чинників, що визначають гігієнічний та санітарно-протиепідемічний режим лікарняних приміщень, неабияке значення мають *параметри мікроклімату та повітряного середовища.* Це, зокрема, зумовлено: обмеженням рухової активності хворого, його перебуванням (часом тривалим) у приміщеннях із мало-динамічними мікрокліматом і повітряним середовищем, порушеннями терморегуляторних та окисно-відновних процесів, а також проявами кисневої недостатності, наявністю в повітрі речовин (летких, органічних, медикаментозних) та патогенних мікроорганізмів, які створюють специфічне тло повітряного середовища замкнутого лікарняного приміщення, підвищеною, іноді спотвореною, чутливістю та реактивністю хворого у відповідь на зовнішні впливи.

Тому забезпечення комфортних мікрокліматичних умов перебування в лікувально-профілактичних закладах слід вважати одним із першочергових завдань медичного персоналу.

Для хворих усіх вікових груп залежно від характеру, форми та стадії захворювання, віку, стану системи терморегуляції, часу доби та пори року, а також деяких інших зовнішніх обставин діапазон коливань оптимальної температури повітря може бути досить великим: від 15 до 27 °С.

За оптимальну температуру повітря в палатах кардіологічних стаціонарів слід прийняти 21–24°С, в палатах для пульмонологічних хворих – 21–22°С, у палатах опікових центрів – 24–26°С.

У зимову пору року температура стін і повітря біля зовнішніх стін може бути на 8–12°С нижчою, ніж температура повітря в середині приміщень, що слід враховувати під час оцінки мікроклімату палат та розміщення ліжок.

Вимоги до параметрів мікроклімату ґрунтуються на призначенні та експлуатаційних особливостях приміщень і можуть мати істотні відмінності. Виходячи з того, що в помірному кліматичному поясі зона теплового комфорту перебуває в межах 20–23°С, рекомендується, аби перепад температури повітря по вертикалі не перевищував 2–3°С, по горизонталі – 2°С, перепад між температурою поверхні внутрішніх стін і повітрям не більше ніж 5°С, швидкість руху повітря складала до 0,15 м/с, відносна вологість його – 60 %.

Відчуття тепла хворими з різними видами патології та об'єктивні показники їх теплового стану можуть дуже відрізнятися від наведених вище. Особливо виражені такі відмінності у разі ендокринних порушень (тиреотоксикоз, цукровий діабет), серцевої та легеневої недостатності, опіків та інших захворювань і станів.

Створення оптимальних параметрів температурно-вологісного режиму лікарняних приміщень забезпечується головним чином раціональним опалюванням. Для опалення лікарняних будівель звичайно використовують централізовані системи (конвекційні або радіаційні) з можливістю регулювання та відключення. Як теплоносій у конвекційних системах має використовуватися гаряча вода. При цьому середня температура поверхні нагрівальних приладів має становити 80°С для палатних відділень, операційних, наркозних, післяопераційних, пологових, реанімаційних залів і палат інтенсивної терапії та 90°С для решти приміщень та психіатричних відділень.

Неприпустиме розміщення нагрівальних приладів біля внутрішніх стін (як правило, вони мають розміщуватися під вікнами без ніш).

В умовах використання радіаційних систем опалення, залежно від того, в які конструкції закладено труби із циркулюючим теплоносієм, рекомендується, щоб температура стельових панелей була 35–45 °С, стінних панелей – 30–34 °С, підлоги – 21–28 °С. Опалювальні променеві панелі як нагрівальні прилади слід використовувати в операційних, передопераційних, реанімаційних залах, наркозних, пологових, кабінетах електро-світлолікування, психіатричних відділеннях лікарень, палатах і маніпуляційних, туалетних для новонароджених, палатах для недоношених дітей, новонароджених і дітей грудного віку, палатах для хворих з інфекційними захворюваннями, опікових хворих, у боксах і напівбоксах, приміщеннях для зберігання та приготування препаратів крові,

приміщеннях для зберігання стерильних матеріалів і приготування ліків в асептичних умовах, рентгенівських кабінетах.

Вологість повітря – це вміст водяної пари в повітрі, характеризується *пружністю водяної пари, відносною вологістю, дефіцитом вологи, точкою роси* – є одним з найважливіших параметрів атмосфери, що визначає мікроклімат у приміщеннях, а також те, наскільки комфортно почуває себе людина в цей момент часу.

Абсолютна вологість – це кількість водяної пари (у грамах), що міститься в 1 $м^3$ повітря за даної температури.

Максимальна вологість – це кількість водяної пари (у грамах), що міститься в 1$м^3$ повітря за умови його повного насичення вологою за даної температури.

Відносна вологість – це відношення абсолютної вологості до максимальної і помножене на 100, виражається у відсотках (%).

Повітря за показником відносної вологості буває:

- *дуже сухе* – коли водяної пари в ньому менше 30 %;
- *сухе* – до 55 %;
- *помірно сухе* – при вологості від 56 до 70 %;
- *помірно вологе* – від 71 до 85 %;
- *дуже вологе* – понад 86 %;
- *насичене* – 100 %.

Для забезпечення належного мікроклімату і якості повітряного середовища використовують вентиляцію (природну та штучну). Природна вентиляція діє внаслідок різниці температур внутрішнього і зовнішнього повітря, сили вітру і полягає в проникненні атмосферного повітря в приміщення (крізь пори стін, щілини в конструкціях будинку тощо). Для посилення природної вентиляції використовують кватирки, фрамуги, загальна площа яких, за гігієнічними нормами, повинна становити не менш як 1/50 площі підлоги.

Задля оцінки вентиляції приміщення вираховують коефіцієнт аерації за формулою:

$$V\ (м^3) = : \frac{\text{площа кватирки (фрамуги) х кількість кватирок (фрамуг)}}{\text{площа підлоги приміщення}}$$

Для гігієнічної оцінки рівня забрудненості повітря лікарняних палат органічними речовинами можуть бути рекомендовані наступні орієнтовні нормативи окислюваності: чисте повітря – до 6 мг $0_2/м^3$; помірно забруднене повітря – від 6 до 10 мг $0_2/м^3$; забруднене – 0_2 більше ніж 10 мг/$м^3$.

Усі приміщення навчальних установ повинні мати природне освітлення. Світло повинно падати на робочі місця зліва. Оптимальний рівень природного освітлення забезпечується при верхньому та боковому освітленні приміщень. Обов'язково слід передбачити додаткове освітлення через рекреаційні

приміщення. Глибина приміщення повинна бути не більше 6 м, що забезпечує достатнє природне освітлення. Якщо глибина приміщення становить більше 6,0 – 6,5 м, то необхідне двобічне освітлення. Висота вікна повинна бути не меншою 2,2 м при висоті приміщення 3,0 м. Можливе додаткове освітлення світлом через прохідні коридори умивальні, роздягальні при спортивних залах.

Штучне освітлення допускається тільки в актовому залі, кіноаудиторії, санітарних вузлах, приміщеннях-коморах, охолоджуючих камер при кухні, допоміжних приміщеннях для працівників кухні, радіовузлах, дикторських, інвентарних і душових при спортивному залі.

При орієнтації приміщення на південь-схід, південь-захід, захід обов'язкове облаштування сонцезахисними засобами (штори, жалюзі тощо). Для забезпечення оптимального природного освітлення навчальних приміщень необхідно мити вікна не менше 2-х разів протягом навчального року. Природне освітлення повинно бути рівномірним і не створювати блиску. Забороняється розміщення на підвіконні в навчальних приміщеннях високі кімнатні квіти.

Колір поверхні стін і меблів повинен бути *жовтим, зеленим або бежевим* (матових пастельних тонів). Стелю, верхні частини стін, віконні рами та двері слід фарбувати у білий колір, коефіцієнт відбиття якого 0,8; класна дошка повинна мати матову поверхню, пофарбовану в темно-зелений, коричневий колір із коефіцієнтом відбиття 0,1–0,2.

І. Гігієнічна оцінка природного освітлення приміщення проводиться за допомогою ***описового, геометричного та світлотехнічного методів.***

Описовий метод передбачає визначення: поверху, на якому знаходиться приміщення, кількість вікон, орієнтація вікон, розміри вікон, ступінь забруднення вікон, ширина простінків, наявність на вікнах та за ними предметів, колір пофарбування стін, колір пофарбування стелі, колір меблів.

Геометричний метод заснований на визначенні величин *світлового коефіцієнта*, *коефіцієнта заглиблення* та *проекції небосхилу*.

Світловий коефіцієнт (СК) – це відношення площі поверхні всіх вікон, що засклена, до площі підлоги. Для навчальних приміщень світловий коефіцієнт повинен дорівнювати 1:4 – 1:5; для спортивного залу – 1:5; для лікарняної палати – 1:5 – 1:6. Світловий коефіцієнт (СК): СК = S_1 : S_2 = 1 : n (n розраховують діленням S_2 на S_1 і округляють до цілої величини).

Коефіцієнт заглиблення (КЗ) – це відношення відстані від вікна до протилежної стіни до відстані від верхнього краю вікна до підлоги. Величина коефіцієнта заглиблення (КЗ) повинна бути не більше, ніж 2.

Проекція небосхилу (ПН) – це частина небосхилу, яку можна побачити через вікно з робочого місця, найбільш віддаленого від вікна. Величина проекції небосхилу повинна бути не менше ніж 30 см.

Коефіцієнт природної освітленості (КПО) – це відсоткове відношення освітленості горизонтальної поверхні всередині приміщення до освітленості розсіяним світлом подібної горизонтальної поверхні під відкритим небом.

Освітленість вимірюється люксметром, а потім за допомогою формули визначається коефіцієнт природної освітленості (КПО):

КПО = (Еп / Ев) · 100%,

де Еп – освітленість всередині приміщення, лк (люкс);

Ев – освітленість під відкритим небом, лк (люкс).

Для навчальних приміщень коефіцієнт природної освітленості (КПО) повинен дорівнювати 2,5% на робочих місцях 3-го ряду пар (1 м від внутрішньої стіни); у найбільш віддаленій від вікон точці КПО повинен становити 1,5-2%, для допоміжних приміщень – 0,5-0,75%.

Табл. 15. Значення коефіцієнта природного освітлення при боковому освітленні лікарняних приміщень,%

Приміщення	*У зоні зі стійким сніговим покривом*	*На іншій території*
Операційні, пологові палати, секційні	1,6	2,0
Перев'язочні, кабінети лікарів, аптека, палати інтенсивної терапії	0,8	1,0
Палати, приміщення денного перебування хворих, процедурні, стерилізаційні	0,4	0,5
Буфетні, кімнати очікування, рентгенівські та фізіотерапевтичні кабінети	0,4	0,5

II**.** Гігієнічна оцінка штучного освітлення проводиться за допомогою *описового, розрахункового та світлотехнічного методів.*

Описовий метод передбачає визначення:

- вид освітлення (електричне, гасове тощо):
- вид системи освітлення (загальне, місцеве, комбіноване):
- кількість світлоточок:
- тип ламп (розжарювання, люмінесцентні або газорозрядні):
- тип освітлювальної арматури (пряме, розсіяне,відбивне світло):
- санітарний стан:
- висота розміщення ламп:

Розрахунковий метод заснований на оцінці показників достатності та рівномірності освітлення. *Достатність освітлення* визначається за величиною питомої потужності, тобто за показниками кількості Вт, що припадають на 1 м^2 приміщення. Для ламп розжарювання достатня питома потужність складає 36 Вт/м^2, для люмінесцентних ламп – 24 Вт/м^2.

Питома потужність = (Кількість ламп х 100 Вт) S (площа приміщення м^2)

Рівномірність освітлення можна визначити за величиною приміщення, що припадає на одну світлоточку. Освітлення вважається рівномірним, якщо на кожну світлоточку припадає не більш, ніж 8-9 м^2.

Світлотехнічний метод передбачає визначення освітленості робочих місць приміщення з використанням люксметра. Інтенсивність штучного

освітлення у випадку застосування в навчальному приміщенні ламп розжарювання повинна бути не менша, ніж 150 лк, у випадку застосування люмінесцентних ламп – не менш, ніж 300 лк.

Табл. 16. Показники освітленості робочих місць різних приміщень

Назва приміщень	Освітленість робочих місць, лк
Читальні зали	300
Конференц-зали	200
Класи, аудиторії, навчальні кабінети, лабораторії	300-500
Кабінети та кімната викладачів	400
Лікарняна палата	50
Місцеве освітлення біля ліжка	100
Чергове освітлення вночі (біля виходу)	3-10
Кабінет терапевтів, гінекологів та ін. фахівців	200-400

Гігієнічні вимоги до місць занять фізичною культурою:

1. Спортивний зал має бути розміщений на першому поверсі, ізольовано від навчальних кімнат, або не вище другого поверху, але не над навчальними приміщеннями

2. Навчально-спортивні приміщення включають в себе спортзали і розташовані при них:

- 2 роздягальні
- 2 душові
- 2 туалети
- 2 спеціальні кімнати: для викладачів і для збереження інвентарю

4. З роздягальні повинен бути обов’язково вихід до:

- туалету і душової (ці приміщення повинні бути роздільними)
- до спортзалу

4. У навчальному закладі на 1960 студентів передбачені два спортзали:

- 12х13,5х3 м (S = 162 м2)
- 15х30х6 м (S = 450 м2)

5. Висота спортивних залів площею 162 м2 повинна бути не меншою ніж 6,0 м

6. Висота спортивних залів площею 288 м2 , 450 м2 повинна бути 6 м

7. Кількість місць у спортзалі під час проведення занять з розрахунку 2,8 м2 на 1 студента

8. Вхід до спортзалу здійснюється безпосередньо з:

- роздягалень
- або через окремий коридор

9. Із спортзалу або інвентарної кімнати передбачений вихід на спортивний майданчик (для виносу інвентарю або евакуації учнів/студентів)

10. Температура повітря у навчально-спортивних приміщеннях:

- у спортивних залах – 15-17 °С
- у роздягальнях при спортзалах – 19-23 °С
- у душових – не нижче 25°С
- у роздягальнях при душових – 20-23 °С
- у туалетах – 17-21 °С

11. Відносна вологість повітря – 30-60%

12. Вентиляція:

- природна (наявність фрамуг)
- штучна

13. Низька звукопровідність спортивних приміщень

14. Дерев'яне покриття підлоги у спортзалах

15. Підлога рівна, без щілин, нековзна поверхня, пофарбована

16. У роздягальнях, гардеробах і масажних кімнатах підлога покрита лінолеумом, який дозволяє проводити ефективне прибирання. Таке покриття також забезпечує добру теплоізоляцію

17. У приміщеннях, де потрібна добра водоізоляція – душових, туалетах, ваннах – підлога покрита керамічною плиткою або цементом

18. У легкоатлетичних і футбольних манежах на сьогодні використовують покриття з синтетичних матеріалів – тартану, ретартану, які мають високі пружноеластичні властивості, потрібні для бігу і зручні для механічного прибирання

19. Стіни спортзалів рівні, без виступів

20. Стіни спортзалів фарбуються масляними фарбами на висоту не менше 1,8 м. Вони зменшують затримку пилу і зручні для вологого прибирання, проте масляна фарба знижує повітропроникність стін, погіршує вентиляцію приміщень, сприяє підвищенню вологості. Тому, як правило, для покриття стін застосовують також і клеєву фарбу (вище 1,8 м).

21. Стіни повинні фарбуватися у світлі тони з матовою поверхнею (світложовті, світло-зелені), які сприяють кращому відбиванню світлових променів і створенню розсіяного рівномірного світла. До того ж, світлі тони тонізуюче впливають на нервову систему і створюють сприятливий емоційний фон у тих, хто займається

22. Стеля в спортзалі, де відбуваються ігри, повинна фарбуватися масляною фарбою, оскільки вона стійкіша до ударів м'яча, ніж побілка та клеєва фарба

23. Освітлення:

- природне (вікна не нижче 2 м від підлоги і захищені від ударів м'ячем)
- штучне (200-400 лк на рівні підлоги)

24. Освітлювальна арматура, вікна, опалювальні прилади устатковані металевими сітками, що знімаються (для підтримання чистоти вікон і щоб м'яч не потрапив у скло)

25. Обов’язкове опромінення спортивних приміщень прямим сонячним промінням, що знижує бактеріальну забрудненість (повинно тривати не менше 3 год на добу)

26. Наявність обладнання центрального водяного опалення з радіаторами, які встановлені під вікнами в нішах і закриті дерев’яними/металевими

Методи дослідження приміщень і забудівель:

Інструментальне обстеження будівель – це процес в результаті якого власник отримує данні про технічну сторону його нерухомості. Зокрема це інформація про деформації або тріщини в конструкціях якщо вони є. Також це отримання документів про реальний **технічний стан будівель**.

Спочатку потрібно провести візуальний огляд нерухомості, на основі якого вже проведуть інструментальний. Просто може виявитись те, що більш детального обстеження непотрібно проводити.

Візуальний метод – має на увазі, аналіз стану будівель та споруд завдяки чому відбувається створення візуальної характеристики всіх конструкцій за зовнішніми ознаками.

Експертиза технічного стану нерухомості проводиться у випадках, коли є необхідності визначити ступені пошкоджень та дефектів конструкцій на об’єкті задля запобігання аварійним ситуаціям, а також при укладанні угоди про купівлю-продаж. **Інструментальне обстеження будівель** дає змогу дізнатися про технічний стан об’єкту до його придбання.

В багатьох випадках інструментальні перевірки потрібно проводити при виявлені під час візуального огляду дефектів або пошкоджень. У більшості випадках необхідності в більш детальному огляді немає, без виявлених порушень під час зовнішньої перевірки.

Інструментальний огляд має два види. Частково руйнівний та неруйнівний. Руйнівний метод відрізняється тим, що дає майже всю інформацію про стан конструкцій і споруд, тоді як неруйнівний дає дуже мало в порівнянні з частково руйнівним.

Інструментальне обстеження споруд – це вид перевірки, що концентрує свою увагу на тих характеристиках об’єкту як міцність та надійність. Документи отримані в результаті цієї перевірки містять в собі схеми, ступінь деформації та місця пошкоджень. Будуть вказані рекомендації, що до усунення ризиків.

Інструментальне обстеження споруд потребує не так багато процедур. Вони перераховані нижче:

- Перевірка на виявлення об’єму (ступінь) деформації споруди. Її проводять за допомогою нівеліра.
- Виявлення зсувів і прогинів в опорній конструкції.
- Перевірка за допомогою ультразвукового обстеження. Дає змогу визначити показники цілісності, міцності і вологості розчину та бетону. Для визначення цього переліку найчастіше і використовують популярний ультразвуковий метод.
- Додаткова перевірка на виявлення деформуючих процесів.

- Виявлення та аналіз тріщин. Вираховування їх глибини та величини.
- Аналізування таких характеристик приміщення як: повітропроникності, звукопровідності і теплоізоляції.
- Перевірка будівлі або споруди на вібрації.
- Визначення ступеня просадки фундаменту.

Результатом після проведення всіх перевірок являється видача акту *технічного стану приміщення.*

Найчастіше **технічний стан будівель** визначають цим методом. Адже він дає змогу отримати досить широкий спектр інформації. Час іде і будинки зношуються, та в них з'являються деформації та тріщини. Також коли власник добудовують нові елементи, то вони можуть ще більше навантажити конструкції, що може призвести до поломок та зсувів. Також це прискорює процес зношення самої конструкції.

Коли власник своєї нерухомості хоче провести її обстеження, то йому потрібно не так багато. Перше що йому знадобиться – це професіонали, які проведуть огляд об'єкту не пропустивши ні одної тріщини да зсуву, які за прийнятну ціну без помилок виконають свою роботу. Друга річь, яка потрібна власнику у цьому питанні – це спеціальне обладнання для цих перевірок.

Ситуації, в яких необхідне проводять технічне обстеження будівель і споруд:

- При перевірці були знайдені пошкодження та дефекти.
- Власник який проводить оновлення або перепланування будівлі збільшує навантаження на опорні споруди.
- Знайдено порушення в невідповідності проекту при проведенні реконструкцій нерухомості, що збільшило навантаження або зменшило здатність опорної конструкції витримувати навантаження.
- Зміна функцій будівлі. Також при оформленні виконавчої та проектно-технічної документації.
- Було відновлено будівництво після його призупинення у випадку відсутності заходів консервації. По проходженню 3-х років після зупинення будівництва проводячи заходи відповідно до консервації об'єкта.
- Перевірка реального стану нерухомості. Деформація грунту біля конструкцій та споруд.
- Після природніх і техногенних явищ, які вплинули на стан конструкцій. Власнику потрібно провести переоцінку стану його нерухомості.
- Наказ від державних органів.
- По закінченню терміну експлуатації споруд і конструкцій. Також отримання висновку про технічний стан для оформлення ліцензії на експлуатацію об'єкту.
- Зміна власника нерухомості.
- Страхування об'єкту потребує проведення цієї процедури.
- Визначення вигоди у ремонті або реконструкції.

Основні гігієнічні вимоги до штучних басейнів.

Основні гігієнічні вимоги для штучних водойм. Довжина ванн басейнів може бути 25 м (малі) і 50 м (великі), ширина – 10, 12, 15, 21 і 25 м, ширина доріжки – не менше від 2,25 м. Внутрішня поверхня ванн басейну облицьовується кахельною плиткою.

- *розміщення* – найкраще розташувати басейн окремо, якщо це крита споруда, то його намагаються змонтувати як окремо стоїть будівництво з приміщеннями технічного обслуговування; відкритий тип резервуара краще розташовувати на території, де немає поблизу джерел забруднення – кущів, доріг, дерев;
- *душ / санвузол* – навіть приватний, штучна водойма передбачає перед купанням прийом душу або ванни, особливо якщо планується велика кількість відвідувачів, тому дані приміщення повинні бути обладнані повністю;
- *роздягальня і доріжки* – обов'язково планується місце для перевдягань, а до басейну прокладаються зручні обхідні стежки, які виконуються з нековзного матеріалу;
- *кабінет для персоналу* – цей пункт стосується громадських плавальних споруд і передбачає облаштування спеціальних кабінетів для тренерів і медичних працівників;
- *обігрів* – в критих басейнах зазвичай забезпечується підігрів доріжок і гігієнічних кімнат.

Особливості гігієнічних вимог до штучних басейнів:

1. Загальні гігієнічні вимоги до спортивних споруд.
2. Вода в басейні постійно циркулює через фільтри, системи підігріву і знезаражування (ультрафіолетове опромінення, озонування, лазер, хімічні речовини – мідний купорос, розчини срібла та ін.). Найпоширенішим і дешевим способом знезаражування води є хлорування – 0,1-0,4 мг/л. Таке дозування справляє подразнюючий вплив на слизову (кон'юнктиву) ока (який можна попередити за допомогою спеціальних захисних окулярів) і бактерицидний вплив на флору, яка живе на слизових верхніх дихальних шляхів, що сприяє попередженню респіраторних інфекцій.
3. Для контролю за якістю води, її бактеріальною забрудненістю, вмістом хлору роблять проби води декілька разів на день.
4. Температура води і повітря у басейнах під час плавання повинна бути +26-27˚.
5. Перед виходом у зал влаштовуються ніжні ванни або душ.

Основні гігієнічні вимоги до фізкультурно-оздоровчих, фізіотерапевтичних споруд, кабінетів, відділень.

Вимоги санітарних норм до масажного кабінету:

- Необхідна квадратура – вісім квадратних метрів на кожне робоче місце масажиста. Тобто, якщо в кабінеті два масажиста необхідно щонайменше

шістнадцять квадратних метрів для їх роботи. Окремий кабінет навіть для одного працівника не менш як дванадцять квадратів.

- Наявність витяжки та вентиляції є обов'язковою.
- Температура повітря не нижче 22 градусів за Цельсієм. При меншій температурі тіло пацієнта може значно охолонути, що завадить ефективності процедури.
- Обов'язковою є наявність природного освітлення.

Важливо: за вимогами санепідемстанції приміщення для надання послуг масажу не може бути підвальним або напівпідвальним. Це пряме порушення норм щодо освітленості та сухості кабінету.

Санітарно-гігієнічні норми для занять фізичною культурою:

- дотримання правил індивідуальної гігієни;
- гігієнічний стан місця, де проводяться заняття;
- наявність спеціального справного спортивного інвентарю;
- наявність спеціального спортивного взуття та одягу;
- обов'язкове проведення водних процедур по закінченні занять.

Визначення температурного режиму залу кінезіотерапії, масажного кабінету, басейну.

Табл. 17. Санітарні норми температури повітря в приміщеннях:

Приміщення	Температура, º С
Класні кімнати, навчальні кабінети, лабораторії	17 - 20 º С
Майстерні з обробки металу і дерева, рекреації	16 - 18 º С
Спортивні зали	15 - 17 º С
Роздягальні при спортивному залі	19 - 23 º С
Актовий зал	17 - 20 º С
Бібліотека	16 - 18 º С
Вмивальні	20 - 23 º С
Кабінет лікаря	21 - 23 º С
Душові	Не нижче 25 º С
Спальні приміщення	18 - 20 º С
Лікарняна палата	18 - 20 º С
Вестибюль, гардероб	16 – 19 º С
Вбиральні (туалети)	17 - 21 º С

Деззасоби – препарати антимікробної дії, головне призначення яких знезараження приміщень, рук, інструментів. Сучасна продукція здатна знищувати нові штами патогенних мікроорганізмів, які здатні погіршити епідеміологічну ситуацію в країні.

Сучасні медичні дезінфекційні засоби поділяються на види**, залежно від активних компонентів у складі.** Відповідно до такої класифікації дез кошти у лікарнях бувають:

Хлорвмісні. Містять активний хлор, є високонадійними, оскільки справляються з різними типами патогенних мікроорганізмів. Часто використовуються для усунення особливо небезпечних збудників інфекцій, мають мийні, а також відбілюючі властивості. Однак такі дезінфекційні розчини в лікарні не підходять для обробки інструментарію, оскільки провокують корозію металів. Також вони викликають знебарвлення тканини, а ще мають досить різкий та неприємний запах. Ще засоби дезінфекції для лікарень на основі хлору відрізняються високим рівнем токсичності та при порушеннях правил експлуатації можуть завдати шкоди шкірним покривам та слизовим оболонкам. Такі дезінфектанти зазвичай використовуються для грубої обробки, зокрема. санації прибирального інвентарю та санвузла, а також для знезараження бризок крові й інших біологічних рідин.

Спиртовмісні. Ці дезрозчини в лікарні використовуються переважно для обробки шкірних покривів, а також для екстренної дезінфекції поверхонь. Вони швидко випаровуються, знищують багато патогенних мікроорганізмів, не залишають після себе плям або розводів, а також не вимагають змивання. Однак такі медичні засоби дезінфекції можуть бути агресивними до деяких типів поверхонь (зокрема гуми та оргскла), вони легкозаймисті та мають різкий специфічний запах.

Дезінфектори на основі ЧАС (четвертинних амонієвих сполук). Це відносно нові засоби для дезінфікування в медицині, які мають чимало переваг. Підходять для обробки обладнання поверхонь та інструментів, є нетоксичними та не провокують корозію металів. Знищують бактерії та блркують зростання спороутворюючих збудників (грибків). Мають відмінні мийні якості, не мають специфічного кольору або запаху, є високоефективними та термостабільними. Можуть поєднуватися з іншими речовинами для підвищення ефективності.

Дезінфектори на основі тріаміну Y12D (N,N'-біс (3-амінопропіл) додециламіну). Такі деззасоби в медицині виготовлені на основі відносно нової речовини, що відрізняється широким спектром антимікробних властивостей, бореться з бактеріями, вірусами та грибками, зокрема збудниками особливо небезпечних захворювань. Найчастіше вони використовуються для обробки приміщень та поверхонь, є малотоксичними та простими у застосуванні.

Альдегіди. Це не найсучасніші засоби дезінфекції в медицині, але водночас вони є високоефективними. Вони проявляють активність щодо багатьох патогенів, підходять для дезінфекції високого рівня та хімічної стерилізації. Ці деззасоби для медицини часто стають засобами вибору знезараження **ендоскопічного обладнання** та інших подібних інструментів. Однак вони мають високий рівень токсичності, можуть всмоктуватися деякими поверхнями, внаслідок чого довго виділятись у повітря.

Кисневмісні дезінфектанти. Такі розчини можуть мати у своєму складі перкарбонат натрію та інші речовини. Ці дезінфекційні засоби в медицині використовуються для різноманітної обробки, зокрема для санації посуду, білизни, різних предметів догляду за хворими. Відрізняються високим рівнем антимікробних властивостей, є екологічними та мають нейтральний запах.

Серед їх переваг також низька токсичність та гіпоалергенність. Однак такі розчини не є стабільними і можуть провокувати подразнення шкірних і слизових покривів.

Правила дезінфекції приміщень для фізичної терапії, ерготерапії.

Дезінфекція виробів медичного призначення знищує багато різних патогенних мікроорганізмів (бактерії, віруси, гриби), але не завжди усуває їхні спори. Вона робить поверхню або предмет безпечнішими для використання, однак не гарантує повної стерильності. А *стерилізація* медичних виробів в закладах охорони здоров'я забезпечує повне знищення всіх форм мікроорганізмів, включаючи бактерії, віруси, гриби та їхні спори. Це найбільш радикальний метод очищення.

Основні способи стерилізації медичних інструментів і поверхонь:

Парова стерилізація в автоклаві (Автоклавування)

Цей метод обробки виробів медичного призначення передбачає використання пари під тиском для знищення мікроорганізмів та очищення від залишків біоматеріалів. Температура пари – близько 121–134°C. Метод активно використовують у різних медичних та лабораторних установах.

Хімічна стерилізація

Метод стерилізації передбачає використання спеціальних розчинів (глутаральдегід, гідрокарбонат натрію). Хімічна стерилізація підходить для матеріалів, чутливих до тепла (оптичне скло та деякі пластмаси).

Ультрафіолетова стерилізація (УФ)

Найчастіше УФ-випромінювання використовують для стерилізації поверхонь медичних інструментів та лабораторного посуду. Оскільки воно не проникає всередину матеріалу, то підходить для обробки зовнішніх поверхонь.

Радіаційний метод (Опромінення гамма-променями)

В основі методу γ-випромінювання, яке відмінно знищує різні мікроорганізми. Може використовуватися для обробки різних матеріалів, зокрема виробів медичного призначення та лабораторного посуду.

Повітряна термічна стерилізація

Метод стерилізації передбачає повне знезараження медичних виробів у повітряних стерилізаторах за рахунок сухої спеки. Температура – 80–200°C. Метод підходить для обробки інструментів, схильних до корозії, нестійких до впливу вологи.

Пірогенне опікування

Підходить для стерилізації скляних виробів, зокрема ампул і флаконів. Нагрівання до дуже високої температури передбачає повне знищення мікроорганізмів.

Тема 19. Особиста гігієна людини. Гігієна одягу та взуття

Особиста гігієна людини, фізіотерапевта.

Особиста гігієна – це правила, пов'язані зі здоров'ям, яких дотримуються всі люди в повсякденному житті.

Правила стосуються індивідуального догляду за: шкірою, волоссям, нігтями, порожниною рота, зубами, одягом та взуттям.

- Шкіра – це найбільший орган нашого організму, який виконує багато важливих функцій. Шкіра захищає внутрішні тканини та органи від механічних пошкоджень та інфекцій, бере участь у газообміні, виведенні надлишку води й обміні речовин.

10 базових правил догляду за шкірою:

- Бути послідовними (використовувати засоби догляду за шкірою довгий час)
- Правильно визначити свій тип шкіри
- (нормальний; сухий; жирний; комбінований; чутливий)
- Адаптувати догляд до пори року
- Менше означає більше
- Ексфоліація шкіри (пілінг, відлущування)
- Піклування про мікробіом і pH шкіри (4,7)
- Завжди змивати макіяж
- Захоплення шиї та декольте
- Використання сонцезахисних засобів – боротьба з фотостарінням
- Водний баланс – основа пружності і еластичності шкіри

Чотири поради для зберігання чудової посмішки:

- Чистіть **зуби** не менше 2 разів на день зубною пастою із вмістом фтору,

після сніданку і перед сном.

- Використовуйте зубну нитку щодня.
- Обмежуйте кількість перекусів протягом дня.
- Регулярно проходьте огляди у стоматолога.

До предметів гігієни порожнини рота відносяться:

- зубні щітки,
- зубні нитки,
- пристосування для очищення спинки язика,
- іригатори порожнини рота,
- зубні йоржики,
- зубочистки,
- міжзубні стимулятори,

- предмети для догляду за знімними ортопедичними та ортодонтичними конструкціями.

ОСНОВИ ДОГЛЯДУ ЗА ВОЛОССЯМ: (основні поради)

Гарячий душ – це чудова можливість розслабитись, привезти до ладу свої думки та змити втому. Однак **гаряча вода** може серйозно нашкодити твоєму волоссю, адже вона висушує шкіру голови та позбавляє волосся природних олій, що в результаті спричиняє його **сухість** та **ламкість**, а також робить **волосся неслухняним** та **заплутаним**. Тому, рекомендовано мити голову теплою водою, а для того, щоб закрити волосяну кутикулу, вкінці обов'язково обполіскуй його водою кімнатної температури (важливо — не холодною!). Здавалось би, такий незначний момент може сильно нашкодити твоєму волоссю та призвести до погіршення стану шкіри голови і, навіть, надмірного його випадіння. Тому, приймаючи душ обов'язково звертай увагу на температуру води.

Чистота аксесуарів:

Брудний гребінець чи щітка для волосся часто є причиною того, що твоя зачіска виглядає несвіжою, волосся швидко жирніє чи має неприємний запах. Тому **важливо дбати** не лише про особисту гігієну, але й **про чистоту аксесуарів для догляду за волоссям**.

Регулярна стрижка:

Ще один крок до охайної та привабливої зачіски. І це пов'язано не лише з естетичним виглядом – якщо ти хочеш, щоб твоє волосся було здоровим та доглянутим, **слід регулярно підстригати посічені та сухі кінчики**. Наскільки часто варто відвідувати перукаря залежить від типу та довжини твого волосся, проте рекомендую робити це **не рідше, ніж раз на 2-3 місяці**. Навіть якщо твоє волосся у хорошому стані – регулярна стрижка лише піде йому на користь.

Уникнення тертя:

Волосяна кутикула складається з ороговілих клітин, які у здоровому волоссі повинні щільно прилягати одна до одної, утворюючи відповідний захист. При їх пошкодженні волосся **втрачає об'єм**, **стає тьмяним** та **ламким**. Зазвичай **причина** такого стану волосся може бути **пов'язана з**:

- використанням надто тугих резинок та жорстких аксесуарів для волосся. Це ж стосується й нееластичних, зужитих резинок, адже вони створюють зайвий стрес для волосся, що може призвести до його ламкості та навіть випадіння.
- розтиранням вологого волосся рушником — такі маніпуляції також негативно відображаються на стані волосся, адже, як і в попередньому випадку, травмується волосяна кутикула, в результаті чого ти отримуєш посічені кінчики, ламкість та сухе волосся. Достатньо обережно промокнути помите волосся рушником, зачекати кілька хвилин та висушити.

Турбота про шкіру голови:

Регулярний пілінг, який допоможе очистити шкіру голови, видалить всі забруднення та відмерлі частинки шкіри. Завдяки цьому волосся буде рости блискучим, об'ємним та міцним.

Другий варіант — це **масаж шкіри голови.** Досить простий та дієвий спосіб, аби зміцнити та активізувати волосяні фолікули, сповільнити надмірне випадіння волосся, поліпшити кровообіг, делікатно відлущити відмерлу шкіру, а також пришвидшити ріст волосся. Крім того, використання щітки для масажу шкіри голови покращує проникання активних косметичних компонентів та підвищує їх ефективність.

Неспання з мокрим волоссям:

Волосся дуже крихке, коли воно мокре, а це означає, що важливо дбайливо ставитися до нього. Завжди повністю треба **висушувати волосся перед сном**, а ще краще — легенько зібрати його у пучок, не перетискаючи сильно резинкою, або ж можна заплести у слабку косичку, якщо довжина волосся це дозволяє.

Мінімум засобів – максимум корисності:

Гелі, пінки, лаки, фіксуючі пасти та креми для вкладання — без цього звісно не обійтися. Щоденне нанесення фіксуючих засобів на волосся може пошкодити волосяну кутикулу, призвести до ламкості, сухості, швидкого забруднення волосся та накопичення залишків продуктів на шкірі голови.

І не лише надмірне використання засобів для укладання може шкодити волоссю. Потрібно також стежити за тим, аби догляд був максимально корисним:

- періодично треба змінювати косметичні продукти, такі як маски, пілінги, олійки для волосся. Адже наше волосся, як і шкіра голови, звикає до формули продукту і з часом їх дія вже не є такою ефективною;
- 1-2 рази у тиждень треба робити SPA-догляд для свого волосся — наносити зволожуючу, живильну чи зміцнюючу маску (відповідно до потреб волосся). Після — обов'язково помити волосся. Влаштовувати своєму волоссю своєрідну дієту — використовувати лише ті засоби, які у своєму складі мають активні компоненти, здатні покращити його стан та вигляд.

Дотримання гігієни рук медичними працівниками у закладах охорони здоров'я **є одним з головних заходів щодо запобігання поширенню інфекційних хвороб, які пов'язані з наданням медичної допомоги** та поширення збудників з антимікробною резистентністю. Контаміновані руки медичних працівників є фактором передавання мікроорганізмів всередині закладу і можуть бути причиною перехресного інфікування та спалахів інфекцій.

Гігієна рук – це спосіб очищення рук, який суттєво зменшує кількість потенційних патогенів (шкідливих мікроорганізмів) на руках і є найважливішим заходом для профілактики інфекційних хвороб, які пов'язані з наданням медичної допомоги. Це загальний термін, який застосовується до миття рук

водою з милом, гігієнічної обробки рук та хірургічної обробки рук.

Гігієнічна обробка рук – обробка рук шляхом втирання антисептика для рук в шкіру рук.

Антисептик для рук – спиртовмісний дезінфекційний засіб (рідина, гель або піна), що застосовується для нанесення на шкіру рук з метою знищення мікроорганізмів.

П'ЯТЬ МОМЕНТІВ ДЛЯ ГІГІЄНИ РУК:

- Перед контактом з пацієнтом (аби захистити пацієнта від небезпечних мікроорганізмів, які можуть бути на Ваших руках)
- Перед асептичною процедурою (аби захистити пацієнта від потрапляння мікроорганізмів до його організму, зокрема ендогенної мікрофлори)
- Після ситуації, пов'язаної з ризиком контакту з біологічними рідинами (аби захистити себе та навколишнє середовище від небезпечних мікроорганізмів пацієнта)
- Після контакту з пацієнтом (аби захистити себе та навколишнє середовище від небезпечних мікроорганізмів пацієнта)
- Після контакту з об'єктами навколишнього середовища пацієнта (аби захистити себе та навколишнє середовище від небезпечних мікроорганізмів пацієнта)

Показання до миття рук водою та милом:

1) коли руки помітно брудні;
2) коли руки забруднені кров'ю або іншими біологічними рідинами;
3) після відвідування туалету;
4) перед вживанням їжі;
5) після приходу на роботу та завершення робочої зміни;
6) коли високий ризик забруднення спороутворювальними мікроорганізмами (спалахи захворювань, що спричинені *C. difficile*) та норовірусами;
7) у всіх випадках необхідності практики гігієни рук, але недоступності антисептика для рук.

Умови, які мають бути дотриманні для ефективно проведеної гігієни рук:

- коротко підстрижені нігті (до 0,5 см);
- відсутність лаку на нігтях;
- відсутність каблучок, кілець або інших ювелірних прикрас, годинників тощо.

Дотримуватися гігієни рук необхідно за всіх зазначених показань, незалежно від того, використовуються рукавички чи ні (якщо використовуються рукавички, гігієна рук проводиться перед їхнім надяганням та після їхнього зняття).

До хімічних дезінфікуючих засобів відносять:

- хлор і його сполуки (розчини хлорного вапна, хлорамін)
- галогени (спиртйод, йодонат, розчин Люголя….)
- окисники (перекис водню, перманганат калію…)

Дезінфектанти – препарати, що застосовуються для знищення вірусів, бактерій, грибка та інших збудників інфекційних захворювань.

Вибираючи засіб для дезінфекції, слід звернути увагу на наявність свідоцтва про реєстрацію дезинфектанта в Україні, висновку державної санітарно-епідеміологічної експертизи і методичних вказівок щодо застосування засобу, які в обовязковому порядку повинні враховуватися споживачами перед початком проведення дезінфекційних робіт.

Також необхідно звернути увагу на спектр антимікробної дії), рівень токсичності (чи можна застосовувати засіб в присутності хворих), а також на наявність характерних особливостей.

Якими властивостями повинні володіти сучасні дезінфікуючі засоби?

- повинні добре розчинятися у воді,
- забезпечувати загибель патогенних мікроорганізмів при максимально короткій експозиції,
- бути ефективними при високому білковому навантаженні,
- надавати мінімальний токсичний вплив,
- не пошкоджувати оброблювані обєкти.

Значення одягу та взуття.

Охайна людина має чисте тіло, акуратно одягнена. Вона викликає симпатію, з нею приємно спілкуватися. А людина в зім'ятому одязі, брудному взутті, з немитим волоссям має непривабливий вигляд. Людина, яка має доглянутий зовнішній вигляд, почувається впевненіше. Охайність свідчить про повагу людини до себе і до людей, які її оточують. Крім того, охайність і повсякденний догляд за чистотою тіла сприяють зміцненню здоров'я.

ПРАВИЛА ДОГЛЯДУ за ОДЯГОМ та ВЗУТТЯМ:

Щоб бути чистим і охайним, потрібно не тільки старанно піклуватися про чистоту тіла, а й знати, як обирати потрібний одяг і взуття, як утримувати їх у чистоті та порядку. Від цього теж залежить здоров'я. Адже одяг і взуття захищають наше тіло від холоду й спеки, від дощу й вітру, від травм та інших ушкоджень. Передусім одяг і взуття мають відповідати розміру, бути зручними, не заважати рухам, не стискати будь-яку частину тіла.

Речі слід добирати відповідно до пори року, погоди, події, статі, віку тощо. Одягатися відповідно до погоди – означає не тільки носити влітку кофтинки, короткі спіднички чи шорти, легкі сорочки, футболки, а взимку – шубу чи пальто і тепле взуття. Головне – не одягатися занадто тепло, щоб не перегріватися. В одязі треба почуватися комфортно: щоб було не спекотно і не холодно.

Не варто завчасно одягатися занадто легко, а взимку ходити без шапки.

Для різних видів діяльності потрібний різний одяг і взуття. Для роботи призначено ділові костюми, для спорту – спортивний одяг.

Слід постійно стежити за своїми речами, щоб одяг і взуття були завжди чистими, непошкодженими. Перевіряти, чи всі ґудзики є на ваших речах, чи не брудні вони, чи немає плям, чи випрасувані. Знявши одяг, не забувайте вішати і складати його до шафи.

Під час догляду за своїм взуттям: його треба чистити, якщо воно вологе — слід просушувати. Не надягати мокрий одяг і взуття, це завдає шкоди здоров'ю.

Не ходити цілий день у спортивному взутті – кедах, кросівках. Не забувайти, що вони призначені для занять спортом. Щоб одяг і взуття довго слугували, треба берегти їх.

Загальні гігієнічні вимоги до професійного одягу.

Нині основними компонентами пакету одягу вважають такі шари: білизна (1-й шар), костюми і плаття (2-й шар) та верхній одяг (3-й шар).

За призначенням і характером використання розрізняють одяг повсякденний побутовий (у тому числі дитячий), професійний (спецодяг), спортивний, військовий, лікарняний, обрядовий тощо.

Гігієнічні властивості одягу залежать від виду тканини, характеру її фактури та розкрою одягу. Для виготовлення тканин для одягу використовуються текстильні волокна різного походження (натуральні, хімічні).

Натуральні органічні волокна – найдавніший вид тканинних матеріалів, їм притаманні високі гігієнічні властивості. Вони можуть бути органічними (рослинними, тваринними) і неорганічними. До рослинних (целюлозні) органічних волокон належать *бавовна, льон, сизаль, джут, прядиво* та ін. До органічних волокон тваринного походження (білкові) належать *вовна і шовк*. Для виготовлення деяких видів спецодягу можуть використовуватися неорганічні (мінеральні) волокна, наприклад *азбест.*

Останніми роками все більшого значення і поширення набуває інша група текстильних волокон – **хімічні.** Як і натуральні, вони можуть бути органічними і неорганічними. Проте останні застосовуються тільки для виготовлення спеціальних видів одягу.

Загальні гігієнічні вимоги до професійного взуття.

За призначенням розрізняють побутове (домашнє, літнє, зимове, повсякденне, святкове та ін.), спортивне, спеціальне робоче, дитяче, військове та лікувальне (ортопедичне та ін.) взуття. У поєднанні з одягом взуття є важливим атрибутом нашого туалету, воно має велике естетичне значення, відбиваючи культуру, виховання та національні традиції і формуючи зовнішній вигляд людини.

Взуття має відповідати таким загальним гігієнічним вимогам:

• Мати малу *теплопровідність*, забезпечувати оптимальний мікроклімат взуттєвого простору та його добру вентиляцію.

• Бути зручним у користуванні, не порушувати кровопостачання, ріст і формування кістково-м'язових елементів ступні, не утруднювати рухів під час ходьби, занять фізичною культурою і під час виконання трудових операцій.
• Забезпечувати захист ступні від несприятливих фізичних, хімічних і біологічних впливів.
• Не виділяти у внутрішньовзуттєвий простір хімічних речовин у концентраціях, здатних у реальних умовах експлуатації мати несприятливий вплив (шкіроподразливий, резорбтивний, алергічний та ін.) на шкіру ступні і організм у цілому.
• Відповідати віковим, статевим та іншим фізіологічним особливостям організму.
• Легко чиститися і висушуватися, тривалий час зберігати вихідні форму та гігієнічні властивості.
• Гігієнічні властивості взуття залежать від матеріалу, з якого воно виготовлене, відповідності розмірів конфігурації ступні, конструктивних особливостей та експлуатаційних якостей.

Для виготовлення взуття використовують різні натуральні і штучні матеріали. Багато показників, за якими судять про переваги й недоліки того чи іншого матеріалу і можливості використання його у взутті різного призначення, збігаються з тими, які характеризували гігієнічні властивості тканин та одягу: теплопровідність, вологопоглинання, повітропроникність та паропроникність.

Гігієнічні властивості тканин:

Теплопровідність – властивість проводити тепло; залежить від пористості, структури тканини, виду волокон та їх переплетіння; чим вища ця властивість, тим більше тепла віддає організм у довкілля і навпаки; добре зберігають тепло хутро, вовна, фланель, лавсан, нітрон, полівінілхлоридні волокна.

Випаровуваність – властивість видаляти накопичену вологу (піт); чим повільніше випаровується волога (наприклад, з вовни), тим тіло охолоджується менше; добра ця властивість притаманна бавовні.

Гігроскопічність – властивість адсорбувати на своїй поверхні водяну пару із зовнішнього повітря та поглинати піт із поверхні шкіри, але одночасно зберігати на достатньому рівні теплозахисні властивості одягу, що важливо для забезпечення нормального теплообміну; найвищу цю властивість мають вовняні тканини та добру – трикотажні вироби з натуральних волокон; більшість синтетичних тканин (капрон, нейлон) не мають цю властивість.

Повітропроникність – властивість проводити повітря; завдяки цьому відбувається обмін повітря між довкіллям і підодяговим простором, з нього видаляються кінцеві продукти обміну речовин; недостатнє ж їх видалення погіршує самопочуття та знижує працездатність; добру цю властивість мають вовняні, бавовняні тканини, дещо менше пропускають повітря вироби з лавсану і хлорину; низька ця властивість у капрону та синтетичних волокон; зовсім не пропускають повітря тканини, що покриті водотривкими матеріалами, та прогумований одяг.

Електростатичність **–** властивість накопичувати електричні заряди, які негативно впливають на шкіру та нервову систему (спричинюють дратівливість, порушення сну) і знижують працездатність, а також притягують до себе пилові частинки і мікроорганізми; при контакті з заземленими предметами відбувається іскровий розряд, що спричиняє болюче відчуття; сильно накопичують електричні заряди тканини з синтетичних волокон, а з натуральних, наприклад, вовна накопичує у 11 разів більше, ніж бавовна.

Паропроникність **–** властивість пропускати водяну пару як у підодяговий простір, так і назовні; залежить від товщини та пористості матеріалу і забезпечує збереження нормального теплообміну та виділення газоподібних продуктів життєдіяльності організму.

Знезаражувальність **–** здатність до знезаражування; при носінні одяг може накопичувати і зберігати вірулентність (заразність) бактерії, грибки, паразити та їх яйця; синтетичні тканини не витримують високої температури води, тому під час прання лише у теплій воді мікроорганізми не знешкоджуються, тому при терті об шкіру така тканина одягу спричиняє її подразнення та інфікування; бавовняні тканини можуть витримувати навіть кип’ятіння та прасування, тому і добре знезаражуються; вовняні тканини можна прати у гарячій воді, яка вбиває більшість мікроорганізмів, але вони збігаються.

Приклади професійного одягу та взуття для фізичного терапевта, ерготерапевта.

Медичний одяг повинен бути зручним і функціональним:

До цієї групи входять: медичні халати, костюми, хірургічні куртки, медичні штани.

Загальні вимоги до зовнішнього вигляду фізичного терапевта, ерготерапевта.

- Охайність
- Привітність
- Доброзичливість
- Співчуття до пацієнта
- Врівноваженість
- Вмотивованість

ПРОФІЛАКТИКА ШКІДЛИВИХ ЗВИЧОК:

Обов'язковою умовою здорового способу життя є відмова від шкідливих звичок, зокрема паління, вживання алкоголю, наркотиків, статевих збочень тощо.

Паління підвищує вміст у крові карбоксигемоглобіну, зумовлює гіпоксію тканин, негативно впливає на функції шлунка та ендокринних залоз, кровоносні судини, зуби, ротову порожнину, погіршує пам'ять і увагу, знижує розумову працездатність. Середня тривалість життя тих, хто палить, на 5— 7 років коротша, ніж тих, хто не палить.

Великою небезпекою (особливо для дітей та вагітних жінок) є вимушене пасивне паління під час перебування у приміщенні, що забруднюється тютюновим димом.

Усі ці дані свідчать про необхідність посилення боротьби з палінням (першими приклад цього мають демонструвати медики) і активізації відповідної профілактичної роз'яснювальної і організаційної роботи.

Зловживання алкоголем також негативно впливає на організм на всіх етапах його розвитку, починаючи з внутрішньоутробного. Під впливом алкоголю можуть настати передчасні пологи, відбувається збільшення перинатальної смертності. З алкогольною інтоксикацією вагітних жінок багато вчених пов'язують зростання в 60—70 разів кількості випадків специфічних виродливостей і порушень розвитку дітей, алкогольного синдрому плода та енцефалопатій. Алкоголь негативно впливає на всі органи і системи організму.

ДОТРИМАННЯ РЕЖИМУ ДНЯ:

Оптимальна життєдіяльність людини неможлива без суворого дотримання режиму дня, чергування активної діяльності та відпочинку, бадьорості та сну. За всіляких індивідуальних розбіжностей для більшої частини осіб, які працюють і навчаються, доба поділяється приблизно на три однакові за тривалістю частини: трудова діяльність (навчання), вільний час та сон.

Обов'язковим, надзвичайно важливим з точки зору формування здорового способу життя елементом режиму дня є відпочинок, основними видами якого є щорічний, щотижневий, щоденний та короткочасний. Небезпечним для здоров'я і працездатності людини є нехтування щоденним, а особливо щотижневим відпочинком від професійної діяльності. Такий відпочинок являє собою фізіологічну потребу організму. Кращими його формами слід вважати перебування на свіжому повітрі, прогулянки, заняття фізкультурою і спортом. Особлива увага має бути приділена щотижневому відпочинку працівників розумової праці, оскільки багато з них використовують вихідні (нерідко і дні щорічної Відпустки) для напруженої розумової діяльності. Проте найбільш ефективним засобом відпочинку є насамперед зміна видів діяльності.

Великого поширення в останні роки набуло телебачення. На перегляд телепередач у середньому щодня витрачається 1,5—2 год. Значна частина населення, в тому числі діти шкільного віку, проводять біля телевізора 3—4 год і більше на день. Щоб запобігти негативним наслідкам цього, необхідно дотримуватися певних гігієнічних рекомендацій. Час перегляду телепрограм слід обмежити (в середньому не більше ніж 2 год щодня). Від екрану телевізора потрібно перебувати на відстані 2,5—5 м, чорно-білі і кольорові передачі дивитися при потужності освітлення приміщення 7—9 Вт/м^2 у віці до 35 років, 9 – 11 Вт/м^2 у віці за 35 років. Кут зони перегляду передач має бути в межах 60° стосовно центру екрана.

ГІГІЄНА ПРАЦІ МЕДИЧНОГО ПЕРСОНАЛУ

Серед провідних проблем гігієни лікувально-профілактичних закладів останніми роками все більшого значення набувають питання гігієни праці медичного персоналу. Трудова діяльність медичних працівників поєднана з можливістю негативного впливу різних специфічних професійних чинників.

Виходячи з різного ступеня їх значущості і залежно від профілю діяльності, спеціалізації та конкретних умов праці, до них відносять:

- високе нервово-емоційне напруження, пов'язане з почуттям співпереживання, відповідальності за здоров'я та життя хворого;
- контакт з інфекційними хворобами, небезпека зараження та травматизації під час проведення маніпуляцій, обстежень, операцій, перебування в середовищі, де мешкають носії та переносники захворювань;
- несприятливе за своїми хімічними та фізичними властивостями навколишнє середовище на робочому місці (дискомфортний мікроклімат, атмосферний тиск, який часто змінюється, забруднення повітря та предметів лікарськими, анестезувальними, дезінфекційними та іншими хімічними речовинами, вплив іонізуючих випромінювань, електромагнітних полів радіочастот, квантових (лазерного та ін.) випромінювань, ультразвуку, шуму, вібрації та інших несприятливих фізичних чинників);
- вимушене положення тіла (хірурги, оториноларингологи, стоматологи), напруження зору, фізичні навантаження під час виконання більшості маніпуляцій та операцій, відсутність достатніх умов для короткочасного відпочинку протягом періоду робочої зміни;
- порушення фізіологічно оптимальної структури режиму дня, що пов'язані з працею в нічний та позаурочний час, із станом емоційного напруження, що утруднює повне відключення від професійно-службових справ після завершення робочого дня.

Численні дослідження показують, що в реальних умовах професійної діяльності медичного персоналу (як лікарів, так і молодшого та середнього медичного персоналу) ці шкідливості можуть досягати величин, які наближаються до допустимих санітарних законодавством значень або навіть перевищують. Так, наприклад, в операційних температура повітря може досягати 28—30 °С і більше, відносна вологість повітря — 85— 90 %, створюючи для бригади, яка оперує, умови вираженого теплового дискомфорту. Значне перевищення допустимих концентрацій вмісту медикаментозних препаратів (пеніциліну, дибазолу, фенобарбіталу та ін.) може відзначатися в процедурних кабінетах, аптеках. Можливість інфікування під час розтину померлих та дослідження біопсійного матеріалу, контакти із шкідливими для організму речовинами (формаліном, хлороформом, ксилолом, бензолом, фарбниками тощо) є невід'ємними супутниками діяльності лікаря в патолого-анатомічному відділенні.

Таке становище зумовлює високий рівень захворюваності серед медичних працівників. У структурі цієї захворюваності превалюють ішемічна хвороба серця, гіпертонічна хвороба, алергічні та гінекологічні захворювання,

ускладнення вагітності та післяопераційного періоду, хвороби опорно-рухового апарату, порушення зору та слуху тощо.

Різні професійні групи медичних працівників відрізняються одна від одної не лише рівнем, але й структурою захворюваності. Так, наприклад, відзначено, що ускладнення вагітності (пізній токсикоз), патологія пологів (передчасні пологи, кровотечі тощо) у жінок-хірургів та анестезіологів зустрічаються у 2—3 рази частіше, ніж у лікарів-лаборантів.

Близько 20 % маніпуляційних сестер страждають на різні алергічні захворювання: дерматити, вазомоторний риніт, астматичний бронхіт.

Для ослаблення впливу несприятливих професійних чинників на здоров'я медичних працівників та запобігання їм необхідна цілеспрямована система профілактичних заходів, важливим елементом якої має бути якісний професійний відбір.

Для залучення до медичної професії (особливо до тих її видів, що пов'язані з підвищеним професійним ризиком) абсолютно недостатньо лише прагнення до оволодіння тією чи тією медичною професією. Для цього, окрім відповідних початкових загальноосвітніх та спеціальних знань, необхідні міцне фізичне та психічне здоров'я, необтяжена спадковість, здатність подолати значні фізичні та психічні навантаження, розвинуте почуття милосердя та співпереживання, здатність до самопожертви та багато інших якостей особистості.

Нині чітко встановлений перелік загальних медичних протипоказань стосовно допущення до роботи в закладах охорони здоров'я, діяльність в яких пов'язана з несприятливими професійними чинниками.

До них відносять:

- природжені аномалії органів з вираженою недостатністю їх функцій;
- органічні захворювання ЦНС із стійкими вираженими порушеннями функцій;
- епілепсія з частими нападами і зміною особистості;
- захворювання ендокринної системи з вираженим порушенням функцій;
- злоякісні новоутворення;
- виражені форми хвороб крові і кровотворних органів;
- гіпертонічна хвороба II—III стадії;
- хвороби серця з недостатністю кровообігу;
- хронічні захворювання легенів з вираженою легенево-серцевою недостатністю та схильністю до кровотеч;
- бронхіальна астма важкого перебігу з вираженими порушеннями кровообігу без нападу;
- активні форми туберкульозу будь-якої локалізації;
- виразкова хвороба шлунка і дванадцятипалої кишки з частими загостреннями або схильністю до ускладнень;
- цирози печінки й активні хронічні гепатити, ураження жовчовивідних шляхів з важкими нападами;
- хронічні панкреатити, гастроентерити та коліти з частими загостреннями;

- хронічні захворювання нирок з явищами ниркової недостатності, сечокам'яна хвороба з частими нападами або ускладненнями;
- колагенози;
- захворювання суглобів з частими загостреннями або зі стійкими порушеннями функцій;
- стійке порушення менструальної функції;
- вагітність і період лактації;
- хронічні запальні захворювання матки і придатків з частими загостреннями;
- патологія вагітності (невиношування й антенатальне ушкодження плода) у жінок дітородного віку;
- захворювання зорового нерва і сітківки;
- анофтальм;
- глаукома.

З урахуванням специфіки умов праці та професіональних шкідливостей, властивих деяким спеціалізованим відділенням, установлено перелік додаткових медичних протипоказань до роботи в цих підрозділах. Так, для персоналу неінфекційних, інфекційних і туберкульозних лікарень та відділень, проти-туберкульозних диспансерів, спеціалізованих туберкульозних диспансерів, пологових будинків, санаторіїв-профілакторіїв, науково-дослідних інститутів, бактеріологічних лабораторій та лепрозоріїв вони такі:

- алергічні захворювання;
- хронічний бронхіт, що часто загострюється, хронічна пневмонія, бронхіальна астма;
- виражений, часто рецидивуючий, гострий і хронічний коліт;
- кандидоз та інші мікози;
- хронічні захворювання сечовивідних шляхів;

• хронічні субатрофічні зміни верхніх дихальних шляхів зі схильністю до атрофії, гіперпластичний ларингіт, озена. Для персоналу психіатричних, психоневрологічних і наркологічних лікарень, клінік, диспансерів, санаторіїв та лікувально-виробничих (лікувально-трудових) майстерень додатково встановлені такі протипоказання:

- хронічні субатрофічні зміни верхніх дихальних шляхів зі схильністю до атрофії, озена, викривлення носової перегородки з порушенням функції носового дихання;
- порушення функції нюхового аналізатора (аносмія);
- порушення функції вестибулярного апарату;
- алергічні захворювання;
- хронічні захворювання передньої камери очного яблука, повік, кон'юнктиви, рогівки, сльозовивідних шляхів;
- виражена вегетативна дисфункція;

• наркоманії, токсикоманії, в тому числі хронічний алкоголізм. У процесі трудової діяльності медичний персонал лікувально-профілактичних закладів може піддягати впливу різноманітних професійних шкідливостей, що

обумовлює необхідністьвикористання цілеспрямованих заходів щодо охорони і гігієни праці як на етапі запобіжного, так і поточного санітарного нагляду. Викладемо деякі з них. Так, санітарно-побутові приміщення для обслуговуючого персоналу лікарень та інших стаціонарів мають відповідати таким критеріям:

- кількість шаф у гардеробних має повністю (100 %) відповідати списковому складу персоналу;
- площа гардеробних для вуличного одягу має бути не меншою ніж 0,08 м^2 на одну вішалку (гачок) гардеробної;
- площа гардеробних для домашнього і робочого одягу – не меншою ніж 0,4 м^2 на одну шафу. Гардеробні мають бути обладнані двостулковими шафами, що зачиняються і вентилюються, кількість їх має відповідати кількості працівників.

До кількості душових кабін і санітарних приладів для персоналу такі вимоги:

• кількість душових кабін визначається такими розрахунками: одна душова кабіна на 10 осіб в інфекційних і туберкульозних відділеннях, одна душова на 15 осіб – в інших відділеннях;

• кількість санітарних приладів має забезпечувати потреби працівників, виходячи з розрахунку 1 прилад на 1 людину. В операційних блоках санпропускники для персоналу (чоловічий і жіночий) слід проектувати з двох суміжних приміщень для роздягання і одягання з душем.

В акушерських обсерваційних приймальних і дитячих відділеннях мають бути обладнані санпропускники для персоналу з гардеробною і душовими з розрахунку 1 душова кабіна на 5 осіб.

Для жінок-працівниць мають бути передбачені приміщення (кімнати) особистої гігієни, що мають у своєму складі процедурні кабіни, обладнані гігієнічними душами з гнучкими шлангами і змішувачами гарячої та холодної води, гачками (вішалками) для білизни та одягу. Площа процедурної кабіни має становити не менше ніж 2,0–2,25 м^2.

Для забезпечення обслуговуючого персоналу гарячим харчуванням у лікарнях та інших стаціонарах мають бути передбачені їдальні або буфетні. Кількість посадочних місць в їдальнях або буфетних слід передбачати з розрахунку 10–12 на 100 працівників.

У кожному структурному підрозділі мають бути передбачені кімнати для персоналу площею не менше ніж 12 м^2, обладнані холодильниками, електронагрівальними приладами та раковинами для миття рук.

В операційних та пологових блоках не допускається використовувати наркозні та інші апарати без обладнання для видалення і поглинання парів наркотичних речовин, які надходять у повітряний простір з видихуваним повітрям. Не допускається використовувати наркозні і дихальні апарати з порушеною герметизацією системи передачі газів, без шлангів (повітровідсмоктувачів) або всмоктувальних фільтрів з активованим вугіллям. У процедурних, аерозольінгаляційних кабінетах, перев'язочних і стерилізаційних відділеннях мають бути передбачені витяжні шафи для виконання маніпуляцій, пов'язаних із використанням високоактивних медикаментів, обладнані раковиною і змивом у каналізацію.

Параметри внутрішнього середовища у функціональних і виробничих приміщеннях та на робочих місцях обслуговуючого, медичного та іншого персоналу мають відповідати нормативним значенням за основними параметрами мікроклімату і повітряного середовища (температура, вологість та швидкість руху повітря, повітрообмін, хімічний і бактеріологічний склад його).

Медичний персонал, який працює зі шкідливими хімічними речовинами або підлягає впливу несприятливих виробничих чинників, має постійно проходити необхідні медичні обстеження.

Методи санітарно- гігієнічних досліджень

Бактеріологічні методи у практиці санітарно-гігієнічних досліджень часто мають першочергове значення, оскільки з їх допомогою можна не тільки визначати загальну кількість мікроорганізмів у об'єкті, що вивчається, але й виділити та ідентифікувати санітарно-характерні мікроорганізми. Бактеріологічний аналіз має важливе значення для оцінки харчових продуктів (молоко, м'ясо, готова їжа), оскільки за деяких умов кількість мікроорганізмів у них може досягати колосальних значень і викликати псування продуктів, а іноді і харчові отруєння. До об'єктів санітарного нагляду належать підприємства промисловості, транспорту, житлові будинки, дитячі заклади, нові види посуду, тари, устаткування і упаковок з полімерних матеріалів, дитячі іграшки, книги, одяг.

Епідеміологічний метод – це сукупність методів вивчення змін здоров'я населення під впливом різних ендогенних (генетичних, вікових та інших) і екзогенних соціальних і природних (хімічних, біологічних, психогенних та інших) чинників.

Епідеміологічний метод дозволяє вивчати здоров'я колективів (наприклад, дітей, які відвідують дошкільні заклади або школи, робітників підприємств) або населення міста, району, області шляхом аналізу певних медичних звітних документів, проведення медичних обстежень населення в амбулаторних і стаціонарних умовах з подальшим розрахунком показників, які характеризують здоров'я населення.

Найбільш поширена і проста форма використання епідеміологічного методу – одномоментні «поперечні» дослідження. У таких дослідженнях спостереження за дією чинників довкілля на здоров'я населення належать до одного моменту. «Поперечні» дослідження дозволяють вивчити рівень здоров'я населення на момент обстеження, виявити ті чинники, які можуть вплинути на виникнення і розвиток захворювання. Існують два типи «поперечних» досліджень: порівнюють рівень здоров'я осіб основної і контрольної груп або визначають різницю в рівнях впливу чинників на хворих і здорових. Доступність і простота «поперечних» досліджень залишаються їх невід'ємними перевагами. Але можливості цієї форми дослідження обмежені. З її допомогою можна відповісти на певне коло запитань, але неможливо зробити кінцевий висновок про значення того чи іншого чинника в погіршенні стану здоров'я. Суттєвим недоліком є також відсутність можливості вивчити динаміку того чи іншого

процесу або змін у стані здоров'я. Довготривале динамічне спостереження за станом здоров'я має назву «поздовжнє» дослідження. Воно дозволяє стежити за зміною здоров'я у часі.

Санітарно-статистичні методи вивчення здоров'я населення, які ґрунтуються на даних офіційних облікових документів і звітів, які містять інформацію про стан здоров'я населення. Враховують захворюваність, демографічні показники, фізичний розвиток дітей і підлітків, рівень інвалідності та інші.

Статистичні дослідження містять чотири етапи: складання програм і плану дослідження, збір матеріалу, розроблення даних, аналіз матеріалу, складання висновків і пропозицій для впровадження результатів дослідження в практику.

Клінічні методи дослідження широко використовуються для оцінки стану здоров'я населення, що зазнає дії різних чинників довкілля. При цьому використовують біохімічні, імунологічні та інші тести. Особливе місце займають клінічні методи при вивченні професійної патології працівників. Методи гігієнічного експерименту мають на меті в природних або лабораторних умовах вивчити вплив різних чинників довкілля на організм людини. Їх можна поділити на чотири основні групи: експерименти з моделюванням природних умов, лабораторні експерименти на тваринах, камеральні експерименти на людях, натурні експерименти.

Метод лабораторного експерименту дозволяє моделювати процеси і явища довкілля для з'ясування їх значення для здоров'я людини. Експерименти на лабораторних тваринах дають можливість екстраполювати отримані дані на людей, враховуючи, звичайно, анатомічні, біохімічні і фізіологічні особливості людей. Камеральні експерименти проводять на добровольцях за спеціальним дозволом МОЗ України. Натурні експерименти — це, насправді, спостереження за колективом осіб, що зазнають дії тих чи інших несприятливих чинників навколишнього середовища у реальних умовах виробництва або життя.

Тема 20. Екологія людини

Екологія – наука, що вивчає зв'язки організмів між собою та з навколишнім середовищем. Порушення екологічної рівноваги може спричинити екологічну небезпеку, екологічну кризу та екологічну катастрофу. Перед людством постають різноманітні екологічні проблеми:

- забруднення природного середовища відходами промислового та сільськогосподарського виробництва;
- потепління клімату;
- забруднення атмосфери кислотними опадами;
- запустелювання великих територій;
- зниження біологічного різноманіття;
- вимирання видів;

- втрата цілих екосистем.

Крім зазначених проблем, в екології людини виникають питання заповнення екологічних ніш небажаними організмами (паразити, шкідники, збудники нових захворювань, такі як вірус пташиного грипу, пріони тощо); перенаселення Землі, демографічні катаклізми; погіршення середовища у міській і сільській місцевостях.

Вперше визначив екологію як «науку, що вивчає взаємовідносини тварин з органічною та неорганічною природою» у 1870 р. німецький вчений Е. Геккель у своїй праці «Загальна морфологія організмів». У 1895 р. датський ботанік Е. Вармінг застосував цей термін до представників рослинного світу. І лише у XX ст. екологія сформувалася як самостійна біологічна наука зі своїми методами і предметом вивчення.

Об'єктами досліджень в екології можуть бути окремі організми, популяції, угрупування, екосистеми та вся біота нашої планети. Тому в екології виділяють три рівні вивчення: 1) популяційно-видовий; 2) екосистемний; 3) еволюційно-історичний.

Популяційно-видовий рівень передбачає вивчення індивідуальних реакцій окремих організмів, популяцій або виду в цілому на дію чинників навколишнього середовища.

Екосистемний рівень досліджень передбачає вивчення процесів, спричинених взаємним впливом організмів чи популяцій різних видів. На цьому рівні виконуються надзвичайно складні й трудомісткі дослідження, спрямовані на з'ясування закономірностей, які визначають існування у просторі та часі зв'язків між різними видами автотрофів і гетеротрофів.

Еволюційно-історичний рівень досліджень передбачає встановлення стратегічних можливостей розвитку об'єктів досліджень під впливом глобальних (історичного масштабу) коливань параметрів навколишнього середовища, таких як вікові коливання погодних умов, зміни ґрунтів або рельєфу тощо.

У сучасній екології застосовуються такі методи досліджень:

- емпіричні;
- експериментальні;
- моделювання.

До ***емпіричних методів*** належать численні способи реєстрації прямих спостережень, вимірювання за допомогою будь-яких технічних засобів. Але не завжди вистачає лише спостережень для проведення зваженого аналізу даних, тому часто застосовуються експерименти.

Експерименти здійснюються на основі теорій, які вимагають інтерпретації результатів досліджень. До експериментальних належать методи, що передбачають контроль та керування умовами, в яких перебуває об'єкт дослідження. Основним у виконанні експериментів є перевірка гіпотез, припущень, котрі мають принципове практичне значення.

До ***методів моделювання*** в екології належать: предметне моделювання, при якому модель певним чином відтворює параметри оригіналів, і знаково-математичне моделювання, при якому об'єкт відтворюється віртуально (комп'ютерне моделювання) або у вигляді графіків, гістограм, схем тощо.

З метою передбачення змін у природних екосистемах, зумовлених природними процесами або діяльністю людини, здійснюють екологічне прогнозування. Виділяють такі **рівні прогнозування**:

- локальне (поширюється на невелику територію);
- національне (поширюється на окрему державу);
- регіональне (поширюється на декілька країн, материк, океан тощо);
- глобальне.

Екологічний прогноз передбачає можливі зміни в екосистемах, основуючись на об'єктивних наукових даних про закономірності функціонування живих систем та їхні реакції на вплив певних чинників.

Навколишнє середовище – це сукупність чинників, які здатні прямо чи опосередковано впливати на життєдіяльність організмів. Часто їх називають екологічними чинниками. Виділяють чотири основні типи середовища: водне, повітряне, ґрунтове і внутрішнє середовище організмів.

За ступенем впливу на організми зовнішні чинники поділяються на:

- життєво необхідні (світло, вода, мінеральні солі, кисень);
- факультативні активні (дим, радіаційне випромінювання);
- факультативні нейтральні (інертні гази).

За походженням виділяють:

- біотичні;
- абіотичні;
- антропогенні.

За характером впливу чинники поділяються на:

- прямі (безпосередньо впливають на конкретні показники стану організму чи популяції);
- непрямі (впливають опосередковано).

Абіотичні чинники поділяються на елементарні (температура, вода, атмосферний тиск, повітря, електромагнітне поле) та комплексні (хімічний склад субстрату (розчину, газу), агрегатний стан субстрату, сонячне світло).

Біотичні чинники являють собою дію живих організмів один на одного. Вони поділяються на фітогенні, зоогенні, мікробіогенні та мікогенні.

Антропогенними чинниками вважають будь-які впливи, які спричинені діяльністю людини в природних екосистемах. Відповідно до характеру діяльності антропогенні чинники бувають: сільськогосподарські, транспортні, військові, промислові та природоохоронні.

Кожен окремо взятий чинник може бути охарактеризований певними параметрами, значення яких можна зареєструвати візуально або інструментально. Параметри кожного чинника можуть змінюватися в просторі і часі. Такі коливання параметрів позначаються на життєдіяльності організмів.

Залежно від діапазону, в якому організм чи популяція здатні сприймати коливання параметрів окремих чинників, виділяють *еврибіонтні* та *стенобіонтні системи*. Еврибіонтами називають організми (системи), здатні існувати і відтворюватися в широких межах дії чинника. Наприклад, рудий тарган (прусак) може існувати і розмножуватися в умовах екстремальних температур, освітленості, хімічного складу атмосфери тощо.

Стенобіонтами є організми (системи), які можуть забезпечувати повноцінне існування лише в умовах вузького діапазону дії окремих чинників. Так, усі ендопаразити є стенобіонтами відносно температури (личинка людської аскариди), хімічного складу рідини, що оточує паразита (печінковий сисун), або інших чинників.

Абіотичні чинники

Світло є найважливішим абіотичним чинником на планеті. Лише сонячне випромінювання забезпечує трофічні потреби всіх живих істот на планеті. Сонце випромінює світло в широкому діапазоні хвиль (від ультрафіолетових до інфрачервоних). Видима людським оком частка сонячних променів становить 40-50% усієї кількості, що досягає поверхні Землі. Хвилі частотою менше 290 нм є згубними для більшості живих організмів, значна кількість цих хвиль відбиваються озоновим шаром. Довші хвилі проходять крізь цей шар. Споживачами енергії Сонця є передусім автотрофні організми, а саме зелені рослини. Тварини теж потребують сонячного світла. Зокрема, людині воно необхідне для синтезу вітаміну D (промені в діапазоні 250-300 нм).

За вимогами до світла організми поділяються на світлолюбні, тіньовитривалі та нічні. До перших належать усі фотосинтезуючі рослини і деякі види тварин, наприклад, денні комахи. До других – окремі види рослин (наприклад, мохи) і тварини. Певною мірою до таких організмів можна віднести і людину. Геліофобними є деякі види тварин, що ведуть нічний спосіб життя (кажани) або живуть у печерах, ґрунті (кроти).

Тепло є суттєвим чинником, який визначає можливість протікання біохімічних процесів, адже білки-ферменти, що контролюють перебіг цих процесів, функціонують лише в певних температурних межах. Рослини великою мірою залежать від тепла, оскільки вони мають дуже незначні можливості коригувати температуру. Рослини належать до *ектотермних* організмів (тих, чия температура залежить від температури навколишнього середовища). На відміну від них, *ендотермні* організми мають більш потужні механізми контролю за власною температурою. Тварин поділяють на холоднокровних (пойкілотермних) і теплокровних (гомойотермних).

Стосовно до дії температурного чинника живі організми поділяють на теплолюбиві та холодостійкі. Перші живуть переважно в тропічних широтах, другі – в умовах помірного та холодного клімату. Людину, з точки зору її біологічних властивостей, потрібно віднести до холодостійких видів, зважаючи на наявність у неї відповідних адаптаційних механізмів. Стійкість до холоду деяких груп людей є набутою рисою, в основі якої лежать фізіологічні пристосувальні механізми.

Іонізуюче випромінювання.

У природі існує багато речовин, що містять радіоактивні елементи (радій, торій) або радіоактивні ізотопи вуглецю, водню, калію та інших хімічних елементів. Еволюція органічного світу і людини відбувалася на фоні певних доз опромінення, яке отримує кожна жива істота. Ці дози складають природний радіоактивний фон. До їхнього впливу організми певною мірою адаптовані. Рівень сприйняття організмом впливу випромінювання визначає його радіочутливість. Цей показник може варіювати як у межах виду, так і у межах організму.

Радіоактивне випромінювання є найсильнішим мутагенним чинником. У людини певна частка мутацій виникає під впливом природних джерел радіації. Особливо небезпечним є вплив радіоактивного випромінювання на статеві клітини. Проблеми впливу випромінювання на стан навколишнього середовища і здоров'я людини стали надзвичайно актуальними у XX ст.

Вода є середовищем, в якому протікає більшість метаболічних процесів живих організмів. Вплив води як екологічного чинника часто не можливо відділити від впливу температури. Так, висока вологість при низькій температурі чи низька вологість при високій температурі однаково обмежують функціонування організмів.

За вимогами до вологості виділяють організми:

- гідрофільні (стадії розвитку відбуваються у воді) – наземні молюски, комарі;
- мезофільні (існують і розмножуються при середній температурі 20-40°С) – всі ссавці, в тому числі і людина;
- ксерофільні (існують в середовищі з низькою вологістю повітря) – рептилії, деякі гризуни.

Нестача води в організмі тварин і людини може бути відрегульована завдяки наступним механізмам. Поведінкова компенсація основана на рефлекторно визначеному пошукові джерел води. Морфологічна компенсація основана на затримуванні в організмі максимально важливої кількості води (в тканинах чи органах). Біохімічна компенсація заснована на утворенні метаболічної води шляхом біохімічних реакцій (наприклад, горб у верблюда, де накопичуються ліпіди, служить джерелом метаболічної води).

За здатністю організмів витримувати коливання вологості вони поділяються на *гідростабільні* (мають більш досконалі механізми компенсації нестачі та надлишку води) та *гідролабільні* (менш досконалі) види.

Рівень кислотності води та ґрунтового розчину.

Підвищена кислотність впливає на організми прямо або опосередковано. У першому випадку погіршуються механізми регуляції осмотичного тиску, робота окремих ферментів. У другому випадку низькі значення pH можуть спричинити накопичення в клітинах токсичних іонів (алюмінію, свинцю тощо). Для водних і ґрунтових тварин кисле середовище може означати зменшення доступних харчових ресурсів через пригнічення розвитку в ґрунті джерел харчування. Коливання кислотності і сольового складу ґрунту може позначатися

на стані здоров'я людей, що мешкають у відповідній місцевості. Так, рослинна продукція, вирощена на лужних ґрунтах, містить менше заліза, марганцю і фосфору внаслідок того, що ці елементи перебувають у таких ґрунтах у зв'язаній формі, недоступній кореням рослин. Риба, вирощена у водоймах з підвищеною кислотністю, накопичує надлишок алюмінію. Через трофічні ланцюги певні хімічні елементи потрапляють в організм людини, накопичуються в ній у значній кількості, і це є причиною розвитку захворювань.

Повітря – це середовище існування багатьох видів організмів і водночас джерело кисню, вуглекислого газу, іноді – азоту. Кисень є ресурсом і для рослин, і для тварин, а вуглекислий газ – лише для фотосинтезуючих рослин. За вимогами до наявності в оточуючому середовищі вільного кисню всі організми поділяються на анаеробні (існують в безкисневому середовищі – деякі бактерії, ендопаразити) та аеробні (існують в кисневому середовищі – більшість тварин).

Біотичні чинники

Біотичні чинники є найскладнішою категорією екологічних чинників, що зумовлено складністю самих проявів життєдіяльності. Організми здатні впливати один на одного і на оточуюче середовище. Сукупність зв'язків між живими організмами поділяють на три напрямки: конкуренцію, антибіоз і симбіоз. В основі такої взаємодії лежить необхідність використовувати спільні природні ресурси.

Конкуренція – одна з найпоширеніших форм взаємодії організмів, яка проявляється у взаємному обмеженні використання ресурсів, змаганні за засоби існування і умови розмноження. Наприклад, саранові, гризуни і копитні живляться травами і, звичайно, вступають між собою у конкурентні взаємовідносини. У рослин конкуренція виникає за світло, вологу, кращий захист від поїдання тваринами тощо.

Антибіоз – екстремальний прояв біотичних чинників, результатом якого є знищення організму (популяції, виду). Серед гетеротрофних організмів антибіоз проявляється у формі травоїдності (травоїдні тварини і рослини, якими вони харчуються, перебувають в антибіозу), хижацтва (хижі тварини і тварини, якими вони харчуються, перебувають у стані антибіозу) та алелопатії (впливу одних рослин на інші внаслідок виділення ними різних речовин, у тому числі здатних пригнічувати життєдіяльність рослинних організмів). Явище алелопатії притаманне нижчим еукаріотам і прокаріотам.

Симбіоз – спосіб співжиття представників різних видів, який потребує коадаптації (взаємних морфологічних та функціональних пристосувань, що виробилися у процесі еволюції організмів).

Види, які вступають у симбіоз, називають симбіонтами. Виділяють кілька форм симбіозу:

а) мутуалізм – форма, при якій обидва організми мають один від одного певну користь (наприклад, кишкова паличка, поселяючись у кишечнику людини, використовує його вміст як джерело харчування, натомість даючи людині деякі корисні продукти своєї життєдіяльності, вітаміни групи В, таке співжиття не завдає шкоди ні людині, ні бактерії);

б) коменсалізм – форма, при якій один з організмів має користь від співжиття, а інший – ні, але це співжиття йому і не шкодить (наприклад, існування кишкової амеби в людському кишечнику не впливає на стан здоров'я людини);

в) паразитизм – форма симбіозу, при якій один з організмів використовує іншого як джерело харчування, місце оселення і при цьому завдає останньому шкоду, не спричиняючи його загибелі (наприклад, людська аскарида в кишечнику людини);

г) аменсалізм – форма взаємозв'язків між організмами різних видів, за якої один вид пригнічує життєдіяльність іншого, але при цьому не зазнає впливу у відповідь. Наприклад, світлолюбні трав'янисті види, що ростуть під деревами, зазнають пригнічення в результаті затінення, натомість для самого дерева сусідство може бути нейтральним.

Антропогенні чинники

За своєю природою антропогенні чинники поділяються на:

- хімічні (шкідливі гази: метан, чадний газ, пестициди, канцерогени, іони важких металів тощо);
- фізичні (зміни електромагнітного поля, шумове забруднення тощо);
- комбіновані;
- кліматичні (загальне потепління, викликане підвищенням концентрації вуглекислого газу);
- рельєфоутворюючі (ерозія і зсуви ґрунту, спричинені сільськогосподарським виробництвом чи будівництвом).

За тривалістю дії:

- постійні (зміни в режимі ґрунтових вод, спричинені будівництвом);
- періодичні (оранка, вирубка лісів тощо).

За наслідками, які вони можуть спричинити, їх поділяють на:

- малопомітні (наприклад, зміна концентрації органічної речовини в морській воді);
- катастрофічні (радіаційне забруднення довкілля, виливи нафти під час аварій танкерів, пожежі, потужні вибухи);
- пристосувальні (зміна сольового складу ґрунту, питної води тощо, у ході життєдіяльності окремих популяцій);
- сигнальні (виражаються в зміні місць проживання окремих видів, наприклад, після зменшення токсичних викидів у атмосферу до міст повертаються хижі птахи, яких можна було спостерігати тільки за межами індустріальних зон).

Екосистеми

Перше визначення екосистеми було наведено англійським вченим А. Тенслі у 1935 р. Екосистемою називають сукупність популяцій автотрофних і гетеротрофних організмів, пов'язаних між собою трофічними та енергетичними зв'язками, спільною територією чи акваторією. Екосистема є відкритою системою, має здатність до саморегуляції і може існувати тривалий час. Організми (популяції) в межах екосистеми поєднані спільними ресурсами.

Екосистема є елементарною структурно-функціональною одиницею біосфери, в рамках якої мають місце прояви кругообігу речовин і енергії. Екосистема може бути природною або створеною штучно (наприклад, внутрішній простір космічного корабля).

Природні екосистеми формуються спонтанно шляхом конкурентного взаємовиключення видів (популяцій) у ході вибору ними екологічних ніш.

Екологічна ніша – це сукупність параметрів середовища, які характеризують місце виду в екосистемі. Кожен вид має просторову нішу (певний об'єм простору), що залежить від розмірів особин, їхньої рухливості, чисельності, та трофічну нішу, що визначається харчовими потребами виду. Трофічна ніша широка у тих видів, які мають різноманітні харчові вподобання (всеїдні), і вузька у спеціалізованих видів (наприклад, ендопаразит аскарида людська).

На планеті існує два основних середовища існування екологічних ніш організмів: водне і повітряне. Також виділяють ґрунтове середовище, підземне і внутрішнє середовище організмів (середовище існування ендопаразитів).

Найважливішими типами взаємовідносин між організмами в екосистемі є трофічні та енергетичні, тому що вони визначають параметри середовища у межах екосистеми. Кожна екосистема займає певний біотоп. *Біотоп* – це ділянка території чи акваторії, на якій існують однорідні абіотичні умови, і яка зайнята біоценозом. *Екотоп* – це біотоп, який набув певних змін внаслідок діяльності живих організмів.

У межах екосистеми формується *біоценоз* – історично складена сукупність об'єднаних спільним біотопом популяцій різних видів організмів (рослин, тварин, грибів, мікроорганізмів), які характеризуються пристосованістю до умов навколишнього середовища, певними взаємовідносинами, прямими або опосередкованими зв'язками. **Біоценоз** – це динамічна система, яка постійно змінюється якісно і кількісно. Історично складену сукупність популяцій організмів, об'єднаних спільним біотопом, але без урахування існуючих між ними зв'язків, називають *біотою*.

Комплекс наземного біоценозу і екотопа називають *біогеоценозом*.

Трофічна структура екосистем основана на харчових потребах і життєвій стратегії учасників. Їх поділяють на три головні категорії: продуценти, консументи і редуценти.

Продуценти – це автотрофні організми, які синтезують органічні речовини з використанням зовнішніх джерел енергії (енергія сонця для фотосинтезуючих зелених рослин і прокаріотів або енергія окислювально-відновлюваних реакцій для прокаріотів-хемотрофів). Біомаса продуцентів становить первинну продукцію екосистем. Сумарна маса усіх продуцентів біосфери становить біля 95% маси усіх живих організмів.

Консументи – це гетеротрофні організми, які споживають живу біомасу автотрофів або гетеротрофів. Залежно від харчових потреб виділяють консументів першого, другого і вищих порядків. Консументи I порядку – гетеротрофи, які залежать від автотрофів, вживають у їжу біомасу продуцентів

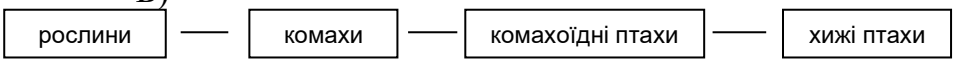
(рослиноїдні тварини: вівця, корова, заєць, товстолоб, гусінь). Консументи II порядку – споживачі біомаси первинних консументів (вовк, ластівка). Третинні консументи - хижаки, які вживають у їжу вторинних консументів (вони присутні не у всіх типах екосистем). Особливий статус мають паразити і всеїдні гетеротрофи, до яких належить і людина. Залежно від уживаної їжі консументів поділяють на фітофагів (рослиноїдних), зоофагів (хижих), некрофагів (споживачів трупів), копрофагів (споживачів екскрементів). Всеїдні консументи можуть вживати їжу різноманітного походження. Наприклад, єнотовидна собака харчується тваринною, рослинною їжею, а в скрутних умовах може бути некро- і копрофагом.

Редуценти – це гетеротрофні або мікотрофні організми, які живляться мертвою органікою рослинного походження (сапрофаги), або напіврозкладеною органікою (детритофаги). Ці організми розкладають складні органічні сполуки до простих органічних і неорганічних. Редуцентами є бактерії та гриби. Аеробні редуценти відновлюють азот до молекулярного стану, сірку до сірководню. Анаеробні виробляють метан, водень, різні вуглецевмісні сполуки.

Послідовність трансформації речовини та енергії в межах екосистеми забезпечується наявністю трофічних ланцюгів. ***Трофічний ланцюг*** – це ряд живих організмів, пов'язаних між собою трофічними зв'язками. Приклади ланцюгів живлення:

А)

Б)



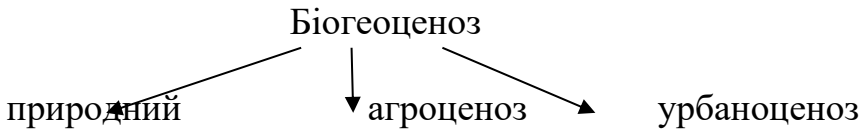
Кожен ланцюг має розгалуження і ускладнюється тим, що в нього включаються паразити і надпаразити. Так, ховрашок живиться рослинами, на ховрашках живуть блохи, у кишках яких живуть бактерії, у бактеріях – віруси.

Кожен ланцюг живлення вміщає, як правило, не більше 4-5 ланок, бо через втрати енергії загальна біомаса кожної наступної ланки приблизно у 10 разів менша попередньої. Цю закономірність називають правилом екологічної піраміди. У кожній наступній ланці зменшується і кількість особин. Якщо б було по-іншому, то хижаки, знищивши свої жертви, самі були б приречені на загибель. Між хижаками та їх жертвами встановлюється певна рівновага.

Біогеоценози

Біоценоз – це взаємопов'язана сукупність організмів, що заселяють певну ділянку середовища існування - біотоп, взаємозв'язаних в ланцюги живлення, впливаючи один на одного.

Біогеоценоз – це складна стійка саморегулююча природна система, що об'єднує біоценоз і біотоп. Всі біогеоценози можна поділити на три групи:



Природні характеризуються великою різноманітністю диких видів рослин і тварин. Ці ценози зустрічаються в різних ландшафтно-географічних зонах (тундри, лісотундри, тайги, змішаних і широколистих лісів, степів тощо) і тому досить різноманітні.

Друга група – *сільські угруповання, або агроценози*, характеризуються невеликими залишками дикої природи, значними територіями, які зайняті під культурні рослини, великою кількістю свійських тварин (видовий склад яких обмежений) і вирощуваних рослин.

Третя група – *міські і промислові ценози, або урбаноценози*, характеризуються великими скупченнями людей, порівняно невеликою площею штучно посаджених рослин, бідність фауни, нерідко забруднення навколишнього середовища викидами промисловості і транспорту.

До особливого типу біоценозів відносять космічні кораблі. Космічна біологія – наймолодша галузь біологічної науки, яка вивчає дію факторів космічного простору на земні організми. До завдання космічної біології входить також вивчення можливих позаземних форм життя. Розширення освоєння космосу ставить завдання створення замкнених систем, які забезпечують існування людини у космічному просторі.

Перелік питань для підготовки:

1. Методи гігієнічних досліджень. Гігієна фізичних вправ. Гігієна реабілітації.
2. Вплив кліматичних факторів на протікання реабілітації.
3. Органолептичні властивості води. Епідеміологічне значення води.
4. Гігієнічне значення складу та властивостей ґрунту.
5. Збалансоване харчування. Основний обмін, енерговитрати на фізичну діяльність.
6. Методи визначення енерговитрат. Пряма та непряма калориметрія.
7. Основні гігієнічні вимоги до будівельних матеріалів та забудови фізіотерапевтичних споруд, кабінетів, відділень. Визначення температурного режиму залу кінезіотерапії, масажного кабінету, басейну.
8. Класифікація дезінфекційних засобів. Правила дезінфекції приміщень для фізичної терапії, ерготерапії.
9. Особиста гігієна людини, фізіотерапевта. Загальні гігієнічні вимоги до професійного одягу.
10. Загальні гігієнічні вимоги до професійного взуття. Гігієнічні властивості тканин.

Рекомендована література:

1. Базова література:

1. Біологія / За ред. З.Д. Воробця. Підручник / – Львів: Кварт, 2016. – 358 с.
2. Біологічна і біоорганічна хімія: у 2 кн.: підручник. Кн. 2. Біологічна хімія / Ю.І. Губський, І.В. Ніженковська, М.М. Корда, В.І. Жуков та ін.; за ред. Ю.І. Губського, І.В. Ніженковської. – К.: ВСВ «Медицина», 2016. – 544 с.
3. Біологічна хімія: підручник / О.Я. Скляров, Н.В. Фартушок, Т.І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ, 2015. – 706 с.
4. Гонський, Я.І. Біохімія людини [Текст]: підручник / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук ; За ред. Я. І. Гонського. — 4-те вид., без змін. — Тернопіль: ТНМУ, Укрмедкнига, 2021. — 732 с.
5. Гігієна у фізичній реабілітації: підручник / К.О. Пашко, Д.В. Попович, О.В. Лотоцька та ін. Тернопіль: Укрмедкнига, 2019. 360 с.
6. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності. Київ: Олімпійська література, 2019. 200 с.
7. Гігієна у фізичній реабілітації: Навчальний посібник для проведення практичних та самостійних робіт для студентів Спеціальності: 227 – Фізична терапія, ерготерапія вищих навчальних закладів / Є. О. Неведомська. – К.: Київськ. ун-т імені Бориса Грінченка, 2020. – 47 с.

2. Допоміжна література:

1. Залеський І.І., М.О. Клименко. Екологія людини. Підручник для студентів вищих начальних закладів. Рівне, 2013. – 385 с.
2. Тараненко Р.К. Підготовка та працевлаштування фахівців фізичної реабілітації: проблеми й перспективи / Фізична, медична і психологічна реабілітація людей з інвалідністю, 2013. – с. 304-312.
3. Григор'єв А. Й., Балан М. М., Рацул А. Б. Енциклопедія фізичної реабілітації: Науково-методичне видання. / А. Й. Григор'єв, М. М. Ба лан, А. Б. Рацул. — Кіровоград: Імекс-ЛТД, 2008. — 712 с.
4. Язловецький В. С. Основи фізичної реабілітації. / В. С. Язловецький, Г. Е. Верич, В. М Мухін. — Кіровоград: РВВ КДПУ імені Володимира Винниченка, 2004. — 238 с.
5. Губський Ю.І. Біологічна хімія. Підручник. – Київ-Вінниця: Нова книга, 2007. – 656 с.

11. Посиланная на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. OMIM (Online Mendelian Inheritance in Man) – An Online Catalog of Human Genes and Genetic Disorders http://omim.org/
2. YouTube-канал викладача "Медична біологія" - https://www.youtube.com/playlist?list=PLNywtSsAZfWSVUkpfr_F-_0Kk_hsx9YB
3. YouTube-канал викладача "Medical Biology" - https://www.youtube.com/playlist?list=PLNywtSsAZfXsUBrdLd_EXoSDOEwef23R
4. Державна науково-педагогічна бібліотека України ім. В.О. Сухомлинського -- http://www.dnpb.gov.ua/

5. Сайт Харківської державної наукової бібліотеки імені В. Г. Короленка http://korolenko.kharkov.com.
6. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського -- http://www.nbuv.gov.ua/
7. Національна медична бібліотека США – MEDLINE www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed
8. Національна наукова медична бібліотека України -- http://www.library.gov.ua/
9. Khan Academy. Biochemistry. https://www.youtube.com/c/khanacademy

Електронне навчальне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Шерстюк Сергій Олексійович
Наконечна Світлана Анатоліївна
Іваненко Марина Олегівна

БІОЛОГІЯ

У двох частинах

ЧАСТИНА І

Методичні рекомендації
для самостійної роботи здобувачів вищої освіти 1-го курсу
навчання медичного факультету з дисципліни «Біологія»
спеціальності «Терапія та реабілітація»

В авторській редакції

Підписано до розміщення 21.05.2025. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 6,26. Обсяг 2,055. Зам. № 446/25.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009
Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна