

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

МІКРОЕЛЕМЕНТОЗИ В ПРАКТИЦІ ЛІКАРЯ

Методичні рекомендації
до самостійної роботи студентів 2-го курсу навчання медичного факультету
з вибіркової дисципліни «Мікроелементози людини»

Електронний ресурс

Рецензенти:

Наталія Мітряєва – доктор біологічних наук, завідувачка лабораторії радіаційної онкології ДУ «Інститут медичної радіології та онкології імені С. П. Григор'єва НАМН України»;

Людмила Шерстюк – кандидат медичних наук, доцент, завідувачка кафедри загальної практики – сімейної медицини ХНУ імені В. Н. Каразіна.

*Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 5 від 30 січня 2025 року)*

М 59 **Мікроелементози** в практиці лікаря : методичні рекомендації до самостійної роботи студентів 2-го курсу навчання медичного факультету з вибіркової дисципліни «Мікроелементози людини» [Електронний ресурс] / укладач С. О. Шерстюк, С. А. Наконечна. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 73 с.)

Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з дисципліни «Мікроелементози людини» розроблені відповідно до чинної програми з цієї дисципліни для студентів медичних факультетів університетів. Посібник призначений для роботи студентів під час підготовки до занять з курсу «Мікроелементози людини». Теми проілюстровані малюнками та схемами, які полегшують сприйняття матеріалу та сприяють його кращому засвоєнню. Матеріали дають змогу сформувати у студентів правильне розуміння закономірностей будови та функцій організму людини. Для студентів медичного факультету.

УДК 616-008.9:577.118(072)

© Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна, 2025

© Шерстюк С. О., Наконечна С. А., уклад., 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Тема 1. Мінеральні елементи. Сучасна класифікація. Вміст у рідких середовищах та структурах організму людини. Функції елементів у живому організмі. Проблеми, пов'язані з порушенням вмісту деяких елементів.	11
Тема 2. Найважливіші макро- та мікроелементи. Ультрамікроелементи. Причини і наслідки дефіциту. Основні принципи корекції. Симптоми надлишку та стани отруєння.	23
Тема 3. Есенціальні та умовноесенціальні елементи. Класифікація біоелементів за ступенем корисності для людини. Методи визначення дефіциту мікроелементів. Причини дефіциту. Принципи корекції дефіцитних станів. Харчові джерела.	30
Тема 4. Токсичні та потенційно токсичні елементи. Рівні концентрації елементів для організму людини. Класифікація шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища. Найбільш небезпечні забруднювачі. Симптоми отруєння. Профілактичні засади. Ендемічні захворювання.	41
Тема 5. Мікроелементози. Сучасні класифікації. Значення для клінічної практики. Методи дослідження у біологічних субстратах. Генетично зумовлені захворювання. Симптоми дисбаланса мікроелементів. Питання профілактики дисмікроелементозів.	51
Тема 6. Основні принципи раціонального харчування. Правила здорового харчування. Оптимальне співвідношення макро- та мікронутрієнтів. Медикаментозні вітамінні і мікроелементні препарати. Харчові домішки. Спортивне харчування.	56
ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ ПІДСУМКОВОГО ЗАНЯТТЯ	70
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	71

ВСТУП

МІКРОЕЛЕМЕНТОЛОГІЯ (від мікро..., лат. *elementum* – стихія, первісна речовина і ...логія) – вчення про склад, біологічну роль і механізми участі хімічних елементів низьких концентрацій (мікроелементів) у живих організмах, а також стани й процеси в них, пов'язані з порушенням надходження (нестачею або надлишком) чи дисбалансом мікроелементів. Мікроелементи в живих організмах почали виявляти ще в 19 сторіччі, хоча систематично їх досліджують від початку 20 сторіччя. Значний внесок у вивчення впливу мікроелементів на життєдіяльність організмів зробив В. Вернадський та його послідовники.

Нині виокремлюють біологічну (фізіологічну) мікроелементологію, медичну, ветеринарну мікроелементологію, нутриціологію, агрономію (агрохімічну) мікроелементологію, хімічну, біогеохімічну тощо. Втім, їх можна об'єднати за трьома основними напрямками – мікроелементологія рослин, тварин і людини. Визначають 30 найважливіших мікроелементів для життєдіяльності рослин, тварин і людини – залізо, йод, марганець, кобальт, мідь, селен, цинк, фтор, хром, бром, молібден, ванадій, кремній та ін. Чим менша концентрація елемента в живому організмі, тим важче з'ясувати його біологічну роль і функції. Наприклад, досі точно не встановлено значення таких елементів у живих організмах, як скандій, цирконій, ніобій.

Термін «мікроелементози» найчастіше вживають у медичній практиці щодо мікроелементозів людини; він набув поширення в останні десятиліття внаслідок накопичення й поглиблення клінічних досліджень обміну мікроелементів у людському організмі, що стало можливим, зокрема, завдяки новітнім діагностичним технологіям. Хоча перші дослідження з мікроелементів були проведені на тваринах у 1920-х рр., коли зіставляли склад мікроелементів у ґрунтах і тваринних тканинах із різних геохімічних зон. У 1980-х рр. встановлено норми вмісту більшості мікроелементів в організмі, що дозволило проводити практичну діяльність у напрямі аналізу й корекції вмісту мінералів в організмі людини. Для визначення елементного складу нині використовують окремі види спектрометрії (атомно-абсорбційну, атомно-емісійну з індуктивно-зв'язаною плазмою) та фотометричні методи (в інфрачервоному спектрі або видимому й ультрафіолетовому спектрі). Нині відомо, що організм людини (на рівні всіх тканин і рідин) складається з 86-ти хімічних елементів таблиці Д.І. Менделєєва, із них 25 – найнеобхідніші для нормальної життєдіяльності організму. Усі вони за рівнем концентрації поділяються на мікро- та макроелементи. Концентрація мікроелементів у людському організмі становить від 0,001 до 0,000000000001 %, а добова потреба в них не перевищує 100 мг. Концентрацію мікроелементів визначають за їхнім вмістом у крові, волоссі, нігтях, слині, шлункового соку.

За біологічною цінністю мікроелементи поділяють на життєво необхідні, або есенційні, та умовно необхідні; існує також поділ мікроелементів на нетоксичні й потенційно токсичні. Основні функції мікроелементів в організмі людини – регулювання багатьох біохімічних процесів (зокрема кислотно-основного балансу, осмотичного тиску клітинної і міжклітинної рідин, водно-сольового обміну, системи

згортання крові тощо), активування низки ферментних систем, гормонів, антитіл; сприяння нормальному функціонуванню різних органів і тканин; участь у побудові опорних тканин організму.

Мікроелементи розподіляються в організмі не рівномірно, а залежно від їхньої фізіологічної ролі. Так, наприклад, у головному мозку активну участь у складі біохімічних процесів беруть купрум, манган, алюміній, кремній, титан, аргентум. У щитоподібній залозі концентрується йод (хоча він присутній у всьому організмі), є також бром, кобальт, арсен, меркурій, купрум, плюмбум, фтор, цинк, титан. У підшлунковій залозі – цинк, кобальт, нікол, арсен, йод, молібден, кремній, манган, станум, хром, плюмбум. Печінка, з одного боку, є основним сховищем мінеральних речовин для організму, а з іншого – єдиним органом, що виводить надлишок мікроелементів з нього. Мікроелементи не синтезуються в організмі; джерелом їхнього надходження є продукти харчування рослинного й тваринного походження та вода. Розвитку мікроелементології сприяють також новітні геохімічні дослідження, оскільки обсяг надходження мікроелементів до організму залежить не лише від набору продуктів харчування, а й від геохімічних умов місцевості, в якій вони були отримані, та загалом від стану довкілля, де живе людина.

Нині в медицині багато неінфекційних хвороб пов'язують з дефіцитом, надлишком або дисбалансом мікро- та макроелементів в організмі. Виділяють кілька груп причин, що найчастіше зумовлюють порушення здоров'я у зв'язку з мікроелементами (такі порушення ще називають мікроелементозами): природні ендогенні чинники (вроджені, спадкові дисфункції, що спричиняють проблеми з обміном мікроелементів), природні екзогенні чинники (географічно різна місцевість має неоднаковий природний склад мікроелементів у повітрі, водах, ґрунтах – від недостатнього до надлишкового для нормальної життєдіяльності людини), техногенні чинники (техногенне забруднення довкілля призводить до значного перевищення мікроелементів у ньому), ятрогенні (перевищення концентрації мікроелементів у зв'язку з прийомом лікарських засобів або порушення обміну мікроелементів як їхня побічна дія).

Найвідоміший у світі приклад мікроелементозу – це ендемічний дефіцит йоду, який призводить до розвитку зоба. Про те, що ендемічний зоб є наслідком дефіциту йоду, в науці відомо ще з 1-ї половини 20 сторіччя, хоча вважають, що йододефіцитний зоб уперше описано ще в стародавньому Китаї, де його лікували витяжками з морських водоростей та щитоподібних залоз домашньої худоби. Це захворювання найчастіше характерне для гірських місцевостей. Дефіцит йоду виявлено в західних і північних регіонах України, зокрема в Поліссі біогеохімічній провінції, якій властива нестача йоду в ґрунті, воді та харчових продуктах. У Карпатах і Поліссі біогеохімічній провінції фіксують також підвищену частоту гіперплазії щитоподібної залози.

Лівобережна Україна, особливо Полтавська область, є природно-ендемічною зоною ще одного захворювання – флюорозу зубів, пов'язаного з підвищеним вмістом сполук фтору. Завеликий вміст цього елемента в питній воді реєструють також на окремих територіях Одеської області. Залізодефіцитна анемія – ще один яскравий приклад поширеного мікроелементозу, який часто трапляється в

педіатричній практиці, акушерстві та гінекології. За деякими даними, її фіксують у кожній п'ятій людині в світі.

До низки інших захворювань, що чітко корелюють із нестачею чи надлишком мікроелементів, відносять борні ентерити, ендемічну кремнієву нефропатію, молибденову подагру, алюмінієву хворобу, сурм'яну сечокам'яну хворобу, марганцевий паркінсонізм, хворобу Кашина–Бека, пов'язану з надлишком стронцію, хворобу Кешана, зумовлену дефіцитом селену, хворобу «ітай-ітай», що виникає за умов високого вмісту кадмію в питній воді, «хворобу любителів пива» (збільшення щитоподібної залози внаслідок надлишку кобальту, пов'язаного з окремими сортами пива) тощо. На території України у зв'язку із техногенним забрудненням довкілля фіксують підвищений вміст деяких мікроелементів, а саме: нікелю, ванадію, меркурію (у районах з розвиненою енергетичною промисловістю); хрому, мангану, плумбуму (у районах зі скупченням підприємств машинобудування); плумбуму і бромом (там, де багато вихлопних газів автомобілів); цинку й купруму (в усіх промислових містах).

Особливо негативний техногенний вплив на склад мікроелементів у довкіллі мала Чорнобильська катастрофа – продукти розпаду урану, передусім стронцій та цезій, що зберігають радіаційну активність, здатні витіснити інші мікроелементи й накопичуватися в організмі. Розвиток сучасної мікроелементології відбувається в напрямі активних наукових досліджень ролі мікроелементів у патогенезі тих чи інших хвороб. Наприклад, патологічні процеси, що є причиною захворювань серця й судин, нині вивчають у зв'язку з такими мікроелементами, як кадмій, кобальт, хром, купрум, ферум, плумбум, цинк; захворювання, пов'язані із щільністю кісткової тканини (остеопороз), – з купрумом, манганом, цинком; суглобової патології (артрити) – з кобальтом, купрумом, ферумом, літієм, манганом, стронцієм, цинком; імунної системи організму – із загальним порушенням балансу мікроелементів тощо. Результати якісних клінічних досліджень із мікроелементів публікують у міжнародних фахових журналах, що відіграли важливу роль у становленні мікроелементології як розділу медицини, серед них – «Trace Elements in Medicine» (виходить від 1984), «Journal of Trace Elements and Electrolytes in Health and Disease» (від 1987), «Journal of Trace Elements in Experimental Medicine» (від 1988).

Мікроелементози людини

Конкретні цілі: уміти

- Аналізувати мікроелементний стан в філо- та онтогенезі людини.
- Аналізувати аномалії та варіанти розвитку людини, хворобливі стани та патології, маючи дисбаланс мікроелементів.
- Описувати симптоми нестачі мікроелементів в організмі.
- Описувати стани надлишку мікроелементів в організмі.
- Вести ендемічний моніторинг мікроелементів у даній місцевості.

Тема 1. Мінеральні елементи. Сучасна класифікація. Вміст у рідких середовищах та структурах організму людини. Функції елементів у живому організмі. Проблеми, пов'язані з порушенням вмісту деяких елементів.

Мінеральні елементи. Сучасна класифікація. Вміст у рідких середовищах та структурах організму людини. Хімічний склад рідких середовищ організму. Функції елементів у живому організмі. Передумови нестачі мікроелементів. Діагностика. Водний баланс організму. Біологічна роль та фізіологічна дія різновидів води. Мінеральна вода. Тала вода. Водопровідна вода. Важка вода. Забруднена вода. Жорстка вода. Проблеми, пов'язані з порушенням вмісту елементів у рідких середовищах організму. Накопичення мікроелементів та біологічно активних сполук.

Тема 2. Найважливіші макро- та мікроелементи. Ультрамикроелементи. Причини і наслідки дефіциту. Основні принципи корекції. Симптоми надлишку та стани отруєння.

Найважливіші макро- та мікроелементи. Фізіологічне значення. Добова потреба. Нестача та гіперстани в організмі. Засоби адаптації. Ультрамикроелементи. Причини і наслідки дефіциту. Основні принципи корекції. Симптоми надлишку та стани отруєння. Принципи першої допомоги. Мінеральний склад дорослої людини. Електроліти та їх значення. Порушення водно-електролітного балансу. Відновлювальні заходи. Новини в науковому світі.

Тема 3. Есенціальні та умовноесенціальні елементи. Класифікація біоелементів за ступенем корисності для людини. Методи визначення дефіциту мікроелементів. Причини дефіциту. Принципи корекції дефіцитних станів. Харчові джерела.

Есенціальні та умовноесенціальні елементи. Класифікація в еволюційному аспекті. Класифікація біоелементів за ступенем корисності для людини. Нормальні показники вмісту біоелементів в організмі в залежності від різних чинників. Методи визначення дефіциту мікроелементів. Причини дефіциту, ознаки демінералізації. Принципи корекції дефіцитних станів. Харчові джерела. Добова потреба людини в мінералах. Наслідки надлишку. Причини ендемічних захворювань.

Тема 4. Токсичні та потенційно токсичні елементи. Рівні концентрації елементів для організму людини. Класифікація шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища. Найбільш небезпечні забруднювачі. Симптоми отруєння. Профілактичні засади. Ендемічні захворювання.

Токсичні та потенційно токсичні елементи. Рівні концентрації елементів для організму людини: дефіцитні, оптимальні, терпимі, фатальні. Класифікація шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища. Найбільш небезпечні забруднювачі. Шкідливі відходи індустриальних підприємств. Симптоми отруєння. Профілактичні засади. Хвороби дисбалансу мікроелементів, викликані біогеохімічними факторами. Класифікація мікроелементозів за етіологічним принципом. Техногенні мікроелементози. Аліментарно-побутові мікроелементози. Передозування біоелементами. Ендемічні захворювання.

Тема 5. Мікроелементози. Сучасні класифікації. Значення для клінічної практики. Методи дослідження у біологічних субстратах. Генетично зумовлені захворювання. Симптоми дисбаланса мікроелементів. Питання профілактики дисмікроелементозів.

Мікроелементози. Захворювання, викликані нестачею вітамінів і мікроелементів в організмі людини. Значення для клінічної практики. Методи дослідження у біологічних субстратах. Атомно-абсорбційна спектроскопія та спектрометрія. Добовий баланс мікроелементів для дорослої людини. Симптоми дисбаланса мікроелементів. Ознаки хвороби. Порушення обміну речовин, пов'язані з нестачею мікроелементів. Генетично зумовлені захворювання. Ятрогенні біоелементози. Природньо-ендемічні зони України. Питання профілактики дисмікроелементозів.

Тема 6. Основні принципи раціонального харчування. Правила здорового харчування. Оптимальне співвідношення макро- та мікронутрієнтів. Медикаментозні вітамінні і мікроелементні препарати. Харчові домішки. Спортивне харчування.

Здоровий спосіб життя. Основні принципи харчування. Харчові та енергетичні потреби людини. Правила здорового харчування. Збалансоване харчування. Оптимальне співвідношення макро- та мікронутрієнтів. Потреба у вітамінах. Симптоми нестачі вітамінів. Харчові джерела вітамінів та мікроелементів. Медикаментозні вітамінні і мікроелементні препарати. Рекомендації щодо прийому. Біологічно активні домішки: пробіотики, пребіотики, парафармацевтики. Харчові домішки. Спортивне харчування. Вітаміни для спортсменів. Всесвітній день здорового харчування.

Теми практичних занять

№	Тема практичного заняття	Кільк. Годин
1	Мінеральні елементи. Сучасна класифікація. Вміст у рідких середовищах та структурах організму людини. Функції елементів у живому організмі. Проблеми, пов'язані з порушенням вмісту деяких елементів.	5
2	Найважливіші макро- та мікроелементи. Ультрамікроелементи. Причини і наслідки дефіциту. Основні принципи корекції. Симптоми надлишку та стани отруєння.	5
3	Есенціальні та умовноесенціальні елементи. Класифікація біоелементів за ступенем корисності для людини. Методи визначення дефіциту мікроелементів. Причини дефіциту. Принципи корекції дефіцитних станів. Харчові джерела.	5
4	Токсичні та потенційно токсичні елементи. Рівні концентрації елементів для організму людини. Класифікація шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища. Найбільш небезпечні забруднювачі. Симптоми отруєння. Профілактичні засади. Ендемічні захворювання.	5
5	Мікроелементози. Сучасні класифікації. Значення для клінічної практики. Методи дослідження у біологічних субстратах. Генетично зумовлені захворювання. Симптоми дисбаланса мікроелементів. Питання профілактики дисмікроелементозів.	5
6	Основні принципи раціонального харчування. Правила здорового харчування. Оптимальне співвідношення макро- та мікронутрієнтів. Медикаментозні вітамінні і мікроелементні препарати. Харчові домішки. Спортивне харчування.	5
	Разом	30

Завдання для самостійної роботи

№	Тема	Кіль-сть годин
1	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Мінеральні елементи. Сучасна	10

	класифікація. Вміст у рідких середовищах та структурах організму людини. Функції елементів у живому організмі. Проблеми, пов'язані з порушенням вмісту деяких елементів».	
2	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Найважливіші макро- та мікроелементи. Ультрамикроелементи. Причини і наслідки дефіциту. Основні принципи корекції. Симптоми надлишку та стани отруєння».	10
3	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Есенціальні та умовноесенціальні елементи. Класифікація біоелементів за ступенем корисності для людини. Методи визначення дефіциту мікроелементів. Причини дефіциту. Принципи корекції дефіцитних станів. Харчові джерела».	10
4	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Токсичні та потенційно токсичні елементи. Рівні концентрації елементів для організму людини. Класифікація шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища. Найбільш небезпечні забруднювачі. Симптоми отруєння. Профілактичні засади. Ендемічні захворювання».	10
5	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Мікроелементози. Сучасні класифікації. Значення для клінічної практики. Методи дослідження у біологічних субстратах. Генетично зумовлені захворювання. Симптоми дисбаланса мікроелементів. Питання профілактики дисмікроелементозів».	10
6	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Основні принципи харчування. Правила здорового харчування. Оптимальне співвідношення макро- та мікронутрієнтів. Медикаментозні вітамінні і мікроелементні препарати. Харчові домішки. Спортивне харчування».	10
	Всього	60

Тема 1. Мінеральні елементи. Сучасна класифікація. Вміст у рідких середовищах та структурах організму людини. Функції елементів у живому організмі. Проблеми, пов'язані з порушенням вмісту деяких елементів.

МІКРО- ТА МАКРОЕЛЕМЕНТИ (від мікро... і макро..., лат. *elementum* – стихія, первинна речовина) – хімічні елементи, що наявні в організмі у низьких (від 0,001 до 0,000000000001 %) та високих концентраціях. Саме це визначає їхні назви: слідові елементи – у німецькій та англійській мовах, олігоелементи – у французьких авторів, розсіяні елементи – у працях В. Вернадського. Єдиною характерною ознакою мікроелементів, що відрізняє їх від макроелементів, є низька концентрація їх у живих організмах. Існують різні класифікації хімічних елементів, що знаходяться в організмі людини. Частина дослідників надає перевагу назві «біологічно значущі елементи» (на противагу «біологічно інертним елементам»), вказуючи на те, що це хімічні елементи, необхідні живим організмам для забезпечення нормальної життєдіяльності.

Елементи, що забезпечують життєдіяльність організму, класифікують за різними ознаками – вмісту в організмі, ступеня необхідності, біологічної ролі, тканинної специфічності тощо. За вмістом у організмі людини їх поділяють на макроелементи (більше 0,01 % маси тіла), мікроелементи (від 0,009 до 0,00001 %), ультрамікроелементи (менше 0,000001 %; див. табл.1).

Табл. Середній вміст мінеральних елементів в організмі

Група	Хімічні елементи	Концентрація у % до маси тіла
Макроелементи	Ca	1–9
	P, K, Na, S, Cl	0,1–0,9
	Mg	0,01–0,09
Мікроелементи	Fe, Zn, F, Sr, Mo, Cu	0,001–0,009
	Br, Si, Cs, I, Mn	0,0001–0,0009
	Al, Pb, Cd, B, Rb	0,00001–0,00009
Ультрамікро-елементи	Se, Co, V, Cr, As, Ni, Li, Ba, Ti, Ag, Sn, Be, Ga, Ge, Hg, Sc, Zr, Bi, Sb, U, Th, Rh	0,000001–0,000009

Деякі дослідники поділяють ці групи за іншими концентраціями. Іноді ультрамікроелементи не відокремлюють від мікроелементів. Сучасні класифікації поділяють усі мікроелементи за наступними ознаками: за життєвою необхідністю: 1) есенціальні – Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Se, Mn; 2) умовно-есенціальні – As, B, Br, F, Li, Ni, V, Si; 3) токсичні – Al, Cd, Pb, Hg, Be, Ba, Vi, Tl; 4) потенційно токсичні – Ge, Au, In, Rb, Ag, Ti, Ti, U, W, Sn, Zr; за імуномодулювальним ефектом: 1) необхідні

(есенціальні) для імунної системи – Fe, I; 2) Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Se, Mn, Li; 3) імунотоксичні: Al, As, B, Ni, Cd, Pb, Hg, Be, Vi, Tl, Ge, Au; 4) Sn та ін. В основі розподілу мікроелементів в органах тіла лежить їх фізіологічне значення, а також особливості кровопостачання організму.

У головному мозку активну участь у складних біохімічних процесах беруть: купрум, манган, алюміній, кремній, титан, аргентум. У щитоподібній залозі зосереджена половина йоду, що є у всьому організмі, крім того, ще й бром, кобальт, арсен, меркурій, купрум, плюмбум, фтор, цинк, титан. У підшлунковій залозі – цинк, кобальт, нікол, арсен, йод, молібден, кремній, манган, станум, хром, плюмбум. Печінка є основним «сховищем» мінеральних речовин для організму; вона сприяє їх сталості у крові. Одночасно печінка – єдиний орган, що виводить мікроелементи з організму. Мікроелементи входять до складу ферментів (відомо близько 200 металоферментів): Zn – до карбоангідрази, Cu – до поліфенолоксидази, Mn – до аргінази, Mo – до ксантиноксидази; вітамінів: Co – до складу вітаміну B₁₂; гормонів: I – до тироксину, Zn і Co – до інсуліну; дихальних пігментів: Fe – до гемоглобіну та інших залізовмісних пігментів, Cu – до гемоціаніну.

Деякі мікроелементи впливають на здатність до росту (Mn, Zn, I), розмноження (Mn, Zn), кровотворення (Fe, Cu, Co), на процеси дихання тканин (Cu, Zn), внутр.-клітин. обміну тощо. Для низки мікроелементів (Sc, Zr, Nb, Au, La і ін.) невідома їхня кількість у тканинах, органах і не з'ясована біол. роль. Осн. джерело надходження мікроелементів до організму – їжа. Питна вода покриває 1–10 % добової потреби в I, Cu, Zn, Mn, Co, Mo, і лише для F, Sr є гол. джерелом. Вміст мікроелементів у їжі залежить від геохімії місцевості, де її було отримано, й набору продуктів раціону.

Причиною ендемічних захворювань людини є: I, нестача якого сприяє поширенню ендемічного зоба, і F, при надлишку якого виникає флюороз, а при недостатності – карієс. Для F визначальним джерелом надходження в організм є вода, для I – молоко й овочі. Основним «постачальником» у раціон більшості інших найважливіших мікроелементів є хлібопродукти.

З віком вміст багатьох мікроелементів (Al, Ti, Cl, Pb, F, Sr, Ni) в організмі збільшується, у період росту й розвитку це наростання йде швидко, а до 15–20 років сповільнюється або припиняється. Вміст Co, Cu, Ni в крові й Sr у скелеті у 50–60 років стає нижчим, ніж у 20–25 років. У клінічній медицині в боротьбі з деякими видами анемії ефективно застосовують препарати, що містять Co, Fe, Cu, Mn, а також Br і I. Успішно застосовують методи йодування солі й хліба для профілактики ендемічного зоба, фторування води для зниження захворюваності на карієс. У випадках, коли F у природніх водах забагато, експлуатуються дефторуючі установки.

Мікроелементози – захворювання й синдроми, у генезі розвитку яких лежать недостатність або надлишок мікроелементів, їхній дисбаланс, аномальне співвідношення макро- і мікроелементів. Розвитку різних мікроелементозів у сучасних умовах сприяє техногенне забруднення довкілля. У безпосередній близькості від багатьох промислових підприємств утворюються зони з підвищеним вмістом Pb, As, Hg, Cd, Ni та інших токсичних мікроелементів.

Визначити стан обміну хімічних елементів в організмі й токсичний вплив на нього окремих важких металів можна за вмістом у крові, волоссі, слині, шлунковому соку, сечі. Для цього використовують сучасні аналітичні методи (атомноемісійна- й мас-спектрометрія, атомно-абсорбційна спектрофотометрія та ін.). Останім часом все більший інтерес викликає дослідження волосся, оскільки вміст мікроелементів у ньому відображає елементний статус усього організму та є інтегральним показником мінерального обміну. За допомогою плазмово-спектрометричного аналізу волосся можна визначити схильність організму до тих або інших відхилень, захворювань.

Із 106-ти елементів періодичної системи Д.І. Менделєєва в організмі людини постійно наявні 86, із них 25 – необхідні для нормальної життєдіяльності. При перевищенні кількості елемента в організмі 2–10 % його вважають макроелементом. Найбільше в організмі міститься наступних макроелементів: кисню – 65 %, карбону – 18 %, гідрогену – 10 %, нітрогену – 3 %. Ці макроелементи називають органогенними, або макронутрієнтами; переважно з них побудовані білки, жири, вуглеводи, нуклеїнові кислоти тощо. До інших макроелементів належать: калій – 0,35 %, кальцій – 2 %, магній – 0,05 %, натрій – 0,15 %, сірка – 0,25 %, фосфор – 1,1 %, хлор – 0,15 %. При середній масі тіла людини 70 кг в її організмі міститься (у грамах): кальцію – 1700, калію – 250, натрію – 70, магнію – 42, феруму – 5, цинку – 3. Н, С, О, N, частка яких становить 96 % маси живої речовини, й Ca, P, K, Na, Mg, S, Cl становлять 10–20 % і більше маси тіла. Макроелементи сконцентровані, зазвичай, в одному типі тканин живого організму.

Вміст макроелементів в організмі досить постійний, але навіть порівняно великі відхилення від норми сумісні з життєдіяльністю організму. Макроелементи, як правило, входять в організмі до складу органічних сполук. Водень (H) у природі виявляють переважно у вигляді сполук; він є складовою усіх біологічних речовин (амінокислот, білків, вітамінів, гормонів), води. Рівень іонів водню визначає кислотність середовища. Нітроген (N) наявний у живих організмах у складі амінокислот, пептидів, пуринів, що входять до складу ДНК. Кисень (O) входить до складу білків, жирів, вуглеводів, без нього неможливе дихання, окиснення амінокислот, жирів, вуглеводів. У фагоцитах кисень відновлюється до супероксидіону, що ініціює окиснення сторонніх органічних речовин, захоплених фагоцитами. Нормальний вміст кисню у повітрі (≈ 21 об'єм. %) створює необхідний для насичення крові й тканин парціальний тиск. Зниження вмісту O_2 до 16–18 об'єм. % не небезпечно. При зниженні вмісту O_2 до 14 об'ємних % з'являються ознаки кисневої недостатності, а зниження до 9 об'ємних % небезпечно для життя. (C) за своїм значенням для живих організмів є органогеном № 1. Натрію гідрокарбонат входить до однієї з буферних систем організму (pH 7,8–8,0), що, наприклад, у жовчі створює лужне середовище, яке сприяє гідролізу жирів. K, Na, Ca, P, Mg, S, Cl надходять в організм із водою, харчовими продуктами й відіграють провідну роль у регулюванні водно-сольового, білкового, вуглеводного й жирового обмінів, підтримці кислотно-лужної рівноваги, функції клітинних мембран, передачі нервових імпульсів тощо.

Вміст мікроелементів у рідких середовищах та структурах організму людини.

- Внутрішньоклітинна рідина (55%)
- Позаклітинна рідина (45%)
 - а) інтерстиціальна рідина (20%)
 - б) плазма (7,5%)
 - в) кристалізаційна вода кістки, хрящу (15%)
 - г) трансклітинна рідина (2,5%)



Рис. 1. Вміст води в організмі людини.

Табл. 2. Вміст внутрішньоклітинної рідини:

Іон, мінерал	Внутрішньоклітинна рідина	Зовнішньоклітинна рідина	Океанська вода	Артезіанська вода
Na ⁺	0,23	3,22	10,7	0,03
K ⁺	5,46	0,156	0,382	0,01
Ca ⁺⁺	0,000004	0,1	0,417	0,07
Mg ⁺⁺	0,72	0,036	1,297	0,014
Cl ⁻	0,142	3,55	19,34	0,021
HCO ₃ ⁻	0,27	1,647	0,097	0,34
PO ₄ ⁻	5,7	0,19	0,00007	0,00005

Інтерстиціальна або тканинна рідина – це рідина, яка купає і огортає клітинні тканини і знаходиться в міжвузлі, просторі між клітинами, також відомої як простір між тканинами.

Людина має в середньому 20 літрів інтерстиціальної рідини в своєму тілі, що становить близько 16% від загальної маси тіла, і забезпечує живильні речовини в клітинах організму, а також є засобом для видалення або ліквідації відходів.

Людський організм має в середньому від 4,5 до 5,5 літрів крові, що означає більшу кількість інтерстиціальної рідини в організмі. Ця рідина складається з різних елементів, таких як **солі, амінокислоти, гормони тощо**.

- Інтерстиціальна рідина складається з водного розчинника, що є в основному водою, розчинених речовин і білків. До числа розчинених речовин належать:

цукор, солі, кислоти, гормони, нейротрансмітери, метаболіти та електроліти.

- Кількість білків, присутніх в інтерстиціальній рідині, менша, ніж у плазмі. Склад тканинної рідини залежить від обміну між клітинами в тканині і крові, тому інтерстиціальна рідина має різний склад в різних тканинах і частинах тіла.
- Інтерстиціальна рідина складається з водного розчинника, що є в основному водою, розчинених речовин і білків. До числа розчинених речовин належать: *цукор, солі, кислоти, гормони, нейротрансмітери, метаболіти та електроліти.*
- Кількість білків, присутніх в інтерстиціальній рідині, менша, ніж у плазмі. Склад тканинної рідини залежить від обміну між клітинами в тканині і крові, тому інтерстиціальна рідина має різний склад в різних тканинах і частинах тіла.

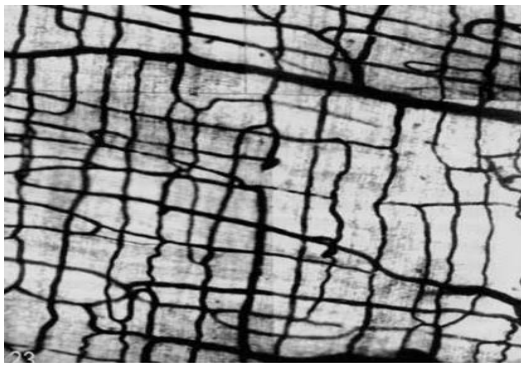


Рис. 2. Інтерстиціальна тканина.

Інтерстиціальний простір – це аморфний компонент:

- в ньому міститься до 15 % води організму (в крові – 5 %)
- 85-90% структурована, тобто нетікуча (зв'язана)
- Останні 10% «вільної» води забезпечують спрямований транспорт речовин.

Інтерстиціальна рідина в лімфатичній системі:

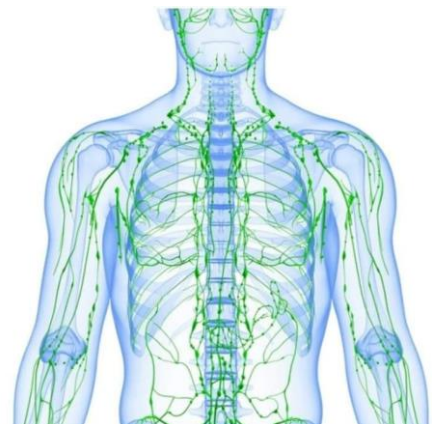


Рис. 3. Лімфатична система людини.

- Лімфатична система являє собою анатомічну структуру, яка транспортує лімфу односпрямовано до серця і є частиною системи кровообігу.
- **Функції:** лімфатична система контролює концентрацію білків в інтерстиції, обсяг інтерстиціальної рідини і її тиск.

Лімфа є прозорою рідиною, дещо білуватою, що проходить через лімфатичні судини. Вона утворюється після переливу рідини, що виходить з кровоносних капілярів в інтерстиціальний простір.

Таким чином, **головна функція** лімфи це збір і повернення інтерстиціальної рідини в кров.

- **Переповнення інтерстиціальної рідини**
- Існує ряд захворювань або клінічних ознак, які проявляються в лімфатичній системі.
- Формування лімфатичного набряку або лімфедерми являє собою патологію, пов'язану з інтерстиціальною рідиною.
- Набряк вважається клінічним ознакою, що полягає в накопиченні рідини в міжклітинному або інтерстиціальному просторі, а також в порожнинах організму.
- Набряк утворюється при надмірній секреції рідини в інтерстиціальний простір, або коли він не відновлюється належним чином, що може бути обумовлено проблемами резорбції, а також проблемами із лімфатичними захворюваннями.

Плазма крові – рідка частина крові, що містить основні та додаткові компоненти. Це колоїдний розчин різних речовин, що перебувають у динамічній рівновазі з тканинною і внутрішньоклітинною рідинами. У нормі концентрації одних речовин залишаються постійними, а вміст інших може коливатися у вузьких межах.

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ПЛАЗМИ КРОВІ.

Основні компоненти:

Вода (90-92%).

Мінеральні йони (0,9%).

Білки плазми (7-8%).

Глюкоза (0,12%)



Рис. 4. Склад крові.

Додаткові компоненти:

Поживні речовини (ліпіди, амінокислоти), вітаміни, мікроелементи (Cu, Go, I, Zn, Mn).

Гормони і ферменти.

Проміжні продукти обміну (молочна, піровиноградна кислоти).

Кінцеві продукти обміну (CO₂, сечовина, сечова кислота, аміак, білірубін, креатинін та ін.)

Мінеральні речовини знаходяться в плазмі крові у вигляді катіонів і аніонів. Найбільше в плазмі міститься натрію, калію, хлоридів, бікарбонатів. Відхилення в мінеральному складі плазми крові можуть спостерігатися при різних захворюваннях і при значних втратах води за рахунок потовиділення при виконанні фізичної роботи.

Кристалізаційна вода кісток та хрящів

Кристалізаційна вода — зв'язана вода, що міститься у кристалічній ґратці у вигляді молекул.

Хімічний склад кістки: Містить до 50% води, 28% органічних речовин, в тому числі 15% жиру, і 21% неорганічних речовин (сполуки Ca, Mg, P).

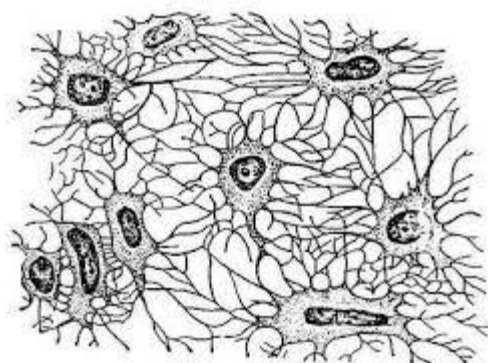


Рис. 5. Хрящова тканина.

Трансклітинна рідина

Тканінна рідина, міжклітинна рідина — рідина, що заповнює міжклітинні й навколоклітинні простори тканини і органів тварини і людини; разом з кров'ю і лімфою є внутрішнім середовищем організму. За хімічним складом близька до плазми крові, але містить меншу кількість білка. До трансклітинної рідини з плазми крові надходять кисень і поживні речовини, необхідні клітинам, а з клітин — продукти їхнього обміну. Склад і властивості Т. р. мають певну сталість, що забезпечується механізмами гомеостазу. Відтікаючи від органів в лімфатичні судини, Т. р. перетворюється на лімфу. Функція тканинної рідини омивати клітини організму.

Водний баланс організму:

Складається з 3 процесів:

- 1) надходження води до організму з їжею та напоями;
- 2) утворення води при обміні речовин (ендогенна вода)
- 3) виділення води з організму.

Зміни або порушення водного обміну (накопичення в організмі надлишку води) або дефіцит води в організмі

Як зрозуміти, що є дефіцит внутрішньоклітинної рідини

- Брак внутрішньоклітинної рідини можна запідозрити за рядом ознак. Зокрема, коли є відчуття стягнутості шкіри після вмивання/душу і якщо крем дуже швидко вибирається.

Також слід звернути на наявність цих ознак:

- Сухі дерматити
- Сухість в роті, густа слина - це рання ознака внутрішньоклітинного зневоднення
- Сухі губи
- Утворення тріщин на п'ятках, долонях
- Лущення та тріщини на ліктях, передня поверхня гомілок, як "пустеля"
- Сухість під час статевої близькості, і чим виразніше зневоднення, тим раніше ця сухість виникає і спричиняє біль
- Сухе та тьмяне волосся
- Відсутність блиску в очах

Як відновити водний баланс

- Найшвидше поповнити внутрішньоклітинний дефіцит рідини можна за допомогою мінеральної води. Завдяки її складу вона притягується в потрібні місця.
- "Мінеральна вода не повинна бути лікувальною, в жодному разі, бо можна "налікувати" собі купу проблем зі здоров'ям, якщо є звичка зловживати. Обирайте столову, читайте на етикетці. Вивчайте склад та дози. Пити потрібно відразу, як відчуваєте спрагу або від 0,5 до 1 літру на добу.
- Через звичку зловживання мінеральною водою можна отримати серцево-судинні ускладнення, урологічні та неврологічні захворювання, каміння.

Основні правила пиття мінеральної води:

- Розділіть об'єм води на рівні частини і пийте за 15 хвилин до споживання їжі
- Вода повинна бути без газів, інакше вона не зайде в клітину. Вода з газами, навпаки, підвищить тиск і буде витягувати воду з клітини.

- Просто відкрийте кришку і залиште пляшку з водою на декілька годин.

Коли можна пити газовану воду:

- коли з'явилась слабкість
- під час спеки, коли ви хочете зменшити потовиділення
- якщо хочете навпаки збільшити потовиділення - пийте негазовану воду
- якщо "впав тиск"

Також відновити водний режим можуть наступні джерела:

- Структурована вода. Це більш-менш стійка формула води, яка на 100 % зайде в клітину.

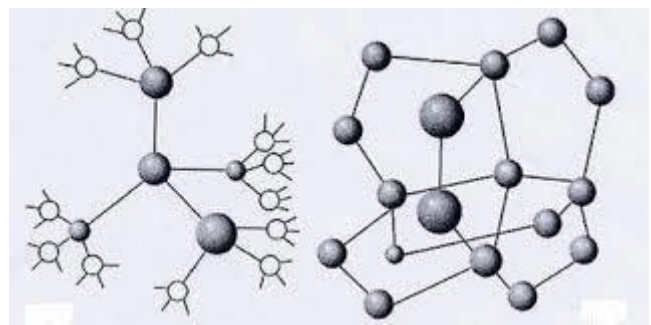


Рис. 6. Структурована вода.

- Зелений чай третьої заварки.
- Джерельна вода. Але має бути проведене дослідження щодо її складу. Таку воду не можна набирати ранньою весною, коли сходять талий сніг/лід (вони змиваються разом із брудом).



Рис. 7. Джерельна вода.

Чим корисна тала вода:

- Більшість процесів, що відбуваються в нашому організмі, є хімічними реакціями у водному розчині. Від якості води, її складу, залежить здоров'я всього організму. Найкращою вважається вода, яка має структуру, подібну

структурі рідини усередині організму. Така вода здатна без перешкод проникати в клітини, покращувати обмін речовин. Цією важливою властивістю і володіє тала (структурована) вода, що вважається найкращою для здоров'я людини.

- Користь талої, «живої», води говорить сама за себе: люди, які живуть високо в горах поблизу джерела, яке бере свої витoki з льодовика, що тане, менше страждають від різних хвороб і мають більшу тривалість життя.
- Талу воду можна пити, використовувати у приготуванні їжі, заварюванні чаю (не доводячи до кипіння), вмиватися.



Рис. 8. Тала вода.

Цілющі властивості талої води:

- Покращує роботу всіх органів;
- Підвищує імунітет;
- Допомагає позбутися алергії;
- Лікує захворювання шкіри, рани;
- Покращує травлення й обмін речовин;
- Нормалізує роботу серця;
- Допомагає боротися з зайвою вагою;
- Підсилює дію ліків;
- Нормалізує рівень лейкоцитів у крові;
- Знижує рівень холестерину в крові;
- Прискорює відновні процеси;
- Покращує мозкову активність і підвищує працездатність.

Звичайна водопровідна вода має наступний склад:

- Прісна («жива») вода, основа життя. Замерзає при температурі 0°C ;
- Оксид дейтерію («важка» вода). У 1 л міститься 150 мг дейтерієвої води. Замерзає при температурі $+3,8^{\circ}\text{C}$;
- Розчинені органічні сполуки, солі, хімікати. Замерзають при температурі -7°C ;
- Домішки, що відкладаються на стінках судин і внутрішніх органах, а також слизових оболонках.

Щоб очистити таку воду від всіх зайвих складових, залишивши тільки «живу» складову, застосовують виморожування — найбільш ефективний метод очищення води. В результаті однократного процесу заморожування-розморожування отримують талу воду.

Для отримання протієвої води відслідковують процес повільного замерзання й танення води, своєчасно видаляючи «важку» воду та розчинені солі.

Важка вода зазвичай використовується для позначення важкої водневої води, також відомої як оксид дейтерію. Важка воднева вода має ту ж хімічну формулу, що і звичайна вода, але замість двох атомів звичайного легкого ізоотопу водню (протію) вона містить два атоми важкого ізоотопу водню - дейтерію, а її ізоотопний склад кисню відповідає кисню в повітрі. Формулу важкої водневої води прийнято записувати як D_2O або $2H_2O$. На перший погляд важка вода схожа на звичайну воду – безбарвну рідину без запаху з солодким смаком.

Біологічна роль і фізіологічні ефекти

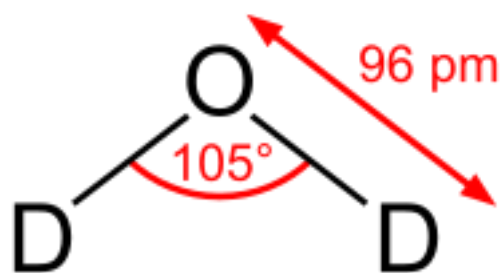


Рис. 9. Важка вода.

Важка вода токсична лише в незначній мірі, хімічні реакції в її середовищі протікають дещо повільніше, ніж у звичайній воді, водневі зв'язки за участю дейтерію трохи сильніше звичайних, але через дворазову різницю в масі легких і важких нуклідів кінетика протікають іонообмінних процесів істотно змінюється (сповільнюється з дейтерію). Досліди на ссавцях (мишах, щурах, собаках) показали, що заміщення 25% водню в тканинах дейтерієм призводить до безпліддя, іноді незворотного. Більш високі концентрації призводять до швидкої загибелі тварини; Наприклад, ссавці, які тиждень пили важку воду, загинули, коли половина води в їхньому тілі була дейтація; Риби і безхребетні гинуть тільки тоді, коли 90% води в організмі дейтерованное. Найпростіші здатні пристосовуватися до 70% розчину важкої води, в той час як водорості і бактерії здатні жити навіть в чистій важкій воді. Людина може випити кілька склянок важкої води без видимої шкоди для здоров'я, весь дейтерій виведеться з організму за кілька днів. Наприклад, в одному з експериментів по вивченню взаємозв'язку вестибулярного апарату і мимовільних рухів очей (ністагму) добровольців попросили випити від 100 до 200 грамів важкої

води; В результаті поглинання більш щільної важкої води купулою (драглиста структура в півколових каналах) порушується її нейтральна плавучість в ендолімфі каналів, виникають незначні порушення просторової орієнтації, зокрема ністагм. Цей ефект аналогічний ефекту спирту (однак в останньому випадку щільність купули зменшується, оскільки щільність етилового спирту менше, ніж у води). Таким чином, важка вода набагато менш токсична, ніж, наприклад, кухонна сіль. Важка вода використовувалася для лікування гіпертонії у людей у добових дозах від 10 до 675 г D₂O на день.

В організмі людини міститься стільки ж дейтерію, скільки природної домішки, як 5 грамів важкої води; цей дейтерій в основному міститься в молекулах напівважкої води HDO, а також у всіх інших біологічних сполуках, які містять водень.

Деякі люди помічають, що важка вода солодка на смак. Наукове підтвердження цього факту було опубліковано у 2021 році. Встановлено, що солодкуватий смак важкої води приблизно збігається зі смаком 0,05 м розчину сахарози у звичайній воді (17 г/л, або половина чайної ложки цукру на склянку води).

Жорстка вода

Жорстка вода - це вода, яка містить надмірну кількість кальцію і магнію. А в деяких випадках і солі заліза. Жорстка вода може бути тимчасовою або постійною (статичною).

Тимчасову скутість провокують кальцій і магній. А вона легко усувається кип'ятінням. Досить нагріти воду – кальцій і магній розпадуться і осядуть у вигляді накипу.

Постійна жорсткість обумовлена наявністю у воді хлоридів, сульфатів, нітратів кальцію і магнію. Кип'ятіння в цьому випадку не допоможе, потрібне кондиціонування води. У 95% випадків, коли говорять про «жорстку воду», мають на увазі тимчасову жорсткість. Все тому, що перманентні зустрічаються вкрай рідко.



Рис. 10. Жорстка вода.

Ознаки жорсткої води:

На підвищену кількість магнію і кальцію в його складі вказують:

- покриття змішувачів нальотом;
- поява білястих прожилок;
- утворення накипу на стінках чайника;
- погане піноутворення при митті посуду і білизни;
- жорстка вода пошкоджує опалювальну систему;
- сантехніка швидше ламається.

Чи небезпечна жорстка вода для здоров'я?

- Кальцій і магній самі по собі є дуже корисними макроелементами для організму.
- Але тільки в оптимальній кількості.
- У жорсткій воді їх явно надлишок. Однак, незважаючи на це, особливої шкоди організму не наноситься.
- Хоча тут є низка нюансів.
- Спочатку кальцій і магній відкладаються на стінці кишечника. В результаті погіршується моторика шлунка, накопичуються солі.
- По-друге, жорстка вода шкідлива для шкіри. Після вмивання або купання шкіра стає сухою, роздратованою, з'являється відчуття стягнутості. Це тому, що жорстка вода забиває пори і змиває природні захисні сили. В результаті шкірі важче дихати, з'являються прищі і різні висипання.
- По-третє, від жорсткої води страждає і волосся. Сольові сполуки ускладнюють дихання, з'являється ламкість і лупа. У деяких випадках волосся починає випадати.

Як видалити жорсткість води:

- Використовуйте спеціальні креми, які допомагають мінімізувати негативний вплив жорсткої води.
- Жорстка вода особливо негативно впливає на шкіру новонароджених. З цієї причини їх купають у кип'яченій воді, щоб запобігти будь-яким ризикам для здоров'я.
- Питна вода обов'язково повинна бути кип'яченою. Придбайте фільтри з магнітною складовою для очищення питної води.

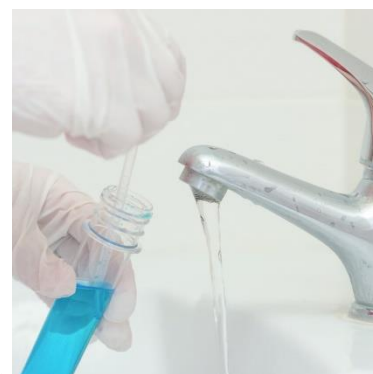


Рис. 11. Очищення питної води.

Тема 2. Найважливіші макро- та мікроелементи. Ультрамікроелементи. Причини і наслідки дефіциту. Основні принципи корекції. Симптоми надлишку та стани отруєння.

Близько 1,9 % від маси клітини припадає ще на вісім макроелементів: Натрій (Na), Магній (Mg), Калій (K), Кальцій (Ca), Фосфор (P), Сульфур (S), Хлор (Cl), Ферум (Fe).

Інші хімічні елементи містяться у клітині у дуже невеликих кількостях: мікроелементи — ті, на частку яких припадає від 0,000001 % до 0,001 %, -Бор (В), Кобальт (Со), Нікель (Ni), Купрум (Cu), Цинк (Zn), Молібден (Mo), Йод (I), Флуор (F), Манган (Mn), тощо.



Оксиген - добова потреба людини в кисні 300-400 л (280 мл/хв).

Бере участь у всіх видах обміну. Кисень необхідний для найважливішого життєвого процесу - подиху. Всі реакції окислення-відновлення в організмі відбуваються за наявності кисню. Оксиген входить до складу таких біологічно важливих сполук як білки, амінокислоти, вуглеводи, ліпіди, нуклеїнові кислоти, вітаміни, гормони й ін. Фагоцитарні функції організму залежать від рівня кисню. Зниження рівня оксигену приводить до зниження захисних функцій організму. Кисень необхідний для розкладання загиблених тварин і рослин (кругообіг речовин у природі).

Кисень разом з оксидом карбону (IV) збуджує дихальний і судинно-рушійний центри. Кисень застосовується для лікування серцево-судинних, інфекційних, пухлинних захворювань (оксигенотерапія й оксигенобаротерапія).

За нестачі кисню виникає асфіксія, гіпоксія, смерть від задухи. Надлишок кисню зумовлює брадикардію, судинозвужувальний ефект, збільшення опору периферичних судин, уповільнення кровотоку, посилення згортання крові.



Карбон

Вміст карбону у біологічних тканинах:

У кістковій – 36%

У м'язовій тканині – 67 %

Добова потреба у карбоні у складі їжі – 300 г

За нестачі карбону відбувається загальне виснаження організму, зниження мозкової діяльності. Основа всіх органічних сполук завдяки унікальній здатності утворювати міцні ковалентні зв'язки між собою, а також з атомами інших хімічних елементів, наприклад, гідрогену, оксигену, нітрогену, сульфуру, галогенів.

Оксид карбону (IV) разом з киснем застосовують для рефлекторного стимулювання центра подиху при шоці, асфіксії, отруєннях і т.ін. Рідкий CO_2 застосовують для гіпотермії, для заморожування біоматеріалу.

Вугілля активоване, маючи більшу поверхню, добре адсорбує гази, алкалоїди, токсини. Призначається при метеоризмі, харчових інтоксикаціях, отруєннях алкалоїдами, солями важких металів.

Токсичними для людини є сполуки карбону: карбон (II) оксид, карбон (IV) оксид, гідроген ціанід HCN , сірковуглець (CS_2), фосген (COCl_2)



Гідроген

- Приблизно 10 % маси живих організмів припадає на гідроген. Він є складовою частиною важливих органічних і неорганічних сполук, які відіграють велику біологічну роль в організмі людини: білки, нуклеїнові кислоти, вітаміни, гормони, ферменти й т.ін.

- **ВОДНЕВИЙ ПОКАЗНИК (pH)** — число, яке характеризує кислотність середовища і чисельно дорівнює: $\text{pH} = -\lg a_{\text{H}^+}$. Кожна фізіологічна рідина — шлунковий сік, кров, сік підшлункової залози тощо — характеризується певною кислотністю, яка може змінюватися у вузькому інтервалі pH.

Однією із найважливіших і розповсюджених на Землі хімічних сполук є вода. В організмі людини вміщується близько 70 % (мас.) води. Вода не тільки універсальний розчинник, але й активний учасник різних реакцій обміну речовин (гідроліз, гідратація, набрякання й т.ін.). Вода виконує роль транспортної системи — перенос живильних речовин, ензимів, продуктів метаболізму, газів і ін. За допомогою води підтримується стан гомеостазу (кислотно-основний, осмотичний, гемодинамічний, термічна рівновага). Вода необхідна для утворення секретів і екскретів, забезпечення турбору тканин.

Найважливішими для живих організмів властивостями води можна назвати такі:

1. Вода є чудовим розчинником для полярних і неполярних речовин, які мають заряджені ділянки.

2. Вода здатна утворювати агрегатні групи молекул між своїми молекулами та з молекулами інших речовин. Це значно посилює силу поверхневого натягу, що дозволяє воді підійматися по капілярах ґрунту й судинах рослин.

3. Через наявність між молекулами води водневих зв'язків її випаровування потребує великої кількості енергії, а в разі її замерзання виділяється тепло. Тому наявність на нашій планеті води у трьох агрегатних станах значно пом'якшує її клімат. Крім того, багато організмів використовує випаровування води за умов високих температур для охолодження свого організму.

4. Найбільшої густини вода досягає за 4°C. Лід має меншу густину, ніж вода. Тому взимку він розміщається на поверхні водойм і захищає організми, які в них живуть, від переохолодження. Молекули органічних або неорганічних речовин, які є полярними або мають заряджені ділянки, легко взаємодіють з молекулами води та, відповідно, легко в ній розчиняються. Такі речовини називають гідрофільними. Якщо ж молекули органічних або неорганічних речовин не є полярними та не мають заряджених ділянок, то вони мало взаємодіють з молекулами води та, відповідно, у ній не розчиняються. Такі речовини називають гідрофобними.



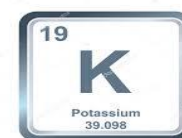
Нітроген

Вміст нітрогену у біологічних тканинах: у крові – 3,1 мг/мл; у м'язовій тканині – 7,2 %; у кістковій – 4,3 %.

Добова потреба у нітрогені становить – 8-16 г.

Надлишок азоту в повітрі призводить до кесонної хвороби, за підвищеного тиску розвивається задуха. Усі оксиди нітрогену і амоніак – токсичні.

Він є складовою частиною більшості органічних сполук організму: амінокислот, білків, ліпідів, вітамінів, гормонів, ферментів і т.ін. Нітроген утворює досить міцні ковалентні зв'язки з гідрогеном, карбоном. Разом із сульфуром, киснем, фосфором нітроген зміцнює «кістяк» з карбонових ланцюгів, завдяки чому утворюються різноманітні органічні сполуки. Нітроген - основна складова повітря. Дуже добре, як і кисень, розчиняється в біологічних рідинах, зокрема, у крові. Його присутність у крові може стати причиною кесонної хвороби. Різка падіння тиску (наприклад, при швидкому підйомі водолаза) може привести до виділення азоту (кров «закипає»). Це може привести до паралічу й смерті.



Калій – головний внутрішньоклітинний іон.

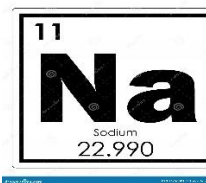
Він бере участь в синтезі білка, електричній активності клітини, утилізації глюкози. Він регулює м'язову активність, особливо нервово-м'язову збудливість і скорочення м'язів. Серце надзвичайно чутливе до змін рівня калію.

Топографія в організмі: печінка, нирки, серце, мозок, м'язи, кров і та ін.

Біогенна роль: забезпечує осмотичний тиск; забезпечує виникнення біопотенціалів, що пов'язане із процесом нервової й м'язової збудливості й провідності; підтримує кислотно-основний стан; бере участь у водно-сольовому обміні; бере участь у синтезі білків, вуглеводів; впливає на активність ферментів.

Підвищення змісту іонів калію знижує скорочувальну функцію міокарда (брадикардія); зниження вмісту іонів калію збільшує частоту серцевого ритму (тахікардія).

Гіпокаліємія є однією з причин розвитку порушень ритму серця – пароксизму фібриляції передсердь та пароксизмальної надшлуночкової тахікардії.



Натрій міститься в міжклітинному просторі, забезпечує діяльність нервової, серцево-судинної системи, обміну вуглекислого газу.

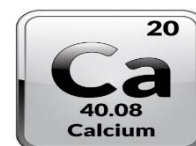
Топографія в організмі: плазма крові, лімфа, травні соки. Добова потреба організму в натрії 4-7 г.

Біогенна роль: забезпечує осмотичний тиск; підтримує кислотно-основний стан організму; бере участь у нервово-м'язовій передачі (виникнення біопотенціалів); бере участь у водно-сольовому обміні; впливає на роботу ферментів. При блокуванні натрієвих каналів на клітинній мембрані не відбувається деполяризація й не виникає потенціал дії. Крім того іони натрію сприяють набряканню колоїдів тканин, що приводить до затримки води в організмі й сприяє її нагромадженню (формування набряків).

При втраті солей може виникати *гіпотонічна дегідратація*.

Гіпотонічність плазми і інтерстиціальної рідини обумовлені переважною втратою натрію. Переважання вмісту білка в клітинах порівняно із інтерстиціальною рідиною сприяє осмотичному переміщенню води з позаклітинної рідини в клітини. Внаслідок цього при гіпотонічній дегідратації позаклітинний простір зменшується, а клітини набухають.

Гіпернатріємія супроводжується збільшенням об'єму рідини в позаклітинному просторі за рахунок підвищення осмолярності плазми, і, як наслідок, спрагою, тахікардією, підвищенням артеріального тиску.



Кальцій бере участь у багатьох життєво важливих процесах в організмі. На відміну від одновалентних іонів, які переважно іонізовані в біологічних рідинах, кальцій, що циркулює в крові у великих кількостях, утворює складні сполуки з білками та іншими органічними речовинами.

Добова потреба 0,8-0,9 г. В організм надходить із молоком, злаками, овочами. Концентрація іонів кальцію регулюється гормонами паращитоподібної залози. Для засвоєння іонів кальцію необхідний вітамін D і солі фосфатної кислоти.

Кальцій – основний компонент кісткової й зубної тканини, куди він надходить у вигляді гідроксиапатиту $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ і $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ — фторапатиту.

Іони кальцію беруть участь: у передачі нервових імпульсів (кальцій знижує збудливість кліток ЦНС); зменшення його концентрації приводить до збільшення збудливості (тетанія); регулює роботу серця; бере участь у згортанні крові; надходить до складу ферментів (лецитінази) і впливає на їхню активність; впливає

на кислотно-основний стан організму; проявляє протизапальні й десенсибілізуючу дію. Іони кальцію – біологічні антагоністи іонів натрію, калію, магнію.

Гіперкальціємія може супроводжуватися подагричною нефропатією, ускладненою нирковою недостатністю, остеоартрозом і ревматоїдним артритом, при яких вміст кальцію в крові корелює з активністю патологічного процесу і пов'язано з дисбалансом секреції паратгормону і кальцитріолу.



Магній гальмує нервову систему, допомагає клітинам засвоювати кисень. Іонізований кальцій бере участь в роботі серця, скелетних м'язів, згортанні крові тощо.

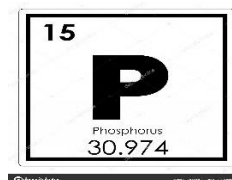
Добова потреба організму в магнії - 10 мг на 1 кг маси тіла людини. Топографія в організмі людини: дентин і емаль зубів, кістки кістяка, кістякові м'язи, нирки, мозок, печінка, серце. Внутрішньоклітинний іон. Великий вміст магнію в рослинах. Він у якості комплексоутворювача надходить до складу хлорофілу.

Біогенна роль: залежно від концентрації блокує або забезпечує нервово-м'язову передачу; гнітить центр подиху; гнітить судинно-рухальний центр, внаслідок чого знижує артеріальний тиск; компонент і активатор деяких ферментів; стимулює перистальтику кишечника й жовчовиділення.

Магній є активатором близько 300 ферментів.

Дефіцит Mg^{2+} в організмі проявляється астено-невротичним синдромом, депресією, мігренню, судомними посмикуваннями м'язів, тремором кінцівок, тахікардією, внутрішньосердечними блокадами, схильністю людей до тромбозів, бронхоспазму, абдоміналії, запорів, розвитком ішемічної хвороби серця, цукрового діабету, гіпертиреозу, пародонтозу, жовчовивідної та сечокам'яної хвороби.

Гіпомagneмія може бути наслідком інсулінорезистентності, хронічних психоемоційних і фізичних навантажень, гіподинамії, інтоксикації алюмінієм і берилієм.

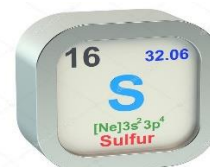


Фосфор – головний структурний компонент кісткової тканини у вигляді фосфатної солі кальцію, яка називається гідроксиапатитом. Фосфоліпіди (наприклад, фосфатидилхолін) є основними структурними компонентами клітинних мембран.

Добова потреба організму у фосфорі 1,3 г. Є складовою частиною білків, нуклеїнових кислот, АТФ і інших фізіологічно активних сполук. Велика кількість фосфору вміщується в кістковій і зубній тканині. В них він перебуває у вигляді гідроксиапатиту $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(OH)_2$ і $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3 \cdot H_2O$.

За умов недостатньої кількості фосфору й вітаміну D не засвоюється кальцій і виникає захворювання рахіт. Значення фосфору полягає в тому, що вуглеводи, жирні кислоти й інші речовини для того, щоб виконати енергетичну функцію, спочатку повинні бути фосфорильовані. Фосфор необхідний для утворення фосфатної буферної системи, що бере участь у підтримці кислотно-основної рівноваги. В АТФ фосфор утворює із киснем макроергічні зв'язки (збагачені енергією).

Гіпофосфатемія визначається як концентрація фосфатів у сироватці крові, нижча за нижню межу норми, тоді як концентрація, що перевищує вищу межу діапазону, вказує на гіперфосфатемію. Однак рівень фосфату в сироватці крові та сироватки не обов'язково відображає вміст фосфору в організмі.



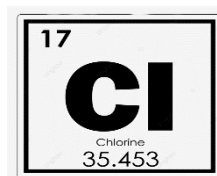
Сульфур постійно присутній у всіх живих організмах, будучи важливим біогенним елементом. Зміст його в рослинах 0,3-1,2%, в тваринах 0,5-2% (морські організми містять більше сульфуру, ніж наземні). Біологічне значення сульфуру визначається насамперед тим, що він входить до складу амінокислот метіоніну і цистеїну і, отже, до складу пептидів і білків. Без сульфуру немає просторової конфігурації білків – і немає життя, немає способу існування білкових тіл.

Добова потреба організму в сульфурі 4-5 г. Входить до складу ферментів, гормонів, вітамінів (вітамін B₁ — тіамін). Великий вміст сульфуру у волоссях, кістках, нервовій тканині. В організмі сульфур окислюється до сульфатної кислоти, що знешкоджує токсичні речовини - продукти обміну (феноли, крезол, скатол, індол).

Багато сполук сульфуру токсичні. На особливу увагу заслуговує сірководень, вдихання якого швидко викликає притуплення реакції на його неприємний запах і може привести до сильного отруєння, навіть з летальним результатом. Гранично допустима концентрація сірководню в повітрі робочих приміщень – 10 мг/м³, в атмосферному повітрі – 0,008 мг/м³.

Дефіцит сульфуру:

Тахікардія, підвищений артеріальний тиск, алергія, захворювання печінки, шкірні розлади, випадання волосся, запори, волосся стає тьмяним, нігті стають ламкими, болі в суглобах, гіперглікемія, підвищення тригліцеридів в крові, у важких випадках - жирової дистрофії печінки, крововиливи в нирки, порушення вуглеводного обміну і білкового обміну, перезбудження нервової системи, дратівливість і інші невротичні реакції.



Хлор є найважливішим аніоном в позаклітинному просторі. Він становить 0,06% від маси тіла. Найбільше його міститься в шлунковому соку. Він

концентрується в позаклітинній рідині разом з іонами натрію. Бере участь у підтриманні осмотичної рівноваги. Активує амілазу і пептидази.

За добу людина споживає 5-10 г NaCl. Мінімальна потреба людини в хлорі становить близько 800 мг на добу. Добова потреба в Cl^- — 4-6 г.

Біологічна роль: регуляція осмотичного тиску; сприяє відкладенню глікогену в печінці; бере участь у водно-сольовому обміні; входить до складу ферментних систем, активує амілазу слини. Атоми хлору - потужні окислювачі й тому мають дезінфікуючі властивості.

Токсичність хлору: Токсичний діапазон не завжди контролюється. Симптоми інтоксикації. Зазвичай не спостерігається. Великі дози можуть викликати нудоту, сонливість, головний біль, пітливість, тахікардію, гострий абстинентний синдром (у наркоманів).

Побічна дія: Серцево-судинні: артеріальна гіпотензія, брадикардія, зупинка серця. З боку дихальної системи: пригнічення дихання.

- **УЛЬТРАМІКРОЕЛЕМЕНТИ** (від лат ultra — зверху), елементи, що є у живих організмах в дуже малих кількостях (від 10^{-6} до $10^{-12}\%$). До них відносяться селен (Se), уран (U), меркурій (Hg), радій (Ra), гелій (He), берилій (Be), неон (Ne), аргон (Ar), скандій (Sc), галій (Ga), криптон (Kr), стибій (Sb), цирконій (Zr), ніобій (Nb), родій (Rh), рубідій (Rb), аргентум (Ag), кадмій (Cd), індій (In), телур (Te), йод (I), ксенон (Xe), тантал (Ta), вольфрам (W), аурум (Au), талій (Tl), вісмут (Bi), торій (Th).



Рис. 12. Ультрамикроэлементи.

Тема 3. Есенціальні та умовноесенціальні елементи. Класифікація біоелементів за ступенем корисності для людини. Методи визначення дефіциту мікроелементів. Причини дефіциту. Принципи корекції дефіцитних станів. Харчові джерела.

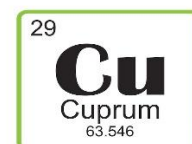
Есенціальні мікроелементи – життєво важливі:



Залізо є одним із основних життєво-необхідних для людини мікроелементів. Він впливає на чимало процесів в організмі. Залізо присутнє у таких продуктах, як яблука, свиняча та яловича печінка, м'ясо, гранати та інші «червоні» продукти.

Добова потреба 15-20 мг. Локалізується в еритроцитах, а також у дихальних ферментах цитохромах. Ферум надходить до складу ферментів гемоглобіну, цитохромів, каталаз, пероксидаз і ін. Ферум бере активну участь в окисно-відновних процесах організму, в імунобіологічних реакціях, необхідних для процесів росту й кровоутворення. Нестача феруму приводить до розвитку анемії.

Залізодефіцитна анемія – це анемія, що викликана нестачею заліза та супроводжується зменшенням кількості гемоглобіну в кожному еритроциті. Вона призводить до постачання меншої кількості кисню в організм. Анемія, як правило, зустрічається у жінок різного віку, які мають тяжкий перебіг менструацій.



Купрум – це життєво-необхідний мікроелемент, який входить до складу білків. Організм людини містить 150 мг міді. Половина з цієї кількості припадає на кістки та м'язи, 10% - на тканини печінки, решта – на інші органи.

Добова потреба 2-3 мг. Біотик, нестача якого веде до значних порушень в організмі. Біогенна роль: підсилює дію інсуліну й гормонів гіпофіза; позитивно впливає на ріст і розвиток організму, тому що сприяє синтезу білка; впливає на синтез гемоглобіну й утворення еритроцитів; володіє гіпоглікемічною дією; впливає на водний і мінеральний обмін; активатор ферментів.

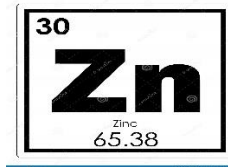
Купрум має антиоксидантні властивості, допомагає засвоювати вітамін С, сприяє збереженню структури кісток, необхідна для нормальної роботи центральної нервової системи.

Люди із захворюванням на целиакію. У своїх клінічних рекомендаціях, присвячених лікуванню целиакії 2009 року Американський коледж гастроентерології зазначає, що у людей, хворих на целиакію, схоже, підвищений ризик дефіциту міді і що рівень міді нормалізується протягом місяця вживання харчової добавки з міддю під час їжі безглютенової дієти.

Люди з хворобою Менкеса. Хвороба Менкеса – рідкісне, Х-пов'язане, рецесивне порушення гомеостазу міді, викликане мутаціями АТР7А, які кодують АТФазу, що транспортує мідь. У цих людей різко знижується кишкова абсорбція харчової міді, що призводить до ознак дефіциту міді, включаючи низький рівень сироваткової міді та церулоплазміну. Типові прояви хвороби Менкеса включають дефект росту, порушення когнітивного розвитку, формування аневризми аорти, судоми та надзвичайно неслухняне хвилясте волосся. Більшість людей із хворобою

Менкеса помирають у віці від 3 років, якщо їх не лікувати, але підшкірні введення міді, починаючи з перших тижнів після народження, може зменшити ризик смертності та покращити розвиток дитини.

Люди, які приймають високі дози добавок цинку. Високі харчові споживання цинку можуть перешкоджати засвоєнню міді, а надмірне вживання добавок цинку може призвести до дефіциту міді. Повідомлялося про зниження рівня еритроцитарної мідно-цинкової супероксиддисмутази, маркера стану міді, в осіб із навіть помірно високим прийомом цинку приблизно 60 мг / добу протягом 10 тижнів.



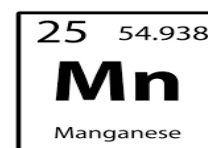
Цинк – є потужним антиоксидантом та має важливе значення для збереження зору в сутінках. Елемент також потрібен для росту та розвитку, поліпшує імунітет, підтримує нормальний стан кісток, волосся та шкіри.

Добова потреба – 10-15 мг. Топографія в організмі: сітчаста оболонка ока, передміхурова залоза, сперма, молочні залози, печінка, м'язи.

Біологічна роль: впливає на процеси розмноження, тобто репродуктивну функцію; бере участь в обміні нуклеопротейдів, тому позитивно впливає на ріст і розмноження; поліпшує картину крові при променевій терапії пухлин; є складовою частиною ферментів інсуліну, карбоангідрази, карбоксипептидази й ін.; впливає на обмін кальцію й фосфору; підвищує імуногенез.

При дефіциті цинку зростає ризик серцево-судинних захворювань, а ось здатність тканин до регенерації (відновлення, загоєння) – навпаки, знижується.

Нормальне вироблення **серотоніну**, так званого «гормону щастя», теж неможливе в умовах дефіциту цинку. Тому цинковмісні добавки нерідко виписуються при депресивній готовності, хронічному стресі, тривожності, а іноді і при синдромі хронічної втоми (СХВ).



Манган є життєво важливим елементом для людини, він входить до складу багатьох ферментів металів, а також виступає в ролі неспецифічного активатора ферментів. До манганозалежних ферментів належать супероксиддисмутаза (мітохондріальна), піруваткарбоксилаза, аргіназа та глікозилтрансфераза. При активації деяких ферментів іони Mn^{2+} можуть бути замінені Mg^{2+} , Co^{2+} або іншими двовалентними іонами. Цей елемент пов'язаний з формуванням сполучної тканини і кісток, механізмами росту, репродуктивними функціями, обміном вуглеводів і ліпідів. У нормальних умовах надходження мангану в організм з повітрям, їжею, водою невелике. Велика частина мангану, що надходить з їжею, не всмоктується, а

переважним шляхом виведення абсорбованого мангану є жовч. Екскреція цього елемента з сечею погано реагує на коливання мангану в раціоні харчування.

Надлишок мангану може привести до серйозних наслідків, після яких навіть молодому організму дуже складно відновитися: погіршення всмоктування заліза і розвиток анемії, погіршення роботи нервової системи, порушення всмоктування кальцію.

Дефіцит мангану призводить до різних форм анемії, порушення репродуктивної функції у обох статей, затримки росту дітей, проявів дефіциту маси тіла та ін.



Молібден є компонентом ряду ферментів (альдегідоксидази, сульфітоксидази, ксантиноксидази та ін.), які виконують важливі фізіологічні функції, зокрема, регуляцію обміну сечової кислоти.

Добова потреба 0,15-0,3 мг. Топографія в організмі: печінка, нирки, залози внутрішньої секреції. Біогенна роль: активатор ферментів; активує синтез гемоглобіну; впливає на імуногенез.

Ферменти, що містять молібден, беруть участь у метаболізмі пуринів і засвоєнні азоту, при цьому утворюється сечова кислота. При підвищеному вмісті молібдену розвивається ендемічна подагра.

Молібден робить антиоксиданти, в тому числі вітамін С, більш ефективними, важливим компонентом системи тканинного дихання. Він підсилює синтез амінокислот, покращує накопичення азоту.

Дефіцит молібдену в організмі може з'явитися в результаті тривалої вегетаріанської дієти, штучного харчування, після травм і опіків. надлишок таких елементів, як вольфрам, сірка, свинець і натрій, які гальмують засвоєння молібдену.

Симптоми, за якими можна діагностувати нестачу молібдену в організмі, такі:

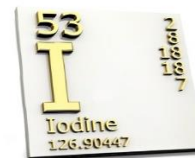
1. Підвищена дратівливість, а також збудливість;
2. розвиток «курячої сліпоты», тобто порушення зорової адаптації;
3. Розвиток серцевої аритмії (тахікардії).

Недолік молібдену в організмі супроводжується зниженням вмісту ксантиноксидази в тканинах. При нестачі молібдену страждають анаболічні процеси, спостерігається ослаблення імунної системи.



Селен раніше вважався шкідливим для організму та завдяки науковим дослідженням з'ясовано, що питання шкоди та користі цього мікроелементу залежить від його кількості. Топографія в організмі: печінка, нирки, серце, гіпофіз, кістякові м'язи. Значна кількість селену вміщується в сітківці ока. Тому він

необхідний для процесу зору. Селен необхідний для функції половых залоз, наприклад, для нормального протікання вагітності. Сполуки селену токсичні. Але в мікродозах застосовуються в медицині для лікування й попередження захворювань ока, печінки, підшлункової залози, дистрофій і т.ін. **Селен** є однією із тих речовин, що забезпечують антиоксидантний бар'єр, регулює роботу гормонів щитовидної залози, стимулює роботу імунної системи.



Йод – це мікроелемент, що присутній у природі у незначній кількості. Основна його кількість надходить в організм з їжею. Йод впливає на мозкову діяльність, у т.ч. пам'ять та концентрацію уваги. Від йоду залежить робота ендокринної системи та щитоподібної залози. Його містять гормони щитоподібної залози Т3 (трийодтиронін) та Т4 (тироксин).

Добова потреба — 0,2 мг. У крові людини концентрація іодид-іонів стала (10^{-6} - 10^{-5} %) і називається «йодним дзеркалом крові». Основна біологічна функція - бере участь у біосинтезі гормону щитоподібної залози - тироксину. При нестачі йоду в організмі розвивається захворювання - ендемічний зоб. Крім того, йод бере участь у водно-сольовому обміні, а також позитивно впливає на імуногенез.

- **Дифузний ендемічний зоб** (синонім: дифузний нетоксичний зоб) – дифузне збільшення щитовидної залози без порушення її функції, що зустрічається в популяції більше 5% дітей молодшого та середнього шкільного віку. Це викликано дефіцитом надходження йоду в організм. Зустрічається у дітей, підлітків і молодих людей.

- **Вузловий колоїдний проліферуючий зоб** – це непухлинне захворювання щитовидної залози без порушення її функції. У регіонах дефіциту йоду в Росії його поширеність серед здорового населення коливається від 10 до 40%. Вузловий колоїдний зоб становить до 90% всіх вузлів щитовидної залози.

Надлишок йоду - це недуга, при якому спостерігається відхилення від норми кількості йоду в організмі. Це згубно позначається на щитовидній залозі і загальному стані організму.

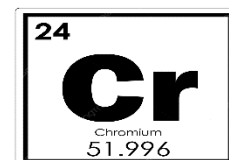


Флуор необхідний для формування твердої тканини зуба, яка називається дентином, а також для формування емалі. Він захищає зуби від руйнування, від ураження карієсом, створює стійке з'єднання з фосфором і кальцієм. Флуор також має дуже сильну протикарієсну дію, що пояснюється заміщенням гідроксильної групи (ОН-)гідроксиапатиту емалі на фтор.

Топографія в організмі: волосся, зуби, кістки. Добова потреба складає 1-2 мг. До складу зубної емалі й дентину надходить у вигляді флуорапатиту $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$.

Недостатнє надходження в організм цього мікроелемента викликає остеопороз і карієс.

Коли в організмі занадто багато флуору, розвивається захворювання, відоме як **флюороз**. Захворювання виникає при концентрації флуору в питній воді більше 1 мг/л. Виявляється потемнінням емалі зубів, кров'янистими виділеннями зубної емалі.



Хром є біогенним елементом, що міститься в тканинах рослин і тварин, і необхідний для нормального розвитку і функціонування організму. Найважливіша його біологічна роль полягає в регулюванні синтезу жирів, вуглеводного обміну і рівня глюкози в крові. Біологічна дія заснована на здатності до комплексоутворення.

Біогенна роль: впливає на кровотворення; складова частина травного ферменту – трипсину; стабілізує структуру нуклеїнових кислот; сполуки хрому виявляють протипухлинну дію; бере участь в обміні глюкози.

Металевий хром надходить до складу сплавів, що застосовуються у зубопротезній справі, а також для виготовлення медичного інструментарію.

Розчинні сполуки хрому в підвищених дозах є отрутами.

Зниження вмісту хрому в їжі і в крові призводить до зниження швидкості росту, підвищення холестерину в крові.

Умовно-есенціальні елементи – життєво важливі, але небезпечні в певних дозах:

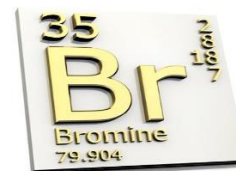


Кобальт є одним з життєво важливих для організму мікроелементів. Входить до складу вітаміну B12 (кобаламіну). Кобальт бере участь в кровотворенні, функціях нервової системи і печінки, ферментативних реакціях.

Добова потреба 0,05-0,1 мг. Топографія в організмі: печінка, нирки, підшлункова залоза. Біологічна роль: впливає на всі види обміну речовин; впливає на функції розмноження й росту; збільшує вміст еритроцитів і гемоглобіну (гемопоетичні властивості); мікродози (1-5 мг) кобальту знижують рівень цукру в крові; позитивно впливає на засвоєння кальцію й фосфору; позитивно впливає на імуногенез.

При відсутності кобальту розвивається акабалтоз. Однак **надлишок кобальту** шкідливий для людини: він знижує імунобіологічну реактивність організму. Порушення обміну кобальту характеризуються зниженням його вмісту в

цільній крові за рахунок зменшення кількості в сироватці крові і еритроцитах. Екскреція кобальту з сечею збільшується, з каловими масами зменшується. Ці порушення посилюються в міру розвитку ниркової недостатності. При термінальній стадії ниркової недостатності вміст кобальту в печінці, нирках, селезінці, серці, легенях, підшлунковій залозі, скелетних м'язах знижено, а в кістковій тканині підвищено.



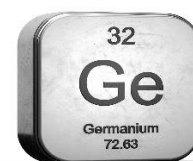
Бром. Іони броду пригнічують активність щитовидної залози, будучи антагоністами йодидів, а при хронічному впливі уповільнюють їх всмоктування.

Найбільше броду вміщується в нирках, щитоподібній залозі, гіпофізі, крові, сечі. Добова потреба - 821 мг. Біологічна роль: підсилює процеси гальмування в центральній нервовій системі; бере участь у біосинтезі тестостерону й регулює функцію полових залоз.

Бром є дуже отруйною речовиною. Тому, по суті, жоден лікар ще не призначив чистий бром в якості заспокійливого засобу будь-якому пацієнтові. Те, що в побуті називають бромом, насправді є розчином однієї з його солей – броміду натрію NaBr, та й то в мізерно малій концентрації.

Гостре отруєння супроводжується ураженням лімфатичних залоз. Високі концентрації броду призводять до ураження яєчників у жінок, і яєчок у чоловіків. Знижується збудливість, підвищується сонливість, розвивається апатія.

Головним джерелом отруйного броду є викиди промислових підприємств. Сполуки броду малотоксичні. Передозування бромсодержащих препаратів може призводити до хронічного отруєння бромом. Надлишок цього елемента небажаний для організму.



Германій був відкритий у 1868 р. німецьким хіміком К. Вінклером. Він надходить в організм із кормом та їжею, адсорбується в кишечнику, легко проникає через клітинні бар'єри. В живих організмах атоми Германію знаходяться у складі германійорганічних сполук (ГОС) чи комплексів, що володіють низькою токсичністю та високою біологічною активністю.

На сьогоднішній день найбільш вивчена протипухлинна активність препаратів Германію, виявлена в 1968 році д-ром К. Асаї. Здатність пригнічувати припроліферацію клітин пухлин пов'язана з посттрансляційними процесами активації інтерферогенезу та впливом на ферментні процеси.

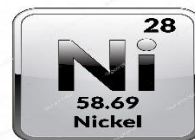
Встановлено, що препарати Германію володіють здатністю пригнічувати процеси пероксидного окиснення ліпідів, запобігають порушенню фосфоліпідного

шару мембран, зокрема гепатоцитів, завдяки чому володіють гепатопротекторними властивостями.

Знеболююча дія органічних сполук Германію теж зв'язана зі здатністю активованого атома Германію перехоплювати вільні електрони, а також участі ендогенних опіодів.

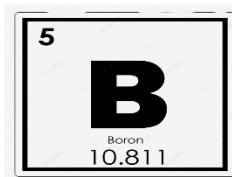


Літій постійно входить до складу живих організмів, проте його біологічна роль з'ясована недостатньо. Переважно в організмі знаходиться в щитоподібній залозі, лімфовузлах, серці, печінці, легенях, кишечнику, плазмі крові, наднирниках. В організмі середньої людини (маса 70 кг) міститься близько 0,7 мг літію. Солі літію нормалізують водно-електролітний обмін у мозку; володіють антистресорною дією: активно придушують патологічну емоційну лабільність і порушення, агресивність при психічних захворюваннях.



Нормальний вміст **Нікелю**: при аналізі волосся — до 2 мкг/г, нігтів — до 3 мкг/г. В організмі людини нікель входить до складу низки ферментів.

Входить в структуру деяких білків, ДНК, РНК. Цей біометал активує декілька ферментативних систем (ангідразу, карбоксилазу, трипсин та ін.). Він стимулює синтез амінокислот у клітині, а в невисоких концентраціях підвищує активність ферменту пепсину та покращує діяльність ферментів кровотворення, що нормалізує вміст гемоглобіну у крові, покращує генерацію білків плазми.

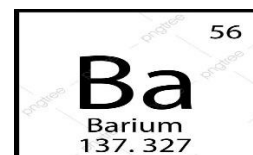


Бор – це мінерал, який людина споживає майже щодня разом з їжею. Він міститься у рисовій крупі, гречці, буряку, сої.

Топографія в організмі: легені, щитоподібна залоза, мозок, печінка, нирки й т.ін.

Біогенна роль: бере участь у вуглеводно-фосфатному обміні; сполуки бору мають протизапальну й антибактеріальну дію; препарати бору проявляють протиепілептичну дію.

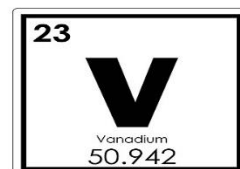
Недолік цього мікроелементу може призвести до таких аномалій: гормонального дисбалансу, раку шийки матки, яєчників та молочних залоз, ерозій шийки матки, міом, сечокам'яної хвороби, захворювань суглобів.



Барій — мікроелемент (10^{-5} %). Концентрується головним чином у сітківці ока, але біологічна роль поки що не з'ясована.

Препарат барію – сульфат барію, застосовують у якості рентгеноконтрастного засобу при діагностиці захворювань шлунково-кишкового тракту. Це можливо тому, що речовина нерозчинна ні у воді, ні в кислотах, ні в лугах і інтенсивно затримує рентгенівські промені.

Іони барію дуже токсичні!



Ванадій – це мінерал, що відіграє важливу роль у функціонуванні серцево-судинної системи. Також він є одним із елементів, що захищають організм від негативного зовнішнього впливу.

Ванадій впливає на рівень гемоглобіну, глюкози та холестерину, гостроту зору, роботу печінки, функціонування нирок та сечовидільної системи. Нестача ванадію може призвести до значного підвищення рівня холестерину, цукрового діабету, атеросклерозу судин.

Сполуки ванадію, крім гіпоглікемічної дії, мають також антигіпертензивної і антихолестеринемічну активність. Крім того, ванадійсодержащі сполуки виявляють протипухлинну дію.



Біологічна роль **аргентуму** недостатньо вивчена. Аргентум класифікується як потенційно токсичне і потенційно канцерогенне.

Топографія в організмі: печінка, нирки, кістки, залози внутрішньої секреції. Біогенна роль не встановлена. **Сильна ферментна отрута**. Іони аргентуму мають антисептичну, протизапальну й бактерицидну дію.

Відомо, що **аргентум** утворює в організмі сполуки з білками, може блокувати тілові групи ферментних систем, пригнічувати тканинне дихання. У плазмі крові аргентум зв'язується з глобулінами, альбумінами і фібриногеном. При тривалому контакті з аргентумом в промислових умовах цей елемент може накопичуватися в печінці, нирках, шкірі і слизових оболонках. Встановлено, що лейкоцити можуть фагоцитувати аргентум і доставляти його до вогнищ запалення.



Біологічна роль **ауруму** до кінця ще не є вивченою. Відомо, що в людському організмі міститься близько 0,01 г ауруму, майже 50% якого сконцентровано в кістках. Інша частина припадає на печінку, нирки і інші органи і тканини. Аурум входить до складу деяких метало-протеїдів, вступає в хімічні реакції з сполуками

купруму, еластазою і протеазами, які гідролізують колаген, а також іншими речовинами сполучної тканини. Воно бере участь у процесах зв'язування гормонів в тканинах.



В цілому **алюміній** відносять до токсичних (імунотоксичних) елементів. Алюміній входить до складу багатьох біомолекул, утворюючи міцні зв'язки з атомами кисню або нітрогену. Алюміній є постійною складовою частиною клітин, де він переважно зустрічається у вигляді Al^{3+} . Його наявність в тій чи іншій формі виявлено практично у всіх людських органах.

Топографія в організмі: міститься в крові, легенях, нирках, печінці, кістках, надходить до складу оболонки нервових клітин головного мозку людини.

Алюміній відіграє важливу фізіологічну роль в організмі – бере участь в утворенні фосфатних і білкових комплексів; процеси регенерації кісткової, сполучної та епітеліальної тканини; надає інгібуючу або активуючу дію на травні ферменти в залежності від концентрації; Він може впливати на функцію парашитовидних залоз.



Кремній відіграє велике значення в процесі формування та росту кісток, хрящової та сполучної тканин. Цей мікроелемент сприяє запобіганню остеопорозу, знижує крихкість кісток, від нього залежить міцність клітин шкіри, волосся та нігтів. Недостатня кількість кремнію в організмі може призвести до ослаблення шкірних покривів, сухості та ламкості волосся і нігтів.

Вміщується в печінці, наднирниках, волоссях, кришталику ока.

Завдяки антиоксидантним властивостям **кремній** блокує реакції окислення жирів. Це дозволяє зберегти не тільки красу і молодість шкірних покривів, але і уповільнює процеси старіння організму в цілому. Елемент бореться з вільними радикалами, попереджає кисневе голодування клітин.

Кремній бере участь в регенерації тканин, сприяє оновленню клітин організму. Елемент є компонентом окислювально-відновних реакцій, бере участь в синтезі гормонів і ферментів.

Причина надлишкового надходження кремнію – промислові отруєння: робота з азбестом, кварцом, склом, вдихання частинок кремнію в шахтах, при гірничих роботах. Надлишок кремнію призводить до силікозу. Це важке захворювання легеневої тканини. Крім фіброзу легенів при надмірному надходженні кремнію спостерігається сечокам'яна хвороба, злоякісні утворення в легенях, шлунково-кишковому тракті.

Органи-депо мікроелементів:

- **Fe** - Накопичується в еритроцитах, селезінці, печінці.
- **K** - Накопичується в серці, скелетних та гладких м'язах, плазмі крові, нервовій тканині, нирках.
- **Mn** - Органи-депо: кістки, печінка, гіпофіз.
- **P** - Органи-депо: кістки, білкові речовини.
- **Ca** - Органи-депо: кістки, кров, зуби.
- **Zn** - Органи-депо: печінка, простата, сітчатка.
- **I** - Органи-депо: щитоподібна залоза.
- **Si** - Органи-депо: печінка, волосся, кришталик ока.
- **Mg** - Органи-депо: біологічні рідини, печінка.
- **Cu** - Органи-депо: кістки, печінка, жовчний міхур.
- **S** - Органи-депо: сполучна тканина.
- **Ni** - Органи-депо: легені, печінка, нирки, підшлункова залоза, плазма крові.
- **Co** - Тканини в яких зазвичай накопичується мікроелемент: кров, селезінка, кістка, яєчники, печінка, гіпофіз.
- **Si** — Сприяє синтезу колагену та утворення хрящової тканини.

Вміст мікроелементів у продуктах харчування та лікарських рослинах:

- **Fe** — смородина чорна, стовпчики і приймочки кукурудзи, кропива дводомна, шипшина собача, грицики звичайні.
- **K** — смородина чорна, стовпчики і приймочки кукурудзи, кропива дводомна, грицики звичайні, шипшина собача, алое деревоподібне.
- **Mn** — смородина чорна, шипшина собача, алое деревоподібне.
- **P** — смородина чорна, стовпчики і приймочки кукурудзи, кропива дводомна, шипшина собача.
- **Ca** — смородина чорна, стовпчики і приймочки кукурудзи, грицики звичайні, шипшина собача, алое деревоподібне.
- **Co** — смородина чорна, шипшина собача, лушпиння квасолі.
- **Zn** — смородина чорна, стовпчики і приймочки кукурудзи, кропива дводомна, алое деревоподібне.
- **I** — смородина чорна, морепродукти, чорноплідна горобина, фейхоа, квасоля в стручках, помідори, суниця.
- **Si** — смородина чорна, стовпчики і приймочки кукурудзи, кропива дводомна
- **Mg** — смородина чорна, кропива дводомна, шипшина собача, алое деревоподібне.
- **Cu** — смородина чорна, кропива дводомна, алое деревоподібне.
- **S** — смородина чорна.
- **Ag** — смородина чорна.
- **Ni** — лушпиння квасолі.

Тема 4. Токсичні та потенційно токсичні елементи. Рівні концентрації елементів для організму людини. Класифікація шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища. Найбільш небезпечні забруднювачі. Симптоми отруєння. Профілактичні засади. Ендемічні захворювання.

Серед токсичних елементів мікроелементами **найнижчих нешкідливих концентрацій** є **берилій, кадмій, ртуть, селен**. Їх допустима концентрація характеризується значеннями 0,1-5 мг/кг.

Діапазон і рівень **нешкідливих концентрацій** для **арсену, свинцю, міді, бору, нікелю, кобальту** приблизно на порядок вище - 2-5-10-20 мг/кг. Цей показник **нешкідливих концентрацій** для **ванадію, цинку, фтору і хрому** ще вище - 10-20-50-200 мг/кг.

Примітно, що так звані «допустимі» концентрації для мікроелементів найбільшої токсичності становлять 10-20 мг/кг, а ось для **ртуті, кадмію та бору** допустимі концентрації ще нижчі (не вище 5 мг/кг).

Діапазон цих даних і широкі діапазони «толерантності» свідчать про велике значення загального геохімічного фону (**кореляції з іншими елементами**), форм сполук, видів і сортів рослин, погодних умов.

Таким чином, **селен** може знижувати токсичність **арсену, кадмію, ртуті, талію** і, навпаки, токсичність **селену** може бути пом'якшена або підвищена наявністю **арсену, свинцю, германію**.

Отруєння важкими металами — це вплив на організм великої кількості металу певного типу. Наслідки для здоров'я можуть бути незворотними.

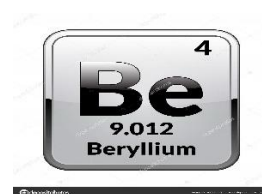
Важкі метали в незначних концентраціях зустрічаються доволі часто — в землі, воді та побутових предметах. Але за цих умов ми, як правило, не контактуємо з важкими металами у таких обсягах, щоб це заподіяло шкоду. Отруїтися ж можна, надихавшись димом, що містить важкі метали, або вживши їх усередину — з їжею або напоєм.

У розвинених країнах, де здійснюється контроль за екологією, справжні отруєння важкими металами трапляються доволі рідко.

Положення токсичних елементів у періодичній системі Менделєєва.

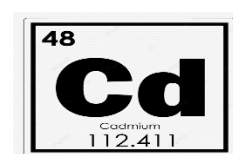
Серед важких металів слід виділити ті, що найчастіше трапляються в побуті:

- ферум (Fe);
- кадмій (Cd);
- мідь (Cu);
- арсен (As);
- ртуть (Hg);
- свинець (Pb);
- цинк (Zn).

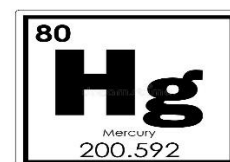


Берилій є токсичним хімічним елементом.

Фізіологічна роль **берилію** недостатньо вивчена, але відомо, що берилій може брати участь в регуляції фосфорно-кальцієвого обміну і підтримці імунного статусу організму. В основному берилій бере участь в метаболізмі магнію (Mg) і фосфору (P) в кістковій тканині. Встановлено, що активність сполук берилію яскраво проявляється в різних біохімічних перетвореннях, пов'язаних за участю неорганічних фосфатів.



Кадмій є токсичним мікроелементом, будучи одним з основних забруднювачів навколишнього середовища. Але при цьому кадмій відноситься до групи «**нових**» **мікроелементів** (кадмій, ванадій, кремній, олово, фтор) і в низьких концентраціях може стимулювати ріст деяких тварин. Для вищих рослин цінність кадмію достовірно не встановлена. При токсичному впливі металу на рослини спостерігається затримка росту, ураження кореневої системи і хлороз листя. Концентрується в нирках і печінці. Біогенна роль вивчена недостатньо. Антагоніст цинку. На відміну від цинку кадмій - інгібітор ферментів, тому що має велику спорідненість до тіолових (-SH) угруповань. Кадмій токсичний і має кумулятивні властивості.



Ртутний (Hg) – рідкий метал, який випаровується при 0°C, має високу електро- і теплопровідність, щільність і хімічну стійкість. Ртуть використовується при виготовленні радіовакуумних апаратів, рентгенівських трубок, ртутних насосів, випрямлячів, вимірювальних приладів (термометрів, ареометрів).

Концентрується в нирках і печінці. Біогенна роль до кінця не встановлена. Впливає на фагоцитоз, кровотворення. Сполуки ртуті - інгібітори ферментів, токсичні. У медицині препарати ртуті застосовуються в якості антисептичних, протипаразитарних і проносних засобів.

Ртутний пил легко адсорбується навколишніми предметами (стінами, тканиною) і потрапляє в щілини. Він потрапляє в організм через органи дихання. Потрапляючи в кров, ртуть з'єднується з білками і циркулює в ньому, блокуючи білковий обмін. Це призводить до дисфункцій ЦНС. **Хронічна ртутна інтоксикація**

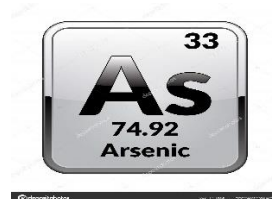
проявляється загальним нездужанням, порушеннями сну, емоційною лабільністю, тремором, кровоточивістю ясен.

Очні симптоми отруєння проявляються через більш тривалий період у вигляді тремтіння повік, подразнення переднього відрізка ока, побуріння рогівки і кришталика, ангіопатії сітківки; Можливі випадки ретробульбарного невриту. Характерно звуження поля зору, зниження гостроти зору і темнова адаптація. При хронічній ртутній інтоксикації **підвищується внутрішньоочний тиск.**

У промисловості **селен** отримують як побічний продукт переробки міді. Його використовують в електронних напівпровідниках, як знебарвлюючу речовину для кераміки і скла, як вулканізуючу речовину у виробництві шин.

Селен застосовується у фармакології, як антиканцерогенний засіб. Солі селену легко всмоктуються слизовими оболонками шлунково-кишкового тракту. У крові селен зв'язується з гемоглобіном, утворюється селенгемоглобін, у результаті виникає гемічна гіпоксія. У тканинах селен витісняє сірку з сірковмісних амінокислот, порушуються окислювально-відновні процеси.

Селеніти як активні антиоксиданти зменшують активність глутатіонпероксидази та глутатіонредуктази й блокують метаболізм глутатіону. Заміна S-S зв'язків селенотрисульфідними комплексами призводить до зміни третинної структури білків і порушує їх функцію. У великих дозах селен викликає отруєння - **селенізм.**

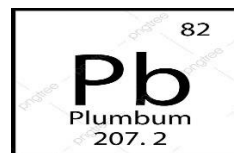


Арсен є характерним коелементом багатьох родовищ золота, що призводить до додаткових екологічних проблем у золотодобувних країнах. При надходженні в організм в надмірних кількостях арсен призводить до мутацій ДНК людини. Смертельна доза при прийомі всередину 0,05—0,2 г.

Топографія в організмі: нирки, печінка, селезінка, легені. У волоссях і кістках арсен зберігається довгі роки, що має значення для судово-медичної експертизи. Найбільша його концентрація спостерігається в мозку й м'язах.

Біологічна роль: концентрується в еритроцитах і бере участь у синтезі гемоглобіну; бере участь в окислювально-відновних процесах; бере участь в обміні нуклеїнових кислот. **У великих дозах сполуки арсену - сильні отрути.**

Тривале потрапляння миш'яку з питної води та їжі може спричинити рак та ураження шкіри. Це також було пов'язано із серцево-судинними захворюваннями та діабетом. У внутрішньоутробному та ранньому дитячому віці вплив був пов'язаний з негативним впливом на когнітивний розвиток та збільшенням смертності у молодих людей.



Плюмбум і його сполуки, особливо органічні, токсичні. Сполуки свинцю викликають денатурацію білків організму, є однією з причин розвитку карієсу. У медичній практиці сполуки свинцю використовуються для зовнішнього застосування як в'яжучі антисептичні засоби, наприклад ацетат свинцю використовується в примочках. Токсична доза **плюмбуму** для людини складає 1 – 3 г, смертельна 8 – 10 г. Серйозну загрозу життю і здоров'ю людини створює хронічна свинцева інтоксикація, оскільки навіть у низьких концентраціях цей елемент здатний накопичуватися в організмі людини та спричиняти цілу низку порушень здоров'я.

Перевищення концентрації **купруму** в сироватці крові та шкірі призводить до депігментації останньої (вітиліго).

Сполуки купруму викликають різку подразнюючу дію на слизові оболонки верхніх дихальних шляхів і шлунково-кишкового тракту.

При попаданні сполук купруму (мідний купорос, тощо) в шлунок з'являються такі симптоми як нудота, блювота, біль в животі. Якщо в організм надходять сполуки купруму в кількості 1-2 г то при невчасно наданій медичній допомозі можлива смерть від ниркової недостатності.

Але найбільш вразливий контакт зі сполуками купруму відбувається в промисловості. При зачищенні мідних виробів, зварюванні і різці виробів з купруму та її сплавів концентрація останньої може досягати 14 мг/м³ при допустимій 1 мг/м³.

У біогеохімічних провінціях з надлишком **бору** в ґрунті виникають **морфологічні зміни і захворювання рослин**, що викликаються накопиченням бору, — гігантизм, карликовість, порушення точок росту та інші. На ґрунтах з інтенсивним борним засоленням зустрічаються ділянки, позбавлені рослинності, «пліщини», — одна з пошукових ознак родовищ бору.

Сам бор, бор оксид, борна кислота, борати, і багато борорганічних сполук майже не токсичні для людини і тварин (токсичність приблизно як у кухонної солі), але в той час борани (сполуки бору з воднем) дуже отруйні, до того ж повне значення бору в організмі тварин, зокрема людини поки надто мало з'ясовано. У м'язовій тканині людини міститься 0,33—1×10⁻⁴% бору, в кістковій тканині — 1,1—3,3×10⁻⁴%, в крові — 0,13 мг/л. Щодня з їжею людина отримує 1-3 мг бору.

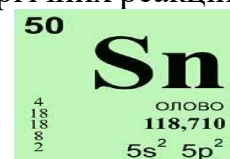
Екзогенні впливи важких металів малої інтенсивності, що мають здатність до кумуляції в організмі, приводять до виникнення та розвитку загальних неспецифічних проявів патології, включаючи віддалені ефекти, **зниження імунної реактивності і сенсibilізацію**.

Екзогенні впливи важких металів малої інтенсивності, що мають здатність до кумуляції в організмі, приводять до виникнення та розвитку загальних

неспецифічних проявів патології, включаючи віддалені ефекти, **зниження імунної реактивності і сенсibilізацію**.

Токсична дія ніколу на організм (при депонуванні його в тканинах) полягає в індукції гострих і хронічних запальних процесів, змінах функціональної активності макрофагів; вазоконстрикторному ефекті; модифікації метаболізму ліпідів, білків (ферментів), глікогену, глюкози, ДНК, РНК; посиленні перекисного окислення ліпідів; збільшенні проникливості біологічних мембран; деструкції мітохондрій, змінах енергетичного обміну.

Отже, незважаючи на те, що важкі метали — елементарні хімічні структури, вони призводять до глибоких і складних процесів в імунній системі. Такі процеси включають пригнічення, неспецифічне стимулювання, індукцію алергічних реакцій.



Металевий **станум** не є токсичним, що дозволяє застосовувати його в харчовій промисловості. Станум становить небезпеку для людини у вигляді пари чи різних аерозольних частинок, пилу. Під впливом парів або пилу сполук стануму може розвинути ураження легенів. Дуже токсичним є деякі стануморганічні сполуки, які використовуються як бактерициди (наприклад, бензоат трибутилстанума) і фунгіциди (наприклад, ацетат трифенілстанума), вони входять до складу отрут проти блощиць.

Ванадій може бути відносно токсичним елементом. Порогом токсичності є близько 10–20 мг на день або 10–20 мкг на 1 г раціону. Недавні огляди показали, що концентрація в раціоні, яка є токсичною, може бути викликана складом раціону. До речовин, які можуть спричинити токсичність ванадію, відносяться аскорбінова кислота, ЕДТА, хром, білок, залізо, хлориди і, можливо, гідроксид алюмінію.

Ванадій гальмує процес перетворення серотоніну, що впливає на функції центральної нервової системи. При інтоксикації ванадієм виникають захворювання органів дихання, порушення функції печінки, ураження клубочкової і каналцевої систем нирок. Ванадій негативно впливає також на серцевосудинну та центральну нервову системи. Безпосередній механізм дії ванадію полягає в гальмуванні процесів тканинного дихання.

Надлишок **цинку** в рослинах виникає в районах промислового забруднення ґрунту, а також при неправильному використанні цинковмісних добрив. Більшість видів рослин мають високу толерантність до його надлишку в ґрунтах. Однак при дуже високому вмісті цього металу в ґрунтах хлороз молодого листя є частим симптомом цинкового токсикозу.

Сьогодні, коли всюди виникають нові промислові підприємства, все живе просто отруєно **фтором**. Коли солі фтору у великій кількості накопичуються в повітрі, ґрунті, воді, потрапляючи в організм людини, концентруються у його

кістках. **Надлишок фтору** викликає остеохондроз, зміни кольору і форми зубів, напрямки їх зростання, огрубіння суглобів, їх непорушність, кісткові нарости. Організм виділяє фтор з сечею, але він не може впоратися з його надлишками. Великі дози фтору витягують з організму магній, який знаходиться в лімфі крові, зменшують вміст кальцію в кістках, що врешті-решт призводить до їх руйнування. А продукти кальцію залишаються і накопичуються в нирках, легенях, м'язах.

У чистому вигляді **хром досить токсичний**, а хромовий металевий пил подразнює легеневу тканину. Сполуки хрому(III) викликають дерматит. Особливо токсичні сполуки хрому в ступені окислення **+6**. Майже вся хромова руда переробляється шляхом перетворення в дихромат натрію. Іншими джерелами шестивалентного хрому є триоксид хрому і різні солі – хромати і дихромати. Шестивалентний хром транспортується в клітини людського організму за допомогою сульфатного транспортного механізму завдяки близькості до сульфатів за структурою і зарядом. Тривалентний хром, який зустрічається частіше, не транспортується в клітини. Продукти з шестивалентного хрому є **генотоксичними канцерогенами**.

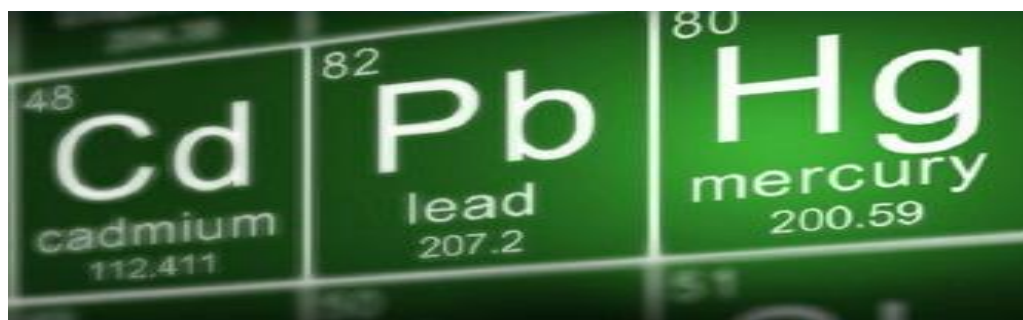


Рис. 13. Важкі метали.

1. Найнебезпечніші забруднювачі (важкі метали): меркурій, плюмбум, кадмій.
2. Мікроелементоз - об'єднуюча назва патологічних процесів, викликаних дефіцитом, надлишком або дисбалансом мікроелементів. Більшість хвороб цієї групи є ендемічними (місцевими) хворобами, що зустрічаються в певних регіонах (провінціях), званими біогеохімічними, які характеризуються дефіцитом, надлишком або дисбалансом мікроелементів у ґрунті, воді та рослинах життєво важливих хімічних елементів.
3. За етіологічним принципом мікроелементози поділяють на три основні групи:
 - а) **Природні** (ендемічні) мікроелементози зустрічаються в ендемічних районах або провінціях з дефіцитом, надлишком або дисбалансом мікроелементів у ґрунті, воді та кормах.

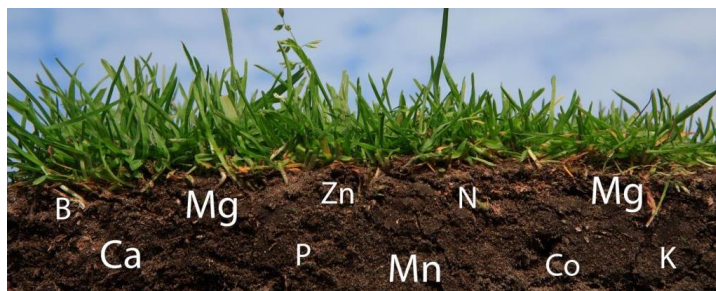


Рис. 14. Ендемічні мікроелементози.

б) **Техногенні** мікроелементози зустрічаються в біогеохімічних провінціях поблизу промислових підприємств, що створюють в біосфері підвищений вміст свинцю, миш'яку, фтору, ртуті, кадмію, марганцю, нікелю та інших елементів. Основними джерелами забруднення свинцем біосфери є ливарні заводи, автомобілі та спалювання промислових відходів; мідь, молібден, ртуть, кобальт, хром і нікель металургійних підприємств; При спалюванні бурого вугілля разом із золою розсіюється велика кількість миш'яку та урану.



Рис. 15. Техногенні мікроелементози.

в) **Аліментарні** і побутові мікроелементози пов'язані з незбалансованим годуванням. Причинами захворювань в таких випадках є однотипний силосно-жомовий, жомно-бардний, висококонцентрований корм, при якому неможливо задовольнити потребу тварин в мікроелементах за рахунок кормів раціону. При однотипному годуванні створюються умови для виникнення дефіциту одних елементів в організмі і відносного надлишку інших.



Рис. 16. Аліментарні мікроелементози.

Виділяють **чотири біогеохімічні зони** і кілька провінцій в їх межах.

- **Тайга-лісова нечорноземна зона** характеризується підвищеною кислотністю ґрунтів, нестачею кальцію, фосфору, калію, молібдену, кобальту, міді,

йоду, бору, селену в ґрунті, воді та кормах з надлишком марганцю, цинку та відносним надлишком стронцію.



Рис. 17. Тайго-лісова зона.

- **Лісостепова і степова чорноземна зони** мають ґрунти нейтральної або слаболужної реакції, що містять хімічні елементи в кількостях і співвідношеннях, близьких до оптимальних.



Рис. 18. Лісо-степова зона.

- **Сухі степові, пустельні та напівпустельні зони** - це ґрунти нейтральної або лужної реакції, де спостерігається підвищений вміст натрію, стронцію, цинку, сульфатів, бору та молібдену, нестача йоду, міді та кобальту, марганцю, а в деяких випадках надлишок нітратів.



Рис. 19. Пустельно-напівпустельна зона.

- **Гірська зона** характеризується великою різноманітністю ґрунтово-кліматичних умов, де є провінції з нестачею йоду, кобальту та інших елементів, в яких реєструються захворювання, пов'язані з дефіцитом цих елементів.



Рис. 20. Гірська зона.

Важливим показником життєздатності тварин, їхньої конституціональної міцності та стійкості проти хвороб, а також показником загального фізіологічного стану на даний момент є правильне вигодовування. Годівля сільськогосподарських тварин є одним з головних факторів, які зумовлюють їх продуктивність, оплату корму продукцією та економічну ефективність тваринництва.

Методи науки про годівлю сільськогосподарських тварин: зоотехнічні (облік продуктивності тварин, проведення виробничих дослідів), хімічні (визначення вмісту в кормах і тілі тварин неорганічних сполук і хімічних елементів), біохімічні (визначення органічних сполук), біофізичні (спектрометрія), статистичні.

Важливе значення у годівлі мають територія чи зона ведення кормовиробництва. Так, на півдні в посушливі роки в кормах у 2 – 3 рази зменшується вміст **фосфору** при незмінному вмісті **кальцію**. Годівля такими кормами дефіцитна відносно фосфору при відносному надлишку кальцію. Багато кормів районів гірських зон вирізняються бідністю на **йод** і там часто спостерігають захворювання на **ендемичний зоб**. У біогеохімічних провінціях з надлишком **міді** в ґрунтах та кормових рослинах у ягнят, а іноді й у телят, відзначають **ендемичну анемію**, спричинену надлишком міді в раціонах. Вона проявляється у зменшенні кількості еритроцитів, зниженні вмісту гемоглобіну в крові, переході міді з тканин у кров, явищах гемолізу, жовтяниці, атрофії печінки, виснаженні тварин. Через нестачу **кальцію** і надлишок **стронцію** в кормах у організмах порушується вміст **кальцію, стронцію, барію, міді, кобальту, йоду** і т.д. Як правило, в цьому випадку в кістках тварин знижений рівень **кальцію** і підвищений вміст **стронцію**.

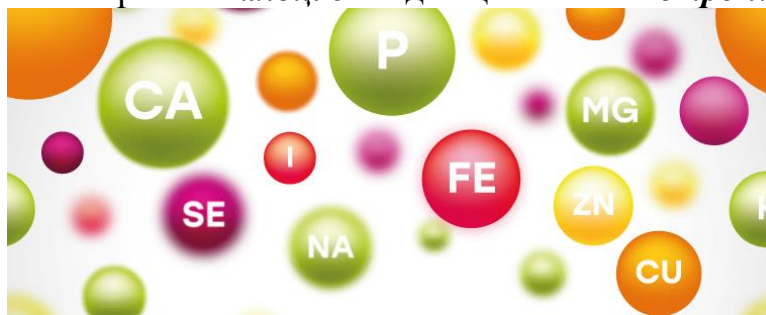


Рис. 21. Життєздатність за рахунок достатньої кількості мікроелементів.

За умов незадовільного складу і властивостей кормів у сільськогосподарських тварин можуть виникати порушення білкового, вуглеводного, водно–електролітичного, мінерального і вітамінного обміну (частіше

спостерігається патологія кількох видів обміну речовин: білково–вуглеводного, вуглеводно–жирового, вітамінно–мінерального).

Хвороби недостатності у великої рогатої худоби найрізноманітніші:

- безпліддя, спричинене неправильною годівлею, зокрема гіповітамінозами, трапляється значно частіше, ніж викликане інфекціями.
- Телята, які народилися від корів із зниженим запасом лугів в організмі, нежиттєздатні, гинуть від диспепсії, пневмонії тощо.
- Молоко від корів, яким не забезпечили в раціоні достатньої кількості каротину, бідне на вітамін А.
- У молоці тварин, які споживали недостатню кількість йоду, кобальту, міді тощо цих елементів недостатньо, воно бідне на деякі вітаміни (наприклад, B_{12}) та інші біологічно важливі сполуки.
- Також встановлено, що продукція тварин (м'ясо, молоко) з порушеним обміном речовин являє собою загрозу здоров'ю, не приносить користі людині.
- Якщо тварина не отримує речовини, необхідні їй для збалансованого харчування, то голод примушує тварину поїдати не тільки корми взагалі, а й корми, що містять речовини, в яких організм має найгострішу потребу.
- Наприклад, при нестачі кальцію і фосфору тварини часто поїдають кістки, крейду, вапно, у разі нестачі натрію і хлору, протеїну – предмети, що містять у своєму складі сіль, плодови оболонки тощо.



Рис.22. Межі лісо-степової зони України.

Тема 5. Мікроелементози. Сучасні класифікації. Значення для клінічної практики. Методи дослідження у біологічних субстратах. Генетично зумовлені захворювання. Симптоми дисбаланса мікроелементів. Питання профілактики дисмікроелементозів.

Мікроелементози — це захворювання й синдроми, у генезі розвитку яких лежать недостатність або надлишок мікроелементів, їх дисбаланс, аномальне співвідношення макро- і мікроелементів. Розвитку різних мікроелементозів у сучасних умовах сприяє техногенне забруднення навколишнього середовища. У безпосередній близькості від багатьох промислових підприємств утворюються зони з підвищеним вмістом Pb, As, Hg, Cd, Ni та інших токсичних мікроелементів.

Хронічна нестача елементів призводить до:

А) Дисбалансу мікроелементів → порушення мінерального, білкового, жирового, вуглеводного обміну → ензимопатій → ендокринопатій → онкопатій (доброякісних та злоякісних);

Б) Порушення імунного гомеостазу → інволюція або гіперплазії тимусу → гіпофункції тимусу → ендокринопатій → запальних уражень органів і тканин.

Значення для клінічної практики.

Роль деяких мікроелементів (МЕ) у формуванні таких поширених хвороб та станів, як атеросклероз та ішемічна хвороба серця (ІХС), алергічні захворювання, гастродуоденіт, певні злоякісні новоутворювання, наголошувалася та розкривалася в дослідженнях уже давно.

Мікроелементи беруть участь у формуванні ендемічних і неендемічних захворювань ендокринної системи: виявлені специфічні порушення обміну цинку та хрому при цукровому діабеті (цинк входить до складу та регулює активність молекули інсуліну, хром бере участь у зв'язуванні гормону з рецепторами клітинних мембран).

Експериментально доведена участь марганцю в дозріванні яйцеклітин і цинку в сперматогенезі та функціонуванні клітин Лейдига.

Методи дослідження вмісту мікроелементів в організмі у біологічних субстратах.

Атомно-абсорбційна спектрометрія (ААС) є поширеним інструментальним методом кількісного елементного аналізу в аналітичній хімії (сучасні методи визначення атомної абсорбції дозволяють визначити зміст майже 70 елементів таблиці Менделєєва).

Існує три спектрально-аналітичних методи, що широко використовуються для визначення складу речовини:

- атомно-абсорбційний
- атомно-емісійний
- мас-спектральний

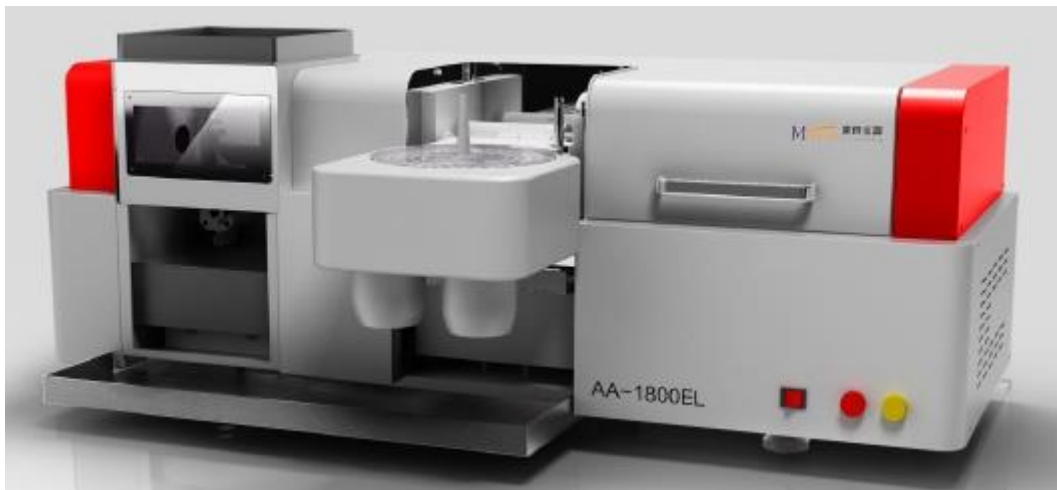


Рис. 23. Атомно-абсорбційний спектрофотометр.

Біоелементози – тимчасове або тривале порушення біоелементного складу організму, що пригнічує процеси життєдіяльності.

- природні ендогенні
- природні екзогенні
- техногенні
- ятрогенні

Генетично зумовлені захворювання:

- **хвороба Вільсона-Коновалова** (мідний токсикоз, гепатолентикулярна дегенерація) – захворювання з аутосомно-рецесивним типом наслідування, зумовлене синтезом білка з підвищеною спорідненістю до Cu;



Рис. 24. Мідний токсикоз.

- **хвороба Менкеса** (хвороба кучерявого волосся) – порушення всмоктування і транспорту міді, яке супроводжується дефіцитом церулоплазміну. Розвивається внаслідок дефекту гена, що має рецесивний зчеплений з X-хромосомою тип наслідування;



Рис. 25. Хвороба кучерявого волосся.

- **ентеропатичний акродерматит** (синдром Данбольта-Клосса, синдром Брандта) – аутосомно-рецесивне захворювання, зумовлене порушенням процесів всмоктування в кишечнику за рахунок дефіциту цинку та відсутності ферменту



Рис. 26. Ентеропатичний акродерматит.

- **гемохроматоз** (пігментний цироз печінки, бронзовий діабет, синдром Труазье-Ано-Шоффара) – аутосомно-домінантна ферментопатія, за якої в тонкому кишечнику всмоктується надлишкова кількість заліза, що депонується в тканинах у вигляді гранул гемосидерину



Рис. 27. Гемохроматоз.

Симптоми дисбаланса мікроелементів.

Ендемічний зоб — захворювання, яке характеризується збільшенням щитоподібної залози, частіше без порушення її функції і виникає в певних місцевостях. На ендемічний зоб хворіють в Україні частіше в західних областях.



Рис. 28. Ендемічний зоб.

Флюороз - це стоматологічне захворювання, викликане надлишком фтору в організмі. Цей мікроелемент необхідний організму для нормального функціонування, але в певних кількостях. Він надходить в тканини з їжею і, в більшій мірі, з водою. Якщо його недостатньо, руйнується кісткова тканина і зубна емаль. Але навіть коли його занадто багато, виникають проблеми зі здоров'ям. Надлишок фтору призводить до дисбалансу елементів в організмі. Відбувається накопичувальний ефект мінералу, що викликає розм'якшення твердих тканин. При перенасиченні фтором виникає флюороз.



Рис. 29. Флюороз.

Хвороба Кашина-Бека (хвороба Урова) - рідкісне захворювання, що виникає в результаті дефіциту селену, надлишку фосфору і марганцю, яке проявляється порушенням росту і дозрівання епіфізів кісток, що призводить до уповільнення їх зростання, а також остеоартрозу.



Рис. 30. Хвороба Уварова.

Ендемічні мікроелементози.

Молібденоз спостерігається у людини і тварин в певних географічних районах при надлишку Мо в ґрунті. Доведено роль Мо як біоелемента в тканинному диханні.

Пневмоконіоз шахтарів - це ураження легенів, яке виникає в результаті тривалого вдихання вугільного пилу і пов'язане з виникненням фіброзу легенів.

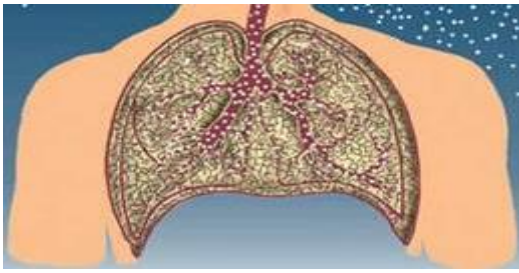


Рис. 31. Пневмоконіоз.

Хвороба Мінамата - синдром, викликаний отруєнням органічними сполуками ртуті, переважно метилртуттю. Вперше він був виявлений в Японії, в префектурі Кумамото в місті Мінамата в 1956 році. Симптоми включають порушення моторики, парестезії в кінцівках, порушення розбірливості мови, порушення зору і слуху, а у важких випадках - смертельний параліч і порушення свідомості.



Рис. 32. Хвороба Мінамата.

Серед промислових та професійних мікроелементозів відомі йоккаїцька астма (викликана забрудненням повітря оксидами сірки), хімічна чернівецька хвороба (вірогідно, внаслідок дії талію), талієва алопеція, литейна лихоманка (берилій), алергія куховарок (нікель), бромізм, меркуріалізм, металоконіози – хвороби легень, зумовлені вдиханням пилу сполук деяких металів – берилію (бериліоз), заліза (сидероз), алюмінію (алюмініоз), барію (баритоз) та багато інших

Питання профілактики дисмікроелементозів: аналізи на вміст мікроелементів і вітамінів є важливим методом діагностики, який дозволяє вчасно виявити дисбаланс цих речовин, і вжити заходів щодо відновлення балансу.



Рис. 33. Аналіз крові на мікроелементи.

Кому слід пройти аналіз на вітаміни та мікроелементи:

- Під час планування вагітності, вагітності та годування груддю.
- Після завершення грудного вигодовування.
- Жінкам, схильним до рясних менструацій.
- Діти в активній фазі росту.
- Підлітки в період статевого дозрівання.
- Людям, які постійно дотримуються строгих дієт.
- Всім, хто займається важкими і шкідливими галузями.
- Люди, які проживають в екологічно несприятливому районі.
- Тим, хто схильний до хронічних патологій, стресів, після хіміотерапії.
- Всім, хто відчуває симптоми весняного авітамінозу.
- Літнім людям.

Тема 6. Основні принципи раціонального харчування. Правила здорового харчування. Оптиміальне співвідношення макро- та мікронутрієнтів. Медикаментозні вітамінні і мікроелементні препарати. Харчові домішки. Спортивне харчування.

Здоровий спосіб життя – це спосіб життя, який спрямований на збереження та зміцнення здоров'я людини, а також на профілактику захворювань. Для досягнення цих цілей людині необхідно бути фізично активним, правильно харчуватися, дотримуватися правил гігієни, відмовитися від шкідливих звичок, а також дотримуватися порад, спрямованих на зміцнення організму і здоров'я людини.

Основні принципи харчування:

Повноцінний раціон повинен містити білки, жири і вуглеводи, вітаміни і мінерали в достатній кількості і в оптимальних співвідношеннях.

Білки використовуються для побудови тканин організму і забезпечення ростових процесів. **Жири** беруть участь в найважливіших процесах життєдіяльності організму. **Вуглеводи** є основним джерелом енергії для організму. **Мінеральні речовини** беруть участь у формуванні і побудові тканин. **Вітаміни** позитивно впливають на обмін речовин, сприяють кращому перетравленню їжі, підвищують працездатність, опірність захворюванням.

Табл. 3. Харчові та енергетичні потреби людини:

Маса тіла, кг	Стать Вік	Добові енерговитрати, кДж			
		18–29 років	30–39 років	40–59 років	60–74 роки
60	чол.	6662	6285	5908	5447
	жін.	5782	5615	5447	5154
70	чол.	7333	6914	6495	5992
	жін.	6411	6243	6034	5698
80	чол.	8045	7584	7123	6578
	жін.	7039	6830	6620	6285

Правила, за якими слід харчуватися:

- Їжте багату білком нежирну їжу тричі на день.
- Ніколи не вживайте більше тридцяти-сорока грамів жирів за один день;
- З'їдайте від двох до чотирьох плодів в день.
- Їжте п'ять разів на день
- Їсти можна в будь-який час, коли відчуваєте голод, але тільки їжу, що складається зі складних вуглеводів.
- Не карайте себе за те, що їсте занадто багато їжі з високим вмістом натрію, якщо це не протипоказано за станом здоров'я (крекери містять багато натрію і майже не містять жиру).
- Якщо ви ласун, зрідка можна, їсти солодоці, такі як варення, желе, низькокалорійна карамель. Це допоможе вам не відчувати себе покинутим і дасть сили продовжувати дієту з низьким вмістом жирів;
- Намагайтеся з'їдати не менше трьох чашок овочів в день.
- коли ви скинете всі зайві кілограми, то зможете раз на тиждень їсти все, що захочете;
- Придбайте довідник із зазначенням жирності продуктів і намагайтеся уникати жирної їжі.

Макронутрієнти або основні харчові речовини – **білки, жири й вуглеводи**, необхідні в десятках грамів, під час асиміляції виділяють енергію для виконання всіх функцій організму. Менша їх кількість бере участь у процесах побудови клітин, тканин, для синтезу ферментів та інших фізіологічно активних сполук.

Мікронутрієнти, або так звані мінорні **фізіологічно активні речовини**, необхідні організму в малих кількостях; вони беруть участь у засвоєнні енергії, регуляції функцій і здійсненні процесів росту й розвитку організму. До мікронутрієнтів належать окремі **амінокислоти харчового походження**, участь яких у регуляції функцій органів і систем доведена численними дослідженнями; **есенціальні жирні**

кислоти, вітаміни та провітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна, а також різні органічні сполуки, характерні для натуральної продовольчої сировини рослинного і тваринного походження.

Правила збалансованого харчування:

- *Оптимальне співвідношення макронутрієнтів (білків, жирів, вуглеводів) та мікронутрієнтів і баланс всередині окремих груп макронутрієнтів;*
- *Частка білків у потрапляючій їжі повинна знаходитись у межах 10-15% (в середньому 12%), частка жирів не повинна перевищувати 30%, а частка вуглеводів повинна складати 55-65 % (в середньому 58%).*
- *При перекладі у грами оптимальне співвідношення макронутрієнтів – 1:1,1:4,8*
- *Для людей, що займаються важкою працею – 1:1,3:5*
- *Для чоловіків і жінок молодого віку, що зайняті розумовою працею – 1:1,1:4,1*
- *Для літніх людей – 1:0,9:3,5*

Потреба у вітамінах:

Добова потреба у вітамінах залежить від різних причин та факторів: віку, статі, типу виконуваної роботи, вагітності, лактації, кліматичних та погодних умов, шкідливих звичок.

Авітаміноз – захворювання, яке виникає внаслідок тривалого недостатнього забезпечення одним (моновітамінози) або кількома (полівітамінози) вітамінами.

Гіповітаміноз – захворювання, спричинене нестачею вітамінів в організмі.

Гіпервітаміноз – це гострий стан, який виникає при передозуванні вітаміну або при підвищеній чутливості організму до його препаратів.

Табл. 4. Добова потреба організму у вітамінах:

<i>Вітамін</i>	<i>Добова потреба</i>	<i>Функції</i>
Аскорбінова кислота (С)	50-100 мг	Підвищує опірність організму до стресових ситуацій.
Тіамін (В1)	1,4-2,4 мг	Регулятор жирового і вуглеводного обміну, діяльності нервової системи.
Рибофлавін (В2)	1,5-3,0 мг	Бере участь в обміні білків, жирів, вуглеводів.
Піридоксин (В6)	2,0-2,2 мг	Засвоєння білка і здоров'я нервової системи.
Ніацин (РР)	15-20 мг	Бере участь у ОВР у клітинах. Нестача викликає пелагру.
Фолієва кислота (В3)	200 мкг	Кровотворний фактор, бере участь у синтезі амінокислот, нуклеїнових кислот, холіну.
Ретинол (А)	650-950 мкг	Захищає від вірусних захворювань, бере участь у ОВР процесах, у синтезі

		стероїдних гормонів, має антиоксидантну дію.
Токоферол (Е)	15 мг	Запускає процеси регенерації та оновлення клітин, має потужні антиоксидантні властивості, розгладжує зморшки.
Вітамін К	1 мг	Кровоспинний фактор, бере участь у ОВР організму.

Вітамін А – це група жиророзчинних сполук, до якої належать такі речовини, як ретиноїди: ретинол (вітамін А1, аксерофтол), дегідроретинол (вітамін А2), ретиналь (ретинен, альдегід вітаміну А1), ретиноеву кислоту і кілька провітамінів – каротиноїдів, серед яких найважливішим є β -каротин. Саме останній міститься у великій кількості в моркві, надаючи їй жовто-гарячого забарвлення, від цього коренеплоду й походить його назва (з латинки «carota» – морква).

Природні джерела вітаміну А

Рослинного походження: зелені, жовті та помаранчеві овочі (морква, гарбуз, солодкий перець), шпинат, броколі, зелена цибуля, , бобові, фрукти та ягоди.

Тваринного походження: риб'ячий жир, ікра, печінка (особливо яловича), кисломолочні продукти.

Вітаміни групи В

Кожен з компонентів групи виконує свою функцію:

Вітамін В1 (тіамін). Він вивільняє енергію з жирів, вуглеводів, білків. У великих кількостях він міститься в хлібних виробах грубого помелу, вівсянці, гречці, оболонках зернових злаків, зеленому горошку.

Вітамін В2 (рибофлавін). Інгредієнт необхідний для здоров'я очей, шкіри та слизових оболонок, при цьому він бере участь у всіх видах метаболічних реакцій. Високий вміст рибофлавіну спостерігається в м'ясі, яйцях, грибах, горіхах, дріжджах, брокколі, субпродуктах (печінка, нирки), білому хлібі, рисі, вівсянці.

Вітамін В3 (ніацин, вітамін Р, вітамін РР). Основна функція - синтез жирів і білків; Він бере активну участь в обмінних процесах. Ніацином багаті такі продукти, як гречка, житній хліб, буряк, м'ясо, гриби, манго, ананас.

Вітамін В5 (пантотенова кислота). Бере активну участь в процесах синтезу антитіл, прискорює регенерацію тканин. Поповнити запаси можна за допомогою часнику, гречки, вівсянки, курячого м'яса, риб'ячої ікри, молока, фундука, субпродуктів (нирок, серця). У невеликих кількостях він синтезується організмом за допомогою мікрофлори кишківника.

Вітамін В6 (піридоксин). Він бере участь в утворенні гемоглобіну і необхідний для вуглеводного обміну. Піридоксин регулює діяльність нервової системи, бере участь у виробленні еритроцитів і антитіл. Виробляється в організмі здоровою мікрофлорою кишечника; Крім того, вітаміном В6 багаті горіхи, пророщені зерна, бобові, м'ясні та молочні продукти, шпинат, капуста, полуниця, вишня, цитрусові, картопля, яйця.

Вітамін В7 (біотин). Він бере участь у вивільненні енергії зі сполук, що містять калорії. Мікрофлора здорового кишечника забезпечує організм достатньою кількістю біотину. Мінімальна кількість речовини присутня у всіх споживаних продуктах; Рекордсменами за його змістом визнані горіхи, арахіс, соя, цвітна капуста, субпродукти (нирки, печінка).

Вітамін В9 (фолієва кислота). Він відповідає за утворення нуклеїнових кислот, лейкоцитів і еритроцитів, необхідний для росту та імунітету. У вагітних він сприяє розвитку плода. В організмі фолієва кислота синтезується за допомогою мікрофлори кишечника. Поповнити його запас можна за допомогою зелених листових овочів, цитрусових, меду, хліба з борошна грубого помелу, печінки, дріжджів.

Вітамін В12 (кобаламін). Він необхідний для утворення червоних кров'яних тілець, відповідає за розвиток і функціонування нервової системи. Джерело: Продукція тваринного походження (жовтки яєць, печень, кисломолочна продукція).

Основні ознаки дефіциту вітаміну В

Дефіцит елементів з цієї групи може погіршити фізичне і психічне здоров'я людини, викликавши ряд захворювань. З'являється свербіж і сухість шкірних покривів, можуть з'явитися висипання і передчасні зморшки, випадання волосся. Але в першу чергу нестача вітамінів групи В порушує роботу нервової системи:

Це проявляється у вигляді безсоння, Дратівливості нервові зриви, відсутність апетиту, Нemoжливості сконцентруватися.

Вітамін С (L-аскорбінова кислота) – один з найважливіших елементів, що приносить незаперечну користь організму людини.

Він стимулює імунітет, є потужним антиоксидантом.

Люди, на відміну від більшості тварин, не здатні ендогенно синтезувати вітамін С, тому він є важливим харчовим компонентом.

Джерела вітаміну С

До основних джерел нутрієнта відносяться:

- ягоди: обліпіха, полуниця, смородина, шипшина;
- фрукти: цитрусові, ананаси, хурма, ківі та яблука;
- овочі: солодкий перець, різні види капусти, картопля, помідори;
- зелень: кріп, петрушка.

Вітамін D утворюється в шкірі під впливом УФО або надходить в організм з їжею, потім відбувається ланцюжок обмінних процесів з утворенням активних метаболітів вітаміну D, які разом з паратгормоном і кальцитоніном забезпечують регуляцію кальцієво-фосфатного обміну – так звана класична дія вітаміну D. Життя у високих широтах (ближче до полярних регіонів) знижує синтез вітаміну D, особливо в зимові місяці. високий рівень забруднення повітря, щільна хмарність, покриття одягом, використання сонцезахисного крему та темний тип шкіри.

- **Вітамін D2** – ергокальциферол утворюється в клітинах рослин з ергостеролу. Основними джерелами ергокальциферолу є риба, молоко, а також хліб і гриби. Вітамін D2, який надходить в організм з їжею, всмоктується в тонкому кишечнику,

обов'язково в присутності жовчі, потім включається до складу хіломікронів і транспортується лімфатичною системою в венозний кровотік, проходячи потім стадії метаболізму, аналогічні холекальциферолу. Для його нормального засвоєння необхідна наявність достатньої кількості жирів в їжі. Порушення жовчовиділення при захворюваннях печінки і жовчовивідних шляхів значно ускладнює всмоктування вітаміну в кишечнику. Ергокальциферол випускається і у вигляді різних препаратів, але він проявляє дуже мало вітамінної активності, а тому практично не застосовується.

- **Вітамін D3** – холекальциферол утворюється в мальпігіївому і базальному шарі епідермісу шкіри з 7-дегідрохолестерину (превітаміну D) в результаті неферментативної, ультрафіолет-залежної реакції фотолізу з довжиною хвилі 290-315 нм. Активність процесу безпосередньо пов'язана з інтенсивністю опромінення і обернено пропорційна ступеню пігментації шкіри. В епідермісі холекальциферол зв'язується з вітаміном D-зв'язуючим білком і 70% його з кровотоку надходить в печінку, а інша частина - в жирові клітини, де утворюється депо вітаміну D. Однак розвиток гіпервітамінозу D при тривалій інсоляції не відбувається через блокування надходження надлишку вітаміну D з шкіри в кров і перетворення його в неактивні сполуки. З віком вміст 7-дегідрохолестерину в епідермісі зменшується, відповідно, синтез вітаміну D3 знижується і після 65 років його рівень знижується більш ніж в 4 рази.

Сам вітамін D біологічно неактивний, реалізація його біологічних ефектів можлива тільки після метаболічних перетворень в печінці на 25-гідроксивітамін D (25(OH)D, або кальцидіол) і в нирках на 1,25-дигідроксивітамін D (1,25(OH)2D, або кальцитріол), який є кінцевим і найбільш активним метаболітом вітаміну D, а за специфікою своєї дії прирівнюється до гормонів (D-гормон). Це стероїдний гормон з ендокринною, паракринною та аутокринною дією. Таким чином, основні процеси біотрансформації вітаміну D відбуваються в шкірі, печінці, нирках.

Нестача вітаміну D призводить до: пародонтозу, астмі, діабету, ревматоїдного артриту, хвороб серця, гіпертонії, раку груді, простати, товстої кишки, рахіту, безсонню, головним та м'язовим болям, розсіяному склерозу.

Вітамін E (токоферол) є важливою поживною речовиною, яка бере участь у ряді фізіологічних функцій. Цей жиророзчинний вітамін відомий своєю антиоксидантною дією. Він використовується в багатьох галузях медицини, зокрема в дерматології. Він входить до складу різних косметичних засобів. Він захищає шкіру від різних несприятливих впливів, викликаних сонячним випромінюванням, поглинаючи вільні радикали. У деяких спостереженнях були виявлені його протипухлинні і фотозахисні властивості.

Основними ознаками дефіциту токоферолу є:

- М'язова слабкість.
- Дефіцит вітаміну E може призвести до окислювального стресу, який, у свою чергу, викликає помітну м'язову слабкість.

- Відчуття оніміння або поколювання в руках або ногах. Причиною неприємних відчуттів є ті ж пошкоджені «несправні» нейрони.
- Проблеми із зором
- Відсутність належного захисту може послабити клітини органів зору, що з часом призводить до погіршення зорової функції.
- Недокрів'я.
- В результаті дефіциту токоферолу руйнуються еритроцити і розвивається гемолітична анемія.
- Сухість шкіри, ламкість нігтів.

Вітамін К є одним з чотирьох жиророзчинних вітамінів, необхідних для синтезу білка, забезпечує утворення плазмових факторів згортання крові, впливає на мінералізацію кісткової тканини і побудову м'язової тканини, регулює потік енергії в клітинах за рахунок анаболічної дії і бере участь в процесах детоксикації.

Вітамін К також грає важливу роль у формуванні та відновленні кісток, забезпечує синтез остеокальцину - білка кісткової тканини, на якому кристалізується кальцій. Він сприяє попередженню остеопорозу, бере участь у регуляції окисно-відновних процесів в організмі. В організм вітамін К надходить в основному з їжею, частково утворюється мікроорганізмами кишечника. Всмоктування вітаміну, що надходить з їжею, відбувається за участю жовчі.

За біологічною активністю синтетичний препарат зберігає властивості природного вітаміну К₁. З групи споріднених речовин найбільший інтерес представляють дві головні форми вітаміну К, що існують в природі: вітамін К₁ і вітамін К₂. Вітамін К₁ - речовина, яка синтезується в рослинах і міститься в листі.

Вітамін К₂ - речовина, яка переважно синтезується в організмі людини мікроорганізмами (сапрофітними бактеріями) в тонкому відділі кишечника.

Симптом нестачі вітамінів:

- Підвищена дратівливість.
- Низький рівень енергії.
- Сонливість.
- М'язи не ростуть і погано відновлюються.

Переваги вітамінного балансу:

1. Міцне здоров'я;
2. Висока фізична витривалість;
3. Достатня кількість енергії для великих навантажень і посилених тренувань;
4. Швидке відновлення;
5. Відмінний результат участі в змаганнях.

Табл.5

**Рекомендовані величини оптимального споживання
мінеральних речовин, мг на добу**

<i>Вік і стать</i>	<i>Кальцій</i>	<i>Фосфор</i>	<i>Магній</i>	<i>Залізо</i>
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

profmed.at.ua

Вітамінно-мінеральні комплекси можуть бути вузької, цілеспрямованої дії:

їх використовують для корекції нестачі певного вітаміну або мікроелемента.

А є вітамінні комплекси, які містять активні компоненти, виходячи з потреби середньостатистичної дорослої людини в поживних речовинах. Існують також спеціальні комплекси, які враховують певні потреби і умови людини: вік (для дітей, для людей похилого віку); життєві етапи (для вагітних, жінок у період менопаузи); особливості способу життя (для спортсменів або осіб, які відчувають підвищені фізичні та розумові навантаження); патологічні стани (для підтримки імунітету, комплекси для діабетиків).

За складом вітамінні комплекси діляться на натуральні і синтетичні.

Натуральні вітаміни – це вітаміни, отримані виключно з переробленої натуральної сировини – природних джерел їжі. Перевага натуральних комплексів у тому, що вони вже містять ферменти, фітонутрієнти та мінерали. Вони надають доповнює і зміцнює дію, завдяки чому основна діюча речовина краще і повніше засвоюється організмом. Основні переваги натуральних вітамінних комплексів обумовлені наступними властивостями: представлені в найбільш активних органічних формах, що підвищує їх біодоступність; взаємодіють з іншими мікроелементами в їжі, що робить засвоєння поступовим, а ефект тривалим; Вони не є чужорідною речовиною, мають фізіологічні, еволюційно розвинені механізми всмоктування і участі в біохімічних реакціях організму, тому рідше викликають алергію.

Вважається, що кращі вітамінні комплекси - це ті, які містять всі існуючі вітаміни і мінерали. Для вітамінів актуальні всі відомі види лікарських взаємодій: фармацевтичні – компоненти здатні вступати в хімічні реакції один з одним в рамках самої лікарської форми перед потраплянням в організм; фармакокінетичні – взаємодія діючих речовин на етапах всмоктування, розподілу в навколишньому середовищі і тканинах організму, біохімічного перетворення; Фармакодинамічна – конкуренція між активними компонентами за один і той же рецептор на етапі взаємодії з клітинною мембраною. Це відбувається і тоді, коли одна речовина витісняє інше зі свого зв'язку з рецептором, позбавляючи його можливості здійснювати свій вплив.

При прийомі **вітамінно-мінеральних комплексів** рекомендується віддавати перевагу наступним компонентам, які взаємно підсилюють один одного: А + цинк (всі ефекти вітаміну А реалізуються під впливом Zn-вмісних ферментів); Е + селен (реалізація антиоксидантних властивостей); С + залізо (підвищене всмоктування заліза з травного тракту); В₆ + магній + цинк (Mg полегшує надходження В₆ в клітину, а В₆ збільшує всмоктування Mg, разом з цинком В₆ регулює амінокислотний обмін); В₁₂ + кобальт (кобальт входить до складу формули активного центру В₁₂, без якого вітамін не працює); D + кальцій + магній (засвоєння кальцію кістковими структурами, так само як і магнію, залежить від концентрації вітаміну D - його активної форми в поєднанні з природними легкозасвоюваними формами (карбонатами) Ca і Mg); біотин + цинк (взаємне посилення впливу на структуру шкіри, волосся, метаболізм глюкози).



Рис. 34. Вітамінно-мінеральний комплекс.

Основні харчові речовини:

Макронутрієнти: білки, жири, вуглеводи

Мікронутрієнти: пребіотики, пробіотики, ферменти, парафармацевтики, поліпептиди, вітаміни, макроелементи, мікроелементи, амінокислоти, ліпіди.

Пробіотики – це мікроорганізми, що приймаються в достатній кількості, які приносять користь здоров'ю, покращуючи мікробіоту кишечника (ФАО/ВООЗ, 2002).



Рис. 35. Продукти, що містять пробіотики.

Основними есенціальними властивостями пробіотиків є: 1. Безпека для людини 2. Стійкість до шлункової кислоти, жовчі та ферментів підшлункової залози 3. Здатність колонізуватися в кишечнику

Пребіотики - це неперетравлюваний інгредієнт продукту, який стимулює ріст і активність пробіотичної культури або певного виду бактерій в товстому кишечнику (Gibson, 1995).



Рис. 36. Продукти, що містять пребіотики.

Синбіотики - це препарати, які містять специфічні бактерії в поєднанні з відповідним для них пребіотиком. Наприклад: 1. Біфідобактерії + фруктоолігосахариди 2. *Lactobacillus rhamnosus* + інулін.



Рис. 37. Синбіотики.

Парафармацевтики – це біологічно активні сполуки, які регулюють процеси життєдіяльності й використовуються для профілактики, допоміжної терапії і підтримання функціональної активності організму у межах фізіологічної норми.



Рис. 38. Парафармацевтики.

Спортивне харчування – це окрема група харчових продуктів, що випускається переважно для людей, ведучих активний спосіб життя та тих, хто займається спортом і фітнесом.

Спортивне харчування – це окремий вид дієти, який включає в себе вживання натуральних харчових продуктів та правильно розрахованої кількості добавок у раціоні спортсмена.

Головний принцип спортивного харчування – це збалансованість та досягання визначеної спортивної мети.

Найбільш розповсюджені препарати для нарощування м'язової маси містять хром, бор, гідроксиметилбутират, молозиво та ін.



Рис. 39. БАД – парафармацевтики.

Харчування для успішних тренувань

Легка атлетика, біг

Обов'язково треба вживати в їжу достатню кількість білків, вони будуть використані як будівельні речовини для відновлення структури клітин, синтезу гормонів і антитіл. Якщо в дієті дуже мало білка, це може викликати руйнування клітин м'язової тканини, порушення вироблення гормонів, падіння працездатності.

В якості головних джерел енергії рекомендується вибрати вуглеводи, але треба пам'ятати: неутілізовані енергетичні запаси (глікоген) зберігаються в печінці, а згодом відкладаються у вигляді жирових запасів. Жири, будучи складовою частиною клітинних оболонок, також виконують будівельну та енергетичну функцію.

Перед тренуванням (максимум за півтори години) слід прийняти порцію легкозасвоюваних вуглеводів (наприклад, енергетичні плитки або коктейль-смузі з банана і молока). Волокнисті вуглеводи (овочі, зерновий хліб, каші) краще вживати після тренування, або задовго до нього.



Рис. 40. Спортивне харчування.

Силові тренування

Харчування атлета при силових тренуваннях повинно бути строго збалансованим і по можливості частим (помірними порціями через кожні чотири години). У кожній порції повинні містити повноцінні білки, повільні

вуглеводи і корисні жири. За півтори години до початку тренування можна вжити порцію повільних вуглеводів (вівсяна каша, бутерброд з цільнозернового хлібці), після тренування – білковий коктейль (порошковий, з магазину спортивного харчування, або приготований самостійно – молоко, яєчні білки).

Дієта людини, що займається вправами з обтяженнями – повинна строго відповідати поставленим цілям:

- Якщо людина перебуває в режимі «сушки» — спалювання підшкірного жиру, то в його раціоні повинні переважати повноцінні якісні білки, повільні вуглеводи і трохи ненасичених жирів.
- У разі, якщо ви націлені набрати «масу» (збільшити обсяг м'язової тканини) – припустимо невеликий профіцит вуглеводів і білків.

Мета – схуднення

Незалежно від виду тренувань, якщо за мету ставити – схуднення , то треба строго слідувати таким правилам:

- **Обов'язковий дефіцит калорій**
— існує маса формул , онлайн-калькуляторів і таблиць для розрахунку добової калорійності людини виходячи з його фізичних параметрів, частоти і тяжкості навантажень. Першочергове завдання – вживати отримане значення калорій мінус 10-15%, у такому випадку організму буде забезпечена повільна і правильна втрата ваги без негативних наслідків для здоров'я;
- Треба обирати корисні та якісні продукти, відмовитися від непотрібного: кондитерські солодоці, торти і кондитерські вироби, ковбаси, жирні соуси і напівфабрикати. Такі продукти харчування крім високої калорійності, містять масу шкідливих компонентів, барвників та консервантів;
- Після тренування (будь це тривала пробіжка або комплекс вправ з гантелями) утримуватися від їжі протягом пари годин, у цей час організм буде витрачати жирову тканину в якості енергетичного джерела.

ЗАВДАННЯ НА САМОСТІЙНУ РОБОТУ:

- Найважливіші канцерогени;
- Найнебезпечніші детергенти сучасності;
- Небезпечні родини мікроелементів (лужні метали, лужно-земельні метали, рідкоземельні метали);
- Небезпечні родини мікроелементів (напівпровідники, пніктогени, халькогени, галогени);
- Невідкладна допомога при отруєннях токсичними (важкими) металами;
- Мікроелементний склад води, придатної для пиття;
- Мікроелементний склад ґрунту, придатного для сільськогосподарських робіт;
- Мікроелементний склад харчування тварин, які формують харчовий раціон людини;
 - Біогеохімічні зони та провінції України;
 - Ендемічні хвороби на території України;
 - Кліматичні умови, які сприяють мікроелементній нестачі;
 - Дисбаланс мікроелементів, що сприяють виникненню алергічних захворювань;
 - Дисбаланс мікроелементів, що сприяють виникненню злоякісних новоутворень;
- Харчові джерела мікроелементів;
 - Біологічно активні домішки (БАД);
 - Нетрадиційні методи лікування, засновані на знаннях про мікроелементози;
- Інші класифікації біоелементів, запропоновані великими вченими:
 - Класифікація за Вернадським;
 - Класифікація за Гольдшмідтом;
 - Сучасні знання про ультрамікроелементи.

Перелік теоретичних питань до підсумкового заняття:

Тема 1. Сучасна класифікація мінеральних елементів.

1. Вміст мінеральних елементів у рідких середовищах організму людини.
2. Вміст мінеральних елементів у структурах організму людини.
3. Функції мінеральних елементів у живому організмі.
4. Проблеми, пов'язані з порушенням вмісту елементів-органогенів.
5. Проблеми, пов'язані з порушенням вмісту елементів-кофакторів ферментів.

Тема 2. Найважливіші макро- та мікроелементи.

6. Ультрамікроелементи. Їхні біологічні функції.
7. Причини і наслідки дефіциту мікроелементів.
8. Основні принципи корекції дефіциту мікроелементів.
9. Симптоми надлишку макро- та мікроелементів в організмі.
10. Стани отруєння мікроелементами.

Тема 3. Есенціальні та умовноесенціальні елементи.

11. Класифікація біоелементів за ступенем корисності для людини.
12. Методи визначення дефіциту мікроелементів. Причини дефіциту.
13. Принципи корекції дефіцитних станів есенціальних елементів.
14. Харчові джерела есенціальних мікроелементів.
15. Харчові джерела умовноесенціальних мікроелементів.

Тема 4. Токсичні та потенційно токсичні елементи.

16. Рівні концентрації елементів-токсикантів для організму людини.
17. Класифікація шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища.
18. Найбільш небезпечні екологічні забруднювачі. Рівень небезпеки.
19. Симптоми отруєння та профілактичні засоби при отруєнні важкими металами.
20. Ендемічні захворювання в Україні, профілактичні засоби.

Тема 5. Мікроелементози. Сучасні класифікації.

21. Значення класифікації мікроелементозів для клінічної практики.
22. Методи дослідження мікроелементозів у біологічних субстратах.
23. Генетично зумовлені захворювання.
24. Симптоми дисбаланса мікроелементів.
25. Питання профілактики дисмікроелементозів.

Тема 6. Основні принципи раціонального харчування.

26. Правила здорового харчування.
27. Оптимальне співвідношення макро- та мікронутрієнтів.
28. Медикаментозні вітамінні і мікроелементні препарати.
29. Харчові домішки. Їхня користь та шкода.
30. Питання спортивного харчування.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна:

1. Мікро- і макроелементи / В. Ф. Осташко // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.]; НАН України, НТШ. – К.: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2019.
2. Біоактивні матеріали для регенерації кісткової тканини: навч. посібник / О. В. Саввова, Г. К. Воронов, О. І. Фесенко, Ю. О. Смирнова; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 142 с.
3. Основи токсикологічної хімії / М.В. Шевряков / навчальний посібник. – Хімія, біологія та медицина. 2020. – 224 с.
4. Здоровий спосіб життя. Навчальний посібник / Ольга Єжова. Київ: «Університетська книга», 2017. - 127 с.
5. Нутриціологія. Підручник / Л.З. Тель Е.Д. Даленов, А.А. Абдулдаєва, І.Є. Коман. 2021. – 544 с.
6. Нутриціологія в сімейній медицині. Частина 1: загальні питання/ вид. «Магнолія». 2022. – 376 с.
7. Вітаміни і мікроелементи як специфічні регулятори фізіологічних та метаболічних процесів в організмі дітей та підлітків / А.О. Горобець; Ukrainian journal Perinatology and Pediatrics 4 (80) 2019. – С. 75-92.

Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення:

<https://empire.org.ua/>

https://bcaa.ua/podderzhka/selen_poleznie_svoystva_dlya_organizma_selen_v_produkтах

<https://cyberleninka.ru/article/n/otruennya-celenom-i-yogo-spolukami-u-promislovosti>

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%99%D0%BE%D0%B4>

<https://life.pravda.com.ua/health/2019/01/29/235343/>

<https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1529/jod>

<https://agrolait.com.ua/archives/24692>

<https://dovidka.biz.ua/znachennia-aliuminiu-v-zhytti-liudyny-biologichne-znachennia>

<https://cbo.org.ua/produkti-mistyat-kremnij-dlya-lyudini-rol-i-funkci%D1%97>

Додаткова:

1. Сучасна мікроелементологія в Україні: бібліографічний довідник за 2005-2016 рр./ Асоціація мікроелементологів України; під ред. Л.М. Шафран. – Дніпро: Акцент ПП, 2017. – 255 с.
2. Значення мікроелементозів і змін умісту окремих мікроелементів для клінічної практики // ТОВ Видавничий дім: «Здоров'я України». Медичні видання. Спеціалізований медичний портал - Health.ua.com. № 4/1 березень - Педіатрія. 2015.
3. Взаємодія мікроелементів: біологічний, медичний і соціальний аспекти / І.М. Трахтенберг, І.С. Чекман, В.О. Линник, В.Г. Каплуненко, М.П. Гуліч, Е.М. Білецька, В.Ф. Шаторна, Н.М. Онул // /ISSN 0372-6436. Вісн. НАН України, 2013, № 6. С. 11-20.
3. Харчова хімія. Тексти лекцій для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» / Уклад.: Гуменюк О.Л. – Чернігів: ЧДТУ, 2013. – 244 с.
4. Важкі метали // Словник-довідник з екології: навч.-метод. посіб. / уклад. О.Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон: ПП Вишемирський В. С., 2013. — С. 30.
5. Хімічні елементи р-блока / Біологічна функція хімічних елементів. // Гл.5. – Чертко, Е. Чертко, Д. Будько, А. Таранчук. Гл. 5 //— Мінськ, 2012.
6. Мікроелементи та здоров'я. / Методичний посібник для роботи в лабораторії/ [укл. О. О. Коновалова, Г. П. Андрейко]. – Х. – ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012. – 40 с.
7. Нанотехнології мікронутрієнтів: проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- і мікроелементів / Сердюк А.М., Гуліч М.П., Каплуненко В.Г., Косінов М.В. // Журн. АМНУ. — 2010. — Т. 16, № 1. — С. 107–114.
8. Основи фізіології та гігієни харчування: / підручник Н. В. Дуденко [та ін.] – Суми: Університетська книга, 2009. – 555 с.
9. Книга про отрути та отруєння / Нариси токсикології // Трахтенберг І.М.— Тернопіль: ТДМУ, 2008. — 364 с.
10. Гігієна харчування з основами нутріціології / За ред. проф.В.І. Ципріяна/. 1 та 2 том., Київ: Медицина, 2007.- 528 с. та 560 с.
11. Мікроелементи і їх роль в житті людини / Співаковський Ю.М., Співаковська. - Медична сестра. - 2005. - 468с.

Електронне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Шерстюк Сергій Олексійович
Наконечна Світлана Анатоліївна

МІКРОЕЛЕМЕНТОЗИ В ПРАКТИЦІ ЛІКАРЯ

Методичні рекомендації
до самостійної роботи студентів 2-го курсу навчання медичного факультету
з вибіркової дисципліни «Мікроелементози людини»

В авторській редакції

Підписано до розміщення 30.01.2025. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 3,50. Обсяг 2,305 Мб. Зам. № 29/25.

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