

Миколаївський національний університет
імені В. О. Сухомлинського

Факультет фізичної культури та спорту
Кафедра теорії та методики фізичної культури

Лекція на тему:
“ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ”

Для студентів

Галузі знань – 0102 «Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини»

Напрямам підготовки: 6.010201 – «Фізичне виховання*»
6.010202 – «Спорт»
6.010203 – «Здоров'я людини*»

Укладач:
доцент Гетманцев С.В.

Мета: ознайомити студентів з основними закономірностями обміну речовин та енергії в організмі людини.

Завдання: висвітлити фізіологічні процеси обміну речовин та енергії, які відбуваються в різних органах та системах людини в певних функціональних станах.

План.

1. Біологічне значення обміну речовин та енергії	с. 3
2. Обмін білків	с. 4
3. Обмін вуглеводів	с. 5
4. Обмін ліпідів	с. 7
5. Обмін води і солей	с. 8
6. Обмін мінеральних речовин	с. 9
7. Вітаміни та їхня роль в обміні речовин	с. 10
8. Обмін енергії	с. 13
9. Фізіологічні основи раціонального харчування	с. 14

Ключові слова: обмін речовин та енергії, анаболізм, катаболізм, метаболізм, білки, вуглеводи, ліпіди, вода, мінеральні солі, вітаміни, раціональне харчування.

Біологічне значення обміну речовин та енергії.

Однією з особливостей живих організмів є безперервне руйнування їхніх структур в процесі життєдіяльності. За добу в організмі руйнуються майже весь епітелій кишок і 1/20 частина покривного епітелію шкіри. Тривалість існування окремих органодів клітини знаходиться в межах від кількох годин до кількох днів, а час життя деяких білкових молекул становить кілька хвилин. Цілком зрозуміло, що життя будь-якого органа можливе лише за умов своєчасного і повного відновлення його структур.

Процеси, в результаті яких відбувається утворення органічних сполук, необхідних для росту, відновлення структури тканин і забезпечення їхніх функцій, носять назву асиміляції, або анаболізму. Розщеплення органічних речовин на більш прості сполуки називається дисиміляцією, або катаболізмом. В процесі дисиміляції вивільняється потенціальна енергія хімічних зв'язків сполук, яка використовується для енергетичного забезпечення біосинтезу, функцій клітин, підтримання постійної температури тощо. Обидва процеси асиміляції і дисиміляції - є дві взаємопов'язані сторони обміну речовин (метаболізму).

Під обміном речовин слід розуміти сукупність змін, що відбуваються з речовинами з моменту надходження їх в організм через травний канал до утворення кінцевих продуктів розпаду і виведення їх з організму.

Джерелом пластичного матеріалу та енергії є білки, жири і вуглеводи, але для забезпечення життєдіяльності організму необхідні також кисень, вода, мінеральні солі, вітаміни та інші біологічно активні речовини. Тому в поняття обміну вводять обмін всіх необхідних для організму речовин.

Всі речовини, необхідні для організму, можна розділити на три групи. До першої групи відносять речовини, що є джерелом енергії та пластичного матеріалу і надходять в організм в значних кількостях (до кількох грамів на кілограм маси тіла за добу). Це моносахариди, амінокислоти і деякі ліпіди. До другої групи відносяться речовини, що відіграють роль коферментів в окремих біологічних реакціях. Це водорозчинні вітаміни. Третю групу складають речовини, необхідні для забезпечення функціональної активності окремих спеціалізованих тканин. Потреба в них невелика, всього кілька мікрограмів на кілограм маси тіла за добу.

Всі перетворення органічних речовин в організмі відбуваються за обов'язковою участю ферментів — біологічних каталізаторів. Ферменти - це високоспеціалізовані білкові молекули. Вони є тим робочим апаратом, за допомогою якого реалізується дія генів. В кожній клітині нашого організму знаходиться більше 1 тис. ферментів. Кожен з них прискорює (каталізує) тільки одну притаманну йому біологічну реакцію. Об'єднуючись в певні комплекси, ферменти забезпечують перебіг багатьох процесів, в результаті яких і відбуваються безперервні перетворення речовин.

Обмін речовин в організмі регулюється нервовим і гуморальним шляхами. Вегетативні центри нервової системи посилають еферентні імпульси, що змінюють обмін речовин, прямо до органів і тканин або до залоз

внутрішньої секреції. Залози виділяють гормони, які змінюють інтенсивність і характер обміну речовин. Нервова система змінює інтенсивність метаболічних процесів шляхом зміни активності органа або тканини.

Таким чином, обмін речовин має адаптивний характер. Він точно пристосований до потреб організму і значною мірою визначається умовами зовнішнього середовища, в яких в даний момент знаходиться організм. Для зручності вивчення обмін речовин поділяють на білковий, вуглеводний, жировий, мінеральний і водний. В організмі ж всі види обміну речовини знаходяться в тісному взаємозв'язку.

Обмін білків.

Білки складають основу всіх життєвих явищ організму. Вони є структурним матеріалом всіх елементів клітини. Багато фізіологічно активних речовин — ферменти, гормони — за своїм походженням також є білками. Білки можуть використовуватись як джерело енергії. При окисленні 1 г білка в організмі звільняється 17,2 кДж енергії.

Біологічна цінність білків залежить від їх амінокислотного складу і вимірюється кількістю білка організму, який може утворюватись із 100 г білка їжі. Деякі амінокислоти, такі як аланін, серін, пролін, оксипролін, глютамінова кислота, можуть синтезуватись в організмі шляхом амінування безазотистих радикалів. Тому вони вважаються заміінними. Інші амінокислоти, такі як лізин, триптофан, фенілаланін, метионін, треонін, лейцин, ізолейцин, є незамінними. Вони обов'язково повинні надходити в організм з їжею. Білки їжі, які мають у своєму складі всі незамінні амінокислоти, називаються повноцінними. Це переважно тваринні і деякі рослинні білки (наприклад, білки бобових рослин). Ті білки, які не мають всіх незамінних амінокислот, називаються неповноцінними, наприклад желатин, білки кукурудзи, пшениці. Найбільш висока біологічна цінність у білків молока, яєць і м'яса.

Перетворення білків в організмі проходить в кілька складних етапів. В травному каналі білки розщеплюються до амінокислот. Всмоктуючись у кишках в кров, амінокислоти транспортуються нею до печінки. Частина з них поступає в тканини і використовується для синтезу специфічних білків, частина дезамінується. При цьому від молекул амінокислот відщеплюється азот у вигляді аміаку (NH_3). Аміак отруйний. В печінці він знешкоджується, перетворюючись на сечовину. Сечовина в складі сечі виводиться із організму. Аміак, сечовина, сечова кислота, креатин і деякі інші речовини є кінцевими продуктами розщеплення білків.

Азот у вигляді аміногруп, відщеплюючись від однієї амінокислоти, може переноситись на іншу. В результаті такого переамінування утворюються нові амінокислоти. Безазотисті радикали амінокислот можуть перетворюватись на жири і вуглеводи.

Білки в організмі руйнуються безперервно. Кількість білка, що розщепилась, можна визначити за кількістю азоту в сечі. Для характеристики білкового обміну користуються визначенням азотистого балансу, тобто

різницею між кількістю азоту, що надійшов в організм з їжею, і кількістю азоту, виведеного із сечею. Азотистий баланс залежить від стану організму і характеру їжі. Для організму, який росте при повноцінному харчуванні, характерний позитивний азотистий баланс. В цьому випадку частина азоту, що надходить в організм з їжею, затримується. Для дорослих людей характерна азотиста рівновага. Позитивний азотистий баланс може бути і у дорослих людей, наприклад, в період видужування після хвороби, після тривалого голодування, у спортсменів у підготовчому періоді, коли відбувається посилений розвиток м'язів. При деяких захворюваннях, а також при повному або частковому голодуванні азоту залишається менше, ніж виводиться. Такий стан називається негативним азотистим балансом.

При повному білковому голодуванні і за умов, коли всі енергетичні затрати покриваються за рахунок вуглеводів і жирів, в організмі руйнується мінімальна кількість білків. Та мінімальна кількість білків їжі, яка необхідна для відновлення зруйнованих білків тканин, називається білковим мінімумом. Для дорослої людини він становить 30...35 г на добу. Але для нормального функціонування організму людини необхідний білковий оптимум, який значно перевищує мінімальний рівень і становить 100...110 г білка на добу. При фізичній роботі норма білка збільшується до 130...140 г.

Організм дітей потребує додаткової кількості білка. Якщо для дорослої людини на 1 кг маси тіла необхідно 1,5 г білка, то для дітей першого року життя ця норма більша приблизно в 3 рази. Білки про запас не відкладаються. При голодуванні білки одних органів використовуються для підтримання життєдіяльності інших, більш важливих. Витрачаються в першу чергу білки печінки, а також скелетних м'язів. Кількість білків в мозку і серці майже постійна.

Білковий обмін регулюється нервовою системою і гуморальними факторами. У підзгирній області проміжного мозку знаходиться нервовий центр, який регулює білковий обмін. При пошкодженні деяких ядер підзгир'я значно збільшується виділення азоту з сечею, що свідчить про збільшення розпаду білків в організмі. Велику роль в регуляції білкового обміну відіграє підзгирно-гіпофізарна система. Підзгир'я через гіпофіз регулює функцію щитовидної та інших залоз, гормони яких впливають на білковий обмін.

Обмін вуглеводів.

Вуглеводи їжі представлені головним чином полісахаридом - крохмалем. У травному каналі в результаті гідролізу утворюються три моносахариди - глюкоза, фруктоза і галактоза, які надходять в кров і по воротній вені в печінку. В печінці фруктоза і галактоза перетворюються на глюкозу і в такому вигляді транспортуються до тканин, де використовуються як джерело енергії.

Надлишок глюкози полімеризується і перетворюється на тваринний крохмаль — глікоген. Більше всього глікогену знаходиться в печінці і м'язах. Глікоген печінки використовується для підтримання концентрації глюкози в

крові, коли вона не надходить з кишок в проміжках між вживанням їжі. В печінці знаходиться така кількість глікогену, якого вистачає для підтримання сталого рівня цукру в крові на 12...23 год. Якщо при цьому використовується весь запас глікогену, то печінка синтезує глюкозу з інших речовин, головним чином з амінокислот.

Глікоген печінки синтезується також з молочної кислоти та інших легких жирних кислот. При важкій м'язовій роботі, коли внаслідок розщеплення глюкози в м'язах утворюється велика кількість молочної кислоти, вона переходить в кров і в печінці використовується для ресинтезу глюкози. 85% глюкози переходить у глікоген, а 15% окислюється.

Рівень концентрації глюкози в крові коливається в межах 0,08... 0,12%. Зменшення її вмісту нижче 0,07% називається гіпоглікемією, а збільшення вище 0,12% - гіперглікемією. Зниження концентрації глюкози до 0,05% призводить до різкого зниження працездатності, а при концентрації 0,04% виникає порушення діяльності ЦНС, судами, втрата свідомості, порушується діяльність серця.

Інтенсивна і тривала робота може привести до такого зниження концентрації глюкози, яке може вплинути на працездатність і функціональний стан фізіологічних систем організму. Для того щоб такий стан не виник, необхідно поповнювати вуглеводний запас організму шляхом збільшення кількості вуглеводів в харчовому раціоні, а також додатковим споживанням глюкози та інших легко засвоюваних цукрів безпосередньо перед роботою.

Гіперглікемія може виникнути після споживання легкозасвоюваних вуглеводів, при емоційних збудженнях, захворюванні підшлункової залози. Надлишок глюкози виводиться з крові через нирки з сечею, в якій з'являється цукор. Це явище носить назву глюкозурії. У здорової людини глюкозурія може спостерігатись після споживання натщесерце 150...200 г цукру, а також в тих випадках, коли рівень цукру в крові підвищується до 0,18%. Глюкоза є основним джерелом енергії в організмі. При окисненні 1 г глюкози утворюється 17,2 кДж енергії. Але значення вуглеводів в організмі не вичерпується цією функцією. Вони входять до складу цитоплазми і тому необхідні для утворення нових клітин, особливо в період росту. Потреба в глюкозі у різних органів неоднакова. Мозок затримує до 12% глюкози, що приноситься кров'ю, кишки - 9, м'язи - 7, нирки - 5%, а селезінка і легені майже зовсім не споживають глюкози.

Регуляція обміну вуглеводів. Не дивлячись на значні коливання швидкості використання глюкози в тканинах і надходження з травного каналу, рівень її в крові підтримується в досить вузьких межах. Основну роль в регуляції вуглеводного обміну відіграють печінка, яка виконує роль депо вуглеводів, м'язи - основні споживачі, нирки — як орган, що виводить надлишок цукру назовні.

Координація діяльності гормонів і систем, що регулюють рівень цукру в крові, здійснюється центральною нервовою системою і залозами внутрішньої секреції. Нервовим центром, регулюючим вуглеводний обмін, є скучення гангліозних клітин в проміжному мозку, які тісно пов'язані з

гіпофізом. Гіпофіз стимулює діяльність надниркових і підшлункової залоз, гормони яких безпосередньо впливають на рівень цукру в крові. Інсулін - гормон підшлункової залози — здійснює перетворення глюкози в глікоген і цим самим знижує концентрацію цукру в крові. Інсуліну протидіють п'ять інших гормонів. Адреналін - гормон надниркових залоз - забезпечує перетворення глікогену в глюкозу. В тому ж напрямку діє глюкагон - гормон підшлункової залози. Всмоктування цукру в кишках після попереднього його фосфорилування контролюється глюкостероїдом - гормоном кори надниркових залоз. Розщеплення глюкози до молочної кислоти (гліколіз), яке відбувається переважно в м'язах, стимулюється тироксином – гормоном щитовидної залози. Таке багаторазове дублювання захисних пристосувань організму проти зменшення концентрації цукру в крові зумовлено тим, що організм, особливо нервові клітини, не може переносити навіть короткочасного зниження цукру нижче критичного рівня.

Крім цих центральних механізмів регуляції існує своєрідний замкнутий механізм між печінкою і підшлунковою залозою. Залежно від рівня цукру в крові острівцеві клітини підшлункової залози і клітини печінки без еферентної стимуляції з боку гіпофіза і проміжного мозку здатні регулювати утворення інсуліну і ферментів печінки, що каталізують глікогенез.

Обмін ліпідів.

Групу нерозчинних у воді органічних сполук називають ліпідами. Розрізняють прості ліпіди (жири, воски, стериди) і складні - фосфоліпіди і гліколіпіди.

Жири в організмі складають 10..15% маси тіла, а при ожирінні кількість їх може доходити до 50%. Більша частина жирів в організмі знаходиться в жировій тканині, в підшкірній клітковині, навколо деяких внутрішніх органів, а також в печінці і м'язах. Деяка кількість їх входить до складу клітинних структур: цитоплазми, ядра, клітинної мембрани. Жири всмоктуються в кишках в кров і лімфу. Та частина їх, яка надійшла в кров, переноситься в жирову тканину і відкладається про запас.

Функції жирів і ліпідів в організмі досить різноманітні. Вони використовуються як джерело енергії. При розщепленні 1 г жиру вивільняється 39,0 кДж. Як джерело енергії жири використовуються головним чином при тривалій малоінтенсивній фізичній роботі. Жирова тканина, яка покриває різні органи, захищає їх від механічних пошкоджень. Підшкірна жирова клітковина погано проводить тепло і, таким чином, захищає організм від надмірних тепловитрат. Жир входить до складу секрету залоз, захищає шкіру від висихання і набухання при контакті з водою. З жирами в організм надходять розчинені в них вітаміни (А, D, Е, К). Синтезуються жири в основному із гліцерину і жирних кислот, а також з продуктів обміну білків і вуглеводів. Деякі ненасичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова і арахідонова) не синтезуються в організмі і повинні надходити в готовому вигляді. Ненасичені жирні кислоти містяться в рослинних маслах — оліях.

В регуляції жирового обміну певну участь беруть легені. З лімфатичної системи жири надходять в кров, а з током крові до легень. В легенях є особливі клітини — гістіоцити, які здатні затримувати надлишок жиру в крові. В легенях жир не тільки затримується, а частково і розщеплюється. При цьому тепло, що утворилося при окисленні жирних кислот, зігріває в легенях холодне повітря. Це особливо важливо для мешканців північних широт. Із легенів жир надходить в артеріальну кров, а частково в печінку, де, з'єднуючись з білками, утворює ліпопротеїди.

Більша частина жирів гідролізується, і з продуктів гідролізу утворюються специфічні жири організму. Менша частина жирів з крові надходить у жирову тканину підшкірної клітковини. Запасні жири весь час оновлюються. В жирових депо відкладається не тільки той жир, що є в їжі, а й жир, що утворюється з вуглеводів. Цей процес регулюється гормоном підшлункової залози - інсуліном.

Крім нейтральних жирів важливу роль відіграють фосфоліпіди, гліколіпіди, стериди. Фосфоліпіди зустрічаються в клітинах в білково-ліпоїдних комплексах, входять до складу мембран. Особливо великий вміст фосфоліпідів у мієліновій оболонці нервових волокон. В нервовій тканині містяться гліколіпіди, до складу яких входять вуглеводи. Стериди дуже поширені в організмі, виконують різноманітні функції. Наприклад, стериди жовтої кислоти входять до складу жовчі. Гормони кори надниркових і статевих залоз є стеридами. Із ергостерину утворюється вітамін D.

Обмін жирів регулюється нервовим і гуморальним шляхами. В підзгірній частині проміжного мозку знаходяться ядра, пошкодження яких призводить до порушення жирового обміну - ожиріння. В регуляції жирового обміну беруть участь також гормони передньої долі гіпофіза, щитовидної і статевих залоз.

Обмін води і солей.

Для життя організму вода є дуже важливим його компонентом, вона становить 70...75% маси тіла. В різних органах і тканинах вміст води неоднаковий. В кістках міститься лише 20% води, а в клітинах головного мозку 85%. Але в цілому організмі коливання кількості води можливі тільки в досить вузьких межах. Втрата води близько 10% від маси тіла призводить до тяжких порушень, а втрата більше 20...22% до смерті.

Вода виконує такі важливі функції: є розчинником більшості речовин в організмі; кінцеві продукти обміну виводяться назовні у вигляді водних розчинів. Вона має велику теплоємність і теплопровідність, завдяки чому вирівнюється температура в різних частинах організму. При переході з рідкого в газоподібний стан вода поглинає велику кількість тепла, тому при випаровуванні поту з поверхні тіла організм віддає надлишок тепла. Нарешті, вода є хорошим мастильним матеріалом; вона необхідна там, де відбувається тертя одного органа з другим (внутрішні органи, суглоби). Виняткове значення води для організму видно з того, що якщо людина може прожити без їжі до 70 днів, то без води — не більше 8... 10 діб.

Деякі з властивостей води зумовлені орієнтацією атомів. Два атоми водню в молекулі води розташовані під кутом близько 105° по відношенню до атома кисню. Атоми водню мають по одному позитивному, а атом кисню два негативних заряди. Таким чином, молекула води є електричним диполем. Це забезпечує гідратацію білкових молекул, іонів та інших заряджених частин, коли дипольна молекула орієнтована в напрямку заряду. Молекула води утворює водневі зв'язки з численними молекулами, що мають негативний заряд. Енергія водневих зв'язків невелика (21 Дж/моль) в порівнянні з 210...420 Дж на молекулу в ковалентних зв'язках. Тому водневі зв'язки досить слабкі; вода легко вступає в хімічні реакції і легко з них виходить.

В організмі розрізняють так звану структурну, гідратаційну і вільну воду. Воду, яка необхідна для підтримання певної структури білків, називають структурною. Вода, що знаходиться навколо іонів, називається гідратаційною, і частина води знаходиться у вільному стані. Кількість структурної і гідратаційної води в організмі постійна і відповідає кількості білків і заряджених частинок. Кількість вільної води може змінюватись в широких межах.

Добова потреба води для дорослої людини — 40 г на 1 кг маси тіла (близько трьох літрів), 350 мл води утворюється в тканинах в результаті окисних процесів. Потреба у воді задовольняється за рахунок споживання у вигляді рідини (борщ, чай тощо — 1,5 л) і до 1 л надходить з іншими продуктами. Виведення води відбувається через нирки (1,5 л), шкіру (до 1 л), легені (до 400 мл), травний канал (до 200 мл). При тривалій інтенсивній фізичній роботі, особливо в умовах підвищеної зовнішньої температури, з потом виводиться до 5 л води.

Обмін мінеральних речовин.

Для нормального функціонування тканин організму необхідні також мінеральні речовини. Їхнє значення полягає в тому, що вони підтримують осмотичний тиск і активну реакцію крові і тканин, беруть участь у ферментативному каталізі, підтримують просторову структуру білків і нуклеїнових кислот, входять до складу гормонів, виконують ряд специфічних функцій. Наприклад, кобальт, залізо потрібні для процесів кровотворення, тканинного дихання, процесів розмноження і внутрішньоутробного розвитку.

Всі мінеральні речовини за їх кількісним вмістом в організмі поділяються на макроелементи і мікроелементи. Ca, K, Na, P, Cl, S відносяться до макроелементів. Кількість їх в організмі доходить до 1200 г, а добова потреба вимірюється грамами. До мікроелементів відносяться Al, Cu, Zn, Co, Mn, Si, Mo і ряд інших. Кількість їх в організмі вимірюється в міліграмах. Проміжне положення між макроелементами і мікроелементами займають Mg і Fe. Магнію в організмі 19 г, а заліза 3..3,5 г.

Вміст мінеральних речовин в різних тканинах неоднаковий. Найбільше їх міститься в кістках, де знаходиться 99% кальцію, 87% фосфору і 57% магнію

від загальної кількості в організмі. Заліза знаходиться більше всього в печінці, калію — в м'язах, йоду в щитовидній залозі.

Добова потреба в мінеральних речовинах залежить від віку, режиму рухової активності і функціонального стану організму. В середньому для дорослої людини на добу необхідно 4...6 г натрію, 2...4 г калію, 1...2 г фосфору, 1,0 г сірки, 0,5 г магнію, 10...30 мг заліза, 12...16 мг цинку, 2...3,0 мг міді, багато інших мікроелементів, потреба яких вимірюється в міліграмах і мікрограмах. Під час інтенсивної фізичної роботи з потом виходить значна кількість солей, особливо натрію, калію, фосфору (до 2 г/л). Тому спортсменам після інтенсивного тренування необхідно поповнювати запаси цих мінеральних речовин. Більшу кількість, в розрахунку на 1 кг маси тіла мінеральних речовин, необхідно дітям, вагітним жінкам.

Регуляція водного балансу здійснюється нервовим і гуморальним шляхами. При нестачі води в організмі підвищується осмотичний тиск в тканинній рідині. Це призводить до подразнення осморорецепторів, розташованих в підзгірній області проміжного мозку. Тут же знаходиться центр регуляції водно-сольового обміну. Він контролює всі шляхи транспорту води в організмі, виведення її з сечею, потом, через легені і перерозподіл води між органами, всмоктування з травного каналу. Велику роль в регуляції водного балансу відіграють антидіуретичний гормон гіпофіза і гормони кори надниркових залоз - мінералокортикоїди. Перший регулює швидкість зворотного всмоктування води в нирках, другі - всмоктування із каналців нирок в кров натрію. При зниженні осмотичного тиску секреція антидіуретичного гормону зменшується, це призводить до збільшення діурезу. На діяльність нирок як основного органа регуляції водно-сольового обміну впливають гормони щитовидної і прищитовидних залоз. Тироксин - гормон щитовидної залози — збільшує сечоутворення, а паратгормон регулює виведення із організму кальцію.

Вітаміни та їхня роль в обміні речовин.

Групу органічних речовин, що містяться в продуктах харчування і необхідні для організму в незначних кількостях, називають вітамінами. На добу їх необхідно всього кілька міліграмів або навіть мікрограмів на 1 кг маси тіла.

Незважаючи на невеликий вміст в організмі, вітаміни відіграють велику роль в обміні речовин та енергії.

Багато вітамінів входить до складу ферментів, частина з них є попередниками деяких гормонів. Вітаміни швидко розпадаються в організмі, більшість з них не відкладається про запас і не синтезується із інших органічних речовин, тому необхідно постійно вживати продукти, що містять вітаміни. Найбільше вітамінів міститься в свіжих фруктах, овочах, а також у м'ясі, молоці. Відсутність вітамінів в їжі призводить до виникнення в організмі важких порушень його функцій і захворювань (авітамінозу). При недостатньому надходженні в організм вітамінів виникають гіповітамінози, які

характеризуються пониженням працездатності і стійкості його до різних хвороб. На сьогодні відомо близько 50 вітамінів. Всіх їх поділяють на дві групи: водо- і жиророзчинні. До водорозчинних відносяться вітаміни групи В (відомо 15 вітамінів цієї групи), вітаміни Н, Р, інозит, фолієва кислота, пантотенова кислота, нікотинамід (вітамін РР), аскорбінова кислота (вітамін С).

Вітамін В₁ (тіамін). Вітамін з досить широким спектром дії. Він бере участь в синтезі нуклеїнових кислот, обміні білків, жирів, вуглеводів. При гіповітамінозі втрачається апетит, людина швидко стомлюється, стає дратливою. При авітамінозі розвивається важке порушення діяльності нервової системи (хвороба бері-бері). Дорослій людині на добу необхідно 2...3 мг, а дітям до 10 років 1...2 мг вітаміну В₁. Спортсменам під час інтенсивних тренувань доза вітаміну В₁ повинна бути збільшена до 5 мг на добу.

Найбільший вміст вітаміну В₁ в пивних дріжджах, печінці тварин, чорному хлібі, вівсяній крупі.

Вітамін В₂ (рибофлавін). В організмі використовується для синтезу флавінових ферментів, необхідних для синтезу білків і жирів.

При гіповітамінозі затримується ріст, порушується діяльність нервової системи, уражуються рогівка очей і шкіра. В значних кількостях вітамін В₂ міститься в пивних дріжджах, печінці, рибних продуктах, молоці, гречаній крупі. Добова потреба вітаміну В₂ для дітей дорівнює 2,0... 3,0 для дорослих — 3,0...4,0 мг.

Вітамін В₆ (піридоксин) - бере участь в обміні білків і речовин шкіри, нервової системи, в кровотворенні. Гіповітаміноз викликає захворювання шкіри — дерматити, а при авітамінозах з'являється м'язова слабкість, порушується діяльність вестибулярного апарата. Міститься в рисових висівках, зародках пшениці, нирках. Добова потреба для дорослих людей 2...4 мг.

Вітамін В₉ (фолієва кислота) — бере участь в обміні холіну, процесах кровотворення, зменшує вміст холестерину в крові. Значна кількість вітаміну В₉ міститься в печінці, м'язах, листках рослин. Добова доза - 0,2 мг.

Вітамін В₁₂ (ціанкобаламін, антианемічний) - необхідний для нормального обміну нуклеїнових кислот, утворення еритроцитів, прискорює ріст і розвиток. У людей вітамін В₁₂ синтезується мікрофлорою в товстій кишці, звідки він надходить у печінку, а потім в кров. Багаті на цей вітамін печінка і нирка. Добова доза — 0,005 мг.

Вітамін В₁₅ (пангамова кислота) посилює використання клітинами організму кисню. У значних кількостях міститься в рослинних продуктах. Використовується при лікуванні серцево-судинних захворювань, отруєннях. Добова доза - 200..300 мг.

Вітамін В₅ (пантотенова кислота) бере участь в обміні вуглеводів, синтезі ацетилхоліну. При гіповітамінозі спостерігаються сповільнення росту, випадіння волосся, виразки шлунка і кишківника. Багато пантотенової кислоти міститься в капусті, картоплі, моркві і різних тваринних продуктах. Добова доза - 10...15 мг.

Вітамін Н (біотин) необхідний для нормального обміну речовин в шкірі. Знаходиться в дріжджах, помідорах, печінці, яєчному жовтку.

Вітамін РР (нікотинова кислота) — бере участь у регуляції обміну вуглеводів, процесів травлення, діяльності центральної нервової системи. Гіповітаміноз супроводжується швидкою стомлюваністю, апатією, втратою пам'яті, захворюванням шкіри, яка покривається червоними плямами. Велика кількість вітаміну РР міститься в дріжджах, печінці, м'ясі, грибах. Добова потреба для дітей — 15...20 мг, дорослих — 20—30 мг.

Вітамін С (аскорбінова кислота) має досить широкий спектр дії. Він необхідний для синтезу білків, утворення органічної речовини кісток, сприяє всмоктуванню цукру в кишки, бере участь у тканинному диханні, підвищує імунітет. Нестача вітаміну С призводить до захворювання цингою. Ця хвороба супроводжується кровотечею десен, загальною стомлюваністю, тахікардією, пониженням опору організму інфекціям, порушенням проникності судин і крововиливами. Основним джерелом вітаміну С є рослини, особливо такі, як чорна смородина, лимони, суниця, шипшина. Гіповітаміноз частіше виникає навесні, коли вміст вітаміну С в овочах і фруктах значно зменшується. Добова потреба для дітей дорівнює 50...75 мг, а для дорослих - 75...100 мг. Для людей, що займаються важкою фізичною працею, і спортсменів добова доза вітаміну С повинна бути збільшена до 200...300 мг.

Вітамін Р (цитрин) необхідний для нормальної проникності судин. Разом з вітаміном С запобігає захворюванню цингою. Міститься в тих самих продуктах, що і вітамін С. Добова доза 75... 100 мг

Вітамін А. Необхідний для нормального функціонування епітеліальної тканини. При авітамінозі виникає ксерофтальмія (сухість очей) внаслідок ороговіння епітелію рогівки. Ороговіння епітелію при авітамінозі спостерігається і в бронхах, трахеї, нирках, сечовому міхурі. Багато вітаміну А міститься в риб'ячому жирі, коров'ячому маслі, печінці. В рослинах містяться пігменти - провітаміни, які в організмі можуть перетворюватись на вітамін А. Добова доза для дітей — 1...2 мг, для дорослих — 3..5 мг.

Вітамін D (антирахітичний) бере участь у регуляції солей фосфору і кальцію. Авітаміноз призводить до виведення цих солей з організму і порушення, таким чином, фосфорилування кісток. Розвивається хвороба рахіт, яка, крім порушення процесів окостеніння, характеризується підвищеною дратливістю, м'язовою слабкістю. А підвищений вміст Ca^{2+} в крові призводить до появи судом. Велика кількість вітаміну D міститься в риб'ячому жирі, жовтках яєць, коров'ячому молоці. Добова доза для дітей 10...20 мкг. Слід зазначити, що гіпервітаміноз призводить до різкого збільшення концентрації солей кальцію і фосфору в крові, відкладанню їх на стінках кровоносних судин, нирок.

Вітамін Е (токоферол) необхідний для нормальної діяльності статевих залоз і протікання вагітності, а також для розвитку м'язової тканини. Міститься майже в усіх продуктах.

Вітамін К (протижеморагічний) необхідний для процесів зсідання крові. Багато вітаміну К в зелених листках рослин капусти, моркви. Вітамін К синтезується в організмі мікрофлорою кишок.

Обмін енергії.

Всі життєві процеси відбуваються завдяки використанню потенціальної енергії хімічних зв'язків харчових речовин. Організм постійно витрачає енергію, навіть під час сну. Для поповнення, цих витрат енергія повинна постійно надходити в організм. Співвідношення між кількістю енергії, яка надійшла в організм, і кількістю енергії, витраченої організмом, називається енергетичним балансом. Якщо цей баланс буде позитивним, то маса людини буде збільшуватись, якщо негативним, - зменшуватись. Харчування буде раціональним тільки в тому випадку, коли будуть враховуватись витрати енергії при всіх видах діяльності людини на добу. Для визначення енергетичних витрат при різних видах роботи розроблено ряд методів.

Кінцевим підсумком всіх енергетичних перетворень в організмі є утворення тепла, яке віддається в зовнішнє середовище. Тому кількість тепла, що виділяється організмом в одиницю часу, служить кількісним показником загальних витрат енергії, його визначення може проводитись трьома методами.

1. Вимірювання кількості виділеного в організмі тепла - пряма калориметрія.
2. Вимірювання газообміну - непряма калориметрія.
3. Визначення калорійності засвоєння організмом їжі - не пряма аліментарна калориметрія.

Пряма калориметрія полягає в безпосередньому вимірюванні кількості тепла, виділеного організмом в калориметричній камері. Калориметр являє собою герметично закриту камеру з теплоізолюючими стінками. В камері по трубках циркулює вода. Тепло, що виділяється людиною або твариною, яка знаходиться в камері, нагріває воду. Вимірявши кількість води, яка пройшла через камеру, і різницю її температури, визначають кількість тепла, виділеного організмом. Пряма калориметрія - найбільш точний метод визначення енергетичного балансу, але він надзвичайно громіздкий і не може бути використаний для оцінки енерговитрат в умовах трудової або спортивної діяльності. Тому широкого застосування набув метод непрямой респіраторної калориметрії. Цей метод базується на таких особливостях енергетичного обміну:

1. Вивільнення потенціальної енергії харчових речовин відбувається в результаті окисних процесів. Тому кількість спожитого кисню і виділеної вуглекислоти можуть служити показником рівня окисних процесів.

2. Калорійний еквівалент кисню, тобто кількість енергії, яка звільняється при споживанні 1 л кисню, для кожної харчової речовини постійна. Так при окисненні вуглеводів калорійний еквівалент дорівнює 21,2 кДж, при окисненні жирів - 19,7 кДж, а білків - 20,4 кДж.

3. Відношення об'єму видихнутої вуглекислоти до об'єму спожитого кисню — дихальний коефіцієнт (ДК) також завжди постійний для кожної окислюваної речовини. Для вуглеводів він дорівнює 1, для білків — 0,8, для жирів — 0,7. Дихальний коефіцієнт залежить від співвідношення атомів вуглецю, кисню і водню у молекулі окислюваної речовини. В організмі одночасно відбувається окислення різних речовин і залежно від складу їжі дихальний коефіцієнт може коливатись від 0,7... до 1. Відповідно до цього змінюється і калорійний еквівалент.

Для визначення енергетичного обміну непрямим способом вимірюються об'єм легеневої вентиляції і процентний вміст кисню і вуглекислоти у видихнутому повітрі. Потім обчислюються об'єм спожитого кисню і виділеної вуглекислоти і дихальний коефіцієнт, а за таблицями знаходиться калорійний еквівалент. За цими даними обчислюють кількість витраченої енергії. Величина енергетичного обміну залежить від інтенсивності м'язової діяльності, В зв'язку з цим виділяють три рівні енергетичного обміну: основний обмін, обмін фізіологічного спокою і робочий обмін (обмін при виконанні фізичної роботи). Основним обміном називають величину енерговитрат в стані повного м'язового спокою, натщесерце (через 12 год. після останнього споживання їжі, при температурі оточуючого середовища 20... 22°C). Енергія основного обміну витрачається на процеси біосинтезу, підтримання концентраційних градієнтів різних іонів на мембранах клітин, діяльності фізіологічних систем організму, підтримання тонуусу м'язів і температури тіла та інших проявів 18900 кДж на добу. У спортсменів багатьох видів спорту добові витрати енергії можуть перевищувати 21 000 кДж. Для нормального функціонування організму необхідно, щоб витрати енергії на м'язову роботу у дорослих людей становили не менше як 5040... 5460 кДж на добу.

На практиці для визначення загальних витрат енергії за добу користуються наближеними розрахунками енерговитрат при різних видах фізичної діяльності (спортивної, виробничої, домашньої).

Фізіологічні основи раціонального харчування.

Раціональним харчування буде тоді, коли в організм з харчовими продуктами надходять всі необхідні поживні і біологічно активні речовини, мінеральні солі, вода в кількостях, необхідних для нормальної життєдіяльності організму. Харчування повинно бути достатнім і повноцінним.

Засвоєння поживних речовин в організмі залежить від ряду факторів. Рослинна їжа засвоюється гірше, ніж їжа тваринного походження. Змішана їжа засвоюється краще, ніж окремі харчові продукти. Тваринні білки засвоюються на 97%, рослинні на 85%, а змішані (тваринні і рослинні) на 92%.

Потреба людей в різних поживних речовинах визначається їхньою масою, віком, рівнем рухової активності. Так, чим менший вік дитини, тим більша кількість білка необхідна на 1 кг маси тіла. На першому році життя на 1 кг

маси потрібно 5г білка, в 1...3 роки - 4..4,5, у 4...7 років — 3,5...4, у 8...12 років - 3, старше 12 років — 2,0... 1,5 г.

При цьому необхідно, щоб для дітей віком від 1 до 5 років 75% білка було тваринного походження, в 5... 10 років кількість тваринних і рослинних білків повинна бути однаковою. В їжі старших школярів переважають рослинні білки - 70% і 30% становлять тваринні білки. Важливою умовою повного засвоєння білків є співвідношення їх в раціоні з жирами і вуглеводами, яке повинно бути 1:1:4.

Нестача амінокислот, вітамінів, мінеральних солей в окремих продуктах компенсується при харчуванні різноманітними продуктами. Так, в гречаній каші немає деяких амінокислот, але при споживанні її з молоком ця нестача компенсується. Пшениця містить багато фосфору і мало кальцію; горох, молоко містять багато кальцію, тому вживання цих всіх продуктів робить їжу кориснішою.

Різнманітна їжа викликає кращий апетит, секрецію травних соків, що сприяє кращому її засвоєнню.

Але необхідно мати на увазі, що негативно впливає на організм не тільки недостатнє і неповноцінне, а і надмірне харчування. При надмірному харчуванні утворюються проміжні продукти обміну, шкідливі для організму. Крім того, у дітей при малорухливому режимі дня утворюється надмірна маса тіла, яка, переходить в тучність, а легкозасвоювані вуглеводи (цукор) негативно впливають на підшлункову залозу, що з часом призводить до виникнення цукрового діабету і серцево-судинних розладів. Тому кількість цукру, в будь-якому вигляді, в добовому раціоні не повинна перевищувати 60 г.

Режим харчування учнів краще всього 3...4-разовий. Інтервал між прийняттям їжі не повинен перевищувати 6 год. Перший сніданок повинен складати 20%, другий сніданок - 25, обід - 35 і вечєра - 20% добового раціону. У харчуванні підлітків і юнаків, які займаються спортом, є певні особливості. Фізична робота призводить до інтенсифікації обміну речовин і енергії, які і без того у підлітків залишаються ще більш високими, ніж у дорослих. Тому потреба підлітків, які займаються спортом, в білках, вуглеводах, мінеральних солях і вітамінах вища, ніж у дорослих спортсменів. Так, на добу їм необхідно 3...4 г на 1 кг маси тіла білків, 8...10 г вуглеводів і 2...3 г жирів. Особливо важливо забезпечити необхідну кількість вітамінів В₁, В₂, В₁₅, С, Р, РР, солей кальцію, фосфору, які не тільки підвищують працездатність, а і сприяють швидкому відновленню після інтенсивних спортивних тренувань.

Контрольні питання

1. Висвітлити біологічне значення обміну речовин та енергії в організмі людини.
2. Дати визначення поняттям анаболізму, катаболізму, метаболізму.
3. Охарактеризувати значення білків для життєдіяльності людини.
4. Які білки належить до повноцінних, а які до неповноцінних?
5. Охарактеризуйте поняття білкового балансу та білкового голодування.

6. Визначте норму добової потреби у білку у відповідності до віку та рівня фізичної активності людини.
7. Опишіть значення вуглеводів в процесах обміну речовин та енергії людини.
8. Визначте норму добової потреби у вуглеводах у відповідності до віку та рівня фізичної активності людини.
9. Охарактеризуйте механізми регуляції обміну вуглеводів.
10. Опишіть значення ліпідів в процесах обміну речовин та енергії людини.
11. Визначте норму добової потреби у ліпідах у відповідності до віку та рівня фізичної активності людини.
12. Охарактеризуйте особливості обміну води та мінеральних речовин в організмі людини.
13. Опишіть механізми регуляції водного балансу організму людини.
14. Дайте визначення вітамінам та охарактеризуйте їх роль у обміні речовин.
15. Дайте визначення поняттю обмін енергії.
16. Опишіть фізіологічні основи раціонального харчування людини.

ЛІТЕРАТУРА

1. А.В. Солодков, Е.Б. Сологуб. Физиология человека: Общая. Спортивная. Возрастная. -М.: Терра-Спорт, Олимпия- Пресс, 2001.-520с.
2. Е.Б. Бабский, А.А.Зубков, Г.И. Косицкий, Б.И.Ходоров. Физиология человека.- М.:» Медицина», 1992.-655с.
3. І.С. Кучеров, М.Н.Шабатура, І.М.Давиденко. Фізіологія людини.- К.,»Вища школа»,1991.
4. І.С.Кучеров. Фізіологія людини і тварин. -К.,» Вища школа», 1991
5. Н.А.Фомин. Физиология человека. -М.,»Просвещение»,1982.
6. Физиология человека / Под ред. Н.В. Зимкина. – М., « Физкультура и спорт», 1975.
7. А.Д. Ноздрачев. Общий курс физиологии человека и животных, т. 1,2.- М.,» Высшая школа»,1991.
8. Нормальная физиология / Под ред. А.В. Коробкова. –М.,:» Высшая школа», 1980.
9. А.Г .Хрипкова, М.В.Антропова, Д.А.Фарбер. Возрастная физиология и школьная гигиена. – М.: « Просвещение »,1990.
- 10.Н.Н.Леонтьева, К.В.Маринова. Анатомия и физиология детского организма. – М.:» Просвещение», 1986.
- 11.Л.І.Старушенко. Анатомія і фізіологія людини. –К.: “ Вища школа”, 1992.
- 12.А.Г. Хрипкова. Вікова фізіологія. –К.: « Вища школа» ,1982.
- 13.Ю.А .Ермолаев. Возрастная физиология. –М.: «Высшая школа», 1986.
- 14.Физиология человека / Под ред. Р.Г.Шмидта, Г.Т. Тевса. –М.: «Мир», 1985.