

Дрогобицький державний педагогічний університет  
імені Івана Франка

**Галина Ковальчук, Оксана Лупак**

# **ВІКОВА ФІЗІОЛОГІЯ ТА ВАЛЕОЛОГІЯ**

## **КУРС ЛЕКЦІЙ**

**Навчальний посібник для фахівців ОКР «Бакалавр»  
напряму підготовки 6.030103 «Філологія»**

**Дрогобич  
2012**

УДК 612  
ББК 28.92  
К 56

Рекомендовано до друку вченою радою Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка  
як тексти лекцій  
(протокол № 6 від 14.06.2012 року).

**Рецензенти:**

**Попович Я.В.**, кандидат медичних наук, лікар-терапевт ТзОВ ГКК «Карпати»;  
**Філь В.М.**, кандидат біологічних наук, доцент кафедри анатомії, фізіології та валеології Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

**Відповідальний за випуск :**

**Стахів В.І.**, кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

**Ковальчук Г., Лупак О.**

**К 56** Вікова фізіологія та валеологія : курс лекцій : [для фахівців ОКР «Бакалавр» напряму підготовки 6.030103 «Філологія»] / **Ковальчук Галина Ярославівна, Лупак Оксана Миколаївна.** – Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2012. –144 с.

Тексти лекцій написано відповідно до програми навчальної дисципліни «Вікова фізіологія та валеологія» напряму підготовки 6.030103 «Філологія» для підготовки фахівців ОКР «Бакалавр», затвердженої вченою радою Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка (протокол № 9 від 29.09.2011 року).

УДК 612  
ББК 28.92

© Ковальчук Г.Я., Лупак О.М.  
© Редакційно-видавничий відділ  
Дрогобицького державного педагогічного  
університету імені Івана Франка, 2011

## ВСТУП

Вікова фізіологія та валеологія є однією з найбільш пріоритетних дисциплін у циклі біологічних наук. Знання її основних положень необхідне для наукового обґрунтування інших дисциплін, тісно пов'язаних з практичною діяльністю майбутніх фахівців напряму підготовки 6.030103 «Практична психологія». Дисципліна «Вікова фізіологія та валеологія» сприяє більш глибокому і свідомому засвоєнню основних положень педагогіки, психології, шкільної гігієни.

Курс «Вікова фізіологія та валеологія» вивчається на першому курсі соціально-гуманітарного факультету студентами денної та заочної форм навчання.

Мета курсу полягає у наданні студентам сучасних знань про вікові особливості дитячого організму для правильної організації і проведення навчально-виховної роботи з дітьми, формуванні вмінь та навичок, необхідних для тестування рівня здоров'я школярів, його збереження та зміцнення завдяки веденню здорового способу життя.

Педагогічна освіта покликана забезпечувати формування фахівця, який здатний розвивати особистість дитини і зорієнтований на особистісний та професійний саморозвиток.

Пропонований методичний посібник містить розробки десяти практичних занять і включає навчальний матеріал першого модуля. У структурі практичних робіт визначено тему, план проведення заняття, питання для самоконтролю, наведені теоретичні відомості та рекомендовані літературні джерела.

## ЛЕКЦІЯ №1

### **Введення до предмету «Вікова фізіологія та валеологія». Характеристика вікової періодизації**

#### **План**

1. Предмет і завдання дисципліни «Вікова фізіологія та валеологія», її зв'язок з іншими біологічними дисциплінами.
2. Поняття росту і розвитку.
3. Вікова періодизація.
4. Найхарактерніші риси різних періодів розвитку людини.

#### **Теоретичні відомості**

##### **1. Предмет і завдання дисципліни «Вікова фізіологія та валеологія», її зв'язок з іншими біологічними дисциплінами**

Знання будови тіла людини і пізнання сутності життєвих процесів на різних рівнях організації організму здавна цікавили учених-біологів, філософів та широкі верстви населення. Основними стимулами для розвитку цих знань були практичні потреби життя людей, зокрема потреби медицини. Потрібно було багато століть для того, щоб людство прийшло до сучасного рівня знань у таких галузях науки, як анатомія, фізіологія людини та валеологія.

**Фізіологія** (від гр. physis – природа, logos – учення) – наука про функції живого організму як єдиного цілого, про процеси, що відбуваються в ньому на всіх його структурних рівнях: клітинному, тканинному, органному, системному й організменому. Фізіологія вивчає життєдіяльність організму у взаємодії із зовнішніми умовами його існування. Основне завдання фізіології – розкриття законів життєдіяльності живого організму та керування ними. У результаті наукового прогресу фізіологія людини накопичила значний фактичний матеріал. Це привело до того, що від фізіології, цілісної науки про функції організму, виокремилися і стали самостійними декілька наукових дисциплін, серед них і вікова фізіологія.

**Вікова фізіологія** вивчає особливості життєдіяльності організму в різні періоди онтогенезу, функції органів, систем органів та організму загалом у міру його росту та розвитку, своєрідність цих функцій на кожному віковому етапі.

**Валеологія** – це наука про фундаментальні закони формування, збереження та зміцнення здоров'я людини, про теорію і практику управління здоров'ям у всіх його аспектах – духовному, психічному, фізичному та соціальному.

Здоров'я – це стан повного фізичного, духовного та соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб і фізичних дефектів (ВООЗ).

Успіхи фізіології тісно пов'язані з досягненнями анатомії, гістології (науки, яка вивчає будову та функції тканин), цитології (науки, що досліджує будову, хімічний склад, процеси життєдіяльності і розмноження клітин), ембріології (науки, об'єкт вивчення якої – закономірності розвитку клітин, тканин та органів зародка), біохімії (науки, яка вивчає хімічні закономірності фізіологічних процесів). Без знання генетики (науки про закономірності спадковості і мінливості організмів) неможливо зрозуміти закони еволюційного та індивідуального розвитку людського організму, його функціонування, старіння і смерті, не можна розв'язати практичні проблеми (лікування спадкових захворювань, боротьби зі старістю та смертю).

Знання анатомії та фізіології людини, особливо анатомії й фізіології дитячого організму, має винятково велике значення для педагогіки, психології, шкільної гігієни, фізичного виховання.

Знаючи вікові особливості дітей, вчитель або вихователь на основі закономірностей їхнього вікового розвитку може правильно навчати і всебічно виховувати їх. Без знання особливостей будови, життєвих функцій організму, який росте, умов, необхідних для нормального розвитку дитини, не можна правильно організувати навчальну і виховну роботу, дозувати розумове і фізичне навантаження дітей, спланувати систему необхідних для їхнього здоров'я фізичних і спортивних вправ.

Тому пропонується курс покликаний розкрити майбутнім педагогам, вихователям, психологам закономірності розвитку дітей у різні вікові періоди. Знання цих закономірностей є важливим фундаментом для глибокого вивчення й осмислення курсу загальної і педагогічної психології, педагогіки. На базі цих знань можуть бути розроблені заходи щодо охорони здоров'я, раціональної організації режиму дня дітей і підлітків, науково обґрунтовані педагогічні підходи до здійснення навчально-виховного процесу з урахуванням функціональних можливостей школярів у різні вікові періоди.

## 2. Поняття росту і розвитку

Протягом життя в організмі людини безперервно відбуваються процеси росту і розвитку.

**Ріст** – збільшення розмірів організму людини або окремих його частин та органів унаслідок збільшення кількості клітин шляхом поділу, їхнього лінійного розтягування та внутрішньої диференціації.

**Розвиток** – якісні зміни, що приводять до формування людського організму або його різних частин і органів. Розвиток у широкому розумінні – це процес кількісних і якісних змін, що відбуваються в організмі людини, які зумовлюють підвищення рівнів складності організації та взаємодії усіх його систем. Розвиток включає три основні фактори: ріст, диференціювання взаємозв'язаних та взаємозалежних органів, тканин і формоутворень.

Під час росту збільшується кількість клітин, маса тіла та антропометричні показники. В одних органах (наприклад, кістки, легені) ріст відбувається переважно за рахунок збільшення кількості клітин, а в інших (м'язи, нервова тканина) – переважають процеси гіпертрофії (збільшення розмірів) самих клітин.

Як правило, ріст полягає у збільшенні довжини і ваги тіла дитини. Критерієм росту є висота дитини, вага, довжина різних відділів тіла тощо. Інтенсивність росту неоднакова: періоди бурхливого росту змінюються періодами його затримки. Найінтенсивніший ріст спостерігається у перший рік життя, коли довжина тіла дитини збільшується приблизно на 23 – 25 см. На другому році життя темп росту сповільнюється, але залишається ще високим – 10 – 11 см, на третьому році – 8 см. Упродовж 4 – 7 років ріст дитини збільшується на 5 – 7 см. У молодшому шкільному віці спостерігається уповільнення темпу росту до 4 – 5 см у рік. З 11 – 12 років у дівчаток і 13 – 14 років у хлопчиків до 16 – 17 років спостерігається останній «вибух» росту (7 – 8 см). Крім того, кожній особистості притаманні індивідуальні особливості росту.

Подібна закономірність спостерігається і в наростанні маси тіла. На 5-му місяці життя вона подвоюється, до року – збільшується у 3 рази, після двох років – уповільнюється. З 11 – 12 років у дівчат темп росту маси тіла прискорюється, після 15 років хлопці переганяють дівчат за цими показниками, і це перевищення зберігається й надалі.

Процес росту залежить від впливу багатьох факторів як ендогенного, так і екзогенного походження. Важлива роль належить вітамінам, особливо ретинолу (вітамін А), кальциферолам (вітамін D), вітамінам групи В. Для нормального росту необхідні також мінеральні солі і мікроелементи. Суттєво впливають на ріст та розвиток такі фактори середовища, як кисень, температура, світло. Роль світла для організму, який росте, передусім полягає у тому, що з ним пов'язаний синтез кальциферолу (вітамін D).

Паралельно з ростом відбувається розвиток організму, тобто морфологічна диференціація і функціональна спеціалізація певних тканин та частин тіла. Цей якісний фактор визначається змінами структури, складу і функцій організму, змінюється нерівномірно до формування дитини як дорослого індивіда.

### **3. Вікова періодизація**

**Вік людини** відлічується з моменту народження і до смерті організму. Його умовно поділяють на певні періоди, між якими немає чітких меж. Розрізняють вік **хронологічний та біологічний**.

**Хронологічний вік** – це період (у роках, місяцях, днях), прожитий від дня народження до певного відлічуваного моменту. **Біологічний вік** визначається сукупністю анатомічних і фізіологічних особливостей організму, що відповідають віковим нормам для певної популяції. Не завжди біологічний вік збігається з хронологічним. Наприклад, у людей, які ведуть здоровий спосіб життя, мають оптимістичні погляди, біологічний «годинник» відстає

від хронологічного: вони виглядають молодше від своїх ровесників, мають більшу м'язову силу, активнішу психічну діяльність. Навпаки, в наркоманів та алкоголіків біологічний «годинник» набагато випереджає хронологічний: зовні вони виглядають на 10 років старшими за свій вік, мають мляву мускулатуру, опущені плечі, ледве пересуваються; пам'ять та інші розумові процеси уповільнені, емоції знебарвлені.

Після народження дитини починається постембріональний етап онтогенезу, протягом якого відбувається подальший розвиток організму.

Постембріональний онтогенез людини можна розділити на такі періоди: ювенільний (до статевого дозрівання), зрілий (дорослий статевозрілий стан), період старості, який закінчується природною смертю.

Поділ онтогенезу на вікові періоди у дітей відбиває етапи дозрівання багатьох систем: кісткової, нервової, статевої тощо.

В основу періодизації індивідуального розвитку покладено біологічні ознаки (табл. 1) або соціальні принципи (табл. 2).

**Таблиця 1**

**Вікова періодизація життя людини за біологічними ознаками**

Назва вікового періоду	Тривалість (роки)	
	хлопчики / чоловіки	дівчата/жінки
Період новонародженості	перші 10 днів	
Грудний період	10 днів – 1 рік	
Раннє дитинство	1 – 3 роки	
Перше дитинство	4 – 7	
Друге дитинство	8 – 12	8 – 11
Підлітковий період	13 – 16	12 – 15
Юнацький період	17 – 21	16 – 20
Зрілий вік, 1-й період	22 – 35	21 – 35
Зрілий вік, 2-й період	36 – 60	36 – 55
Похилий вік	61 – 74	56 – 74
Старечий вік	75 – 90	
Довгожителі	90 і більше	

**Таблиця 2**

**Вікова періодизація життя людини за періодами навчання  
(соціальний принцип)**

Назва вікового періоду	Тривалість (роки)
Переддошкільний (ясельний)	до 3-х років
Дошкільний вік (молодший, середній, старший)	3 – 6

Шкільний вік:	
• молодший	6 – 10
• середній	11 – 14
• старший	15 – 17

#### 4. Найхарактерніші риси різних періодів розвитку людини

У новонародженої дитини виникають різні пристосовані рефлекторні реакції до нових умов життя – самостійне дихання і кровообіг, харчування. Починають самостійно працювати легені, серце, печінка та нирки. Кістки новонародженої дитини містять мало мінеральних солей, тому вони дуже м'які й легко викривляються за неправильного догляду. Кістки черепа також м'які, ще не зрощені по швах. У місцях з'єднання 3 – 4 кісток є так звані тім'ячка, що до 10 – 12 місяців мають закритися.

Рухи безладні, голівку дитина самостійно тримати не може. У новонародженої дитини підвищений обмін речовин, частота дихання становить 40 – 60 дихальних рухів за 1 хв (для порівняння: у дорослої людини – 16 – 18 дихальних рухів за 1 хв), а серцевих скорочень – 120 – 140 ударів за 1 хв (для порівняння: у дорослої людини – 60 – 70 ударів за 1 хв). Травна система, зокрема її залози, недорозвинена, тому найменші порушення у годуванні або питному режимі можуть спричинити тяжкі розлади травлення. Нервова система також недорозвинена. Більшу частину доби дитина спить і прокидається тільки від голоду або неприємних відчуттів.

Новонароджена дитина зовсім безпорадна і повністю залежна від піклування батьків. Опірність новонародженого організму до впливів зовнішнього середовища дуже низька, тому дитина легко хворіє.

У **грудний період** дитина розвивається дуже швидкими темпами. За рік довжина її тіла у середньому збільшується на 25 см. Вага здорової дитини до четвертого місяця подвоюється, а до року – потроюється. Швидко розвивається опорно-руховий апарат. У два місяці дитина вже може на 1 – 2 хв. підняти голівку, у чотири – перевернутися зі спини на живіт. У шість місяців вона може самостійно сидіти, у сім – повзати, у вісім – тримаючись за перекладинку ліжка, ставати на ніжки, і в 10 – 11 місяців починає ходити.

Швидко розвиваються нервова система і психіка. Вища нервова діяльність дитини грудного віку перебуває у стадії диференціювання і вдосконалення, хоч функціонально переважає перша сигнальна система. Починає формуватися друга сигнальна система – мовлення, виробляються численні умовні рефлекси.

**Раннє дитинство** (ясельний період) характеризується тим, що дитина починає самостійно ходити, бігати, харчується тією самою їжею, що й дорослі, у неї швидко костеніє скелет. До двох років у дитини з'являються всі 20 молочних зубів. Збільшується об'єм головного мозку, інтенсивно розвивається мовлення. Тривалість фізіологічного сну поступово зменшується, функція



захисного опору й адаптації до мінливих умов середовища, зокрема функція теплорегуляції, продовжує розвиватися.

У **дошкільному періоді** (перше дитинство) дуже швидко відбувається психічний розвиток дитини за рахунок моторики. Триває процес окостеніння скелета. У кінці періоду починається зміна молочних зубів на постійні. Продовжують розвиватися коркові і підкоркові центри головного мозку, закінчується формування чіткого мовлення. У цьому віці формуються риси характеру. До 7 років закінчується диференціювання структури кори головного мозку, а також інтенсивне наростання маси головного мозку. Гальмівний контроль кори головного мозку над інтенсивними реакціями підкорки починає розвиватися помітніше, ніж у дошкільному віці.

**Шкільний період** – вирішальний період у фізичному, розумовому і духовному розвитку людини.

**Молодшому шкільному періоду** (друге дитинство) характерно уповільнення темпів росту (4 – 5 см на рік). У 7 років стійкішими стають шийний і грудний вигини хребта, міцніє скелет дитини, розвиваються і міцнішають м'язи, особливо дрібні. Продовжує розвиватися функція дихання, збільшується життєва ємність легень, розвивається диференціювання кольорів та правильне сприйняття форми, підвищується здатність розрізняти тони і висоту звуку. У цей період діти починають навчатися, оволодіваючи грамотою, читанням, математикою. Малювання, ліплення, писання, в'язання сприяють розвитку дрібних м'язів кисті. У процесі навчання спостерігається розвиток розумових здібностей учнів.

**Середній шкільний вік (підлітковий)** – це період статевого дозрівання, упродовж якого відбуваються зміни в діяльності ендокринних залоз, особливо статевих. Значно посилюється процес окостеніння скелета, спостерігається збільшення м'язової сили. Вага головного мозку збільшується мало, однак дуже ускладнюється структура нервових клітин кори головного мозку. Кровоносні судини розвиваються повільніше, ніж серце, тому просвіт артерій на одиницю ваги зменшується. Це може спричинити тимчасовий розлад кровообігу, внаслідок чого спостерігаються запаморочення, тимчасові підвищення кров'яного тиску, порушення роботи серця. Такі зміни діяльності серцево-судинної системи з віком минають, але саме в підлітковий період їх потрібно враховувати в режимі праці та відпочинку.

У **старшому шкільному віці (юнацький період)** ще триває окостеніння в різних частинах скелета, але непропорційність у розвитку кісток скелета кінцівок і тулуба зникає. Зміцнюється м'язова система, підвищується м'язовий тонус, рухова активність і працездатність організму. Цей період збігається з періодом статевого дозрівання, яке супроводжується змінами діяльності залоз внутрішньої секреції. У 17 – 18 років школяр за розвитком м'язової системи наближається до остаточно сформованого типу дорослої людини. Період статевої зрілості у жінок настає після 20 років, у чоловіків – після 22 – 24 років.

Однією з особливостей росту і розвитку дітей юнацького віку, відміченою ще із середини ХХ ст., є акселерація. **Акселерація** (від лат.

accelerare —прискорення) – прискорення темпів росту і розвитку дітей та підлітків кожного наступного покоління порівняно з попереднім. Вона виявляється у прискореному психічному і фізичному розвитку дітей. Доросла людина ХХ ст. у середньому на 10 см вища, ніж 100 років тому. Існує багато гіпотез щодо причин акселерації, які цікавлять медиків, біологів, педагогів, соціологів та психологів. Однією з причин прискорення розвитку людини вважають поліпшення умов життя, побуту і гігієни, харчування, більше надходження до організму білків і вітамінів. Проблема акселерації потребує подальшого дослідження.

**Зрілий вік**, відповідно до прийнятої періодизації, настає у чоловіків у 22 роки, у жінок – у 21 рік. Перший період зрілого віку триває до 35 років. Це – найпродуктивніший період у житті людини, пора, коли розвиваються її здібності, реалізується їхній прояв у конкретній сфері діяльності. У цей період людина здебільшого створює сім'ю, народжує і виховує дітей. У віці 30 – 35 років виявляються деякі зміни фізіологічних реакцій, зміни обміну, які передують інволюції і певною мірою обмежують можливості людини до окремих видів спорту та трудової діяльності.

**Другий період зрілого віку** – від 36 до 60 років у чоловіків і до 55 років у жінок. У цей відрізок часу людина намагається реалізувати себе в обраній професії. Протягом п'ятого десятиріччя відбуваються зміни, які визначають процес старіння. Водночас вмикаються і механізми, які забезпечують перебудову організму, його адаптацію. Саме в цей період у жінок і чоловіків настає **клімактеричний період** – поступове згасання функції статевих залоз, дітородної можливості.

**Похилий вік** починається з 61 року в чоловіків і з 56 років у жінок. Багато людей зберігають у цей період достатньо високу професійну працездатність. У людей похилого віку зменшується ємність легень, збільшується артеріальний тиск, змінюються стінки кровоносних судин, розвивається атеросклероз. Знижується активність щитоподібної залози, зменшується основний обмін, відбувається інволюція статевих залоз і зниження продукції статевих гормонів. Імунні властивості організму поступово знижуються, у зв'язку з цим у людей похилого віку послаблюється механізм опору як проти збудників хвороб різної природи, так і проти власних клітин, які переродилися, або у яких виникли мутації.

**Старечий вік** у чоловіків та жінок починається у 75 років. У цьому віці багато людей ще мають ясний розум і здатні до творчої праці. **Старість** – заключний етап онтогенезу, віковий період, який настає за зрілістю і характеризується суттєвими структурними, функціональними та біохімічними змінами в організмі, які обмежують його пристосувальні можливості.

### Питання для самоперевірки

1. Що є предметом вивчення вікової фізіології та валеології?
2. У чому полягає значення вікової фізіології дитячого організму для педагогіки, психології?
3. У чому полягає біологічне значення росту і розвитку?

4. Що таке біологічний та хронологічний вік? У яких випадках біологічний вік суперечить хронологічному?
5. Які біологічні ознаки і соціальні принципи притаманні віковій періодизації?
6. Охарактеризуйте найсуттєвіші риси різних періодів розвитку людини.

### **Література**

1. Грибан В.Г. Валеологія : навчальний посібник. – К. : Центр навчальної літератури, 2005. – С. 185 – 195.
2. Коцур Н.І. Основи педіатрії і дитячої гігієни : навчальний посібник. – Переяслав-Хмельницький – Чернівці : Книги-XXI, 2008. – С. 276 – 297.
3. Маруненко І.М., Неведомська Є.О., Бобрицька В.І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни : курс лекцій : навчальний посібник. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – С. 161-187.
4. Плахтій П.Д., Мисів М.П., Циганівська О.І. Вікова фізіологія. Теорія, практикум, тести : навчальний посібник. – Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О.А., 2008. – С. 288 – 331.
5. Практикум з валеології. Основи долікарської допомоги : навчально-методичний посібник [для студентів вищих навчальних закладів, вчителів та учнів загальноосвітніх шкіл] / укладачі Цимбал Н.М., Берегова О.Д. – Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2007. – 112 с.
6. Ріст і розвиток людини : підручник / В.С. Тарасюк, Н.В. Титаренко, І.Ю. Андрієвський та ін.; за ред. В.С. Тарасюка, І.Ю. Андрієвського. – К. : Медицина, 2008. – С. 162 – 181.
7. Хрипкова А.Г. Возрастная физиология. – М. : Просвещение, 1978. – С. 9 – 22.

### **ЛЕКЦІЯ №2**

## **Вікові анатомо-фізіологічні особливості опорно-рухового апарату. Валеологічні принципи профілактики травматичних ушкоджень кісток і суглобів у дітей**

### **План**

1. Значення опорно-рухової системи.
2. Форма та з'єднання кісток.
3. Хімічний склад кістки.
4. Вікові особливості та ріст кісток.
5. Будова та функції скелета людини.
6. Хвороби кісток.
7. Перша допомога при ушкодженнях опорно-рухової системи.
8. Профілактика захворювань і травм опорно-рухового апарату дітей.

## Теоретичні відомості

### 1. Значення опорно-рухової системи

Опорно-рухова система забезпечує рух організму у просторі. До системи органів руху й опори належать сукупність кісток, з'єднання між ними і скелетні м'язи. **Кістки** – пасивна частина опорно-рухової системи, а скелетні м'язи – активна, яка приводить кістки в рух.

Скелет виконує функції опори, захисту внутрішніх органів і руху. За допомогою скелета тіло зберігає певну форму. Він забезпечує опору всій вазі тіла. До нього прикріплені внутрішні органи. Скелет захищає їх від механічних та інших пошкоджень: наприклад, у черепі розміщуються головний мозок і органи чуттів, у хребті – спинний мозок; груднина і ребра захищають легені і серце. Кістки скелета виконують функцію руху, зумовлену тим, що при скороченні прикріплених до них м'язів кістки виконують роль важелів.

Скелет бере активну участь в обміні речовин, зокрема в підтриманні на певному рівні мінерального складу крові. Багато речовин, що входять до складу кісток (кальцій, фосфор, лимонна кислота тощо), у разі потреби легко вступають в обмінні реакції. Кровотвірну функцію виконують переважно плоскі кістки, у губчастій тканині яких міститься червоний кістковий мозок. Як депо мінеральних солей і мікроелементів, скелет бере участь у мінеральному обміні, а м'язи, депонуючи глікоген, – у вуглеводному обміні.

### 2. Форма та з'єднання кісток

В організмі людини налічують понад 220 кісток. За формою кістки поділяються на **довгі трубчасті**, до яких належить більшість кісток кінцівок (стегнова, плечова та ін.), які мають трубчасту будову; **короткі** (зап'ясткові, передплеснові), що мають приблизно однакові розміри, **плоскі**, або широкі (лопатка, груднина, кістки кришки черепа), які мають значну довжину і ширину при невеликій товщині; **змішані** кістки (хребці, потилична, скронева) мають елементи коротких і плоских кісток.

Розрізняють **неперервні** (нерухомі, напіврухомі) і **переривчасті** (рухомі) з'єднання кісток, або суглоби.

**Неперервні з'єднання кісток** – такі з'єднання, в яких між кістками є прошарок сполучної тканини, відсутня щілина або порожнина. Вони мають велику пружність, але обмежену рухливість. Прикладом **неперервного нерухомого** з'єднання кісток за допомогою сполучнотканинного прошарку є **шви** (зубчасті, лускаті і плоскі) між кістками черепа. Зубчастий шов утворюється між плоскими кістками і сполучає всі кістки черепа, крім скроневої, які з тім'яною кісткою утворюють лускатий шов. Плоскими швами сполучені кістки лицьового черепа.

За допомогою **хряща** поєднанні між собою тіла хребців, лобкові кістки таза. Такі неперервні з'єднання кісток напіврухомі, міцні та пружні. Під час ходьби, бігу, стрибків хрящ діє як амортизатор, пом'якшуючи різні поштовхи, і захищає тіло від струсу. До неперервного з'єднання кісток належать **зв'язки** – товсті пучки, утворені еластичною сполучною тканиною.

Зв'язки прикріплені перехресно від однієї кістки до іншої, що сприяє зміцненню суглоба, обмеженню надмірних рухів суглобів. Це запобігає їхнім вивихам.

**Рухомі з'єднання** кісток більше поширені, вони забезпечуються справжніми *суглобами*. **Суглоби** – переривчасті з'єднання кісток. У таких сполученнях кінець однієї кістки опуклий (суглобова голівка), а другий – увігнутий (суглобова западина).

Суглобові поверхні кісток укриті шаром гіалінового хряща, який зменшує тертя під час рухів. Кінці кісток, що з'єднуються, замкнуті в суглобову сумку або капсулу. Суглобова порожнина – це щілиноподібний простір між покритими хрящем суглобовими поверхнями, який обмежений синовіальною мембраною суглоба і заповнений невеликою кількістю (2 – 3 мл) в'язкої синовіальної рідини. Ця рідина сприяє повільному ковзанню суглобових поверхонь кісток і усуненню тертя в суглобах. Суглобова порожнина замкнута герметично, тиск у ній нижчий за атмосферний. Тому вологі суглобові поверхні завжди щільно притиснуті одна до одної.

### **3. Хімічний склад кістки**

До складу кістки входять органічні і неорганічні речовини, мінеральні солі та вода. Висушена і знежирена кістка містить і 30 % органічних речовин, 60 % неорганічних – мінеральних речовин, 10 % становить вода. У живому організмі кістка містить 50 % води, 28 % органічних речовин (у тому числі 15 % білків і 10 % жирів) та 22 % неорганічних. Серед органічних речовин кістки – білок осеїн, який надає їй еластичності, волокнистий білок колаген, вуглеводи і багато ферментів.

Мінеральні речовини кістки представлені солями кальцію, фосфору, магнію, виявлено багато мікроелементів (алюміній, флуор, манган, плюмбум, стронцій, уран, кобальт, ферум, молібден тощо). Найбільше в ній кальцій фосфату – понад 50 %, кальцій карбонату – 10 %. Мінеральні речовини надають кістці твердості та міцності.

У дітей у кістковій тканині переважають органічні речовини, тому їхній скелет гнучкий, еластичний, пружний, у зв'язку з чим легко деформується, викривляється при тривалому і важкому навантаженні.

Загалом органічні та мінеральні речовини роблять кістку міцною, твердою і пружною. Міцність кістки також забезпечується її структурою, розташуванням кісткових перекладин губчастої речовини відповідно до напрямку сил тиску і розтягання. У похилому віці речовин у кістках зменшується, вони стають крихкими та легше ламаються під час падіння, забиття і навіть при різких рухах.

### **4. Вікові особливості та ріст кісток**

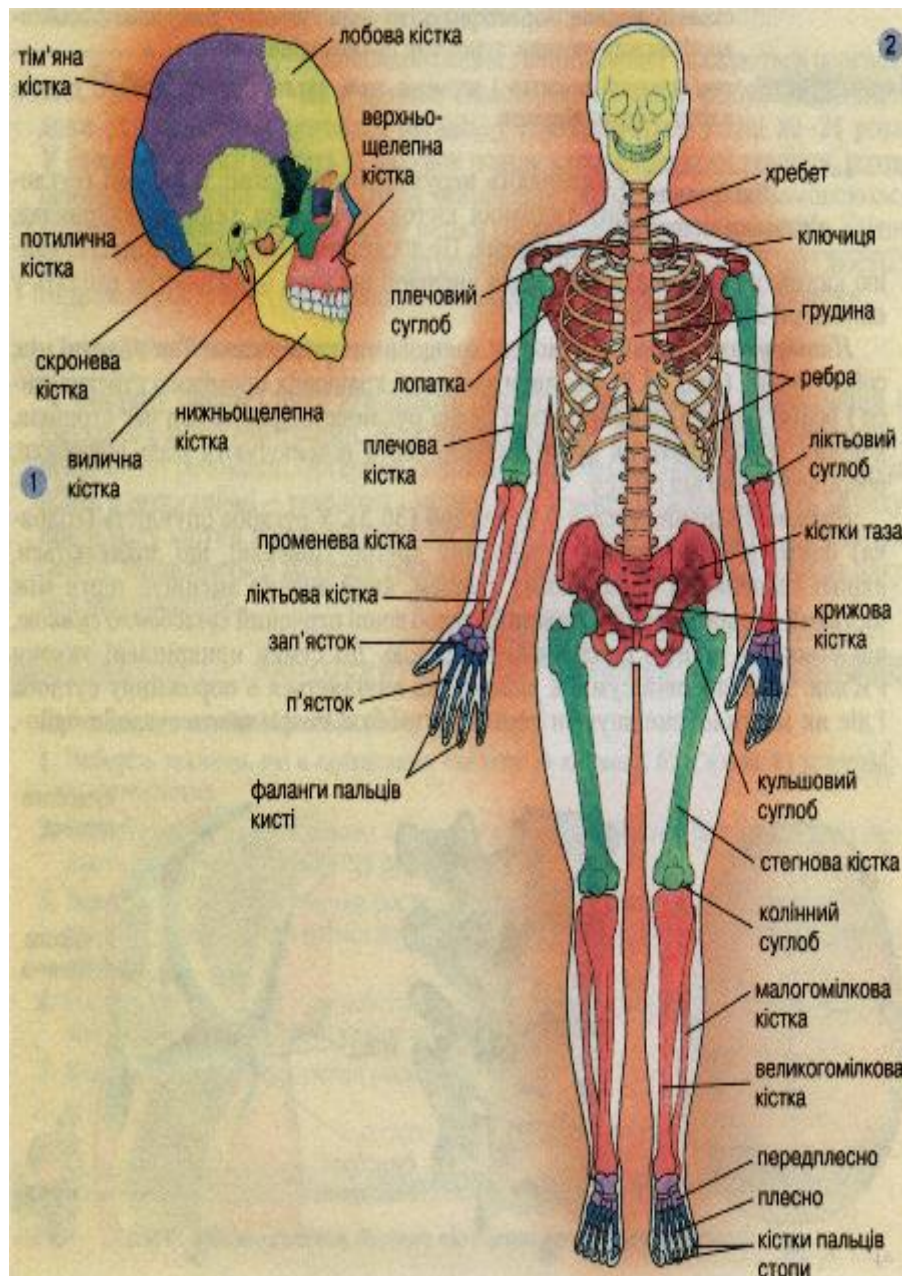
Усі кістки розвиваються з ембріональної сполучної тканини (мезенхіми), починаючи з третього місяця внутрішньоутробного життя. Одні кістки розвиваються безпосередньо з мезенхіми і називаються *первинними*, або

покривними, кістками, інші утворюються на місці хряща і називаються **вторинними**.

Ще до народження дитини сполучна тканина замінюється хрящовою, після чого відбувається поступове руйнування хряща й утворення замість нього кісткової тканини. Процес окостеніння дуже тривалий, відбувається протягом усього періоду розвитку організму. Кістки ростуть нерівномірно, особливо у довжину. Найбільша швидкість росту кісток у довжину спостерігається у перші два роки життя, трохи менша – до 9 – 10 років. Знову прискорюється ріст кісток у період статевого дозрівання: у дівчаток у 12 – 13, а у хлопчиків – у 13 – 14 років. У цей період кістки можуть збільшуватися у довжину до 6 – 10 см на рік. Молоді кістки ростуть у довжину за рахунок хрящів, розташованих між їхніми кінцями і тілом, у товщину – за рахунок окістя. Ростуть кістки тільки до 20 – 25 років (у чоловіків – до 25 років, у жінок – до 18 – 20 років). Ріст кісток регулюється гормоном росту (соматотропіном), який виробляє гіпофіз і залежить від обміну мінеральних речовин, насамперед кальцію й фосфору та вітамінів D і A. На ріст, розміри й форму кісток впливає також тривала дія певного фізичного чинника. Скелетні м'язи, що активно працюють, стимулюють ріст кістки, до якої вони прикріплені.

## **5. Будова та функції скелета**

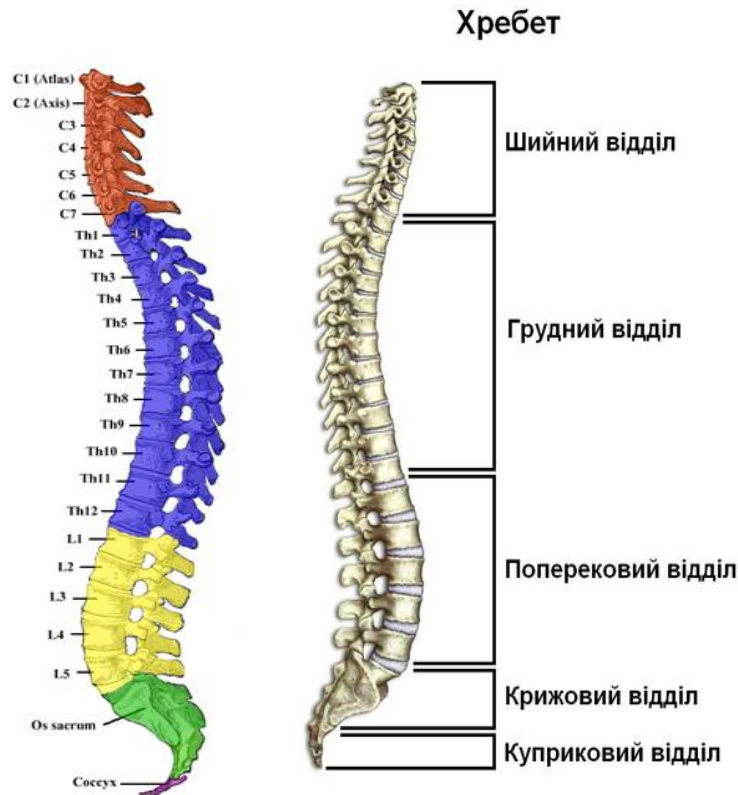
У скелеті людини розрізняють хребетний стовп, грудну клітку, череп, верхні кінцівки з плечовим поясом і нижні кінцівки з тазовим поясом (рис. 1).



**Рис.1. Скелет людини**

**Хребетний стовп** людини складається з 33 – 34 хребців, між якими лежать хрящові прокладки – міжхребцеві диски, що надають хребтові гнучкості. Кожен міжхребцевий диск складається із драглистого ядра і фіброзного кільця, утвореного волокнистим хрящем. Із віком змінюється висота дисків. Хребетний стовп займає приблизно 40 % довжини тіла і є основним стрижнем, у якому міститься спинний мозок.

У хребетному стовпі розрізняють 7 шийних, 12 грудних, 5 поперекових, 5 крижових і 4 – 5 куприкових хребців. У дорослої людини крижові хребці зростаються в одну кістку – крижі, а куприкові – в куприк (рис. 2).



**Рис. 2. Хребетний стовп**

Процес окостеніння хребетного стовпа починається у внутрішньоутробному періоді. До 14 років окостенілими є тільки середні частини тіл хребців. Повне окостеніння окремих хребців закінчується до 21 – 23 років. До 1,5 року хребетний стовп росте нерівномірно; від 1,5 до 3 років відносно уповільнюється ріст шийних і верхніх грудних хребців, а в 10 років енергійно ростуть поперекові та нижні грудні хребці.

У новонародженої дитини стовп майже прямий, характерні для дорослої людини вигини тільки намічаються і розвиваються поступово. Першим (6 – 7 тиждень) з'являється шийний лордоз (вигин, спрямований опуклістю вперед). У цей період дитина починає тримати голівку. До 6 місяців, коли дитина починає сидіти, утворюється грудний кіфоз (вигин, спрямований опуклістю назад). Коли дитина починає стояти і ходити, утворюється поперековий лордоз, після чого центр ваги переміщується назад, перешкоджаючи падінню тіла у вертикальному положенні. До року формуються всі вигини хребта. При швидкому окостенінні скелета після 10 – 12 років викривлення хребта можуть залишитися на все життя, що негативно вплине на розвиток грудної клітки і на роботу органів дихання, загальний фізичний розвиток дитини – на її здоров'я.

**Грудна клітка** утворює кісткову основу грудної порожнини, в якій містяться легені, серце, стравохід, печінка, дихальне горло і великі судини.

У перші роки життя грудна клітка стиснута з боків і має форму конуса, її передньозадній розмір більший за поперечний. У зв'язку з посиленням ростом ребер, розвитком легень грудна клітка поступово розширюється, і у 12 – 13 років вона набуває такої форми, як у дорослої людини. У дорослого грудна



клітка широка, з переважаючим поперечним розміром, що пов'язано з вертикальним положенням тіла, при якому нутрощі давлять своєю вагою в напрямі, паралельному до грудини.

Грудна клітка дітей дошкільного та молодшого шкільного віку дуже еластична і податлива. Тому при тривалій неправильній поставі, а також при сильному стягуванні тіла поясом можливі викривлення грудної клітки і порушення її розвитку. Це, зі свого боку, відіб'ється на розвитку і діяльності легень, серця та великих кровоносних судин, які містяться у грудній порожнині.

**Скелет верхньої кінцівки** складається з вільної кінцівки – руки і плечового пояса, який з'єднує її з тулубом.

Плечовий пояс утворюють парні кістки – лопатки і ключиці. У верхній частині спини розташовані дві плоскі трикутної форми кістки – лопатки; на задній поверхні лопатки є високий міцний гребінь, до якого прикріплюються м'язи. За допомогою суглобів лопатка сполучається з ключицею і плечовою кісткою. Ключиця – довга трубчаста кістка, зігнута подібно до букви S.

Скелет вільної кінцівки складається з плеча, передпліччя і кисті. Передпліччя складається з ліктьової та променевої кісток. У кисті розрізняють зап'ясток, п'ясток і фаланги пальців.

До складу зап'ястка входить вісім невеличких кісточок, які розміщені у два ряди і з'єднані рухомо. П'ясток складається з 5 подібних між собою довгих кісток. Фаланг у кожному пальці по три і лише у великому пальці – два. Кісти зап'ястка утворюють склепіння, повернуте угнутістю до долоні. У новонародженого вони тільки намічаються, далі поступово розвиваються, і їх стає добре видно у 7 років, а процес їхнього окостеніння закінчується у 10 – 13 років. У цей час закінчується окостеніння фаланг пальців.

**Скелет нижньої кінцівки** складається з тазового пояса і вільної кінцівки – ноги. Тазовий пояс дорослої людини утворений двома тазовими кістками, які за допомогою малорухомих суглобів сполучаються з крижами у замкнуте кільце.

У дітей і підлітків кожна тазова кістка складається з трьох кісток: клубової, сідничної та лобкової, з'єднаних між собою хрящовою тканиною. Їхній ріст починається від періоду статевого дозрівання і закінчується у 18 – 20 років. Після 9 років виявляються відмінності у формі таза хлопчиків та дівчаток: у хлопчиків таз вищий і вужчий, ніж у дівчаток.

Нога людини складається зі стегна, гомілки і стопи.

Гомілка складається з великої і малої гомілкових кісток, які лежать паралельно і з'єднані міжкістковою перетинкою. У стопі розрізняють передплесно (7 кісток), плесно (5 кісток) і фаланги пальців (такі, як і на руці).

Стопа людини утворює склепіння, яке спирається на п'яткову кістку і на передні кінці кісток плесна. Розрізняють поздовжнє та поперечне склепіння стопи. Поздовжнє склепіння стопи властиве лише людині, і його формування пов'язане з прямоходінням. У новонародженої дитини склепінчастість стопи не виражена, вона формується пізніше, коли дитина починає ходити, й остаточно закріплюється у 14 – 16 років.

**Череп** – скелет голови, в якому розрізняють два відділи: мозковий (черепну коробку) і лицьовий.

Найінтенсивніше кістки черепа ростуть протягом першого року життя. З віком, особливо з 13 – 14 років, лицьовий відділ росте енергійніше і починає переважати над мозковим. У новонародженого об'єм мозкового черепа у 8 разів більший, ніж лицьовий, а у дорослого – у 2 – 2,5 раза.

У новонародженої дитини череп ще повністю не окостенів. Лобова, основна і скронева кістки складаються з двох частин кожна, потилична кістка поділена на чотири частини. Процес їхнього росту триває 3 – 4 роки.

Шви між окремими кістками черепа новонародженої дитини не сформовані: їхні краї з'єднуються сполучнотканинними перетинками. Бічні тім'ячка заростають уже до моменту народження дитини; потиличне – заростає на 2 – 3 місяці життя дитини. Найдовше заростає лобове тім'ячко – 12 – 18 місяців. Черепні шви остаточно формуються тільки у 3 – 4 роки і до 30 років життя людини майже повністю заростають.

Найінтенсивніше росте череп протягом першого року життя дитини, до 4 років він росте ще досить швидко, потім його ріст уповільнюється, особливо у віці 7 – 12 років. Пропорційність розвитку окремих частин скелета оцінюють за показником співвідношення висоти голови і росту людини. Для новонароджених вона приблизно становить 1 : 4, у 2 роки – 1 : 5, у 6 – 9 років – 1 : 6, у дорослих – 1 : 7. Статеві відмінності в будові черепа полягають у тому, що чоловічий череп більший, лицьова частина його більш розвинена, а виступи і горбики, до яких прикріплюються м'язи, виразніші, ніж у черепа жінки.

## **6. Хвороби кісток та заходи їхньої профілактики**

Міцність та структура кістки залежить від харчування людини, її гормонального балансу та вікових змін. Найчастіше захворювання кісток є проявом синдрому Кушинга, гіперпаратироїдизму, рахіту або раку. Деякі люди мають вроджені вади (вкорочена або частково відсутня кінцівка). Проте ці вади трапляються зрідка. **Вроджені хвороби кісток** бувають у вигляді їхніх деформацій, порушення окостеніння, вад розвитку. Спричиняють їх здебільшого негативні впливи на організм матері під час вагітності: травми, хімічні та радіаційні чинники, нервові перевантаження, інфекційні хвороби; вживання алкоголю та наркотиків.

Кістка формується внаслідок відкладання мінеральних солей (переважно солей кальцію) на органічний каркас із колагенових волокон. Остеоцити утворюють колаген та беруть участь у відкладанні кальцію. Наявність каналів у кістці дає змогу кальцію виходити з крові та надходити у кров відповідно до вмісту гормонів, що регулюють потреби організму. При **остеопорозі**, що розвивається з віком, руйнування сітки колагенових волокон та відкладених солей кальцію відбувається набагато швидше, ніж їхнє утворення. При остеопорозі вміст мінералів зменшується із 65 % до 35 % маси кістки. Канали, що з'єднують остеоцити, розширюються, з'являються нові проміжки у колагеновому каркасі. Кістково-мозковий канал у центральній частині кістки

розширюється, а щілини у пластинках зумовлюють ламкість кісток. Ці зміни послабляють кістку. Втрата щільності кісток, зумовлена остеопорозом, може призводити до викривлення хребта, а також є причиною частих переломів. Внаслідок падіння виникають переломи таза та кисті. При остеопорозі може спостерігатися раптове руйнування хребців навіть унаслідок кашлю, чхання чи невеликого фізичного навантаження.

При **остеомаліяції** кістки розм'якшуються внаслідок втрати кальцію та фосфору. Цей стан відрізняється від остеопорозу тим, що не втрачаються компоненти білкового каркасу. У дітей такий розлад називається рахітом. Основною причиною його є нестача вітаміну D, потрібного для засвоєння організмом кальцію та фосфору. При розм'якшенні кісток таза спостерігається їхня значна деформація. При такій аномалії таза ходьба утруднюється, спричиняючи біль.

**Ревматоїдний артрит** як аутоімунна форма артриту виникає у хворих зі спадковою схильністю. У них виробляються антитіла, які взаємодіють із власними тканинами організму. Розвиваються запалення, набряк, з'являється обмеження рухів та деформація суглобів. До ранніх симптомів належать лихоманка, блідість та слабкість. При хронічному перебігу хвороби можливе ураження очей, шкіри, серця, нервів та легень. Характерним для прояву ревматоїдного артриту є симетричне ушкодження дрібних суглобів. Спочатку розвивається запалення синовіальної оболонки, яка вистеляє суглоб. Згодом спостерігається розростання грануляційної тканини. Уражаються також хрящ та епіфізи кісток. На відміну від ревматоїдного артриту, при якому можливе ураження відразу декількох систем організму, при **остеоартриті** ушкоджується лише один суглоб. Дегенерації суглоба сприяють різноманітні чинники, зокрема вроджені, травми, інфекція, ожиріння або обтяжена спадковість.

**Дистрофічні порушення кісток** часто пов'язані з малорухливим способом життя (гіподинамією), неправильним харчуванням. Наприклад, коли людина вживає мало молочних і м'ясних продуктів, у її організмі не вистачає білків і кальцію, необхідних для росту та зміцнення кісток. Дистрофія кісток може розвинути внаслідок куріння, коли через звуження кровоносних судин погіршується живлення різних органів, у тому числі й кісток.

**Запальні процеси** у кістках і суглобах можуть виникнути за переохолодження організму, якщо людина довго ходить у вологому взутті, сидить на вологій землі, холодному камінні.

## **7. Перша допомога при ушкодженнях опорно-рухової системи**

Порушення цілісності та функції тканин (органів) унаслідок зовнішнього впливу називають **травмою**. У дітей нерідко трапляються травми під час проведення спортивних ігор, через пустощі, різні агресивні вчинки. Травми бувають закритими і відкритими. **Закриті травми** не супроводжуються порушенням цілісності зовнішніх покривів тіла. До них належать закриті переломи, вивихи, розтягнення зв'язок, удар м'яких тканин. У разі **відкритих травм**, які ще називають пораненнями, порушується цілісність зовнішніх покривів тіла, виникає кровотеча.

Види ушкоджень опорно-рухової системи і перша допомога при них подані в табл. 3.

**Таблиця 3**

**Види ушкоджень опорно-рухової системи і перша допомога при них**

Вид ушкодження	Причини ушкодження	Ознаки ушкодження	Перша допомога
1	2	3	4
1. Забій м'яких тканин	Падіння, поштовх	Припухлість, біль, крововиливи під шкіру без порушення її цілісності; через один-два дні припухлість розсмоктується, місце удару стає жовто-зеленим.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• У першу добу дуже сприятливо діє холод (примочки або прикладання охолоджених предметів).</li> <li>• На другий день накласти теплий компрес чи грілку і зробити легкий масаж</li> </ul>
2. Вивих	Падіння, різкі рухи	Зміщення кісток, що складають суглоб; зміна форми суглоба, осі й довжини ураженої кінцівки, втрата можливості активних дій у суглобах, біль, рухи у суглобі обмежені і болісні.	Вивих може поєднуватися з переломом, тому вправляти вивихи забороняється; слід обмежитися лише фіксацією ураженої кінцівки, знеболюванням і доставкою хворого до найближчого медичного закладу. Там після рентгенологічного обстеження суглоба потерпілому буде надано кваліфіковану медичну допомогу.
3. Розтягнення зв'язок	Різкі рухи	Набряк, крововилив, біль.	Треба трохи підняти ногу, забезпечити нерухомість суглоба, прикласти міхур із льодом або змочений холодною водою рушник; накласти тугу пов'язку.

<p>4. Переломи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• закриті</li> </ul>	<p>При навантаженні, яке припадає на кістку не в її природному положенні в організмі</p>	<p>Шкіра не ушкоджується; різкий біль, припухлість, синці, деформація і порушення руху кінцівки.</p>	<p>Забезпечення спокою ураженій кінцівці шляхом фіксації її шинами* або пов'язками; для зменшення болю потерпілому треба дати знеболювальне.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• відкриті</li> </ul>		<p>Руйнується шкірний покрив, нерідко видно уламки кістки.</p>	<p>Накласти асептичну пов'язку, а потім джгут і забезпечити кінцівці цілковиту нерухомість за допомогою шин</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• тазових кісток</li> <li>• хребта</li> </ul>		<p>Різкий біль, Припухлість.</p>	<p>Потерпілого треба обережно покласти спиною на тверді носилки, під голову підкласти м'який валик; щоб розслабити тіло, ноги згинають у колінах і під колінні ямки кладуть згорток одягу; негайно доставити потерпілого до лікарні.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• кісток черепа</li> </ul>		<p>Головний біль, нудота, блювання, порушення пам'яті.</p>	<p>На рану накладають асептичну пов'язку, після чого голову потерпілого укладають на валик округлої форми, зроблений з одягу; негайно доставити потерпілого до лікарні.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• щелеп</li> </ul>		<p>Мова і ковтання утруднені, відчувається сильний біль, рот не закривається.</p>	<p>Щоб знерухомити щелепи, на підборіддя накладають марлеву пов'язку, шари розміщують навколо</p>

			голови і під підборіддям; при переломі верхньої щелепи між верхніми та нижніми зубами прокладають дощечку, а потім пов'язкою через підборіддя фіксують її.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• кісток пальців;</li> <li>• кисті</li> </ul>		Різкий біль, припухлість.	Кисті надають фізіологічного положення, для чого під долоню кладуть м'яку грудку, потім кисть із передпліччям прикріплюють до шини і підвішують на косинці.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ключиці</li> </ul>		Різкий біль, припухлість.	У пахвову ямку кладуть валик із м'якого еластичного матеріалу і прибинтовують руку до тулуба або підвішують на косинці.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ребер</li> </ul>	Стиснення грудної клітки у різних напрямках	На висоті вдиху відчувається різкий біль, виникає деформація та набряк ураженої ділянки грудної клітки.	Накладають тугу пов'язку на всю грудну клітку.

*\*Шини бувають стандартні та імпровізовані. Стандартні шини виготовляють із металу, пластмаси і фанери. Як імпровізовані шини використовують підручні засоби: палиці, гілки дерев, держак вил, лопат, дошки тощо. Накладати шини треба так, щоб закріпити два найближчі від місця перелому суглоби, а при переломі нижньої кінцівки обов'язково три суглоби, забороняється накладати шину на оголене тіло. Шину попередньо необхідно обгорнути ватою або м'якою тканиною, кінцівку також, і тільки після цього фіксувати їх одну до одної.*

Усіх потерпілих після фіксації пошкоджених органів треба негайно направити у медичний заклад. Потерпілих (особливо з переломами черепа, хребта, таза) треба переносити дуже обережно, щоб різким рухом не пошкодити кістковими уламками великі нервові стовбури, судини й життєво важливі органи).

## 8. Профілактика захворювань і травм опорно-рухового апарату дітей

Порушення постави є одним із найбільш поширених захворювань опорно-рухового апарату школярів. Постава – це звичне положення тіла людини під час ходьби, стояння, сидіння чи роботи.

Для правильної, або фізіологічної, постави властиве нормальне положення хребта з його помірними природними вигинами, симетричним положенням плечей і лопаток, прямим триманням голови, прямими ногами без сплюснення стоп. При правильній поставі спостерігається оптимальне функціонування систем органів руху, правильне розміщення внутрішніх органів і положення центру тяжіння.

Постава, як правило, формується у 6 – 7 років і протягом життя може змінюватися. **Неправильна, або патологічна, постава** школярів формується в результаті низки причин, до яких передовсім слід віднести високий рівень гіпокінезії та гіподинамії в житті дітей і підлітків, що призводить до м'язової гіпотрофії та послаблення суглобо-зв'язкового апарату.

Початок навчання у школі супроводжується різким обмеженням рухової активності, збільшенням статичного навантаження, пов'язаного з необхідністю тривалого підтримання робочої пози тощо. Суттєвим чинником у профілактиці порушень постави в дітей шкільного віку є дотримання гігієнічних норм рухової активності. Порушення постави у вигляді збільшення природних вигинів хребта, появи бокових викривлень, крилоподібних лопаток, асиметрії плечового поясу не лише спотворюють фігуру, а й ускладнюють роботу внутрішніх органів (серця, легенів, шлунково-кишкового тракту), погіршують обмін речовин і знижують працездатність. Наприклад, при сколіозах (бокових викривленнях хребта) діагностуються зміни роботи як правого, так і лівого шлуночків серця. Виражена асинхронність у їхній діяльності згодом призводить до тяжких порушень роботи серця. Викривлення хребта, що виникають у період росту кісток, у дівчат часто змінюють форму таза, звужуючи його у поздовжньому та поперечному напрямках. Згодом це може призвести до тяжкого перебіг пологів.

Порушення постави виявляються у збільшенні або зменшенні природних вигинів хребта, відхиленнях від правильного положення плечового поясу, тулуба, голови.

За свідченням лікарів-гігієністів, порушення постави і викривлення хребта дуже часто мають ослаблені діти. Більшість із них ще в ранньому віці переносить численні дитячі інфекційні захворювання, хворіють на рахіт, сліди якого залишаються на скелеті у вигляді деформацій грудної клітки, викривлення ніг, плоских стоп.

Формування неправильної осанки і розвиток деформацій хребта часто посилюють короткозорість, гіпотонія м'язів, вади розвитку хребта, захворювання легень і серця. Відомо, що короткозорість часто супроводжується кіфозом, а слабкість м'язів, пов'язана з рахітом, є причиною розвитку неправильної постави.

Для формування правильної постави велике значення має розвиток м'язів тулуба. Напруження цих м'язів формує й утримує поставу, а зменшення їхнього напруження порушує її. При неправильній поставі голова висунута вперед, грудна клітка приплюснута, плечі зведені вперед, живіт випнутий, а груди запалі. Поперековий лордоз і грудний кіфоз сильніше підкреслені. Часто неправильна постава супроводжує сколіози, тобто бокові викривлення хребетного стовпа.

Головним у формуванні постави є рівномірне заняття фізичними вправами і гармонійний розвиток усіх м'язових груп. До 18 років постава стабілізується, після чого виправити її дуже важко.

До порушення постави призводять засвоєні звички сидіти горблячись, стояти спираючись на одну ногу, ходити з нахилою вниз головою, неправильна організація нічного сну дітей і підлітків: вузьке або коротке ліжко, м'які перини, високі подушки. Нераціональне харчування, яке може спричинити нестачу повноцінних білків, мінеральних елементів (особливо Ca), вітамінів, також є фактором ризику розвитку порушень постави дітей і підлітків.

Звичка підтримувати правильну поставу легко виховується і закріплюється у школярів, якщо водночас із загальноозміцнюючими заходами (раціональний розпорядок дня, повноцінний сон, харчування і загартовування) вони виконують різні фізичні вправи, а навчальні заняття та позашкільні заходи проводяться з урахуванням вікових особливостей, відповідають вимогам гігієни.

У цьому контексті суттєвого значення у профілактиці викривлень хребта набуває формування навичок правильного сидіння під час читання чи письма.

Доведено, що під час навчальних занять найбільш доцільна пряма посадка з легким нахилом корпусу вперед. Відстань від очей до зошита (книжки) повинна приблизно дорівнювати довжині передпліччя і кисті з витягнутими пальцями, плечі слід розташовувати паралельно до краю кришки стола, передпліччя і кисті рук – симетрично на столі, тулуб має бути відсунутий від краю стола на 5 – 6 см.

Щоб не здавлювалися судини підколінної області, глибина сидіння повинна приблизно дорівнювати  $2/3 - 3/4$  довжини стегна. Висота сидіння має бути рівною довжині гомілки зі стопою плюс 2 – 3 см на підбор: у цьому випадку ноги учня в усіх трьох суглобах (тазостегновому, колінному, кульшовому) зігнуті приблизно під прямими кутами, що перешкоджає застою крові в нижніх кінцівках і органах малого тазу. Сидіння обов'язково повинне мати спинку – або суцільну, профільовану, або мінімум із двома перекладинами на рівні попереку і лопаток. Забезпечення такої прямої посадки можливе за відповідності розмірів меблів до пропорцій зросту учнів.



*Дистанція* сидіння, що характеризує співвідношення стола і сидіння за горизонталлю, може бути від'ємною (край сидіння заходить за край стола), позитивною (край сидіння розміщений в одній вертикальній площині із краєм стола або на певній відстані від нього) і нульовою. При позитивній дистанції учень, як і тоді, коли стіл низький, надто нахиляється вперед. Тому, на думку гігієністів, дистанція має бути лише від'ємною, тобто край лавки повинен заходити за край стола не менше ніж на 4 см і не більше ніж на 8 см.

Важливе значення у профілактиці порушення постави і викривлень хребта дітей шкільного віку належить підбору оптимальних шкільних меблів. Згідно із сучасними державними стандартами, випускаються шкільні меблі п'яти груп: А, Б, В, Г і Д. За меблями групи А повинні сидіти діти, котрі мають зріст 130 см, меблі групи Б призначені для школярів зростом від 130 до 144 см. Школярі заввишки 145 – 159 см повинні сидіти за меблями групи В, а діти, чий зріст від 160 до 174 см – за меблями групи Г. Меблі групи Д призначені для учнів зростом 175 см і вищих.

Розсаджуючи учнів, потрібно брати до уваги і стан їхнього здоров'я, а саме зір, слух і схильність до застудних захворювань. Як відомо, діти невеличкого зросту зазвичай сідають за партами, ближчими до дошки, більш високі – позаду. Коли високий на зріст учень має відхилення зору (наприклад, короткозорість), його бажано перемістити ближче до дошки за зовнішню колонку за потрібну для нього парту. Якщо зір такого учня коректується окулярами, то його можна й не пересаджувати, але необхідно слідкувати, щоб він ними користувався. За умови послаблення слуху (наприклад, внаслідок перенесеного отиту) школяра високого зросту бажано (разом із відповідною партою) пересадити ближче до дошки, але за колонку, яка близька до внутрішньої стінки класу. Небажано садовити за зовнішню колонку незагартованих, ослаблених учнів та тих, хто часто застуджується. Один раз на рік (після зимових канікул) учнів, які сидять за крайніми рядами, слід міняти місцями, не порушуючи принципів правильної посадки. Така зміна місць, по-перше, виключає односторонню орієнтацію голови і тулуба відносно дошки, а по-друге, створює більш рівномірні умови освітлення.

Ще одним захворюванням опорно-рухового апарату дітей і підлітків, яке досить часто трапляється, є плоскостопість. Плоскостопістю називається деформація, яка полягає в частковому або повному опущенні повздовжнього або поперечного (іноді обох) склепінь стопи, що спричиняє скарги на швидку втомлюваність і біль у ногах під час тривалої ходьби.

У нормальної стопи з високим склепінням опорна поверхня займає не більше 1/3 поперечного розміру стопи. Якщо опорна поверхня становить 50 – 60% поперечного розміру стопи – стопа сплющена. При плоскостопості стопа стикається з підлогою (землею) майже всіма своїми точками і слід позбавлений внутрішньої виїмки.

Плоскостопість буває вродженою і набутою (остання трапляється значно частіше). Набута плоскостопість, зі свого боку, може бути статичною, паралітичною і травматичною. Найбільш поширеною є статична плоскостопість, розвиток якої можуть спричинити надлишкова вага тіла,

носіння надмірних тягарів, носіння взуття без підборів та позбавленого еластичної підошви.

Профілактика плоскостопості пов'язана із прищепленням навичок правильно ходити. Необхідно, щоб носки при ходьбі «дивилися» прямо вперед, навантаження припадало на п'ятку, перший і п'ятий пальці, а внутрішнє склепіння не опускалося. Плоскостопість може розвиватися також при тривалому сидінні і стоянні, перенесенні великих вантажів, при носінні вузького взуття (зв'язки розтягуються, що призводить до сплюснення стопи). Захворювання на рахіт також може сприяти розвитку плоскостопості.

Для зміцнення м'язів, які підтримують склепіння стопи, рекомендується ходьба босоніж по нерівній, але м'якій (пісок, м'який ґрунт) поверхні. При ходьбі корисно періодично підгинати і розслабляти пальці. Для профілактики і корекції плоскостопості до щоденної ранкової гімнастики вводять відповідні вправи: ходьба на носках, п'ятках, на внутрішніх і зовнішніх краях стоп тощо. Позитивно впливає на зміцнення склепіння стопи гра у волейбол, футбол.

Велике значення має носіння взуття, підбраного відповідно до гігієнічних вимог. Воно повинно відповідати довжині і ширині стопи, мати, широкий носок, широкі підбори й еластичну підошву.

При плоскостопості, крім лікувальних вправ, контрастних ванн для ніг і масажу, іноді лікарі рекомендують носити вкладиші-супінатори у звичайному взутті або спеціальне ортопедичне взуття.

### **Питання до самоперевірки**

1. Обґрунтуйте біологічне значення опорно-рухової системи.
2. Назвіть типи з'єднання кісток і дайте їхню характеристику.
3. Охарактеризуйте хімічний склад кістки, визначте його біологічне значення.
4. За рахунок чого кістка росте у довжину / у товщину?
5. У чому полягають вікові особливості кісток?
6. Назвіть частини скелета людини.
7. Охарактеризуйте будову хребців.
8. Що таке травма? Які види травм вам відомі?
9. Охарактеризуйте хвороби кісток та їхні причини.
10. Назвіть причини ушкодження опорно-рухової системи.
11. Перелічіть ознаки перелому (відкритого, закритого) та обґрунтуйте заходи першої допомоги при переломах різних кісток.
12. Перелічіть ознаки вивиху та обґрунтуйте заходи першої допомоги при ньому.
13. Поясніть, чому в похилому віці часто трапляються переломи кісток.
14. Перелічіть ознаки розтягнення зв'язок та обґрунтуйте заходи першої допомоги при цьому.
15. Перелічіть ознаки забою м'яких тканин та обґрунтуйте заходи першої допомоги при ньому.
16. Що таке фізіологічна/патологічна постава? Як сформувати та зберігати правильну поставу? Які причини патологічної постави?
17. Що таке плоскостопість? Її причини та профілактика.

## Література

1. Бугаев К.Е., Маркусенко Н.Н. и др. Возрастная физиология. – Ростов-н/Д. : Ворошиловградская правда, 1975. – С. 80 – 82.
2. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология : учебн. пособ. [для студ. пед. вузов]. – М. : Высшая школа, 1985. – С. 262 – 264.
3. Кисельов Ф.С. Анатомія і фізіологія дитини з основами шкільної гігієни. – К. : Радянська школа, 1967. – С. 99 – 100.
4. Старушенко Л.І. Клінічна анатомія і фізіологія людини : навч. посібник. – К. : УСМП, 2001. – С. 33.
5. Хрипкова А.Х. Возрастная физиология. – М. : Просвещение, 1978. – С. 146 – 148.

## ЛЕКЦІЯ №3

### **Вікові анатомо-фізіологічні особливості системи крові та серцево-судинної системи. Основні захворювання серцево-судинної системи та їхня профілактика**

#### **План**

1. Особливості крові як тканини внутрішнього середовища.
2. Поняття про імунітет.
3. Групи крові.
4. Серцево-судинна система.
5. Профілактика та перша допомога при серцево-судинних захворюваннях і кровотечах.

#### **Теоретичні відомості**

##### **1. Особливості крові як тканини внутрішнього середовища**

Усі системи людського організму можуть існувати і нормально функціонувати тільки за певних умов, які в живому організмі підтримуються діяльністю багатьох систем, призначених забезпечувати сталість внутрішнього середовища, тобто його *гомеостаз*.

Гомеостаз підтримують системи дихання, кровообігу, органи травлення та виділення, а безпосередньо внутрішнім середовищем організму є кров, лімфа та міжклітинна рідина.

Кров виконує цілу низку функцій, у тому числі дихальну (перенесення газів); транспортну (транспорт води, продуктів живлення, енергоносіїв та продуктів розпаду); захисну (знищення хвороботворних мікроорганізмів, виведення токсичних речовин, запобігання втраті крові); регулюючу

(перенесення гормонів та ферментів) і терморегулюючу. У плані підтримки гомеостазу кров забезпечує водно-сольовий, кислотно-лужний, енергетичний, пластичний, мінеральний і температурний баланси в організмі.

Із віком питома кількість крові на 1 кілограм ваги тіла в організмі дітей зменшується. У дітей до 1 року кількість крові відносно ваги тіла становить до 14,7 %, у віці 1 – 6 років – 10,9 % і тільки у 6 – 11 років встановлюється на рівні дорослих (7 %). Таке явище обумовлене потребами більш інтенсивного перебігу обмінних процесів у дитячому організмі. Загальний об'єм крові у дорослих із вагою тіла 70 кг становить 5 – 6 л.

Кров складається з двох основних частин: плазми (55 – 60 % ваги) і формених елементів (40 – 45 % ваги). Плазма, зі свого боку, містить 90 – 92 % води; 7 – 9 % органічних речовин (білків, вуглеводів, сечовини, жирів, гормонів) та до 1 % неорганічних речовин (феруму, купруму, калію, кальцію, фосфору, натрію, хлору тощо). Сольовий розчин, який відповідає концентрації мінеральних солей у плазмі крові, називається ізотонічним. Для людини ізотонічним є 0,9%-ний розчин натрій хлориду. Сольовий розчин, осмотичний тиск якого вищий за осмотичний тиск крові, називається гіпертонічним, а нижчий – гіпотонічним. У гіпотонічному розчині еритроцити крові руйнуються. Це явище називають гемолізом. У гіпертонічних розчинах еритроцити віддають воду, зморщуються і втрачають свої властивості.

До складу формених елементів належать еритроцити, лейкоцити та тромбоцити.

Еритроцити є червоними кров'яними тільцями, що мають форму двоввігнутих дисків у нормі без ядра. У 5 літрах крові дорослої людини в середньому нараховується 25 трильйонів еритроцитів та до 900 г гемоглобіну – дихального пігменту крові, що містить двохвалентний ферум. При циркуляції крові через легені гемоглобін перетворюється на оксигемоглобін (легкооборотна сполука гемоглобіну з киснем), який несуть еритроцити до всіх тканин організму і який зумовлює яскраво-червоний колір артеріальної крові. Оксигемоглобін, що віддав кисень, називається відновленим, або дезоксигемоглобіном. Він міститься у венозній крові та зумовлює її темний колір. Вуглекислота переноситься венозною кров'ю переважно у вигляді гідрогенкарбонатів, і лише частина зв'язується та переноситься гемоглобіном у вигляді карбгемоглобіну. На рівні легень вуглекислий газ виводиться зовні, а кисень знову окиснює гемоглобін – і все повторюється. Обмін газів (кисню та вуглекислого газу) між кров'ю, міжклітинною рідиною та альвеолами легень здійснюється за рахунок різного парціального тиску відповідних газів у міжклітинній рідині та в порожнині альвеол, і це відбувається шляхом дифузії газів.

Гемоглобін здатний утворювати також патологічні сполуки. При отруєнні нітратами утворюється метгемоглобін, а при отруєнні чадним газом – карбоксигемоглобін.

Кількість еритроцитів може суттєво змінюватися залежно від зовнішніх умов (зростати до 6 – 8 млн в 1 мм<sup>3</sup> у людей, які мешкають високо в горах (в умовах розрідженого повітря, де парціальний тиск кисню знижений), або

зменшуватися до 3 млн в 1 мм<sup>3</sup>, або гемоглобіну на 60 % і більше приводить до анемічного стану (недокрів'я). У новонароджених кількість еритроцитів у перші дні життя може досягати 7 млн в 1 мм<sup>3</sup>, а від 1 до 6 років коливається в межах 4,0 – 5,2 млн в 1 мм<sup>3</sup>. На рівні дорослих вміст еритроцитів у крові дітей встановлюється у 10 – 16 років.

Важливим показником стану еритроцитів є швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ). При наявності процесів запалення або хронічних захворювань ця швидкість зростає. У дітей до 3 років ШОЕ в нормі становить від 2 до 17 мм за годину; у 7 – 12 років – до 12 мм за годину; у дорослих чоловіків 7 – 9, а у жінок – 7 – 12 мм за годину. Еритроцити утворюються у червоному кістковому мозку, живуть приблизно 120 діб і, відмираючи, розщеплюються в печінці.

Лейкоцити мають назву «білі кров'яні тільця». Найважливіша їхня функція – захист організму від токсичних речовин та хвороботворних мікроорганізмів шляхом їх поглинання та перетравлення (розщеплення). Це явище має назву фагоцитоз. Лейкоцити утворюються в кістковому мозку, а також у лімфатичних вузлах і живуть усього 5 – 7 діб (за наявності інфекції значно менше). Це ядерні клітини. За здатністю цитоплазми мати гранули та забарвлюватися лейкоцити поділяються на гранулоцити та агранулоцити. До гранулоцитів належать: базофіли, еозинофіли і нейтрофіли; до агранулоцитів – моноцити і лімфоцити. Еозинофіли становлять від 1 до 4 % усіх лейкоцитів і в основному виводять з організму токсичні речовини та уламки білків організму. Базофіли (до 0,5 %) містять гепарин і сприяють процесам загоєння поранень, розщеплюючи згустки крові, у тому числі при внутрішніх крововиливах (наприклад, при травмах). Нейтрофіли складають найбільшу кількість лейкоцитів (до 70 %) і виконують основну фагоцитарну функцію. Вони бувають юні, паличкоядерні та сегментоядерні. Активізований інвазією (мікробами, що заражають організм інфекцією) нейтрофіл охоплює білками своєї плазми (в основному імуноглобулінами) один або декілька (до 30) мікробів, приєднує їх до рецепторів своєї мембрани і швидко перетравлює шляхом фагоцитозу. Якщо нейтрофіл за один раз захоплює більше 15 – 20 мікробів, то сам він зазвичай гине, але утворює із поглинутих мікробів субстрат, придатний для перетравлення іншими макрофагами. Нейтрофіли найбільш активні у лужному середовищі, що має місце в перші моменти боротьби з інфекцією або запаленням. Коли середовище набуває кислої реакції, то нейтрофіли замінюються іншими формами лейкоцитів (моноцитами), кількість яких може значно зростати (до 7 %) в період інфекційної хвороби. Моноцити в основному утворюються в селезінці та печінці. До 20 – 30 % лейкоцитів становлять лімфоцити, які переважно утворюються у кістковому мозку та у лімфатичних вузлах, і є найголовнішими факторами імунного захисту.

У новонародженого у крові нараховується до 20 тис. усіх форм лейкоцитів в 1 мм<sup>3</sup> крові; у перші дні життя їхня кількість зростає, навіть до 30 тис. в 1 мм<sup>3</sup>, що пов'язано із розсмоктуванням продуктів розпаду крововиливів у тканинах дитини, які зазвичай відбуваються під час народження. Через 7 – 12

перших днів життя кількість лейкоцитів зменшується до 10 – 12 тис. в 1 мм<sup>3</sup>, що і зберігається протягом першого року життя дитини. Далі кількість лейкоцитів поступово зменшується, і у 13 – 15 років встановлюється на рівні дорослих (4 – 8 тис. в 1 мм<sup>3</sup> крові). У дітей перших років життя (до 7 років) серед лейкоцитів переважають лімфоцити, і лише у 5 – 6 років їхнє співвідношення вирівнюється. До того ж діти до 6 – 7 років мають велику кількість недозрілих нейтрофілів (юних, паличкоядерних), що й обумовлює відносно низькі захисні сили організму дітей молодшого віку проти інфекційних захворювань. Співвідношення різних форм лейкоцитів у складі крові називається лейкоцитарною формулою. З віком у дітей лейкоцитарна формула (табл. 4) значно змінюється: зростає кількість нейтрофілів, тоді як відсоток лімфоцитів і моноцитів зменшується. У 16 – 17 років лейкоцитарна формула набуває складу, характерного для дорослих.

**Таблиця 4**

**Вікова характеристика лейкоцитарної формули (у %)**

Вік, років	Усього лейкоцитів (10 <sup>9</sup> ) в 1 мм	Нейтрофіли		Лімфоцити	Моноцити	Еозинофіли	Базофіли
		Паличкоядерні	Сегментоядерні				
\	11,0	3,5	32,5	51	10,0	1,5	0,5
4 – 5	10,2	4,0	41,0	44	9,0	1,0	0,5
6 – 7	9,8	3,5	42,5	42	9,5	1,0	0,5
7 – 8	8,2	3,5	45,7	39,5	8,5	2,0	0,5
9 – 10	8,1	2,5	48,5	36,5	9,5	2,5	0,5
11 – 12	8,2	2,5	49,0	34	9,5	2,5	0,5
13 – 14	7,6	2,5	58,0	28	9,0	2,0	0,5
15 – 16	7,5	2,5	58,0	27	9,0	2,0	0,5
17 і більше	7,0 – 7,3	1,5	69 – 73	22 – 26	3 – 6	1,5 – 2,0	0,5 – 1,0

Тромбоцити, або кров'яні пластинки, є найменшими форменими елементами крові. Це без'ядерні клітини, кількість їх – від 200 до 400 тис. в 1 мм<sup>3</sup> – і може значно зростати (у 3 – 5 разів) після фізичних навантажень, травм та стресів. Утворюються тромбоцити у червоному кістковому мозку і живуть до 5 діб. Основною функцією тромбоцитів є участь у процесах згортання крові при пораненнях, чим забезпечується запобігання крововтратам. Зсідання крові пов'язане з перетворенням розчинного білка плазми крові фібриногену у нерозчинний білок фібрин, тонкі нитки якого утворюють сітку, в якій застрягають клітини крові. Утворюється щільний кров'яний згусток, який закупорює пошкоджену судину. У новонароджених спостерігається відносно уповільнене згортання крові, що обумовлено недозрілістю багатьох факторів цього процесу. У дітей дошкільного і молодшого шкільного віку термін згортання крові становить від 4 до 6 хвилин (у дорослих 3 – 5 хвилин).

## 2. Поняття про імунітет

У боротьбі з інфекцією організм використовує два види факторів захисту: неспецифічні (загальнозахисні) і специфічні. До неспецифічних факторів належать шкіра і слизові оболонки, що є бар'єром, який затримує сторонні тіла і не допускає їх у внутрішнє середовище організму. Неспецифічний імунітет обумовлений наявністю у крові «природних» антитіл, які зазвичай виникають при контакті організму з кишковою флорою. Нараховують 9 речовин, що разом утворюють захисний комплемент. Одні з таких речовин здатні нейтралізувати віруси (лізоцим), інші (С-реактивний білок) пригнічують життєдіяльність мікробів, ще інші (інтерферон) знищують віруси та пригнічують розмноження власних клітин у пухлинах тощо. Неспецифічний імунітет обумовлюють також спеціальні клітини-нейтрофіли та макрофаги, здатні до фагоцитозу, тобто до знищення (перетравлення) чужорідних клітин.

Вирішальними факторами у боротьбі з інфекціями є спеціальні фактори, що виробляються в організмі і зумовлюють специфічну несприйнятливність організму до тієї інфекції, проти якої вони вироблені. Цю форму захисту називають імунітетом ( від лат. *immunitas* – звільнення від будь-чого), тобто сукупність захисних механізмів організму проти чужорідних чинників – бактерій, вірусів, отрут. Найчастіше імунітет означає несприйнятливність до інфекційних хворіб.

Специфічний імунний захист в основному забезпечують лімфоцити (клітинним чи гуморальним шляхом). Клітинний імунітет забезпечують імунокомпетентні Т-лімфоцити, які утворюються зі стовбурових клітин, що мігрують зі червоного кісткового мозку, в тимусі.

Гуморальний імунітет забезпечують лімфоцити, які диференціюються зі стовбурових клітин мозку не в тимусі, а в інших місцях (у тонкій кишці, лімфатичних вузлах, глоткових мигдалинах) і називаються В-лімфоцитами. Такі клітини складають до 15 % всіх лейкоцитів.

Розрізняють природний та штучний імунітет. Природний імунітет – це несприйнятливність до інфекційних захворювань, яка передалася у спадок дитині від матері (вроджений) або виникла після перенесеної хвороби (набутий).

Штучний імунітет поділяється на активний, який виникає в результаті введення в організм ослаблених або вбитих збудників інфекції, що викликає легку форму хвороби, під час якої в організмі утворюються специфічні антитіла, і пасивний, що створюється введенням в організм лікувальних сироваток, які містять готові антитіла проти збудника. Такі щеплення роблять, наприклад, проти сказу, після укусів отруйних тварин і так далі.

Розрізняють два види імунних розладів. При алергічних реакціях та аутоімунних захворюваннях виникає надмірна реакція організму; при імунодефіцитних станах захисні механізми неспроможні протистояти ушкодженню.

### 3. Групи крові

Кров людини розрізняють також за групами, що залежить від співвідношення природних білкових факторів, здатних «склеювати» еритроцити і викликати їхню аглютинацію (руйнування й осідання). Такі фактори є у плазмі крові – це т.зв. антитіла аглютиніни Анти-А ( $\alpha$ ) та Анти-В ( $\beta$ ), тоді як у мембранах еритроцитів є антигени груп крові – аглютиногени А і В. При зустрічі аглютиніну з відповідним аглютиногеном виникає аглютинація еритроцитів.

На підставі різних комбінацій складу крові за наявності аглютининів та аглютиногенів виділяють чотири групи крові людей за системою АВО:

- група 0, або I група – містить тільки аглютиніни плазми  $\alpha$  і  $\beta$ . Осіб із такою кров'ю до 40 %;
- група А, або II група – містить аглютиніни  $\beta$  й аглютиногени А (39 % осіб);
- група В, або III група – містить аглютиніни  $\alpha$  й аглютиногени еритроцитів В. Людей із такою кров'ю до 15 %;
- група АВ, або IV група – містить тільки аглютиногени еритроцитів А і В, аглютининів у плазмі їх крові зовсім нема. Осіб із такою кров'ю до 6 %.

Група крові відіграє важливу роль при переливанні крові, потреба в якому може виникати при значних крововтратах, при отруєнні тощо. Людям, які мають I групу крові, можна переливати тільки I групу. Кров I групи можна переливати усім (універсальні донори). Особи, які мають IV групу крові, можна переливати кров усіх чотирьох груп (універсальні реципієнти). Особам, які мають II і III групи крові, можна переливати тільки їхні групи або кров I групи.

Для успішності переливання крові певне значення має також так званий резус-фактор (Rh). Резус-фактор є системою антигенів, серед яких найважливішим вважається аглютиноген D. Його мають 85 % усіх людей, і тому їх називають резус-позитивними. Решта (приблизно 15 % людей) цього фактора не мають і є резус-негативними. При першому переливанні резус-позитивної крові (з антигеном D) людям із резус-негативною кров'ю в останніх утворюються анти-D-аглютиніни (d), які при повторному переливанні резус-позитивної крові людям із резус-негативною кров'ю викликають її аглютинацію з усіма негативними наслідками.

Резус-фактор має значення і під час вагітності. Якщо батько резус-позитивний, а мати резус-негативна, то у дитини буде домінуючою резус-позитивна кров, а оскільки кров плоду змішується з материнською, то це може призвести до утворення у крові матері аглютининів d, що може бути смертельно небезпечним для плоду, особливо при повторних вагітностях або при вливаннях матері резус-негативної крові. Резус-належність визначають за допомогою анти-D-сироватки.



#### 4. Серцево-судинна система

Кров може виконувати всі свої функції тільки за умови її безперервного руху, що й складає сутність кровообігу. До системи кровообігу належать серце, яке виконує роль насоса, та кровоносні судини (артерії → артеріоли → капіляри → венули → вени). Кровоносна система охоплює також кровотворні органи: червоний кістковий мозок, селезінку, а у дітей у перші місяці після народження і печінку.

Виділяють два кола кровообігу: велике і мале. Велике коло кровообігу починається від лівого шлуночка серця, далі по аорті й артеріях та артеріолах різного порядку кров розноситься по всьому організму і на рівні капілярів (мікроциркулярного русла) досягає клітин, віддаючи поживні речовини та кисень у міжклітинну рідину і забираючи натомість вуглекислий газ та продукти життєдіяльності. Із капілярів кров збирається у венули, далі у вени і направляється до правого передсердя серця верхньою та нижньою порожніми венами, замикаючи цим велике коло кровообігу.

Мале коло кровообігу починається від правого шлуночка пульмональними (легеневими) артеріями. Далі кров направляється в легені і після них по пульмональних венах повертається до лівого передсердя.

Отже, «ліве серце» виконує насосну функцію в забезпеченні циркуляції крові по великому колу, а «праве серце» – по малому колу кровообігу.

Передсердя мають відносно тонку м'язову стінку міокарда, так як вони виконують функцію тимчасового резервуара крові, яка надходить до серця, і проштовхують її лише до шлуночків. Шлуночки (особливо лівий) мають товсту м'язову стінку (міокард), м'язи яких потужно скорочуються, проштовхуючи кров на значну відстань по судинах усього тіла. Між передсерддями та шлуночками є клапани, які спрямовують рух крові тільки в одному напрямі (від передсердь до шлуночків).

Клапани шлуночків розташовані також на початку усіх крупних судин, які відходять від серця. Між передсерддям і шлуночком правого боку серця міститься тристулковий клапан, із лівого – двохстулковий (мітральний) клапан. В усті судин, які відходять від шлуночків, розташовані півмісяцеві клапани. Усі клапани серця не тільки спрямовують потік крові, а й протидіють її зворотному плину.

Насосна функція серця полягає у тому, що відбувається послідовне розслаблення (діастола) та скорочення (систола) м'язів передсердь і шлуночків.

Кров, яка рухається від серця по артеріях великого кола, називається артеріальною (збагаченою на кисень). По венах великого кола рухається венозна кров (збагачена на вуглекислий газ). По артеріях малого кола навпаки: рухається венозна кров, а по венах – артеріальна.

Серце у дітей (відносно загальної ваги тіла) більше, ніж у дорослих, і становить 0,63 – 0,8 % ваги тіла (тоді як у дорослих – 0,5 – 0,52 %). Найбільш інтенсивно серце росте протягом першого року життя, і за 8 місяців його вага подвоюється; до 3 років серце збільшується у три рази; у 5 років – збільшується у 4 рази, а у 16 років – в 11 разів і досягає у хлопців (чоловіків) 220 – 300 г, а у дівчат (жінок) – 180 – 220 г. У фізично тренуваних людей та у

спортсменів вага серця може бути більшою від указаних параметрів на 10 – 30 %.

У нормі серце людини скорочується ритмічно: систола чергується з діастолюю, утворюючи серцевий цикл, тривалість якого у спокійному стані становить 0,8 – 1,0 сек. У нормі у стані спокою у дорослої людини за хвилину відбувається 60 – 75 серцевих циклів, або серцевих скорочень. Цей показник називається частотою серцевих скорочень (ЧСС). Оскільки кожна систола приводить до викиду порції крові в артеріальне русло (у стані спокою для дорослої людини це 65 – 70 см<sup>3</sup> крові), то відбувається збільшення кровонаповнення артерій і відповідне розтягування судинної стінки. У результаті можна відчувати розтягнення (поштовх) стінки артерії у тих місцях, де ця судина проходять близько до поверхні шкіри (наприклад, сонна артерія в ділянці шиї, ліктьова або променева артерія на зап'ястку руки тощо). Під час діастолі серця стінки артерій спадають і повертаються до вихідного положення.

Коливання стінок артерій у такт серцевих скорочень називається пульсом, а виміряна кількість таких коливань за певний час (наприклад, за 1 хвилину) називається частотою пульсу. Пульс адекватно відображає частоту серцевих скорочень і є доступно зручним для експрес-контролю за роботою серця (наприклад, при визначенні реакції організму на фізичне навантаження у спорті, при дослідженнях фізичної працездатності, емоційних напружень тощо). Вікові нормативи частоти пульсу (ЧП), а також систолічного об'єму крові (тобто об'єму крові, який виштовхується у кров'яне русло лівим або правим шлуночком за одне скорочення серця) наведені у табл. 5.(с.35). При нормальному розвитку дітей систолічний об'єм крові з віком поступово зростає, а частота серцевих скорочень зменшується.

Помірні фізичні навантаження сприяють підвищенню сили м'язів серця, зростанню його систолічного об'єму та оптимізації (зменшенню) частотних показників серцевої діяльності. Найважливішим для тренувань серця є рівномірність і поступовість зростання навантажень, недопустимість перевантажень та медичний контроль за станом показників роботи серця та кров'яного тиску, особливо у підлітковому віці.

Важливим показником роботи серця та стану його функціональних можливостей є хвилинний об'єм крові (табл. 5), який підраховується шляхом перемноження систолічного об'єму крові на ЧП за 1 хвилину.

Рух крові по кровоносних судинах характеризується показниками гемодинаміки, серед яких виділяють три найважливіші: кров'яний тиск, опір судин, швидкість руху крові.

Кров'яний тиск – це тиск крові на стінки судин. Рівень тиску крові залежить від:

- показників роботи серця;
- кількості крові у кровоносному руслі;
- інтенсивності відтоку крові на периферію;
- опору стінок судин та еластичності судин;
- в'язкості крові.

**Таблиця 5**

**Нормативи показників роботи серця у людей різного віку**

Показники	Ново-народжений	Вік дітей (років)											Дорослі люди
		1	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Частота серцевих скорочень, або частота пульсу, ударів/хв.	140	120	95	92	90	88	86	84	82	80	78	76	60 – 85
Систолічний об'єм серця, см <sup>3</sup>	2,5	10,2	20,6	23,0	25,0	27,0	29,2	31,6	33,4	35,7	38,5	41,4	65 – 70
Хвилинний об'єм крові, мл	300 – 350	400 – 1250	1250 – 1800		1800 – 2370	2500 – 3150						3200 – 4800	

Кров'яний тиск в артеріях змінюється разом зі зміною роботи серця: у період систоли серця він досягає максимуму ( $AT_{max}$ , або  $AT_c$ ) і називається максимальним, або систолічним тиском. У фазі діастоли серця тиск зменшується до певного початкового рівня і називається діастолічним, або мінімальним ( $AT_{min}$ , або  $AT_d$ ). Як систолічний, так і діастолічний кров'яний тиск поступово зменшується, відповідно до віддаленості судин від серця (у зв'язку з опором судин)). Вимірюється артеріальний кров'яний тиск у міліметрах ртутного стовпчика (мм рт. ст.) і реєструється записом цифрових значень тиску у вигляді дробу: у чисельнику  $AT_c$ ; у знаменнику  $AT_d$  (наприклад, 120/80 мм рт. ст.).

Різниця між систолічним і діастолічним тиском має назву пульсовий тиск (ПТ), який також вимірюється у мм рт. ст. У наведеному прикладі пульсовий тиск становить  $120 - 80 = 40$  мм рт. ст.

Перевищення показників фактичного тиску крові над відповідними віковими нормативами на 20 % і більше називається гіпертонією, а недостатній рівень тиску (80 % і менше від вікової норми) – гіпотонією.

У дітей до 10 років кров'яний тиск у нормі у стані спокою становить приблизно:  $AT_c$  90 – 105 мм рт. ст.;  $AT_d$  50 – 65 мм рт. ст. У дітей 11 – 14 років може спостерігатися функціональна юнацька гіпертонія, пов'язана з гормональними перебудовами у пубертатний період розвитку організму з підвищенням кров'яного тиску в середньому:  $AT_c$  – 130 – 145 мм рт. ст.;  $AT_d$  – 75 – 90 мм рт. ст. У дорослих кров'яний тиск у нормі може коливатися в межах:  $AT_c$  – 110 – 135;  $AT_d$  – 60 – 85 мм рт. ст. Значення нормативів тиску

крові не має суттєвої диференціації залежно від статі людини, а вікова динаміка цих показників наведена в табл. 6.

**Таблиця 6**

**Вікові зміни середніх показників артеріального тиску, мм рт.ст.**

Вік, роки	Хлопчики (чоловіки)			Дівчата (жінки)		
	АТ <sub>с</sub>	АТ <sub>д</sub>	ПТ	АТ <sub>с</sub>	АТ <sub>д</sub>	ПТ
Немовля	70	34	36	70	34	36
1	90	39	51	90	40	50
3 – 5	96	58	38	98	61	37
6	90	48	42	91	50	41
7	98	53	45	94	51	43
8	102	60	42	100	55	45
9	104	61	43	103	60	43
10	106	62	44	108	61	47
11	104	61	43	110	61	49
12	108	66	42	113	66	47
13	112	65	47	112	66	46
14	116	66	50	114	67	47
15	120	69	51	115	67	48
16	125	73	52	120	70	50
17	126	73	53	121	70	51
18 і більше	110 – 135	60 – 85	50 – 60	110 – 135	60 – 85	55 – 60

Кровообіг регулюється на рівні серця і на рівні судин. Центральна регуляція роботи серця здійснюється від центрів парасимпатичного (гальмівна дія) і симпатичного (дія прискорення) відділів вегетативної нервової системи. У дітей до 6 – 7 років переважає тонічний вплив симпатичних іннервацій, про що свідчить підвищена частота пульсу.

Рефлекторна регуляція роботи серця можлива від барорецепторів і хеморецепторів, розташованих в основному у стінках судин. Барорецептори сприймають тиск крові, а хеморецептори – зміни наявності у крові кисню (O<sub>2</sub>) і вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>). Імпульси від рецепторів спрямовуються у проміжний мозок, а від нього надходять до центру регуляції роботи серця (довгастий мозок), викликаючи відповідні зміни в його роботі (наприклад, підвищений вміст у крові CO<sub>2</sub> свідчить про недостатність кровообігу, внаслідок чого серце починає працювати інтенсивніше). Рефлекторна регуляція можлива і шляхом умовних рефлексів, тобто від кори головного мозку (наприклад, хвилювання учнів перед екзаменом може значно прискорювати роботу серця).

На показники роботи серця можуть впливати гормони, особливо адреналін, дія якого подібна до дії симпатичних іннервацій вегетативної нервової системи, тобто він прискорює частоту і збільшує силу серцевих скорочень.

Стан судин також регулюється центральною нервовою системою (від судиннорухового центру) – рефлекторно і гуморально. Впливати на гемодинаміку можуть лише судини, які містять у своїх стінках м'язи, а це передовсім артерії різного рівня. Парасимпатичні імпульси викликають розширення просвіту судин, а симпатичні імпульси – звуження судин. Коли судини розширюються – швидкість руху крові зменшується, кровопостачання зменшується – і навпаки.

Рефлекторні зміни кровопостачання також забезпечуються від рецепторів тиску і хеморецепторів на  $O_2$  та  $CO_2$ . Крім того, існують хеморецептори на вміст у крові продуктів перетравлення їжі (амінокислот, моноцукрів тощо): при збільшенні у крові продуктів перетравлення судини навколо травного тракту розширюються (парасимпатичний вплив) – і відбувається перерозподіл крові. Механорецептори є і у м'язах, які викликають перерозподіл крові у працюючих м'язах.

Гуморальна регуляція кровообігу забезпечується гормонами адреналіном і вазопресинном (викликають звуження просвіту судин навколо внутрішніх органів та їхнє розширення у м'язах) іноді в ділянці обличчя (ефект почервоніння від стресу).

## **5. Профілактика та перша допомога при серцево-судинних захворюваннях і кровотечах**

Внаслідок захворювань клапанів, серцевого м'яза, вінцевих артерій тощо серце не зможе викидати потрібну кількість крові навіть у стані спокою (2 – 3 л замість 4 – 5). Тому тканини людини, яка має хворе серце, не отримують достатньої кількості кисню навіть у спокої, а будь-яке фізичне напруження може спричинити смерть від серцевої недостатності.

Будь-яке захворювання серця внаслідок погіршення кровопостачання серцевого м'яза називається ішемічною хворобою серця (ІХС). Здебільшого її проявами є стенокардія (стискаючий біль у грудній клітці, зазвичай спричинений напруженням) та інфаркт міокарда – змертвіння ділянки серцевого м'яза внаслідок припинення плину крові в ділянці вінцевої артерії. Зазвичай причиною ІХС є атеросклеротичне пошкодження вінцевих артерій та стреси.

Спазм артерії спричиняє нікотин, унаслідок чого кров починає рухатися нею повільніше. Це сприяє виникненню тромба, що призводить до інфаркту міокарда. Нікотин також стимулює симпатичну нервову систему, роботу надниркових залоз (викид адреналіну). Серцеві скорочення прискорюються, серцевий м'яз виснажується. Виникає постійний внутрішній стрес. Людина стає знервованою. У неї може розвинутися гіпертонія. Цю хворобу, крім куріння, спричиняють гіподинамія, переїдання, недосипання. Основною ознакою гіпертонії є підвищення артеріального тиску; погіршення кровопостачання внутрішніх органів, виникнення розривів артерій або їхні тромбози.

У нормі серце скорочується з частотою 60 – 100 ударів на хвилину, але вона зростає під час фізичного навантаження та стресу. Порушення ритму або надто висока чи низька частота серцевих скорочень (ЧСС) називається

аритмією. Такі розлади переважно зумовлені ішемічною хворобою серця (ІХС).

Аритмії поділяють на тахікардії, при яких ЧСС перевищує 100 ударів на хвилину, та брадикардії, при яких вона становить менш ніж 60 ударів на хвилину. Переважно аритмії виникають внаслідок ІХС, стресу, вживання напоїв із великим вмістом кофеїну та деяких ліків.

Патологія серця найчастіше спричинена гіпертензією, вродженими вадами та ІХС, іноді – захворюваннями власне серцевого м'яза або перикарда, що оточує серце. Усі ці розлади при значній тривалості чи вираженості призводять до серцевої недостатності та зниження скоротливої здатності серця.

Запалення перикарда (перикардит) зазвичай зумовлене вірусною інфекцією або інфарктом міокарда. Воно може виникати також як ускладнення ревматизму, раку і туберкульозу, ниркової недостатності, аутоімунних захворювань або внаслідок ушкодження при проникаючих пораненнях.

Запалення серцевого м'яза (міокардит) спричиняється вірусною інфекцією, виникає внаслідок ревматизму або впливу ліків, хімічних факторів чи радіації. Незапальні ураження серцевого м'яза, або кардіоміопатії, можуть бути зумовлені генетичними факторами, нестачею вітамінів чи мінералів або зловживанням алкоголем.

Серцева недостатність – неспроможність серця ефективно накопичувати кров у кількості, достатній для забезпечення потреб легень та інших органів.

Течія крові у венах та артеріях може порушуватися або припинятися. У нормі кровоплин залежить від фізичного навантаження, травлення, зміни температури довкілля, що впливають на діаметр судин. Реакція судин послаблюється у разі втрати еластичності чи потовщення їхньої стінки або ураження клапанів. Течію крові утруднює закупореність судин тромбами чи атеросклеротичними бляшками.

Гіпертензія – стійке підвищення артеріального тиску, що призводить до інсультів, інфарктів та нервової недостатності.

У підлітковому та юнацькому віці часто може спостерігатися артеріальна гіпотонія – стан стійкого зниження артеріального тиску внаслідок постійного розширення артеріол. Її причиною є гіподинамія, недостатнє харчування, різні зловживання. Хвороба проявляється загальною слабкістю, кволістю, запамороченнями, пригніченим настроєм. Профілактика артеріальної гіпотонії та гіпертонії полягає у частому перебуванні на свіжому повітрі, виконанні фізичних вправ, раціональному харчуванні, дотриманні здорового способу життя, режиму праці і відпочинку, униканні шкідливих звичок.

У людей, вид праці яких пов'язаний із постійним перебуванням на ногах, в огрядних і тих, котрі мало рухаються, через постійний застій крові у венах та їхнє перерозтягнення стінки вен стають млявими, стулки венозних клапанів розходяться. Через це венозна кров не повністю повертається до серця, а частково накопичується в нижніх кінцівках. Стінки вен від цього набувають вигляду вузлів. Це – варикозне розширення вен. Особливе небезпечне це захворювання можливими запаленнями і тромбозом уражених вен (це явище називають тромбофлебітом). Якщо утворений тромб відірветься від стінки

судини і плином крові потрапить до правого шлуночка та легеневої артерії, людина миттєво помре. У місцях із порушеним кровопостачанням можуть утворюватися глибокі виразки або відбувається змертвіння (гангрена) тканин.

Щоб запобігти описаним порушенням, потрібно постійно робити фізичні вправи, особливо для ніг; не допускати ожиріння. При перших ознаках варикозного розширення вен слід негайно звернутися до лікаря.

При пораненнях кровоносних судин необхідно відразу ж спинити кровотечу. З цією метою судину стискають пальцями або кулаком вище місця пошкодження. За допомогою такого прийому тимчасово (не більше ніж на 15 – 20 хв) можна спинити кровотечу із загальної сонної, поверхневої скроневої, щелепної, підключичної, плечової, стегнової, підколінної та інших артерій. Для тривалого стискування судини накладають кровоспинний джгут, використовують також інші засоби для тимчасового припинення кровотечі.

Загальну сонну артерію при великій кровотечі з ран голови, обличчя, язика притискають до поперечних відростків шийних хребців (сонного горбика VI шийного хребця) на середині присереднього краю грудинно-ключично-соскоподібного м'яза. Кровотечу з ран на скронях спиняють, притискаючи щелепну артерію до виличної кістки, що міститься вище спереду від зовнішнього слухового отвору. Щелепну артерію при кровотечах із ран у щічній ділянці притискають по передньому краю жувального м'яза до нижньої щелепи.

При кровотечах із ран у ділянці плеча підключичну артерію придавлюють позаду зовнішнього краю бічної частини грудинно-ключично-соскоподібного м'яза над ключицею до ребра.

Кровотечу з передпліччя і ліктьової ділянки спиняють, придавлюючи плечові артерії до плечової кістки по середині присереднього краю двоголового м'яза плеча та вище.

Для тимчасового припинення кровотечі з ран у пахвинних ділянках фіксують черевну частину аорти нижче пупка кулаком до хребта. Стегнову артерію (при кровотечах на стегні, гомілці та стопі) придавлюють до лобкової кістки під пахвинною зв'язкою на її середині або на верхніх двох третинах кравецького м'яза.

Кровотечі бувають зовнішні і внутрішні. Залежно від того, які судини ушкоджені, розрізняють артеріальну, венозну, капілярні кровотечі (табл. 7).

**Таблиця 7**

**Види кровотеч і перша допомога**

<b>Види кровотеч</b>	<b>Характерні ознаки</b>	<b>Перша допомога</b>
венозна	кров витікає безперервним темним струменем без різко виражених пульсових поштовхів	накладання тиснучої <sup>1</sup> пов'язки або джгута <sup>2</sup> нижче рани

капілярна	кров витікає повільно	накладання тиснучої пов'язки <sup>1</sup> після обробки рани дезинфікуючим розчином, або прикладання міхура з льодом
артеріальна	кров витікає яскраво-червоним пульсуючим струменем, висота якого змінюється в ритмі пульсової хвилі	накладання гумового джгута <sup>2</sup> або закрутки з матерії <sup>3</sup> , максимальне згинання кінцівок у суглобах або притискання артерії у певних точках тіла або вище місця поранення

**<sup>1</sup>Правила накладання тиснучої пов'язки:**

- на рану, яка кровоточить, накладають стерильну або чисту тканину, пропрасовану гарячою праскою;
- поверх неї кладуть валик із бинта, який туго прибинтовують.

**<sup>2</sup>Правила накладання джгута на кінцівки:**

- джгут накладають вище рани на відстані 6 – 7 см від верхнього краю;
- кінцівку перед накладанням джгута піднімають доверху;
- на місце накладання джгута попередньо кладуть яку-небудь тканину;
- джгут потрібно затягувати тільки до зупинки кровотечі;
- під джгут треба покласти супровідну записку, на якій вказати час накладання;
- у холодну пору року джгут можна не знімати протягом однієї години, а в теплу – 2 години.

**<sup>3</sup>Правила накладання джгута-закрутки:**

- із підручного матеріалу роблять міцну петлю, діаметр якої у 1,5 – 2 рази більший за діаметр пораненої кінцівки;
- після накладання на шкіру вати, марлі або іншої тканини на кінцівку надягають петлю вузлом уверх;
- під вузол вставляють паличку завдовжки 20 – 25 см, за допомогою якої вільний кінець петлі закручують до повного зупинення кровотечі.

### Питання для самоперевірки

1. Що таке внутрішнє середовище організму? За рахунок чого підтримується гомеостаз внутрішнього середовища організму?
2. У чому полягає біологічне значення міжклітинної речовини?
3. Що таке лімфа? Поясніть механізм утворення лімфи. Визначте функції лімфи.
4. Охарактеризуйте функції і склад крові.
5. У яких органах утворюються формені елементи крові?
6. Визначте взаємозв'язок будови і функцій еритроцита (лейкоцита).



7. Що таке імунітет? Обґрунтуйте внесок І. Д. Мечникова у вчення про імунітет.
8. Які види імунітету ви знаєте? Які структури організму беруть участь в імунній відповіді?
9. Обміркуйте, чи можна сказати, що якийсь вид імунітету корисніший за інший?
10. У чому полягає механізм зсідання крові?
11. Визначте функції серцево-судинної системи.
12. У чому полягає взаємозв'язок будови і функцій серця (кровоносних судин)?
13. Обґрунтуйте, чому у здоровому серці всі клапани відкриваються і пропускають кров тільки в одному напрямку.
14. Охарактеризуйте цикл роботи серця. Що забезпечує безперервну роботу серця?
15. Поясніть механізм регуляції роботи серця.
16. Назвіть хвороби серцево-судинної системи, їхні причини та заходи профілактики.
17. Як впливає спосіб життя людини на стан серцево-судинної системи? Відповідь обґрунтуйте.
18. Які види кровотеч ви знаєте? Як можна відрізнити той чи інший вид кровотечі? Назвіть заходи першої долікарської допомоги при кровотечах.

### Література

1. Бугаев К.Е., Маркусенко Н.Н. и др. Возрастная физиология. – Ростов н/Д. : Ворошиловградская правда, 1975. – С. 80 – 82.
2. Ермолаев Ю.А. Возрастная физиология : учеб. пособ. [для студ. пед. вузов]. – М. : Высшая школа, 1985. – С. 262 – 264.
3. Кисельов Ф.С. Анатомія і фізіологія дитини з основами шкільної гігієни. – К. : Радянська школа, 1967. – С. 99 – 100.
4. Старушенко Л.І. Клінічна анатомія і фізіологія людини : навч. посібник. – К. : УСМП, 2001. – С. 33.
5. Хрипкова А.Х. Возрастная физиология. – М. : Просвещение, 1978. – С. 146 – 148.

## ЛЕКЦІЯ № 4

### **Вікові анатомо-фізіологічні особливості будови і функції органів дихання. Валеологічні аспекти профілактики найбільш поширених захворювань дихальної системи у дітей та підлітків**

#### **План**

1. Будова органів дихальної системи.
2. Дихальні рухи.
  - 2.1. Дихальний цикл.
  - 2.2. Механізм першого вдиху.
  - 2.3. Легеневі об'єми. Життєва ємність легень.
3. Газообмін у легенях і тканинах.
4. Регуляція дихання.
5. Захворювання дихальної системи та їхня профілактика.
6. Перша допомога при ураженні органів дихання.

#### **Теоретичні відомості**

##### **1. Будова органів дихальної системи**

Дихання – це складний фізіологічний процес, у результаті якого відбувається постійний обмін газами між організмом та навколишнім середовищем. У результаті дихання організм збагачується киснем, який бере участь в обмінних процесах, а з організму видаляється вуглекислий газ. Газообмін у легенях відбувається завдяки постійній циркуляції крові через мале коло кровообігу.

До органів дихання належать **повітропровідні шляхи** (носова порожнина, носоглотка, гортань, трахея, бронхи) та легені.

Дихальна система починається **носовою порожниною**, яка ділиться хрящовою перегородкою на дві половинки, кожна з яких ще й собі поділяється носовими раковинами на нижній, середній і верхній носові ходи. У перші дні життя у дітей дихання через ніс утруднене. Носові ходи у дітей вузькі, ніж у дорослих, і формуються до 14 – 15 років.

Стінки порожнини носа вкриті слизовою оболонкою з миготливим епітелієм, війки якого затримують і виводять слиз та мікроорганізми, які осідають на слизову оболонку. Слизова оболонка має густу сітку кровоносних судин і капілярів. Кров, що тече по цих судинах, зігріває або охолоджує повітря, яке вдихає людина. Слизова оболонка носової порожнини містить рецептори, які сприймають запахи й обумовлюють нюх.

Носова порожнина сполучається з порожнинами в кістках черепа: **гайморовою, лобною, клиноподібними пазухами**. Повітря, яке надходить у легені через носову порожнину, очищається, зігрівається і знешкоджується (а цього при диханні через ротову порожнину не відбувається). Носова порожнина ззаду через отвори – хоани – сполучається з

носоглоткою. Лейкоцити та лізоцим на слизовій оболонці носової порожнини знешкоджують мікроорганізми, які сюди потрапляють із вдихуваним повітрям.

Дихальні шляхи у дітей значно вужчі, ніж у дорослих. Це сприяє легшому проникненню інфекції в організм дитини. Під час запальних процесів у носі слизова оболонка набухає, внаслідок чого утруднюється або ж і зовсім стає неможливим дихання через ніс, тому діти змушені дихати через рот. А це сприяє охолодженню дихальних шляхів аж до легень і проникненню у них мікроорганізмів та частинок пилу.

**Носоглотка** – це верхня частина глотки. **Глотка** – м'язова трубка, у яку відкривається порожнина носа, рота і гортані. У носоглотку відкриваються слухові трубки, які сполучають порожнину глотки з порожниною середнього вуха. Носоглотка у дітей широка і коротка, слухова труба міститься низько. Захворювання верхніх дихальних шляхів нерідко ускладнюється запаленням середнього вуха, бо інфекція легко проникає в середнє вухо. У 4 – 10-річних дітей утворюються так звані аденоїдні розрощення, тобто розрощення лімфатичної тканини у ділянці глотки, а також у носі. Крім того, аденоїдні розрощення можуть негативно впливати на загальний стан здоров'я і працездатність дітей.

Із носоглотки повітря потрапляє у ротоглотку, а потім у гортань.

**Гортань** розташована у передній частині шиї, зовні її частину видно як підвищення, що називається кадиком. Скелет гортані утворений кількома хрящами, сполученими між собою суглобами, зв'язками, м'язами. Найбільший із них – щитоподібний хрящ. Зверху вхід у гортань покрита надгортанником, який перешкоджає надходженню їжі в гортань і дихальні шляхи.

Порожнина гортані вкрита слизовою оболонкою з миготливим епітелієм, яка утворює дві пари складок, що затуляють вхід у гортань під час ковтання. Нижня пара складок вкриває голосові зв'язки, простір між якими називається голосовою щілиною. Під час звичайного дихання голосові зв'язки розслаблені і щілина між ними звужується. Видихуване повітря, проходячи через вузьку щілину, змушує коливатися голосові зв'язки, при цьому виникає звук. Від ступеня натягу голосових зв'язок залежить висота тону, при натягнутих зв'язках звук вищий, при розслаблених – нижчий. Крім голосових зв'язок, у звукоутворенні беруть участь язик, губи, щоки, порожнина носа, резонатори (глотка та порожнина рота). У чоловіків голосові зв'язки довші, чим пояснюється більш низький голос.

Гортань у дітей коротша, вужча і найінтенсивніше росте упродовж 1 – 3 років життя і в період статевого дозрівання.

У 12 – 14 років у хлопчиків починає рости кадик на місці сполучення пластинок щитоподібного хряща. Пройшовши гортань, повітря потрапляє у трахею.

**Трахея** – це нижній відділ гортані завдовжки 10 – 13 см, усередині вкрита слизовою оболонкою. Вона складається із 16 – 20 неповних хрящових кілець, з'єднаних між собою зв'язками. Задня стінка трахеї перетинчаста, має

гладенькі м'язові волокна і прилягає до стравоходу, що створює сприятливі умови для проходження їжі по ньому.

На рівні 4 – 5 грудних хребців трахея поділяється на правий і лівий **бронхи**, які є *головними*. Вони входять у ворота відповідної легені, де розподіляються на *часткові бронхи*. Часткові бронхи в легенях розгалужуються на дрібніші *сегментарні бронхи*, які і собі дихотомічно (кожний на два) розділяються (до 18-го порядку) до *часточкових бронхів* (діаметр – до 1 мм) і закінчуються кінцевими *бронхіолами* (0,3 – 0,5 мм у діаметрі). Уся система розгалуження бронхів, починаючи від головних і закінчуючи кінцевими бронхіолами, називається **бронхіальним деревом**.

У новонароджених довжина трахеї – приблизно 4 см, у підлітків 14 – 15 років – приблизно 7 см. У дітей трахея і бронхи розвиваються поступово. Вони ростуть в основному паралельно з ростом тулуба. Просвіт трахей і бронхів у дітей значно вужчий, ніж у дорослих, хрящі їх ще не зміцніли. М'язові еластичні волокна розвинені слабо. Слизова оболонка, що вистилає трахею та бронхи, дуже ніжна і багата на кровоносні судини. Тому трахея і бронхи у дітей легше ушкоджуються, ніж у дорослих.

Бронхіоли закінчуються альвеолярними ходами, на стінках яких є пухирці – альвеоли, вкриті густою сіткою кровоносних капілярів, де й відбувається газообмін. У легенях дорослої людини нараховується 300 – 700 млн альвеол, загальна площа поверхні яких – 60 – 120 м<sup>2</sup>. Така величезна поверхня забезпечує велику швидкість газообміну в легенях.

**Легені** – парні губчасті органи, розташовані у грудній порожнині. Основними структурно-функціональними одиницями легенів є альвеоли – мікроскопічні міхурці, де відбувається газообмін між кров'ю та вдихуваним повітрям. У просторі між легенями, який називається *середостінням*, розміщені трахея, стравохід, зобна залоза, серце, великі судини, лімфатичні вузли і деякі нерви.

Права і ліва легеня неоднакові як за розмірами, так за формою. Права легеня складається з трьох часток, ліва – із двох. На внутрішній поверхні містяться ворота легень, через які проходять бронхи, нерви, легеневі артерії, вени, лімфатичні судини. Кожна легеня вкрита серозною оболонкою, яка називається *плеврою*. У плеври є два листки (вісцеральний і парієтальний). Один щільно зрісся з легенями, інший приріс до грудної клітки. Між листками є щілина, заповнена серозною рідиною, яка зволожує поверхні плеври, обернені одна до одної, цим самим зменшуючи тертя між ними під час дихальних рухів. Повітря у щілині плеври немає, тиск – негативний – нижчий від атмосферного на 6 – 9 мм рт.ст. (0,8 – 1,2 кПа). Тиск усередині легенів дорівнює атмосферному, що забезпечує їхню нормальну функцію: вони не відходять від стінок грудної клітки при вдиху і розтягуються при збільшенні об'єму грудної клітки. Негативний внутрішньоплевральний тиск сприяє збільшенню дихальної поверхні легенів при вдиху, поверненню крові до серця, тобто поліпшенню кровообігу та лімфовідтоку.

Легені у новонародженого мають вагу 50 – 60 г, що становить 1/50 ваги тіла; у дітей розвинені ще недостатньо, альвеоли малі, в них слабо розвинена

еластична тканина. Кровонаповнення легень у дітей підвищене. До 3 років посилено ростуть легені, кількість альвеол до 8 років досягає кількості альвеол дорослої людини. У віці від 3 до 7 років темпи росту знижуються. Після 12 років енергійно ростуть альвеоли. Об'єм легень до 12 років збільшується у 10 разів порівняно з об'ємом легенів новонародженого, а до кінця статевого дозрівання – у 20 разів.

## 2. Дихальні рухи

### 2.1. Дихальний цикл

*Дихальний цикл* охоплює дві фази: вдих і видих. Завдяки актам вдиху і видиху, які здійснюються ритмічно, відбувається обмін газів між атмосферним повітрям та альвеолярним, що міститься у легневих міхурцях. Активна роль в акті вдиху належить дихальним м'язам.

Під час вдиху відбувається збільшення грудної клітки, завдяки опусканню діафрагми і підніманню ребер. Діафрагма – утвір, що відмежовує грудну порожнину від черевної, має вигляд поперечно-розміщеної куполоподібної м'язово-сухожильної пластинки, краї якої прикріплені до стінок грудної клітки. Опускання діафрагми здійснюється завдяки скороченню смугастих м'язових волокон. Ребра під час вдиху піднімаються догори, передніми кінцями відсувають грудику вперед, що супроводжується збільшенням об'єму грудної порожнини завдяки скороченню зовнішніх міжреберних м'язів, прикріплених косо від ребра до ребра.

У процесі вдиху беруть участь міжхрящові м'язи трахеї, бронхів. Глибокий вдих зумовлений одночасним скороченням міжреберних м'язів, діафрагми, м'язів грудей і плечового пояса. При цьому долається кілька перепон: еластична тяга легень, опір реберних хрящів, маса грудної клітки, що піднімається вгору, опір черевних нутроців та стінок живота.

Між грудною стінкою і поверхнею легень (між парієтальним і вісцеральним листками плеври) розташована щілина з негативним тиском. Плевральна щілина закрита герметично, тому під час розширення грудної клітки слідом за її стінками розширюються і легені, які завдяки еластичності тканини легко розтягуються. У розтягнутих легнях тиск повітря падає нижче від атмосферного. Грудна порожнина герметично закрита і з навколишнім середовищем сполучається тільки через дихальні шляхи. Тому при наявності різниці тиску між атмосферним і легневим повітрям зовнішнє повітря заходить у легені, тобто відбувається вдих.

Після закінчення вдиху м'язи розслабляються – і грудна клітка повертається до вихідного положення (видих). Спокійний видих відбувається пасивно, без участі м'язів. У глибокому видиху беруть участь м'язи живота, внутрішні міжреберні та інші м'язи. Коли розслабляються м'язи діафрагми, купол її під тиском черевних органів піднімається і стає опуклішим, що зменшує грудну порожнину у вертикальному напрямі. Зменшення розмірів грудної

порожнини приводить до зменшення об'єму легень, до збільшення тиску в легенях, внаслідок чого частина повітря виходить із легень назовні, поки тиск повітря в легенях не зрівняється з атмосферним.

У людини у диханні можуть брати участь або м'язи діафрагми, або міжреберні м'язи. При переважанні участі міжреберних м'язів наявний *грудний тип дихання*, якщо переважають діафрагмальні м'язи, то таке дихання називається *черевним*.

У новонароджених переважає діафрагмальне дихання з незначною участю міжреберних м'язів. Діафрагмальний тип дихання зберігається до другої половини першого року життя. У міру розвитку міжреберних м'язів і росту дитини грудна клітка опускається вниз – і ребра набирають косого положення. Дихання немовлят стає грудочеревним із перевагою діафрагмального.

У віці від 3 до 7 років у зв'язку з розвитком плечового поясу все більше починає переважати грудний тип дихання, і до 7 років він стає добре вираженим. У 7 – 8 років починають проявлятися статеві відмінності у типі дихання: у хлопчиків переважає черевний тип дихання, у дівчаток – грудний.

Доросла людина робить приблизно 15 – 17 дихальних рухів за 1 хв і за один вдих вдихає приблизно 500 мл повітря. Співвідношення частоти дихання і серцевих скорочень дорівнює 1:4 – 1:5. При м'язовій роботі дихання збільшується у 2 – 3 рази. При захворюваннях частота та глибина дихання змінюються.

При глибокому диханні альвеолярне повітря вентилюється на 80 – 90 %, що забезпечує більшу дифузію газів. При неглибокому – більша частина вдихуваного повітря залишається в мертвому просторі – носоглотці, ротовій порожнині, трахеї, бронхах.

Новонароджена дитина робить 48 – 63 дихальних рухів за 1 хв, і вони часті, поверхові. У дітей першого року при неспанні – 50 – 60, під час сну – дихання 35 – 40, у дітей 4 – 6 років – 23 – 26 циклів за 1 хв, у дітей шкільного віку – 18 – 20 разів за 1 хв.

## **2.2. Механізм першого вдиху**

Легені до народження дитини заповнені рідиною, об'єм якої в середньому становить 100 мл.

Механізм гуморальної стимуляції дихання у новонародженого складний. Його основою є такі основні процеси:

1. Зниження парціального тиску кисню, підвищення парціального тиску вуглекислого газу, зниження рН у крові новонародженої дитини, що відбувається під час перерізання пуповини і припинення трансплацентарного кровообігу та зумовлює подразнення дихального центру плода.

2. Різке збільшення потоку імпульсів від рецепторів шкіри (холодових і тактильних), пропріорецепторів, вестибулорецепторів під час пологів і відразу після народження дитини. У результаті підвищується збудливість нейронів дихального центру.

3. Відразу після пологів верхні дихальні шляхи очищують від слизу і рідини, що знімає гальмівний ефект на дихальний центр.

Перший вдих новонародженого характеризується сильним інспіраторним збудженням м'язів вдиху, насамперед діафрагми. У 85 % випадків перший вдих глибший і триваліший, ніж наступні. Триває перший вдих 0,1 – 0,4 с, при цьому об'єм повітря становить 20 – 80 мл. Особливістю першого циклу є велика тривалість видиху – 3,8 с. Видих відбувається на фоні звуженої голосової щілини і супроводжується криком. Видихає новонароджений 24 мл повітря. Різниця об'єму повітря під час вдиху і під час видиху формує функціональну залишкову ємність легень. Після першого вдиху в легенях дитини залишається від 4 до 50 мл повітря. Протягом перших 10 – 20 хв функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) легень досягає 75 мл. Аерація легень закінчується на 4-й день після народження (ФЗЄ досягає 100 мл), після першого вдиху змінюється газовий вміст і рН артеріальної крові. Ці показники стабілізуються на 1-му тижні життя.

### 2.3. Легеневі об'єми. Життєва ємність легень

Під час спокою людина може вдихнути і видихнути приблизно 500 мл повітря – т.зв. *дихальний об'єм легень*. Об'єм вдихуваного повітря у дитини віком 1 місяць становить 30 мл, 1 рік – 70 мл, 6 років – 156 мл, 10 років – 230 мл, 14 років – 300 мл. При посиленому диханні людина може вдихнути ще приблизно 1500 – 3000 мл повітря – це *додаткове, або резервне, повітря вдиху*. Після спокійного видиху людина може додатково видихнути ще 1300 – 1500 мл повітря – *резервний об'єм видиху*.

Найбільша кількість повітря, яку людина може видихнути після глибокого вдиху, називається *життєвою ємністю легень (ЖЄЛ)*, яка змінюється з віком, залежно від статі, ступеня розвитку грудної клітки, дихальних м'язів. Сума об'ємів дихального – 500 мл, додаткового – 1500 мл і резервного – 1500 мл повітря – становить життєву ємність легень (3500 мл).

Життєва ємність легень у дітей повільно наростає до 7 років, поки відбувається диференціювання легень, і енергійно збільшується у 8 – 9 років, досягаючи максимального приросту у період статевого дозрівання.

Із 18 до 35 років життєва ємність легень є максимальною – 3000 – 6000 мл, а потім із віком зменшується. У жінок *ЖЄЛ* становить 3000 – 4500 мл, а в чоловіків – 4000 – 5500 мл. Здоровий спосіб життя, фізичні тренування значно підвищують життєву ємність легень.

Після максимального глибокого видиху в легенях залишається ще значний об'єм повітря (близько 1200 мл), який називається *залишковим об'ємом*. Це пов'язано з тим, що завдяки нижчому тиску щодо атмосферного у плевральній щілині легені не спадаються і в них завжди міститься повітря. Частина залишкового повітря може вийти з легень лише тоді, коли у плевральну щілину зайде повітря і створиться там атмосферний тиск, що можливе при пошкодженні грудної клітки з обох боків.

*Загальна ємність легенів* дорівнює сумі значень ЖЄЛ і залишкового об'єму.

Крім того, при кожному вдиху приблизно 150 мл повітря залишається в дихальних шляхах – у порожнині носа, глотці, гортані, трахеї та бронхах. Цей об'єм називають *об'ємом повітронесних шляхів*, або *мертвим простором*, бо він не бере участі в газообміні, а виконує лише бар'єрну функцію. Тут повітря зволожується, зігрівається, звільняється від пилу та мікроорганізмів.

### 3. Газообмін у легенях і тканинах

Людина дихає атмосферним повітрям із вмістом кисню 21%, вуглекислого газу – 0,03%, а видихає повітря, в якому кисню – 16%, вуглекислого газу – 4%. В альвеолярному повітрі кисню – 14,2%, вуглекислого газу – 5,2%. Альвеолярне повітря відрізняється від вдихуваного і видихуваного. Це пояснюється тим, що при вдиху в альвеоли надходить повітря повітронесних шляхів, а при видиху – навпаки, до видихуваного повітря домішується атмосферне, яке міститься в тих же повітронесних шляхах.

У легенях кисень з альвеолярного повітря переходить у кров, а вуглекислий газ із крові надходить у легені. Рух газів відбувається відповідно до законів дифузії, згідно з якими газ поширюється із середовища з високим парціальним тиском у середовище з меншим тиском. *Парціальним тиском* називають частину загального тиску, яка припадає на цей газ у газовій суміші.

Альвеоли легень обплетені густою сіткою капілярів, стінки яких дуже тонкі, що сприяє проникненню газів із легень у кров і навпаки. Газообмін залежить від поверхні, через яку здійснюється дифузія газів, і різниці парціального тиску дифундуючих газів. Встановлено, що від різниці напруги кисню в 1 мм рт.ст. у дорослої людини у стані спокою у кров надходить 25 – 69 см<sup>3</sup> кисню за хвилину. Різниця тисків кисню у 70 мм рт.ст. достатня для забезпечення організму киснем за різних умов його діяльності.

У крові кисень сполучається з гемоглобіном, утворюючи оксигемоглобін. 1 г гемоглобіну зв'язує 1,34 см<sup>3</sup> кисню. В альвеолярному повітрі парціальний тиск кисню – 100 – 110 мм рт.ст. За цих умов 97 % гемоглобіну крові з'єднується з киснем.

Вміст вуглекислого газу, а відповідно і парціальний тиск його в альвеолярному повітрі менший, ніж у венозній крові, яка рухається по капілярах легень. У венозній крові, яка надходить до легень, парціальний тиск вуглекислого газу дорівнює 47 мм рт.ст., а в альвеолярному повітрі – 40 мм рт.ст.. У результаті такої різниці парціальних тисків відбувається дифузія вуглекислого газу з крові в альвеолярне повітря.

Вуглекислий газ у крові сполучається головно з лугами, утворюючи з ними двовуглекислі солі, або бікарбонати. Крім цих солей, у перенесенні вуглекислого газу бере участь і гемоглобін. Це вперше з'ясував наприкінці XIX ст. І.М. Сеченов.



У тканинах безперервно відбуваються окиснювальні процеси, в яких сполучається кисень. Перехід кисню з крові у тканини зумовлений різницею парціальних тисків його у крові і тканинах. В артеріальній крові парціальний тиск кисню – 96 мм рт.ст., у тканинній рідині – 20 – 46 мм рт.ст. Різниця тиску кисню забезпечує енергійний перехід кисню із плазми крові через стінку капіляра у тканинну рідину.

Газообмін між тканинною рідиною і клітинами відбувається завдяки різниці напруження кисню: у тканинній рідині – 20 – 46 мм рт.ст., а у клітинах – близько до нуля. Напруження вуглекислого газу становить 60 мм рт.ст. внаслідок утворення його в мітохондріях. Отже, вуглекислий газ переходить у тканинну рідину і кров, а кисень – у клітини. Збідніла на кисень кров надходить до легень, де цикл обміну газів повторюється. У клітинах різниця напруження газів підтримується ще й перервним процесом біологічного окиснення.

Крім різниці парціального тиску, на ступінь віддачі кисню оксигемоглобіном впливає величина тиску вуглекислого газу. Чим більше його у крові, тим слабший зв'язок гемоглобіну з киснем. Крім концентрації вуглекислого газу, на міцність зв'язку гемоглобіну з киснем впливає також реакція крові. Навіть незначне порушення реакції у бік кислої спричиняє посилення віддачі кисню. Міцність зв'язку гемоглобіну з киснем залежить також і від температури: при підвищенні температури зв'язок слабший, при зниженні – сильніший.

Зв'язування вуглекислого газу і віддача його кров'ю залежить від його напруження у тканинах і крові. Важлива роль при цьому належить ферменту карбоангідрази, який міститься в еритроцитах. Цей фермент (залежно від вмісту вуглекислого газу) прискорює в багато разів реакцію:  $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$ . У капілярах тканини, де напруження вуглекислого газу високе, відбувається утворення вугільної кислоти. У легенях карбоангідраза сприяє дегідратації, що приводить до витіснення вуглекислого газу із крові.

Газообмін у легенях дітей тісно пов'язаний з особливостями регуляції у них кислотно-лужної рівноваги. Навіть при незначному зрушенні рівноваги у бік підкислення у дітей виникає задишка.

Багато речовин, зокрема наркотики (ефір, хлороформ, спирти), гальмують процеси дихання. Небезпечною отрутою є чадний газ, який утворюється в результаті неповного згорання дров, вугілля тощо. При вдиханні чадного газу в легені він дифундує у кров і утворює стійку хімічну сполуку з гемоглобіном, внаслідок чого гемоглобін втрачає здатність приєднувати кисень і його надходження до тканин утруднюється. Досить людині вдихнути 1 л чадного газу, як настає смерть від припинення тканинного дихання.

#### 4. Регуляція дихання

Важлива роль у регуляції дихання належить корі головного мозку. Дихальний центр у довгастому мозку координує ритмічну діяльність

дихальних м'язів (скорочення і розслаблення), викликаючи почергово видих і вдих, та узгоджує дихання з функціональним станом організму.

Автоматія дихального центру зумовлена нервовими імпульсами, які надходять із нервових закінчень легень, судин, м'язів, а також тих, які виникають у вищих відділах центральної нервової системи. Будь-яке збудження дихального центру змінює нервові імпульси, які від нього надходять до дихальних м'язів, а це призводить до зміни дихання – збільшення його частоти і глибини або, навпаки, послаблення та сповільнення.

Особливо велике значення в регуляції дихання мають доцентрові нервові волокна, закінчення яких лежать у легенях. При спаданні легень під час видиху відбувається механічне подразнення чутливих закінчень блукаючого нерва, які містяться у стінках альвеол. Нервові збудження, що виникає при цьому, поступають у дихальний центр і збуджує його. Від дихального центру надходять імпульси до дихальних м'язів, які у відповідь скорочуються – і відбувається вдих. Під час вдиху легені розтягуються, а це спричиняє механічне подразнення інших закінчень блукаючого нерва в легенях. Збудження, що в них виникає, досягає дихального центру і викликає його гальмування. Внаслідок цього з дихального центру перестають надходити імпульси до дихальних м'язів, які розслаблюються, – і відбувається видих. Великий вплив на стан дихального центру має хімічний стан крові, зокрема її газовий склад. У стінках кровоносних судин є спеціальні нервові закінчення – *хеморецептори*, що сприймають зміну хімічного складу крові. Особливо чутливі ці рецептори до концентрації вуглекислого газу у крові. Накопичення вуглекислого газу у крові веде до подразнення рецепторів у кровоносних судинах, які несуть кров до голови і рефлекторно збуджують дихальний центр. Подібно діють також кислі продукти, які надходять у кров (наприклад, молочна кислота, вміст якої збільшується під час м'язової роботи).

До моменту народження дитини її дихальний центр здатний забезпечувати ритмічну зміну фаз дихального циклу – вдих і видих, але це не так досконало, як у дітей старшого віку. Це пов'язано з тим, що з моменту народження функціональне формування дихального центру ще не закінчилося. Про це свідчить велика мінливість частоти, глибини ритму дихання у дітей раннього віку. Діти перших років життя відрізняються вищою стійкістю до нестачі кисню (*гіпоксії*), ніж діти старшого віку. У віці 2 роки уже добре виражена можливість пристосування дихання до різних умов життєдіяльності.

Про функціональний стан дихального апарату свідчить і можливість довільно змінювати дихання (пригнічувати дихальні рухи, або робити максимальну вентиляцію). У довільній регуляції дихання бере участь кора головного мозку, центри, пов'язані зі сприйняттям мовленнєвих подразників і з відповіддю на ці подразники. Довільна регуляція пов'язана з другою сигнальною системою і виникає лише з розвитком мовлення.

Велике значення мають захисні рефлексі слизових оболонок дихальних шляхів. Ці рефлексі перешкоджають потраплянню в дихальні шляхи шкідливих речовин або сприяють видаленню наявних подразнюючих речовин. Так, при подразненні чутливих рецепторів у гортані і трахеї пилом або слизом повітря

судорожно виштовхується з легень при широко розкритій голосовій щілині (*кашель*). При подразненні слизової оболонки носа виникає *чхання*.

## 5. Захворювання дихальної системи та їхня профілактика

Хвороби органів дихання в дітей складають приблизно 25% усіх захворювань. Серед найбільш поширених хвороб органів дихання у дітей раннього і дошкільного віку є гострий нежить, ларингіт, бронхіт, гостра пневмонія.

**Гострий риніт (нежить)** – запалення носової порожнини. У дітей спостерігається при грипі, катарі верхніх дихальних шляхів, при корі, дифтерії, сінній лихоманці; хронічний нежить – при вродженому сифілісі та золотусі. Причиною риніту можуть бути віруси, бактерії (стафілококи, стрептококи). Фактори, що спричиняють виникнення риніту: переохолодження організму, різкі температурні коливання, недостатньо провітрені приміщення, забруднене повітря. Основні ознаки риніту: незначне підвищення температури тіла, нездужання, чхання, втрата апетиту, водянисті виділення із носа, закупорка носа, нічне хропіння, кашель, зниження нюху. Слизова оболонка носа червона, покрита прозорою слиззю. На другий – третій день виділення стають слизисто-гнійними, а загальні прояви поступово зменшуються. Виділення зникають і відновлюється прохідність носа на 5 – 7 день. При гострому нежитю можуть виникати ускладнення: запалення середнього вуха (отит), запалення гортані (ларингіт), запалення бронхів і трахеї (бронхіт, трахеїт) та приносних пазух. Профілактика ринітів зводиться до правильного режиму, харчування і поступового загартовування організму дитини.

**Аденоїдит** – запалення мигдаликів носової частини горла. *Аденоїди* – гіперплазовані мигдалики носової частини горла. Захворювання спостерігається найчастіше у дітей віком від 3 до 10 років, проте може бути як у перші роки життя, так і після періоду статевого дозрівання. Запалення мигдаликів часто виникає як наслідок інфекційних хворіб (кір, скарлатина, дифтерія, грип тощо). Порушується носове дихання. У надмірній кількості виділяється світлий або зеленуватий слизистий секрет, що заповнює носові ходи та стікає в носоглотку. Слизова оболонка носа запалена. Порушується сон та спостерігаються розлади з боку інших систем та органів. Основним способом лікування є хірургічне видалення аденоїдних розростань, проте вони можуть у частини хворих рецидивувати. Запобігти захворюванню можна шляхом підвищення опірності організму за допомогою загартовування.

**Гострий ларингіт** – запалення гортані. Прояви ларингіту залежать від локалізації запального процесу (ураження тільки слизової оболонки гортані або разом із нею і фіброзно-еластичної мембрани, хрящів). Розрізняють ларингіт гострий і хронічний. Ларингіт гострий зазвичай виникає при респіраторних вірусних інфекціях, корі, дифтерії, нерідко є і самостійним захворюванням у результаті переохолодження або перенапруги голосових

зв'язок. При гострому ларингіті запальний процес може охоплювати або всю слизову оболонку гортані (розлита форма), або слизову оболонку надгортанника, голосових зв'язок (ізольована форма). Ознаками ларингіту є підвищення температури тіла, нездужання, гавкаючий кашель, лоскотання в горлі, біль при ковтанні, хриплий голос, іноді може бути втрата голосу (афонія). Діти скаржаться на почуття постійного подразнення в ділянці гортані, голос стає сиплим. Поступово кашель стає вологим із виділенням мокрот.

**Гострий бронхіт** (запалення бронхів) – одне з поширених захворювань органів дихання у дітей. Факторами, що сприяють виникненню бронхіту, є кліматично-погодні умови (сирість, переохолодження або перегрівання організму, різкі температурні коливання, надмірно сухе, забруднене і запилене повітря), інфекції носоглотки, порушення носового дихання тощо. Бронхіти у дітей нерідко супроводжуються такими захворюваннями, як грип, кір, коклюш, туберкульоз. Захворювання починається гостро. У дитини підвищується температура, змінюється загальний стан, погіршується самопочуття, сон і апетит, може бути нежить, біль у горлі при ковтанні, біль за грудиною і між лопатками. З'являється сухий кашель. При вислуховуванні відзначаються сухі хрипи, що дзижчать або свистять. Через декілька днів сухий кашель змінюється вологим, починає відокремлюватися мокрота, маленькі діти іноді її заковтують. Простий гострий неускладнений бронхіт закінчується через 7 – 10 днів.

**Гостра пневмонія** – запалення легень. Це поширене захворювання з тяжким перебігом особливо характерне для раннього дитячого віку – в період від 6 місяців до 3 років. Причина пневмонії інфекційна (пневмокок, стрептокок, стафілокок, різні віруси). Гостра пневмонія у дітей розвивається, як правило, на фоні гострого респіраторного захворювання. Ознаками пневмонії є тривала підвищена температура (вище 38 °С більше 3 днів), задуха, кряхтяче дихання.

**Бронхіальна астма** – захворювання, яке характеризується приступами раптової задишки внаслідок спазму (звуження) дрібних бронхів. У розвитку бронхіальної астми велике значення має підвищена чутливість до певних речовин – алергенів (алергенна реакція). Так, приступи бронхіальної астми можуть бути викликані запахом сіна, деяких квітів, вовни, пір'я, кінського поту, а також вживанням певних харчових продуктів – риби, яєць, суніць тощо. Алергенами можуть бути і різні бактерії (стрептококи, стафілококи, пневмококи тощо). Охолодження організму, вогке приміщення, вологий клімат теж сприяють виникненню астматичного приступу. Іноді перед приступом бронхіальної астми хворий відчуває стискання у грудях, йому тяжко дихати, але звичайно приступ виникає раптово, частіше вночі, і супроводжується різкою задишкою. Для полегшення дихання хворий сідає, спирається руками на ліжко, стіл або на свої стегна, щоб фіксувати плечовий пояс, завдяки чому допоміжні дихальні м'язи теж беруть участь у диханні. Під час приступу відмічається короткий вдих і дуже сповільнений видих. Видих буває настільки утрудненим і тривалим, що наступний вдих виникає до його

закінчення, у зв'язку з чим грудна клітка розширюється внаслідок розтягнення повітрям легеневиx альвеол. Виникає гостра емфізема легень. Хворий не рухається, уникає їжі і навіть розмови, оскільки найменший рух посилює задишку. Його обличчя стає одутлим; напруження м'язів викликає венозний застій, внаслідок чого синіють губи. Повітря з напруженням виходить із звужених бронхів; тому дихання супроводиться свистом і хрипом, які чути на відстані. Під кінець приступу, часто з кашлем, виділяється в'язка, слизувате харкотиння. Іноді сильний кашель супроводиться блюванням, приступи бувають тривалими або закінчуються протягом кількох хвилин; в окремих випадках приступ триває кілька годин, а іноді й кілька днів. Приступи можуть бути щоденними, навіть повторюватися кілька разів на день. Часті приступи ослаблюють і виснажують організм, пригнічують психіку хворого.

## 6. Перша допомога при ураженні органів дихання

Причинами ураження органів дихання можуть бути: стороннє тіло в носі, у дихальних шляхах, потоплення, отруєння чадним, побутовим та вихлопними автомобільними газами табл. 8.(с.52).

Таблиця 8

### Перша медична допомога при ураженні органів дихання

Причини ураження органів дихання	Перша допомога
Стороннє тіло в носі	Треба акуратно закрити пальцем вільну ніздрю та змусити людину сякнути.
Стороннє тіло в дихальних шляхах	Потрібно негайно примусити потерпілого покашляти.
Потоплення	На березі покласти потерпілого так, щоб його голова опинилася нижче рівня таза: це сприятиме звільненню дихальних шляхів від води, що туди потрапила; застосувати один із методів видалення води з дихальних шляхів; при зупинці серцевої діяльності і дихання провести реанімаційні заходи.
Отруєння чадним, побутовим та вихлопними автомобільними газами	Відчинити двері, припинити надходження газу: перекрити газ, вимкнути двигун автомобіля; відкрити вікна; винести потерпілого на свіже повітря; викликати «Швидку допомогу»; надати реанімаційну допомогу.

**Реанімація** (від лат. *reanimatio* – повернення до життя) – це низка термінових заходів, спрямованих на відновлення життєдіяльності організму. Для реанімаційних заходів є тільки 4 – 6 хв (час клінічної смерті), коли ще людину можна оживити.

Як правило, зупинка серця супроводжується і припиненням дихання. Щоб серце запрацювало знову, починають **закритий масаж серця**:

- а) покласти основу долоні правої руки на нижню частину груднини, а долоню лівої – на тильну поверхню правої; пальці рук припідняти;
- б) поштовхами натискати на груднину з частотою 60 – 80 разів за хвилину.

Маленьким дітям закритий масаж серця роблять дуже обережно однією рукою, а немовлятам – кінчиками вказівного та середнього пальців однієї руки або великими пальцями обох рук, щоб не пошкодити грудної клітки.

Водночас із масажем серця треба здійснювати **штучне дихання**. Розрізняють такі види й етапи штучного дихання:

**1) спосіб «із рота в рот»:** а) потерпілого покласти спиною на тверду підлогу; б) відкрити йому рот, очистити його (наприклад, від блювотиння, зняти зйомні протези, якщо вони є); в) голову потерпілого закинути назад, стежачи, щоб язик не западав у гортань; г) однією рукою тримати голову та шию потерпілого, другою затиснути йому ніздрі; д) глибоко вдихнути і крізь носовичок, щільно охопивши губами губи хворого (для більшої герметизації), зробити енергійний видих (вдування повітря у його легені); перші 5 – 10 вдувань слід робити швидко – 20 – 30 за хвилину, наступні – по 12 – 15 за хвилину;

**2) спосіб «із рота в ніс»:** а) однією рукою тримати голову потерпілого закинутою, другою закрити йому рот; б) глибоко вдихнути й, охопивши губами ніс людини (крізь носовичок), енергійно видихнути;

**3) за методом Сильвестра:** а) потерпілого покласти спиною на тверду підлогу; б) під спину підкласти валик; в) стати на коліна біля голови потерпілого; г) відвести руки потерпілого в боки та вгору над головою (вдих); д) міцно притулити руки потерпілого до нижньої частини грудей (видих); е) повторювати такі дії доти, доки не відновиться дихання;

**4) за методом Холгера-Нільсена:** а) потерпілого покласти на тверду підлогу, вниз животом; б) голову потерпілого повернути убік; в) стати на коліна біля його голови і періодично стискати руками нижню частину грудної клітки (видих); стискати грудну клітку слід обережно, щоб не поламати ребра.

Ефективність реанімаційних заходів визначають за відновленням серцевої діяльності: поява серцевих тонів, артеріального пульсу, самостійного дихання, реакції звуження зіниць. Якщо ж дихання і серцева діяльність не відновлюється, штучне дихання і закритий масаж серця слід робити доти, доки не приїде «Швидка допомога».

### Питання для самоконтролю

1. Визначте біологічні функції дихальної системи.
2. У чому полягає взаємозв'язок будови і функцій дихальних шляхів та легенів?
3. Вкажіть вікові особливості анатомічної будови органів дихання.
4. Охарактеризуйте дихальний цикл.
5. Розкрийте механізм першого вдиху.
6. Назвіть об'ємні показники дихання. Як вони залежать від віку, статі, тренуваності організму?
7. Поясніть механізм газообміну в легенях і тканинах.
8. Охарактеризуйте регуляцію дихання.
9. Вкажіть причини, шляхи зараження, ознаки захворювань органів дихання у дітей.
10. Назвіть способи штучного дихання та порівняйте їх.

### Література

1. Грибан В.Г. Валеологія : навчальний посібник. – К. : Центр навчальної літератури, 2005. – С. 185 – 195.
2. Коцур Н.І. Основи педіатрії і дитячої гігієни : навчальний посібник. – Переяслав-Хмельницький – Чернівці : Книги-XXI, 2008. – С. 276 – 297.
3. Маруненко І.М., Неведомська Є.О., Бобрицька В.І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни : курс лекцій : навчальний посібник. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – С. 161 – 187.
4. Плахтій П.Д., Мисів М.П., Циганівська О.І. Вікова фізіологія. Теорія, практикум, тести : навчальний посібник. – Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О.А., 2008. – С. 288 – 331.
5. Практикум з валеології. Основи долікарської допомоги : навчально-методичний посібник [для студентів вищих навчальних закладів, вчителів та учнів загальноосвітніх шкіл] / укладачі Цимбал Н.М., Берегова О.Д. – Тернопіль : Навчальна книга-Богдан, 2007. – 112 с.
6. Ріст і розвиток людини : підручник / В.С. Тарасюк, Н.В. Титаренко, І.Ю. Андрієвський та ін.; за ред. В.С. Тарасюка, І.Ю. Андрієвського. – К. : Медицина, 2008. – С. 162 – 181.
7. Хрипкова А.Г. Возрастная физиология / пер. с рус. – К. : Высшая школа, Главное изд-во, 1982. – С. 210 – 222.

## ЛЕКЦІЯ № 5

# **Вікові анатомо-фізіологічні особливості будови і функції органів травлення. Валеологічні принципи профілактики захворювань органів травлення у школярів**

### **План**

1. Біологічне значення процесу травлення.
2. Будова та функції органів травлення.
3. Травлення в ротовій порожнині.
4. Травлення у шлунку.
5. Травлення у кишківнику.
6. Інфекційні захворювання органів травної системи та заходи їхньої профілактики.
7. Хвороби органів травної системи.
8. Перша допомога при харчових отруєннях.

### **Теоретичні відомості**

#### **1. Біологічне значення процесу травлення**

Травленням вважається процес фізичної та хімічної обробки їжі з метою перетворення її у прості та розчинні сполуки, які можуть всмоктуватися, переноситися кров'ю та засвоюватися організмом. Найбільш важливим етапом цього процесу є хімічне розщеплення компонентів їжі, яке відбувається за участю ферментів (біологічних каталізаторів). Усі ферменти травної системи організму людини специфічні і поділяються на три групи: пептидази (розщеплюють білкові компоненти їжі), ліпази (розщеплюють жири) та амілази (розщеплюють вуглеводи). У процесі перетравлення їжі білки розпадаються до амінокислот; жири – до гліцерину та жирних кислот; вуглеводи – до моноцукрів (глюкози та ін.). Такі хімічні речовини зі складу їжі, як вода, вітаміни, мікроелементи та неорганічні компоненти, засвоюються організмом у незмінному вигляді, тому вони не перетворюються і не мають ферментів для перетравлення.

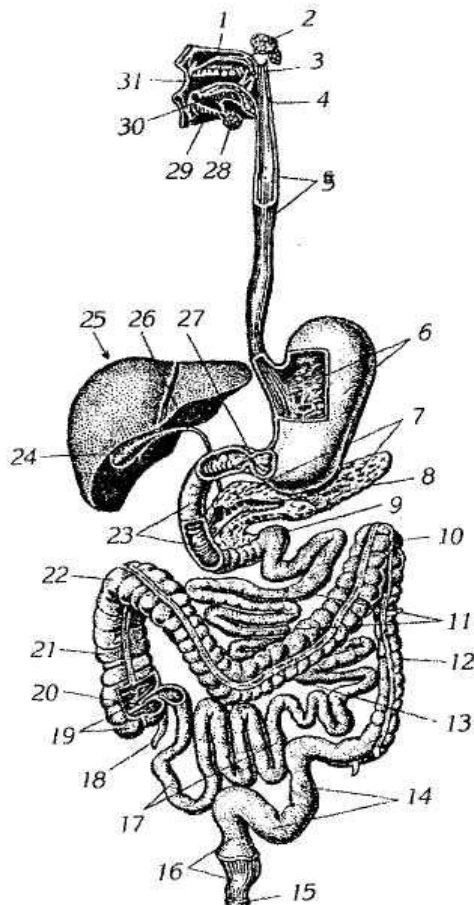
#### **2. Будова та функції органів травлення**

Система органів травлення людини (рис. 3) складається з травного каналу (ротової порожнини, глотки, стравоходу, шлунка, тонкої і товстої кишок) і травних залоз (слинні залози, печінка та підшлункова залоза). Довжина травного каналу 8 – 10 метрів.

Виділення ферментів та інших речовин у складі слини, шлункового, підшлункового, кишкового соків та жовчі становить *секреторну* функцію



травної системи. У жуванні, ковтанні, переміщенні їжі вздовж травної системи та видаленні незасвоєних решток полягає *рухова* функція. *Всмоктування* поживних речовин здійснюється слизовою оболонкою шлунка тонкої і товстої кишки. *Видільна* функція передбачає виведення з організму деяких продуктів обміну речовин.



**Рис. 3. Травна система**

- 1 – тверде піднебіння; 2 – привушна залоза; 3 – м'яке піднебіння; 4 – глотка;  
 5 – стравохід; 6 – шлунок; 7 – підшлункова залоза; 8 – протока підшлункової залози;  
 9 – випин кишки; 10 – лівий згин ободової кишки; 11 – порожниста кишка;  
 12 – низхідна ободова кишка; 13 – поперечна ободова кишка; 14 – сигмоподібна ободова  
 кишка; 15 – м'яз-стискач відхідника, зовнішній; 16 – пряма кишка;  
 17 – клубова кишка; 18 – апендикс; 19 – сліпа кишка; 20 – клубово-сліпокишкова заслона;  
 21 – висхідна ободова кишка; 22 – правий випин ободової кишки; 23 – дванадцятипала  
 кишка; 24 – жовчний міхур; 25 – печінка; 26 – жовчна протока;  
 27 – сфінктер воротаря; 28 – підщелепна залоза; 29 – під'язикова залоза; 30 – язик;  
 31 – порожнина рота

### 3. Травлення в ротовій порожнині

Ротова порожнина – це початковий відділ травного апарату. У ротовій порожнині починається фізична та хімічна обробка їжі, визначається її смак та інші якості. Механічне подрібнення їжі здійснюється за допомогою зубів та язика. Доросла людина має 32 зуби (кожна 1/2 частина верхньої або нижньої щелепи містить 2 різці, 1 ікло, 2 малих корінних, або кутніх, та 3 великих корінних, або кутніх, чи молярних, зуби). Зуби закладаються та розвиваються у товщині щелеп. У 4 – 6 місяців постнатального життя дитини починають

виростати тимчасові (молочні) зуби: спочатку різці, потім моляри. Ріст молочних зубів триває до 2 – 2,5 років і за цей період їх виростає до 20 (по 10 у кожній щелепі: 4 різці, 2 ікла, 4 моляри). Постійні зуби закладаються ще на 5-ому місяці розвитку зародка, але починають прорізатися у 6 – 7 років, замінюючи собою молочні зуби. Під час розвитку дітей основна кількість постійних зубів (до 28) виростає до 14 – 15 років, і лише треті моляри (зуби мудрості) можуть прорізатися у різні строки аж до віку 25 – 29 років. Треті великі зуби особливого значення для травної системи людини не мають, оскільки вони зазвичай непарні і до того ж живуть короткий час.

Кожен зуб має коронку, що вкрита емаллю, шийку і корінь. Основна тканина зубів – це дентин, який на 70 – 80 % утворений із неорганічних солей фосфату та флуориду кальцію. У складі емалі зубів вміст неорганічних речовин сягає 96 – 98 %, тому вона дуже тверда. Центральна частина зубів заповнена пухкою сполучною тканиною, що пронизана нервами, кровоносними судинами та лімфатичними протоками і називається пульпою зуба. Через пульпу здійснюється обмін речовин у тканинах зубів.

Молочні зуби мають таку ж будову та хімічний склад, як і постійні, але вміст неорганічних речовин у складі їхніх тканин у 1,5 – 2 рази менший, тому вони крихкі та ніжні, що слід враховувати при організації харчування дітей дошкільного та молодшого шкільного віку. Треба також пильно стежити за здоров'ям молочних зубів, так як постійні зуби закладаються і виростають під ними, і тому хвороби молочних зубів (особливо карієс – інфіковане пошкодження емалі та тіла зубів) можуть передаватися на молоді постійні зуби. Найбільший негативний вплив на стан емалі завдає молочна кислота, яка є продуктом розпаду вуглеводів у ротовій порожнині під дією ферментів слини. Шкодить емалі також різке коливання температури, нестача у складі їжі вітамінів В<sub>2</sub> і Д, мікроелементів кальцію, фосфору та відсутність ультрафіолетових сонячних променів. Профілактика карієсу повинна включати повноцінне харчування та дотримання гігієни ротової порожнини з обов'язковою чисткою зубів після кожного приймання їжі.

Як відомо, у роту порожнину відкриваються протоки трьох пар слинних залоз, а саме: привушних, під'язикових та піднижньощелепних. Крім цього, багато залозистих клітин, що виробляють слиз, розташовані по всій внутрішній поверхні ротової порожнини. Жування посилює слиновиділення. Кількість крові, яка протікає через слинні залози під час їхньої дії, збільшується у 3 – 4 рази. Тому у процесі простого жування можна «перегнати» й очистити через слинні залози до 6 літрів крові.

Слина на 98 % складається з води, а решта 2 % – це білкові (в тому числі ферменти амілаза і мальтаза та слиз муцин, а також лізоцим) і мінеральні компоненти, що створюють її лужну реакцію. Білок слини муцин робить слину клейкою, завдяки чому їжа легше проковтується. Лізоцим має бактерицидну дію і сприяє заживленню ран. Амілаза розщеплює полісахариди до мальтози, а мальтозу – до глюкози. Початий у ротовій порожнині процес перетравлення вуглеводів продовжується у стравоході та шлунку до того моменту, поки шлунковий сік (кислої реакції) не нейтралізує дію ферментів слини. Пережована їжа шляхом ковтання переводиться із ротової порожнини у глотку, стравохід і далі у шлунок.

У дітей слинні залози сформовані від народження, але виділення слини незначне. Уже з 4 – 6-місячного віку слиновиділення значно посилюється. З віком у дітей кількість слини, що виділяється, зростає, і це триває до 17 – 18 років. Усього за добу у дітей 12 років виробляється до 800 мл слини, у дорослих – 1000 – 1200 мл.

#### 4. Травлення у шлунку

Шлунок – найбільш широка частина травного каналу, що вміщує у дітей від 0,2 до 0,6 л, а у дорослих 1 – 2 л їжі. Розташований шлунок у передній частині черевної порожнини під діафрагмою. Слизова оболонка шлунка містить залози, утворені трьома видами клітин:

- *головними*, що виробляють ферменти пепсиноген (неактивна форма ферменту пепсину, що може розщеплювати білки); ліпазу, яка особливо активна у немовлят і здатна розщеплювати емульговані жири (наприклад, розщеплює до 25 % жирів материнського молока); хімосин (ренін), що сприяє згортанню молока і найактивніше діє у шлунку дітей. У дорослих (після 18 років) ліпази шлунка не мають особливого значення для процесів перетравлення їжі;
- *обкладовими*, що розташовані кільцем навколо головних клітин і здатні виробляти соляну кислоту, яка виконує передовсім захисну, дезинфікуючу функцію відносно бактерій, що потрапляють у травну систему з їжею. Соляна кислота також емульгує жири, активує ферменти, зумовлює денатурацію та набухання білків, що сприяє їх кращому перетравленню, стимулює рухову активність шлунка;
- *додатковими*, що виробляють слиз (муцин), який захищає стінки шлунка від дії соляної кислоти та від самоперетравлювання власними білковими ферментами.

Суміш продуктів діяльності усіх вказаних трьох типів клітин утворює шлунковий сік, який містить до 0,5 % соляної кислоти і загалом має кислу реакцію (рН 0,9 – 2,5). Шлунковий сік безбарвний і, крім ферментів та кислоти, містить ще багато білків (до 3 г/л), а саме: мукопротеїдів, сечовину, сечову і молочну кислоти, амінокислоти, поліпептиди, глікопротеїди, в тому числі такі, що сприяють всмоктуванню ціанкобаламіну (вітаміну В<sub>12</sub>), необхідного для нормального перебігу процесів кровотворення. За добу у дорослої людини виробляється до 2,0 – 2,5 літра шлункового соку. У стінках шлунка наявні ще й ентероендокринні клітини, що здатні виробляти шлункові ензими (своєрідні гормони) гастрин, серотонін та ін., які всмоктуються у кров і беруть участь у гуморальній регуляції ферментативної активності самого шлунка. Наприклад, гастрин активно утворюється за наявності у їжі білків (тобто він немовби «розпізнає» білки) і після всмоктування у кров зворотним током крові збільшує активність головних та обкладових клітин у залозах шлунка, збільшуючи цим виділення пепсиногену та соляної кислоти, яка і собі інтенсивніше активує перетворення пепсиногену у пепсин, внаслідок чого перетравлення білків активізується.

Існує декілька шляхів регуляції виділення шлункового соку: рефлексорний (від рецепторів, які сприймають механічні подразнення їжею

слизової рота, глотки та стінок шлунка); гуморальний (від зворотної дії хімічних речовин, які потрапляють у кров при перетравленні їжі, у тому числі гастрину, як це вже описано) та умовно-рефлекторний шлях регуляції (на вигляд та запах їжі, яка знайома і раніше споживалася).

Гальмування секреції шлункових залоз може бути пов'язане з тим, що у початковий відділ тонкої кишки (у дванадцятипалу кишку) потрапила жирна або надмірно кисла (від соляної кислоти) їжа, а також коли людина переживає негативні емоційні стани (гнів, страх, неприємний вигляд або запах їжі тощо).

Шлунок грудних дітей майже весь розташований у лівому підребер'ї. Спочатку він займає горизонтальне положення, згодом, коли дитина починає стояти і ходити, воно змінюється на більш вертикальне. Процеси клітинної диференціації залоз слизової шлунка у дітей тривають від моменту народження до 7 років і остаточно закінчуються у 13 – 16 років. Функція синтезу соляної кислоти у дітей більш-менш активно починає розвиватися з 2,5 – 4 років. За даними М.М. Безруких (2002), у 7 років кислотність шлункового соку становить приблизно 36 %, а у 12 років – 63 % від такої ж у дорослих. Зменшена кислотність шлункового соку у дітей обумовлює його знижену бактерицидну активність і схильність дітей до шлунково-кишкових захворювань. Низька кислотність шлункового соку обумовлює також те, що у дітей до 1,5 – 2,5 р. пепсин шлунка здатен перетравлювати лише білки молока. У той же період активно здатні діяти на інші компоненти молока (жири, вуглеводи) такі ферменти, як хімосин та ліпаза. У дітей також значно підвищена активність утворення гастрину, яка навіть у 15 років вища, ніж у дорослих людей. Завдяки цьому дітям притаманне прискорене перетравлення їжі порівняно з дорослими, і тому діти потребують частішого харчування (у молодшому шкільному віці до 5 – 6 разів на добу). Всмоктування продуктів перетравлення їжі у шлунку незначне, лише у пілоричному відділі можуть всмоктуватися вода, алкоголь, моноцукри.

## 5. Травлення у кишківнику

Розрізняють тонкий кишківник (4 – 4,5 м), у якому відбувається перетравлювання та всмоктування поживних речовин, і товстий кишківник (1 – 1,5 м), де всмоктується вода, формуються калові маси. Тонкий кишківник має три відділи: дванадцятипалу, порожнисту та клубову кишки.

Частково перетравлена у шлунку їжа через пілоричний клапан (сфінктер) поступово порціями по 40 – 60 мл потрапляє у дванадцятипалу кишку, яка є початковим відділом тонкої кишки. На цій ділянці травного тракту їжа зазнає впливу трьох видів травних соків: кишкового, підшлункового та жовчі. Завдяки цьому на рівні дванадцятипалої кишки перетравлюється до 60 – 63 % всіх білків і вуглеводів та 5 – 10 % усіх жирів.

У центрі дванадцятипалої кишки відкривається загальна протока від підшлункової залози та від жовчного міхура печінки, через яку в порожнину дванадцятипалої кишки потрапляють відповідно сік підшлункової залози та продукт діяльності печінки – жовч.

Підшлункова залоза має видовжену форму і розташована між селезінкою і дванадцятипалою кишкою.

Сік підшлункової залози – це безбарвна прозора рідина лужної реакції, що містить такі основні групи ферментів: 1) пептидази (в основному трипсин та хімотрипсин, що розщеплюють білки), 2) ліпази, які за рахунок їхньої активації жовчю печінки діють на жири, перетравлюючи їх до гліцерину та жирних кислот, 3) амілази (мальтазу та лактазу), які діють на вуглеводи, перетравлюючи їх до глюкози та інших моноцукрів.

Секреція підшлункової залози регулюється нервовим (блукаючим нервом) та гуморальним шляхами. Збудниками блукаючого нерва є вигляд та запах їжі, а також акти жування і ковтання їжі. Гормональну регуляцію здійснює гормон дванадцятипалої кишки – секретин. Кількість та склад підшлункового соку залежать від виду їжі. Наприклад, на їжу, що містить м'ясо, підшлункового соку виділяється у 2,5 раза більше, ніж на жирну їжу; на хліб та інші вуглеводи максимальна активність залози спостерігається впродовж першої години після приймання їжі; на м'ясо – на другій годині і т. д.

Розміри та маса підшлункової залози з віком значно змінюються: у 5 – 10 років її вага становить 20 – 30 г, у 15 років – 60 г, а у дорослої людини – до 100 г.

За розмірами підшлункова залоза росте до 8 років, а ферментативна активність її білкових ферментів наростає до 6 років, ліпази – до 7 – 9 років. У вуглеводних ферментів максимальна активність настає у 9 – 10 років. Ці дані слід враховувати при організації харчування дітей.

Печінка є найбільшою залозою організму (вага досягає 1,5 кг), яка розташована у правому підребер'ї під діафрагмою. Сама печінка ділиться на дві частини, або долі: ліву і праву. Між долями розташовані ворота печінки, через які до неї входять кровоносні судини (в тому числі ворітна вена, яка збирає і несе у печінку кров від кишок), нерви, лімфатичні протоки, та виходить жовчна протока.

Печінка є своєрідним сховищем речовин і біохімічною лабораторією організму. Так, наприклад, продукти перетравлення вуглеводів (моноцукри) в печінці перетворюються у глікоген, який накопичується в її клітинах. Коли виникає потреба у додатковій енергії (наприклад, при фізичних навантаженнях), глікоген печінки переробляється у цукор декстрозу і з кров'ю надсилається до м'язів та інших тканин організму, де включається у схеми синтезу аденозинтрифосфорної кислоти (АТФ) як носія енергії. У печінці відбуваються також процеси гемолізу (руйнування) еритроцитів крові, що відмирають. Із гемоглобіну таких еритроцитів, між іншим, вивільняється залізо (гем), яке накопичується у спеціалізованих клітинах паренхіми печінки і далі може поступово використовуватися при синтезі нових еритроцитів крові в червоному кістковому мозку.

Найважливіша функція печінки полягає у нейтралізації токсинів, які утворюються в організмі або потрапляють до нього з їжею чи водою. Токсини чаю, кави, какао, алкоголю, тютюну під дією клітин печінки, перетворюються у нешкідливі речовини і видаляються нирками. Деякі токсичні кінцеві продукти перетравлення їжі в кишківнику (наприклад, індол, що містить сірку і є побічним продуктом неповної переробки надлишку білків яєць, м'яса або бобів) у печінці зазнають детоксикації і видаляються у складі жовчі. Жовч

містить 90 % води і 10 % неорганічних та органічних речовин (жовчні кислоти, холестерин, лецитин, муцин і жовчний пігмент-білірубін). Із неорганічних речовин у жовчі є солі калію, магнію, кальцію.

Жовч в організмі є не тільки зайвим продуктом, що підлягає видаленню, а й відіграє важливу роль у регуляції та здійсненні процесів перетравлення їжі. Так, наприклад, незважаючи на те, що ферментів у складі жовчі нема, вона бере участь у процесах активізації ліпази та інших ферментів кишкового соку. По-друге, жовч обумовлює емульгування жирів до дрібних краплинок, які краще піддаються дії ліпаз. Жовч також нейтралізує кислотність шлункового соку, активно впливає на процеси всмоктування стінками кишок продуктів перетравлення їжі, перешкоджає гнильним процесам у кишках. Кількість жовчі, що виробляється, з моменту народження дитини вже достатня для емульгування жирів молока. У перші роки життя дитини вміст жовчних кислот у складі жовчі відносно високий. У дошкільний та молодший шкільний вік кислотність жовчі значно знижується, а у дорослих знову суттєво зростає. Вказана динаміка свідчить, що для дітей дошкільного і молодшого шкільного віку жирна їжа є занадто важкою, тоді як білкова та вуглеводна є найбільш придатною.

За добу у дорослої людини виробляється до 1000 мл жовчі. Регуляція виділення жовчі здійснюється через блукаючі і симпатичні нерви. Печінка інтенсивно росте до 25 років, збільшуючи масу від 150 г (у новонародженого) до 1500 г (у дорослих).

Із дванадцятипалої кишки харчові речовини переміщуються у наступні відділи тонкої кишки: порожню та клубову. У цих відділах травного тракту насамперед продовжуються й остаточно завершуються процеси перетравлення білків, жирів та вуглеводів. Це здійснюється за рахунок ферментів кишкового соку, яких нараховують близько 20. Так, наприклад, ферменти ерепсин і нуклеаза доводять розпад пептонів і альбумоз до амінокислот; ліпази перетравлюють жири до рівня гліцерину та жирних кислот, інвертази та амілази розщеплюють вуглеводи до глюкози та інших моноцукрів. Більша кількість ферментів кишкового соку утворюється епітелієм слизової кишки, забезпечуючи пристінкове перетравлення. Водночас у тонкій кишці відбувається інтенсивне всмоктування продуктів розпаду, а саме амінокислот білків, глюкози та частково гліцерину – у кров; жирних кислот і більшої частини гліцерину – у лімфу.

Тонка кишка є також своєрідним органом внутрішньої секреції. Ентероендокринні клітини стінок тонкої кишки виробляють 7 типів гормонів, у тому числі секретин (стимулює роботу підшлункової залози); холецистокінін (стимулює секрецію підшлункової залози та моторику кишок); гастрин (стимулює секрецію соляної кислоти у шлунку), глюкагон (регулює процеси утворення та видалення глікогену печінки); кохеїн (регулює перистальтику кишок); віллікінін (стимулює скорочення ворсинок тонкої кишки); ентерокінін (зумовлює збільшення секреції кишкового соку) тощо.

Кишки найбільш інтенсивно ростуть у довжину в період з 1 до 3 років та з 10 до 15 років.

Із тонкої кишки, довжина якої у дорослих становить 5 – 7 м, а загальна площа слизової (за рахунок ворсинок) сягає 500 м<sup>2</sup>, харчові речовини

потрапляють у товсту кишку. У товстій кишці виділяють такі відділи: сліпу кишку з червоподібним відростком – апендиксом, ободову і пряму. Ободова кишка, зі свого боку, поділяється на висхідну, поперечну, низхідну та сигмоподібну. Загальна довжина товстої кишки у дорослих становить 1 – 2 метри. У цьому відділі травного тракту ферментативна обробка їжі майже припиняється, але починаються гнильні та бродильні процеси під дією численних, у тому числі корисних, бактерій. У цих умовах передовсім, починається інтенсивне розщеплення рослинної целюлози до рівня моноцукрів, бурштинової та молочної кислоти. Бактерії товстої кишки живляться неперетравленими залишками білків і амінокислот. Основними продуктами діяльності бактерій товстої кишки є синтез вітаміну К та вітамінів групи В. Водночас побічними продуктами діяльності кишкових бактерій є утворення отруйних для організму сполук ряду, а саме індолу, скатола, фенолу та інших речовин, які потрапляють у кров, із нею досягають печінки і лише там нейтралізуються.

У товстих кишках із харчової маси всмоктуються залишки води, а із твердих речовин (хімусу) утворюються калові маси, які поступово переходять у пряму кишку та виводяться з організму при акті дефекації, який здійснюється рефлексорно.

Найважливіша функція всіх кишок – це забезпечення остаточного перетравлення їжі та всмоктування продуктів її перетравлення. У дітей до 12 –13 років спостерігається підвищена проникність кишкових стінок для білків та продуктів розпаду білків (амінокислот). Наприклад, натуральні білки молока, яєць, деякі продукти неповного перетравлення інших компонентів їжі і навіть токсичні речовини можуть безпосередньо потрапляти у кров, призводячи до алергічних реакцій, свербіння, токсикозів тощо. У зв'язку з цим треба обмежувати в харчовому раціоні дітей їжу, занадто збагачену на легко засвоювані білки.

Другою важливою функцією кишок є їхня моторика, яка забезпечує постійне перемішування продуктів їжі з травними соками та рух їжі вздовж травного тракту. Моторика також забезпечує підвищений внутрішньо-кишковий тиск, що сприяє поліпшенню процесів всмоктування (осмосу) продуктів перетравлення. М'язи кишок у дітей до 12 років розвинуті слабо, що обумовлює часті запори.

Скорочення кишкових м'язів регулюється рефлексорно та гуморально. Рефлексорна регуляція здійснюється блукаючим (головним нервом парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи) та симпатичними нервами. Імпульси блукаючого нерва підсилюють перистальтику, а симпатичних нервів – пригнічують її, що буває від болю, страху, гніву тощо. При дуже сильному переляку може виникати надмірна активація блукаючого нерва, що призводить до підвищеної перистальтики (виникає так званий «нервовий пронос»). Гуморальна регуляція забезпечується насамперед речовиною холіном, що утворюється у слизовій дванадцятипалої кишки, всмоктується у кров і через неї активізує перистальтику. Аналогічний ефект дають підвищене виділення жовчі та надлишок у складі їжі солі кальцію, тоді як солі калію пригнічують перистальтику.

## 6. Інфекційні захворювання органів травної системи та заходи їхньої профілактики

Найпоширеніші й найнебезпечніші гострі інфекційні захворювання травних шляхів – це дизентерія, хвороба Боткіна (жовтяниця) і холера. Причиною їх виникнення є порушення правил гігієни – немиті руки, фрукти, овочі; недотримання норм кулінарної обробки їжі; купання та пиття води із невідомих водойм, особливо закритих (озера, ставки); порушення правил зберігання харчових продуктів, особливо м'ясних та молочних (наприклад, не в холодильнику); контакт із хворими на ці хвороби. Переносниками багатьох інфекційних хворіб травних шляхів є мухи.

Дизентерія – гостре інфекційне захворювання товстого кишківника – спричиняє дизентерійна паличка. Через 2 – 7 днів після зараження у людини з'являються гострі ознаки захворювання: надзвичайна кволість, млявість, озноб, підвищення температури тіла, болісні спазми у животі. Частота випорожнень збільшується до 10 – 25 разів на добу. Кал рідкий, із великим вмістом слизу та домішками крові.

Хвороба Боткіна, або вірусний гепатит, – гостре інфекційне захворювання, за якого переважно уражається печінка. Спричиняють цю хворобу віруси гепатиту А, В або С. Вірус гепатиту А (структури, що містять РНК) найчастіше передається через їжу та воду. Вірус гепатиту В (структури, що містять ДНК) передається під час переливанні крові, вживання ліків, статевих зносин, а також від інфікованої матері до дитини під час пологів. Зазвичай вірусний гепатит є гострим короткочасним захворюванням. Однак хронічний гепатит В або С може призвести до цирозу; він підвищує також ризик виникнення раку печінки. Гепатитові А та В можна запобігти імунізацією.

Людина заражається на вірусний гепатит через забруднені випорожненнями харчові продукти, воду, домашні речі, брудні руки. Мухи теж є переносниками вірусу гепатиту. Зараження може статися при купанні у закритих непроточних водоймах, коли людина з необережності ковтне воду. Захворювання починається через 40 днів з моменту потрапляння збудника до організму і виявляється болем у горлі, кволістю, появою нудоти, блюванням, підвищенням температури тіла. Сеча темнішає, а кал знебарвлюється, через декілька днів з'являється жовтяниця. Ця хвороба дуже небезпечна, бо призводить до загибелі клітин печінки і розладу всіх її функцій. Інфекційне походження цього захворювання вперше довів видатний російський терапевт і вчений С.П. Боткін.

Холера – це особливо небезпечна гостра інфекція органів травлення, що швидко призводить до смерті хворого і набуває характеру поширеної епідемії. Її збудником є холерна паличка, яка міститься у різних водоймах. Зараження відбувається через рот із їжею або водою, інфікованими холерною паличкою. Починається хвороба раптовими нестримними проносами – до 30 разів на добу. Випорожнення рідкі, нагадують рисовий відвар. Із ними людина втрачає багато води і мінеральних солей. Організм зневоднюється, виснажується, отруюється речовинами, які виділяє збудник у процесі своєї життєдіяльності.



## 7. Хвороби органів травної системи

Пептична виразка трапляється приблизно у 10% населення розвинених країн. Відомі декілька причин цього захворювання. Однак 90% виразок дванадцятипалої кишки та 70% виразок шлунка розвиваються під впливом бактерії *Helicobacter pylori*. Іншими факторами можуть бути нестероїдні протизапальні засоби (НСПЗЗ), куріння, стрес, алкоголь, спадковість. Основним симптомом є періодичний біль у верхній ділянці живота, який зникає після вживання їжі або антацидів.

Пептична виразка переважно уражає дванадцятипалу кишку. Основною локалізацією виразки у шлунку є мала кривизна. Виразка може виникати також у стравоході та тонкій кишці.

У нормі внутрішня оболонка стінки шлунка та дванадцятипалої кишки захищена шаром слизу від дії хлористоводневої кислоти, пепсину (травного ферменту) та різноманітних шкідливих речовин. Ушкодження виникає внаслідок порушення слизового бар'єру органа та контакту шлункового соку з клітинами внутрішньої оболонки шлунка. На ранній стадії відбувається лише часткове ураження слизової оболонки шлунка у вигляді неглибокого ушкодження, яке називається ерозією.

При виразці ушкоджуються слизова, підслизова та м'язова оболонки. Пептичні виразки мають круглу або овальну форму. Вони можуть ставати хронічними і загоюватися з утворенням рубців.

Пептична виразка може уражати всю товщу стінки органа. Це спричиняє ушкодження артерії та кровотечу. Іншим ускладнення є звуження вихідного отвору шлунка внаслідок утворення рубців.

Доброякісні виразки шлунка та дванадцятипалої кишки (пептичні виразки) належать до найпоширеніших захворювань верхніх відділів травного тракту. Крім цього, виникають грижа стравохідного отвору, запалення (гастрит та дуоденіт) і рак шлунка.

Грижа стравоходу – вихід частини шлунка у грудну клітку через нормальний отвір у діафрагмі. Здебільшого виникає в людей з надмірною вагою тіла, середнього або похилого віку, особливо в жінок.

Гастрит – запалення стінки шлунка. Можливими причинами розвитку гастриту є подразнення, зумовлені алкоголем, димом тютюну, НСПЗЗ. Останні дослідження підтверджують роль бактерії *Helicobacter pylori* як чинника розвитку гастриту. Гастрит може розвиватися повільно або виникати раптово. Симптоми: нудота, біль у верхній ділянці живота, порушення травлення.

**Хвороби печінки.** Основною причиною захворювань печінки є надмірне споживання алкоголю. До інших причин належать вірусні інфекції печінки, небажані ефекти ліків та отруєння хімічними сполуками. Такі ушкодження можуть спричинити цироз. У печінці іноді розвивається рак, але переважно він поширюється з травного тракту та легень. Рідко трапляється така вроджена вада, як атрезія жовчних проток. Якщо дітей із цим захворюванням не лікувати у перші тижні життя, у них розвивається жовтяниця та виражене ушкодження печінки.

Тривале зловживання алкоголем спричиняє цироз печінки, при якому обмежується регенерація її клітин. Алкогольне ураження печінки спочатку безсимптомне, але аналіз крові виявляє порушення функції цього органа. З часом розвивається жовтяниця та затримка рідини в організмі. Алкоголь лише частково руйнується ферментами шлунка. Активність ферментів у жінок менша, тому вони є групою особливого ризику.

Алкогольне ураження печінки зумовлює надмірне накопичення жирів у клітинах печінки (жирова дистрофія), що спричиняє збільшення розмірів печінки та її болючість. Іноді виникає запалення (алкогольний гепатит). У таких випадках подальше зловживання алкоголем призводить до цирозу або печінкової недостатності. Алкоголь частково виділяється через нирки та дихальні шляхи, решта у печінці перетворюється на ацетальдегід, токсичний для клітин печінки. Унаслідок утворення ацетальдегіду в печінці виникає ушкодження клітин та запалення, що призводить до порушення її функцій.

Важливим симптомом захворювання печінки є жовтяниця, найхарактернішим проявом якої є пожовтіння очей та шкіри. Іншими ознаками є нудота, втрата апетиту, схуднення, накопичення рідини в животі, порушення зсідання крові та збільшення грудної клітки у чоловіків.

У разі неправильного режиму харчування (сухоїдження, великі перерви між їдою, їда на ніч, зловживання жирною їжею) у людини може виникнути запалення жовчного міхура, або холецистит (прояви – нудота, блювання, печія, біль у правому підбер'ї, проноси, лихоманка), а з часом через згущення жовчі в ньому утворюються камінці. Їхня поява є ознакою жовчнокам'яної хвороби. Камені в жовчному міхурі утворюються внаслідок порушення балансу між основними компонентами жовчі і складаються з жовчного пігменту та холестерину. Жовчнокам'яна хвороба виникає переважно у жінок середнього віку з надмірною вагою тіла. Камені з жовчного міхура можуть потрапити у міхурову протоку та опинитися у дванадцятипалій кишці або закупорити протоки. Проходячи через цю протоку, камені спричиняють сильний біль (жовчну кольку). Закупорення каменями міхурової протоки зумовлює жовтяницю, інфекцію жовчної протоки (холангіт), сильний біль у верхній ділянці живота. Закупорення основної протоки підшлункової залози спричиняє панкреатит.

Внаслідок запалення в жовчному міхурі накопичується гній (такий стан називається емпіємою), що спричиняє розрив міхура (перфорація) з подальшим розвитком перитоніту.

При жовчнокам'яній хворобі виникає запалення підшлункової залози. До інших захворювань підшлункової залози належать рак та псевдокісти. Ураження підшлункової залози може спричинити цукровий діабет і порушення травлення.

Рак підшлункової залози найчастіше розвивається у людей похилого віку. Основним симптомом захворювання є ниючий біль у верхній ділянці живота, який віддає у спину. До інших ознак належать втрата апетиту, зменшення ваги тіла та жовтяниця. Рак може поширюватися з голівки підшлункової залози до дванадцятипалої кишки, а також через системний кровообіг до печінки й

легень. Часто рак виникає в голівці підшлункової залози, у ділянці ампули **Фатера**. Уражуються екзокринні залози, менше – ендокринні.

**Запальне ураження кишок.** Під терміном «запальне ураження кишок» розуміють виразковий коліт та хворобу Крона. Обидва захворювання виникають внаслідок хронічного запалення стінки кишок. Причиною їх можуть бути аутоімунні реакції організму. Основні симптоми: кровотеча, біль у животі, лихоманка та пронос.

**Поліпи товстої кишки.** Поліпи – утвори, що є наслідком розростання слизової оболонки. Вони можуть спричинити кровотечу прямої кишки, що призводить до розвитку анемії або злоякісної пухлини.

**Апендицит.** Запалення червоподібного відростка товстої кишки – апендикса – виникає часто, особливо у дітей. Захворювання спричиняє гострий біль, чутливість у нижній правій частині живота. До інших симптомів належать втрата апетиту, нудота, блювання, незначна лихоманка. Лікування зазвичай полягає у хірургічному видаленні апендикса, що називається апендиктомією. Якщо запалення не лікувати, апендикс може розірватися, а це спричинить перитоніт (запалення очеревини) та утворення абсцесів.

Кишкова непрохідність потребує негайного хірургічного втручання, її прояви: біль у животі, здуття, відсутність випорожнень, іноді блювання та зневоднення організму. Хворобу можна виявити за допомогою рентгеноскопії. Кишкова непрохідність у немовлят може зумовлюватися інвагінацією – станом, при якому частина кишки вкладається сама в себе, утворюючи «трубку у трубці». До симптомів належить біль у животі та випорожнення, що нагадують желе з порічок. Інвагінація загрозна для життя, але її можна ліквідувати хірургічно або за допомогою барієвої клізми.

Заворот, або перекрут, кишки спричиняє непрохідність. Вона може виникати періодично, зумовлюючи здуття, блювання та спазматичний біль. Для вивільнення та збереження перекрученої ділянки потрібне хірургічне втручання. Якщо не вжити заходів, можливе порушення кровообігу та розвиток гангрени.

**Інфаркт кишки.** Закупорені кровоносні судини брижі зумовлюють недостатнє надходження крові до сегменту кишки. Цей стан, що називається інфарктом кишки, спричиняє розвиток кишкової непрохідності. В уражених ділянках кишки розвивається гангрена, якщо вчасно не застосувати хірургічне втручання.

Геморой – варикозне ураження вен стінки прямої кишки – найчастіше виникає у людей, що страждають від тяжких запорів (захворювання проявляється сильними болями у ділянці прямої кишки та постійними кровотечами під час випорожнення кишківника). У таких хворих часто розвивається недокрів'я, вони стають кволими, блідими. Для профілактики геморою необхідно щодня випорожнювати кишківник, запобігає запорам, вести активний спосіб життя. Крім того, потрібно стежити за своїм харчовим раціоном. У ньому повинні бути свіжі овочі та фрукти, багаті на клітковину.

## 8. Перша допомога при харчових отруєннях

Харчові отруєння виникають за таких причин: вживання несвіжих харчових продуктів, куди потрапили хвороботворні мікроорганізми; отруйних рослин і грибів; отруєння препаратами побутової хімії.

Отруєння харчовими продуктами може виникнути тоді, коли вживаються зіпсовані харчові продукти (зберігання без холодильника, у теплому приміщенні тощо). За порушення правил зберігання таких продуктів можуть виникати тяжкі отруєння бактеріального походження – ботулізм і сальмонельоз.

Ботулізм спричиняє бактерія ботулізму, що виділяє сильну отруту. Бактерія у вигляді спор зберігається у ґрунті, а звідти при порушенні санітарних правил може потрапляти у харчові продукти – м'ясо, шинку, ковбасу, фрукти, овочі тощо. Спори збудника дуже стійкі, вони гинуть тільки за тривалого кип'ятіння. Розмножується бактерія у безкисневих умовах, а тому найчастіше ботулізм виникає після вживання м'ясних, рибних, грибних та овочевих консервів, особливо домашнього приготування. Отрута, яку виділяє бактерія, спричиняє тяжкі ураження центральної та периферичної нервової системи, наслідком чого є параліч, порушення зору (характерно подвоєне зображення предметів в очах). Через ураження центрів дихання та серцевої діяльності довгастого мозку може настати смерть людини.

Сальмонельоз також є харчовим отруєнням бактеріального походження (сальмонели), але іноді захворювання виникає у вигляді епідемічних спалахів. Це відбувається тоді, коли недоброякісний продукт вживало одразу багато людей. При порушенні правил зберігання небезпечними щодо сальмонельозу є: м'ясний фарш, курячі та качині яйця, холодець, сир, ставкова та річкова риба, тістечка та торти з вершковим кремом, вершки, майонез. При цьому сальмонели не змінюють ні смаку, ні запаху їжі. Хвороба починається вже у першу добу після вживання недоброякісного продукту. Виникає тяжке блювання, пронос, значно підвищується температура тіла, з'являється сильний озноб. Організм зневоднюється. У тяжких випадках захворювання за своїми проявами нагадує холеру.

Отруєння можуть спричинити отруйні гриби (наприклад, біда поганка, мухомор червоний, опеньок несправжній, сатанинський гриб).

Під час збирання грибів слід дотримуватися таких правил: не беріть старих, уражених черв'яками грибів; не збирайте грибів, навіть добре відомих їстівних, поблизу автотрас, промислових об'єктів, бо вони мають властивість нагромаджувати шкідливі речовини з довкілля (наприклад, важкі метали, радіонукліди). Готувати страви з грибів слід у той самий день, коли вони зібрані. Перед приготуванням гриби треба добре промити, потім двічі прокип'ятити протягом 20 – 30 хвилин у підсоленій воді, щоразу зливаючи відвар.

Ураження отруйними рослинами часто трапляються у дітей, коли вони вживають отруйні ягоди, сприймаючи їх за їстівні (вовче лико, вороняче око, конвалія, беладона, паслін солодко-гіркий, дурман звичайний, мак снодійний, блекота, цибуля дика).

Перша допомога в усіх цих випадках має бути спрямована на видалення з організму людини недоброякісної їжі, залишків отруйних грибів або рослин. Чим швидше це зробити, тим менше отрути потрапить у кров. До прибуття лікаря слід промити шлунок – дати людині випити підряд п'ять – шість склянок слабкого (рожевого) розчину перманганату калію, а потім, подразнюючи двома пальцями корінь язика та задню стінку глотки, викликати блювання. Так варто зробити кілька разів. Можна застосувати очисну клізму.

Побутові хімічні препарати (наприклад, фосфорорганічні сполуки – інсектициди) також можуть спричинити отруєння. Вдихання цих речовин спричиняє в людини нестерпний головний біль, запаморочення або зомління, нудоту, блювання, судом, психічне збудження. Якщо це трапилося, винесіть потерпілого на свіже повітря; зніміть із нього забруднений одяг; промийте водою відкриті ділянки тіла; негайно викличте «Швидку допомогу». Коли інсектицид випадково потрапив усередину організму, промийте шлунок 2%-ним розчином питної соди (2 – 3 л) та викличте блювання.

Буває, що людина може помилково випити оцтову есенцію, і тоді в неї виникає тяжкий опік стравоходу, шлунка і навіть кишківника. У цьому разі потрібно негайно викликати «Швидку допомогу»; до її приїзду дати потерпілому 1 – 2 склянки молока або вершків та два сирих яйця. Промивати шлунок не можна.

### Питання для самоперевірки

1. Визначте взаємозв'язок будови і функцій шлунка.
2. Охарактеризуйте процес травлення у шлунку.
3. Визначте взаємозв'язок будови і функцій кишківника (тонкого, товстого).
4. Опишіть процес травлення у кишківнику.
5. Поясніть біологічне значення жовчі у процесах травлення
6. Дайте характеристику інфекційних захворювань органів травної системи. У чому полягає їхня профілактика?
7. Охарактеризуйте хвороби органів травлення та їхні причини.
8. Назвіть причини харчових отруєнь. Яка перша допомога при них?
9. Чому у багатьох народів існують правила поведінки під час прийому їжі? Обґрунтуйте свою думку з огляду на фізіологію процесу травлення.
10. Дайте практичні рекомендації щодо нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту. Чи дотримуетесь ви їх у повсякденному житті?

### Література

1. Грибан В.Г. Валеологія : навчальний посібник. – К. : Центр навчальної літератури, 2005. – С. 196 – 203.
2. Коцур Н.І. Основи педіатрії і дитячої гігієни : навчальний посібник. – Переяслав-Хмельницький – Чернівці : Книги-XXI, 2008. – С. 288 – 310.
3. Маруненко І.М., Неведомська Є.О., Бобрицька В.І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни : курс лекцій : навчальний посібник. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – С. 161 – 187.

4. Плахтій П.Д., Мисів М.П., Циганівська О.І. Вікова фізіологія. Теорія, практикум, тести : навчальний посібник. – Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О.А., 2008. – С. 301 – 322.

5. Практикум з валеології. Основи долікарської допомоги : навчально-методичний посібник [для студентів вищих навчальних закладів, вчителів та учнів загальноосвітніх шкіл] / укладачі Цимбал Н.М., Берегова О.Д. – Тернопіль : Навчальна книга-Богдан, 2007. – 115 с.

6. Ріст і розвиток людини : підручник / В.С. Тарасюк, Н.В. Титаренко : І.Ю. Андрієвський та ін.; за ред. В.С. Тарасюка, І.Ю. Андрієвського. – К. : Медицина, 2008. – С. 173 – 189.

7. Хрипкова А.Г. Возрастная физиология / пер. с рус. – К. : Высшая школа Главное изд-во, 1982. – С. 206 – 216.

## **ЛЕКЦІЯ № 6**

### **Вікові особливості обміну речовин та енергії. Харчування дітей і підлітків**

#### **План**

1. Обмін речовин як основна умова життя.
2. Обмін білків.
3. Обмін жирів.
4. Обмін вуглеводів.
5. Водно-сольовий обмін.
6. Вітаміни та їхнє значення.
7. Обмін енергії.
8. Режим раціонального харчування дітей.

#### **Теоретичні відомості**

##### **1. Обмін речовин як основна умова життя**

Як відомо, обмін речовин та енергії є основою життєдіяльності всіх живих істот. У більшості органів і тканин організму людини постійно відмирають та народжуються нові клітини, синтезуються і руйнуються окремі клітинні елементи та хімічні сполуки. У ролі будівельного (пластичного) матеріалу для нових утворень виступають продукти перетравлення білків, жирів та вуглеводів, а також вітаміни, неорганічні речовини і питна вода. Водночас життєдіяльність і робота всіх систем і органів, усі будівельні та руйнівні процеси організму і, нарешті, процеси зовнішньої розумової або фізичної роботи людини потребують витрат енергії. Джерелом енергії, як і постачальником будівельних матеріалів, є споживані речовини їжі. Так як

утворення і руйнування біологічних структур, а також утворення та витрачання енергії протягом життя відбуваються безперервно, одночасно і в тісному взаємозв'язку, то ці процеси називаються обміном речовин та енергії, або – для скорочення – обміном речовин.

Під обміном речовин усередині організму слід розуміти зміни, яких зазнають усі компоненти їжі з моменту їхнього надходження у травний тракт до виведення назовні зайвих продуктів розпаду власних клітин організму, що відмирають. Усі процеси обміну речовин здійснюються під впливом ферментів, а вся сукупність ферментативних реакцій обміну, що відбуваються в організмі, називається метаболізмом. В окремих клітинах може налічуватися більше 1000 ферментів, і вони здатні діяти в певній послідовності: продукт реакції, каталіз якої активізує перший фермент, стає субстратом для наступної реакції, якою керує наступний фермент – і так далі.

При обміні речовин відбуваються два протилежні процеси: **анаболізм і катаболізм, або асиміляція та дисиміляція.**

**Анаболізм** (від гр. *anabole* – підйом), або **асиміляція**, – це реакції біологічного синтезу складних органічних сполук із простих компонентів (амінокислот, жирних кислот, моноцукрів тощо), які супроводжуються накопиченням енергії (наприклад, у формі макроергічних сполук типу аденозинтрифосфornoї кислоти (АТФ)). У результаті анаболізму утворюються нові клітини або їхні елементи замість тих, що відмирають (руйнуються), а також виростають нові клітини та тканини під час росту організму дітей або при збільшенні ваги тіла у дорослих. Анаболізм (синтез) білків називається пластичним обміном.

Енергія для анаболізму і всіх видів внутрішньої та зовнішньої роботи організму забезпечується реакціями катаболізму (від гр. *katabole* – руйнування), або дисиміляції, при яких відбувається розщеплення молекул органічних речовин на простіші сполуки із виділенням значної кількості енергії. Кінцевими продуктами катаболізму є вода, вуглекислий газ, сечовина, сечова і молочна кислоти та інші продукти, які виводяться з організму.

Залежно від співвідношення процесів анаболізму і катаболізму можливі **три варіанти стану організму:**

- *динамічна рівновага*, коли процеси анаболізму та катаболізму врівноважені, кількість клітин і тканин не змінюється, що характерно для дорослого, здорового організму у збалансованому стані;
- *ріст*, коли процеси анаболізму переважають (дитячий організм або той, який набирає вагу);
- *часткова втрата структур тіла*, коли переважають процеси катаболізму. При такому стані відбувається зменшення ваги тіла, виснаження організму (хворий або старіючий організм, а також той, у якому цілеспрямовано зменшують вагу тіла).

Саморегуляція пластичного та енергетичного обмінів здійснюється за рахунок зміни активності ферментів, а зовнішня регуляція цього процесу забезпечується на клітинному, гуморальному та нервовому рівнях. При клітинній регуляції фермент змінює швидкість біохімічних реакцій,

з'єднуючись із субстратом, що бере участь у цих реакціях. Після змін субстрату фермент виходить із комплексу реакцій непошкодженим і починає новий цикл. Швидкість таких реакцій в окремих клітинах коливається від 6 до 40 тис. за хвилину. При гуморальній регуляції гормони діють на ферменти, пригнічуючи або підсилюючи їхню активність. При нервовій регуляції або змінюється інтенсивність роботи ендокринних залоз, або безпосередньо змінюється активність самих ферментів у клітинах.

## 2. Обмін білків

Як відомо, білковий обмін координує, регулює та інтегрує більшість хімічних перетворень в організмі. Саме зі станом білків пов'язане виникнення та поширення збудження, скорочення м'язів, транспорт кисню, властивості крові, імунний захист, передача спадкової інформації тощо. Крім цього, білки є джерелом енергії: 1 г білків при розщепленні в організмі дає 4,1 кілокалорії (ккал), або 17,2 кілоджоулів (кДж) енергії. Слід пам'ятати, що 1 ккал = 4,2 кДж.

Синтез білків організму відбувається з 20-ти амінокислот, 1/3 частина яких утворюються із білків їжі, а 2/3 мають ендогенне походження, тобто утворюються із власних білків організму при розпаді клітин, що відмирають. Усі амінокислоти умовно поділяють на дві групи: незамінні, до складу яких належать 10 амінокислот, а саме: *лізин, лейцин, ізолейцин, валін, триптофан, треонін, гістидин, аргінін, метіонін і фенілаланін*, та замінні.

Решта 10 амінокислот є такими, що можуть замінюватись іншими або синтезуватись в організмі. При відсутності в їжі незамінних амінокислот можуть спостерігатись різноманітні порушення синтезу білків організму, що особливо шкідливо для росту і розвитку дитячого організму. Так, наприклад, при недостатчі в їжі амінокислоти лізину затримується ріст дитини, виснажуються її м'язи; нестача валіну призводить до розладу рівноваги дітей (і так далі).

Їжа, білки якої містять увесь необхідний для синтезу білків організму набір із 20-ти амінокислот, вважається повноцінною (наприклад, білки яєць, м'яса, молока, риби тощо), а решта – неповноцінною (білок кукурудзи, пшениці, картоплі та інших продуктів, переважно рослинного походження).

Перетворення білків їжі в організмі відбувається у два етапи: перший етап полягає у гідролізі білків до амінокислот; другий – у синтезі з амінокислот власних білків організму.

Продукти перетравлення білків (амінокислоти) в організмі про запас не накопичуються. Тому коли з їжею потрапляє білків менше, ніж необхідно організмові, потреби пластичного обміну будуть задовольнятися за рахунок ендогенних білків, що може призвести до білкового голодування і виснаження організму.

При надмірному вживанні білкової їжі надлишок амінокислот буде дезамінуватись, а хімічні радикали цих перетворень стануть створювати глікоген і далі розпадатися до моноцукрів із виділенням енергії (це має місце,



коли організм витрачає багато енергії – наприклад, при фізичних навантаженнях у спортсменів). Розпад надлишкових амінокислот зазвичай іде шляхом відщеплення аміногрупи від амінокислоти й утворення отруйного аміаку, вуглекислого газу та води. Аміак потрапляє у кров, доставляється до печінки і тут перетворюється на сечовину та у складі сечі виводиться нирками з організму. Із надлишкових амінокислот може також синтезуватися жир і, як наслідок, відбудеться ожиріння всього організму.

Про нормальний перебіг білкового обміну свідчить азотистий баланс. При позитивному азотистому балансі кількість азоту, що потрапляє в організм із їжею, перебільшує кількість того, що видаляється, тобто триває збільшення кількості білків в організмі. Таке явище має місце у дітей, котрі ростуть, у спортсменів при збільшенні у них ваги скелетних м'язів, а також у вагітних жінок та у людей, які набирають вагу тіла або одужують після хвороби. При негативному балансі в організм потрапляє азоту менше, ніж виводиться. Це спостерігається при білковому голодуванні та важких хворобах.

Руйнування білків в організмі і виведення азоту із сечею не припиняється навіть при відсутності білків у їжі. При безбілковій дієті за добу руйнується приблизно 331 мг власних білків на 1 кг маси тіла. Для нормального функціонування організму дорослих людей необхідний білковий оптимум, який досягається при вживанні 100 – 110 г білка за добу (при значних фізичних навантаженнях – до 130 – 140 г).

Діти, які ростуть, потребують додаткової кількості білків у їжі (4 – 5 г на 1 кг ваги тіла на добу). Молодші школярі у 6 – 7 років у середньому потребують до 70 г чистого білка на добу, старші 7 років – 75 – 80 г.

Важливо, аби діти отримували тільки оптимальну кількість повноцінних білків. При надлишках білкової їжі у дітей зникає апетит, порушується кислотно-лужний баланс, збільшується виведення азоту із сечею і калом.

Центр регуляції білкового обміну розташований у гіпоталамусі проміжного мозку. Активність нейросекреторних клітин цього центру передається гіпофізу, а той і собі власними гормонами впливає на обмін речовин та на активність інших залоз. Так, наприклад, соматотропний гормон гіпофізу (гормон росту) затримує білки (азот) в організмі і стимулює зростання розмірів та ваги всіх органів. Гормони щитоподібної залози (тироксин і трийодтиронін) стимулюють синтез білка та ріст тканин. Гормони надниркових залоз (гідрокортизон і кортикостерон) стимулюють синтез білків у печінці і сприяють його розпаду у м'язовій та лімфоїдній тканинах, тобто регулюють обмінні процеси.

### **3. Обмін жирів**

Жири, що потрапляють в організм із їжею, у процесі перетравлення в тонкій кишці розщеплюються на гліцерин та жирні кислоти, які переважно всмоктуються з кишок у лімфу і частково у кров. В організмі з цих речовин синтезується власний жир, який передовсім є багатим джерелом енергії (1 г жиру при катаболізмі виділяє 39 кДж енергії). Жир є обов'язковою складовою

таких клітинних структур, як цитоплазма, ядро і мембрана, основною складовою статевих гормонів. Крім енергетичної та пластичної функцій, жир, покриваючи внутрішні органи, захищає їх від механічних пошкоджень. Підшкірна жирова основа захищає організм від тепловтрат. Із жирами в організм надходять жиророзчинні вітаміни (А, Д, Е, К).

Не використані в організмі жири їжі накопичуються у вигляді жирових відкладень під шкірою, в ділянці сальника кишок та у складі пухкої сполучної тканини навколо окремих органів. Жир частково може синтезуватися також із надлишку білків та вуглеводів їжі. При необхідності жирові відкладення можуть бути постачальниками енергії (до 80 % усієї потрібної), у тому числі теплової. Загальна кількість запасів жиру в організмі дорослої людини в середньому коливається в межах 10 – 20 % ваги тіла, а при патологічному ожирінні може доходити до 50 %.

Жири організму в більшості випадків – це тригліцериди олеїнової, пальмітинової та стеаринової кислот. Важливо зазначити, що у клітинах жирової тканини жир перебуває у динамічному стані: постійно синтезується і розщеплюється. Запасений у тканинах жир розпадається під дією ліпаз крові до гліцерину та жирних кислот, які далі окиснюються до вуглекислого газу і води з виділенням енергії. Існує також шлях перетворення жиру (гліцерину) у вуглеводи (глікоген) у клітинах печінки.

Жири їжі, як і білки, поділяються на повноцінні і неповноцінні. *Повноцінні жири* містять ненасичені жирні кислоти (*лінолеву, ліноленову, арахідонову*), які не синтезуються в організмі і надходять тільки з їжею (в основному з олією рослинного походження, з курячим та гусячим жиром). Якщо кількість ненасичених жирних кислот падає нижче 1 % від загальної кількості жиру в раціоні харчування за добу, то може знижуватись еластичність судин, підвищуватися вміст *холестерину* у крові тощо.

У дітей з перших днів життя жири перетравлюються та всмоктуються достатньо інтенсивно і вже у молодших школярів засвоюються на 95 – 97 %.

Для дорослої людини на 1 кг ваги тіла за добу рекомендується вживати приблизно 1,25 г жиру (в середньому 80 – 100 г за добу). При фізичних навантаженнях потреба у жирах зростає у 1,5 – 2 рази. Дітям дошкільного і шкільного віку треба давати 2 – 2,5 г жиру на 1 кг ваги тіла. Для кращого всмоктування жиру в їжі дітей повинно бути достатньо вуглеводів, які сприяють більш повному окисненню жирів і запобігають накопиченню у крові кислих продуктів обміну жирів. Всмоктування жирів у дітей відбувається інтенсивніше, ніж у дорослих. При грудному вигодовуванні засвоюється до 90% жирів молока, при штучному – 85 – 90%, у старших дітей жири засвоюються на 95 – 97 %.

#### **4. Обмін вуглеводів**

Вуглеводи є найбільш доступним джерелом енергії в організмі. У процесі перетравлення їжі вуглеводи розщеплюються до глюкози, яка з кров'ю постачається до клітин і засвоюється ними, беручи участь у побудові клітинних мембран та в енергетичному обміні. Із надлишку глюкози в печінці

синтезується глікоген, який накопичується у тканинах печінки та у м'язах як депо вуглеводів організму. Зайві вуглеводи можуть також накопичуватись у вигляді жирових відкладень організму. При недостатці вуглеводів у їжі вони шляхом катаболізму можуть утворюватись із жирових відкладень або з білків та жирів їжі.

Рівень глюкози у грудних дітей становить 0,07 – 0,09%, у 12 – 14 років – 0,09 – 0,12%, тобто досягає норми дорослої людини. У підтриманні постійної концентрації глюкози у крові основну роль відіграють печінка і внутрішньосекреторна діяльність підшлункової та надниркових залоз. При нестачі глюкози у крові (*гіпоглікемії*) можливі головокружіння, вегетативні порушення, втрата свідомості. Особливо чутливі до цього діти. Розпад вуглеводів із виділенням енергії може відбуватися як без кисню (*анаеробно*), так і за його наявності (*аеробно*). Кінцевими продуктами обміну вуглеводів є вуглекислий газ та вода. Особливістю обміну вуглеводів є їхня здатність швидко розпадатися та окиснюватися, що дає можливість миттєво мобілізувати енергетичні ресурси організму при фізичних та психоемоційних стресах. Відомо, що при великій утомі достатньо з'їсти кілька шматочків цукру або цукерок, щоб поліпшити стан організму.

Вуглеводи відіграють також значну роль у синтезі нових клітин, входять до складу клітинних мембран та органел, цитоплазми й інших структур.

На 1 кг ваги тіла дітям молодшого шкільного віку потрібно вживати до 12 – 15 г вуглеводів за добу (1 г вуглеводів при розпаді дає 17,2 кДж енергії). Загальна потреба за добу у вуглеводах у середньому для дітей 4 – 7 років становить до 290 г; у 9 – 13 років – до 370 г; у 14 – 17 років – до 470 г; для дорослих до 500 г.

## **5. Водно-сольовий обмін**

Вода в організмі дорослих людей становить до 65 % ваги тіла, а у дітей – до 80%. За добу дорослій людині в середньому потрібно до 2,5 л води, яка потрапляє в організм у процесі пиття та з їжею. З організму вода виводиться із сечею (до 1,5 л за добу), з потом (до 0,8 л за добу), з повітрям, що видихається (до 0,4 л за добу, а при глибокому диханні – до 0,7 л) та через систему травлення (до 0,15 л за добу). Якщо води виводиться з організму на 1,5 – 2 % більше, ніж потрапляє в організм, то виникає відчуття спраги. Центр регуляції водного обміну розташований у гіпоталамусі. Потреба у воді на 1 кг ваги тіла з віком зменшується, а загальна потреба зростає. Так, у 2 роки на 1 кг ваги тіла дитини потрібно 95 мл води, у 12 – 13 років – 45 мл, для дорослих – 35 мл. За добу для дітей 5 – 6 років потреба у воді становить 1200 мл; у 7 – 10 років – 1350 мл; у 11 – 14 років – до 1500 мл; у 15 – 17 років – до 2000 мл. Втрата організмом 10 – 20% води небезпечна для життя, а 25 % – смертельна.

У дітей, порівняно з дорослими, обмін води за добу значно вищий. Так, наприклад, у новонароджених він становить половину (1/2) об'єму міжклітинної рідини (700 мл із 1400 мл), тоді як у дорослих – 1/7 частину (200 мл з 1400 мл). Крім того, у дітей резерв рідини в організмі дуже малий, вода більш рухома (за причини недостатнього розвитку сполучної тканини), що обумовлює значно меншу протидію дитячого організму втратам рідини і потребує пильної уваги до організації питного режиму у дітей.

Організм людини потребує також постійного поповнення мінеральних солей, насамперед речовин, що містять натрій, калій, хлор, магній, ферум, кальцій, фосфор тощо. У дорослої людини мінеральні речовини становлять до 5% ваги тіла і беруть важливу участь у багатьох процесах життєдіяльності: проведенні збуджень, утворенні кислоти шлунка, у перенесенні газів кров'ю, у підтримці лужності крові, у процесах окостеніння кісток, у роботі багатьох залоз.

Діти особливо потребують солей кальцію та фосфору у зв'язку з ростом кісток. Так, наприклад, у молодших школярів потреба кальцію за добу становить до 2,4 г; фосфору – до 2,0 г. Найкраще джерело кальцію та фосфору для дітей – це молоко.

Потреба у ферумі для дітей також підвищена у зв'язку з інтенсивними процесами кровотворення і досягає 1,2 мг (для дорослих 0,9 мг) на 1 кг ваги тіла або загалом до 20 мг за добу. Натрію діти повинні отримувати до 40 мг за добу (дорослі – до 60 мг), калію – до 30 мг, хлору – до 15 мг.

У живому організмі кожний хімічний елемент виконує відповідну фізіологічну роль, і один одного вони не заміняють. Наприклад, натрій забезпечує сталість осмотичного тиску, бере участь у виникненні і проведенні імпульсів збуджень, регулює кислотно-лужну рівновагу. Калій задіяний у виникненні потенціалів збуджень у нервовій та м'язовій системах, у багатьох обмінних процесах, стимулює утворення ацетилхоліну (медіатора нервової системи). Кальцій входить до складу багатьох молекул різних тканин організму (кісток, зубів, м'язів), незамінний у процесах згортання крові. Магній у складі багатьох ферментів регулює обмінні процеси. Фосфор, що міститься у кістковій тканині, є складовою енергоносіїв (АТФ), серед інших утворює мембрани багатьох клітин, у тому числі нейронів мозку, бере участь у синтезі ДНК. Хлор у складі соляної кислоти шлунка забезпечує виникнення біопотенціалів клітин. Ферум є складовою еритроцитів крові. Кобальт, купрум необхідні у процесах кровотворення та клітинного дихання. Йод входить до складу гормонів щитоподібної залози, регулює обмін речовин в організмі. Аргентум регулює окисно-відновні процеси, є антисептиком. Ванадій сприяє обмінним процесам у м'язах та паренхіматозних органах. Цирконій стимулює ріст і розвиток тканин організму. Бром бере участь в утворенні гормонів гіпофізу.

Мінеральний обмін регулюється гіпоталамусом із залученням для цього кортикотропних гормонів гіпофізу, мінералокортикоїдних гормонів

надниркових залоз, а також відповідних гормонів щитоподібної та паращитоподібної залоз.

## 6. Вітаміни та їхнє значення

**Вітаміни** – це група фізіологічно активних органічних сполук, які в невеликих кількостях необхідні для нормального функціонування організму, так як входять до складу багатьох ферментів і гормонів, стимулюють захисні сили організму, його ріст, диференціацію та формоутворення. Більшість вітамінів не утворюються в організмі і потрапляють із їжею, особливо разом з овочами, фруктами, молоком, печінкою тощо. Найважливішими вітамінами вважаються:

- *вітамін B<sub>1</sub> (тіамін, аневрин)* нормалізує обмін речовин та роботу серця. При його відсутності розвивається хвороба бері-бері, коли людина втрачає апетит, швидко втомлюється, втрачає чутливість та силу м'язів ніг, у неї пошкоджується слух і зір, відмирають клітини довгастого мозку – і без лікування людина гине. Цього вітаміну багато у горіхах, зернових крупах, печінці, дріжджах, рибі, бобових рослинах;
- *вітамін B<sub>2</sub> (рибофлавін)* міститься у хлібі, молоці, яйцях, печінці, м'ясі і томатах. При авітамінозі у дітей затримується розвиток нервової системи, виникає ураження шкіри й очей, може розвиватися злоякісне недокрів'я, затримка росту, зниження ваги тіла, шкіряні екземи, порушення кровообігу, судоми, втрата свідомості. Гіпервітаміноз призводить до запалення сітківки ока, шкіри, язика, до виникнення трофічних виразок. Потреба в цьому вітаміні за добу становить 2 – 4 мг;
- *вітамін B<sub>6</sub> (піридоксин)* наявний у м'ясі, рибі, бобових рослинах, печінці, дріжджах, нирках. Бере участь в обміні білків, жирів та вуглеводів, у процесах кровотворення. При авітамінозі розвиваються дерматити, неврити, м'язова слабкість, судоми. Потреба в цьому вітаміні за добу становить 2 – 4 мг;
- *вітамін B<sub>12</sub> (ціанкобаламін)* у людей синтезується у кишках, а також міститься у м'ясі риби, печінці та нирках. Цей вітамін потрібен для регуляції обміну речовин (особливо в нервовій тканині), для поліпшення процесів кровотворення, сприяє зниженню холестерину крові та бере участь у прискоренні росту й розвитку організму. Потреба в цьому вітаміні становить 2 – 3 мг на добу;
- *вітамін PP (нікотинамід)* міститься у зелених овочах, моркві, картоплі, молоці, дріжджах, печінці, м'ясі. При недостатчі цього вітаміну у людей розвивається захворювання пелагра: ушкоджується слизова оболонка шлунково-кишкового тракту, що спричиняє проноси, може погіршуватися пам'ять, виникати психози і галюцинації. Добова потреба становить 15 – 25 мг;

- *вітамін С (аскорбінова кислота)* є у багатьох продуктах рослинного походження, печінці. Цей вітамін сприяє укріпленню імунітету, поліпшує стан кровоносних судин, бере участь у тканинному диханні, в синтезі кісткової тканини та білків, поліпшує стан судин. Авітаміноз призводить до розвитку хвороби цинга, при якій виникають пригніченість, загальна слабкість, кровотеча ясен, випадіння зубів, зменшується стійкість до інфекцій і токсинів. Потреба в цьому вітаміні за добу становить 75 – 100 мг;
- *вітамін А (ретинол)* утворюється в організмі з речовини каротину, що міститься у моркві, помідорах, багатьох фруктах, печінці, рибацькому жиру, коров'ячому маслі, яйцях. Вітамін бере участь у забезпеченні імунної активності, впливає на стан шкіри та слизових оболонок, поліпшує зір. При авітамінозі затримується ріст дітей, порушується сутінковий зір («курча сліпота»), пошкоджується шкіра, виникають кон'юнктивіти. Гіпервітаміноз порушує обмін речовин, процеси травлення, спричиняє недокрів'я, помутніння рогівки. Потреба за добу становить 1 – 2 міліграм-еквівалентів (мге);
- *вітамін Д (ергокальциферол)* міститься в жовтках яєць, молоці, рибацькому жиру. При авітамінозі розвивається хвороба рахіт, при якій порушується формування кісток, припиняється їхній ріст та окостеніння. Добова потреба людини в кальциферолах – 15 – 25 мкг;
- *вітамін Е (токоферол)* наявний в олії, зелених листках овочів, яйцях. Регулює внутрішньоклітинні процеси, захищає мітохондрії від перексидантів, а еритроцити крові – від гемолізу, запобігає розвитку атеросклерозу і гіпертонії. При авітамінозі розвиваються дистрофія м'язів, розлади процесів статевого дозрівання, крововиливи у мозок, запалення шкіри. Добова потреба людини в токоферолах – 15 мг;
- *вітамін К (філохінон)* нагромаджується в зелених частинах рослин, у листках капусти, у моркві, в помідорах та в печінці. Вітамін бере участь у процесах синтезу протромбіну, при нестачі якого знижується здатність крові зсідатися, та у кровотворенні. При К-вітамінозі розвивається схильність до кровоточивості.

Добова потреба дітей шкільного віку в основних вітамінах наведена в табл. 9. (с. 78).

Таблиця 9

**Потреби людей різного віку у вітамінах за добу**  
(додаток до наказу Міністерства охорони здоров'я України  
№ 272 від 18.11.1999 р.)

Вік, років	Назва вітамінів										
	А, ме	Д, ме	Е, мг	К, мкг	В <sub>1</sub> , мг	В <sub>2</sub> , мг	В <sub>6</sub> , мг	В <sub>12</sub> , мкг	РР, мг	С, мг	
6 (учні)	650	2,5	8	25	0,9	1,1	1,2	1,2	13	55	
7 – 10	650	2,5	10	30	1,0	1,2	1,4	1,4	15	60	
11–13	<i>хлопці</i>	$\frac{1000}{800}$	$\frac{2,5}{2,5}$	$\frac{13}{10}$	$\frac{45}{45}$	$\frac{1,3}{1,1}$	$\frac{1,5}{1,3}$	$\frac{1,7}{1,4}$	$\frac{2,0}{2,0}$	$\frac{17}{15}$	$\frac{75}{80}$
	<i>дівчата</i>										
14–17	<i>хлопці</i>	$\frac{1000}{1000}$	$\frac{2,5}{2,5}$	$\frac{15}{13}$	$\frac{65}{55}$	$\frac{1,5}{1,2}$	$\frac{1,8}{1,5}$	$\frac{2,0}{1,5}$	$\frac{2,0}{2,0}$	$\frac{20}{17}$	$\frac{80}{75}$
	<i>дівчата</i>										
18 – 60 (дорослі): в тому числі:	1000	2,0	13	50	2,0	2,0	1,5	2,0	15	70	
• вагітні жінки	2000	2,0	2,0	55	2,5	2,0	1,5	2,0	20	75	
• матері, що годують власним молоком	2500	2,0	2,0	55	3,0	2,0	1,5	2,0	25	100	

## 7. Обмін енергії

Співвідношення між енергією, що надходить в організм, і кількістю енергії, що виділяється ним, називається енергетичним балансом.

Виділяють два рівні обміну енергії: основний обмін (ОО), або той рівень обмінних процесів в організмі, який необхідний для його функціонування в умовах фізіологічного спокою, та загальний обмін. Основний обмін об'єднує витрати енергії на біосинтез, на підтримку концентраційних градієнтів різних йонів на оболонках клітин та на діяльність внутрішніх органів (мозку, серця, дихальних м'язів, печінки, нирок тощо). Рівень основного обміну залежить від віку, статі, ваги тіла та росту людини. У дітей рівень основного обміну на одиницю ваги тіла значно більший, ніж у дорослих людей, що пояснюється більш інтенсивними процесами біосинтезу в дитячому віці.

У дітей до 5 років за одну годину на 1 кг ваги тіла витрачається приблизно 14 – 15 кДж (3,45 ккал) енергії, у 10 років приблизно 9 – 10 кДж (2,26 ккал), у 15 років – 5,3 – 6,0 кДж (1,33 ккал) і у дорослих людей – 4,2 кДж (1 ккал) на 1 кг ваги тіла за годину. У дівчат (жінок) основний обмін приблизно на 5 % нижчий, ніж у хлопців (чоловіків).

Динаміка основного обміну з віком тісно пов'язана з енергетичними витратами на ріст організму. Чим менший вік дитини, тим відносні витрати енергії на ріст більші. Наприклад, витрати енергії на ріст у віці 3 місяці

становлять 36 %, у віці 6 місяців – 26 %, 10 – 12 місяців – 21 % від загальної енергетичної цінності їжі.

Додатково до основного обміну організм витрачає енергію на будь-які функції та на зовнішню роботу. Затрати енергії при повній життєдіяльності називаються загальним обміном.

Вживання білкової їжі підвищує рівень обміну на 30 %; жирної і вуглеводної їжі – на 15 %, а звичайної змішаної їжі – на 30 – 35 %. Виконання неважкої роботи у побуті підвищує рівень обміну на 30 – 60 %. Фізична помірنا робота та звичайні спортивні тренування можуть підвищувати рівень обміну у 20 – 25 разів, тобто понад 2000 %. Розумова праця, яка не супроводжується м'язовими зусиллями й емоційним напруженням, підвищує енергетичні витрати всього на 2 – 3 %. Якщо до розумової праці додається емоційне напруження, то енергетичні витрати можуть зростати на 40 – 90 %.

## **8. Режим раціонального харчування дітей**

Нормальна життєдіяльність організму можлива лише тоді, коли всі витрати пластичних матеріалів та енергії (наприклад, за добу) будуть компенсовані речовинами, що потрапляють із їжею за цей же період. Якщо ці умови не виконуються і їжа недостатньо компенсує витрати – організм починає жити за рахунок власних запасів, а також за рахунок речовин власних клітин та органів. Як відомо, джерелом пластичних матеріалів та енергії є основні поживні речовини їжі: білки, жири, вуглеводи, мінеральні солі, вітаміни та вода.

Серед багатьох систем харчування найбільш привабливою вважається система *збалансованого харчування*, згідно з якою кількість їжі, що споживається, повинна відповідати енергетичним витратам людини.

Але раціон, складений лише за енергетичними критеріями, не відповідатиме вимогам повноцінного і збалансованого харчування. Для організму важливо, щоб їжа містила усі необхідні поживні речовини в певному співвідношенні. Останнє великою мірою залежить від віку людини та від виду її зовнішньої діяльності (важкості праці, наявності шкідливих чинників у навколишньому середовищі тощо). А. Г. Хрипкова зі співавторами (1990) рекомендує дошкільнятам (до 6 років) та школярам молодшого шкільного віку (6 – 10 років) дотримуватися співвідношення білків, жирів і вуглеводів у складі їжі на рівні 1:2:3. Для учнів середнього (11 – 13 років) і старшого шкільного (14 – 17 років) віку, так як і для дорослих людей, співвідношення основних компонентів їжі рекомендується на рівні 1:1:4. Саме за цих умов білки максимально затримуються в організмі і найкраще засвоюються інші компоненти їжі. Останнім часом деякі дослідники (І. М. Маруненко, 2004, та ін.) рекомендують дотримуватися співвідношення білків, жирів і вуглеводів у збалансованій їжі за добу в харчуванні як дорослих, так і дітей будь-якого віку на рівні 1:1:4. Експерти Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я (ВООЗ) вважають, що оптимальним є вживання їжі, калорійність якої на 12 – 15 % складають білки, 30 – 35 % – жири і 50 – 55 % – вуглеводи, тобто має місце співвідношення 1:2:3.



Згідно з додатком до наказу № 272 Міністерства охорони здоров'я України від 18.11.1999 р., встановлені норми фізіологічних потреб дітей шкільного віку в основних харчових речовинах та енергії, які наведені в табл. 10 (с.80).

**Таблиця 10**

**Норми потреби дітей шкільного віку в білках, жирах, вуглеводах та енергії за добу (додаток до наказу Міністерства охорони здоров'я України № 272 від 18.11.1999 р.)**

Вікові групи, роки	Енергія, кілокалорій	Білки, г		Жири, г		Вуглеводи, г
		усього	тваринні	усього	рослинні <sup>1</sup>	
6 (учнів)	2200	72	36	65	10	332
7 – 10	2400	78	39	70	16	365
11 – 13 <i>хлопці</i>	2800	91	46	82	19	425
	<i>дівчата</i>	2550	83	42	75	386
14 – 17 <i>хлопці</i>	3200	104	52	94	20	485
	<i>дівчата</i>	3650	86	43	77	403

<sup>1</sup>Кількість жирів рослинного походження наведена за нормами МОЗ СРСР від 22.03.82. № 735-68 (С.В.Попов, 1997).

Надлишок жирів і вуглеводів у складі їжі може призвести (особливо при низькій фізичній активності) до їхнього накопичення в організмі у вигляді жирів організму. Це може також сприяти порушенням процесів нормального росту і розвитку дітей. Ожиріння спричиняє зменшення витривалості організму, глибокі порушення обміну речовин, зниження функціональних можливостей серцево-судинної системи, працездатності та імунної реактивності.

Діти, які ведуть фізично активний спосіб життя, займаються спортом або напружено працюють розумово, потребують більшої кількості вуглеводів у складі їжі. Джерелом вуглеводів є в основному їжа рослинного походження: хліб, крупи, картопля, овочі та фрукти, солодощі, мед.

Для нормального росту, розвитку й активної життєдіяльності дітей дуже велике значення має забезпечення їхнього організму фізіологічно необхідною кількістю мікроелементів і мінеральних речовин (табл.11 – с.82), які в основному надходять в організм із їжею. Крім того, організм дітей потребує за добу 6 – 8 г кам'яної солі (NaCl). Кам'яна сіль використовується в організмі для утворення соляної кислоти (складової шлункового соку), а також абсолютно необхідна як джерело йонів натрію і хлору для здійснення процесів збудження та нормальної роботи серця, м'язів, нервової діяльності. При нестачі у складі їжі солі у дітей можуть виникати запаморочення, втрата свідомості, порушуються процеси сечоутворення.

Таблиця 11

## Норми потреб дітей шкільного віку у мінеральних речовинах

Вік дітей, років	Перелік мінеральних елементів							
	Ca <sup>2+</sup> , мг	P <sup>+</sup> , мг	Mg <sup>+</sup> , мг	Fe <sup>3+</sup> , мг	Se <sup>+</sup> , мг	Cu <sup>2+</sup> , мг	Zn <sup>+</sup> , мг	I <sup>+</sup> , мг
1 – 5	800	900	150	10	25	1,5	7	80
6 (учні)	800	1000	150	12	30	1,5	10	100
7 – 10	1000	1300	170	12	30	1,5	10	120
11–13 <i>хлопці</i>	1200	1600	280	12	40	2,0	15	150
			270	15	45	1,5	12	
14–17 <i>хлопці</i>	1200	1800	400	12	50	2,5	15	200
			300	15		2,0	13	

Дуже важливо забезпечувати дитячий організм, що росте, достатньою кількістю вітамінів. Слід пам'ятати, що надлишок вживання вітамінів призводить до гіпервітамінозу, а недостатня його кількість – до авітамінозу.

Для організації раціонального харчування дітей насамперед необхідно визначити калорійність їжі. Калорійність харчування повинна враховувати довжину тіла (зріст), вагу тіла, вік, стать, характер діяльності, період року, клімат, температуру навколишнього середовища тощо.

Середній рівень калорійності харчування школярів різного віку (у ккал/на добу) становить:

- 6 років.....хлопці і дівчата – 2200 ккал/ на добу;
- 7 – 10 років.....хлопці і дівчата – 2400 ккал/ на добу;
- 11 – 13 років.....хлопці – 2800 ккал/ на добу;  
дівчата – 2550 ккал/ на добу;
- 14 – 17 років.....хлопці – 3200 ккал/на добу;  
дівчата – 2700 ккал/ на добу;
- 18 років і більше .....чоловіки – 3500 ккал/на добу;  
(при розумовій діяльності).....жінки – 2900 ккал/ на добу.

Важливе значення для правильної організації харчування дітей має режим харчування. За чинними фізіологічними нормами діти молодшого шкільного віку потребують приймання їжі через кожні 3,5 – 4 години, не менше 4 – 5 разів на добу. Доцільно, щоб їжа щоразу була рівномірно калорійною (приблизно по 500 – 600 ккал). Перед сном діти повинні їсти не пізніше ніж за 1,5 – 2,0 години, щоб забезпечити нормальний відпочинок організму. Вечірня їжа переважно повинна бути малооб'ємною і складатися з овочів та молочних продуктів. Діти середнього та старшого шкільного віку повинні їсти за добу не менше 3-х разів: сніданок – до 30 % потрібної калорійності їжі за добу, обід – до 40 % калорійності і вечеря – до 30 % калорійності.

## Питання для самоперевірки

1. Обґрунтуйте значення білків, вуглеводів, жирів для організму людини.
2. Охарактеризуйте обмін білків, вуглеводів, жирів.
3. Поясніть механізм виникнення цукрового діабету. Які його прояви? Чи можна запобігти цій небезпечній хворобі?
4. Визначте біологічне значення води.
5. З'ясуйте біологічне значення мінеральних солей.
6. Які харчові продукти є джерелом мінеральних солей?
7. Поясніть, чому людям, які прагнуть до здорового способу життя, необхідно дотримуватися правил раціонального харчування.
8. Як допоможе знання механізму обміну речовин та енергії людині скласти харчовий раціон на день чи тиждень?
9. Обґрунтуйте біологічне значення вітамінів для життєдіяльності організму людини.
10. Що є джерелом вітамінів для організму людини?
11. Охарактеризуйте хворобливі стани, що виникають за нестачі вітамінів в організмі людини.
12. Опишіть хворобливі стани, що виникають за надмірної кількості вітамінів в організмі людини.
13. Поясніть біологічне значення раціонального харчування.
14. Обґрунтуйте основні гігієнічні вимоги до організації харчування дітей шкільного віку.
15. У чому проявляється негативний вплив тютюнокуріння і вживання алкоголю на органи травлення?

## Література

1. Грибан В.Г. Валеологія : навчальний посібник. – К. : Центр навчальної літератури, 2005. – С. 185 – 195.
2. Коцур Н.І. Основи педіатрії і дитячої гігієни : навчальний посібник. – Переяслав-Хмельницький – Чернівці : Книги-XXI, 2008. – С. 276 – 297.
3. Маруненко І.М., Неведомська Є.О., Бобрицька В.І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни : курс лекцій : навчальний посібник. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – С. 161 – 187.
4. Плахтій П.Д., Мисів М.П., Циганівська О.І. Вікова фізіологія. Теорія, практикум, тести : навчальний посібник. – Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О.А., 2008. – С. 288 – 331.
5. Практикум з валеології. Основи долікарської допомоги : навчально-методичний посібник [для студентів вищих навчальних закладів, вчителів та учнів загальноосвітніх шкіл] / укладачі Цимбал Н.М., Берегова О.Д. – Тернопіль : Навчальна книга-Богдан, 2007. – 112 с.
6. Ріст і розвиток людини : підручник / В.С. Тарасюк, Н.В. Титаренко, І.Ю. Андрієвський та ін.; за ред. В.С. Тарасюка, І.Ю. Андрієвського. – К. : Медицина, 2008. – С. 162 – 181.

## ЛЕКЦІЯ № 7

### Вікові особливості органів виділення

#### План

1. Органи і шляхи виділення кінцевих продуктів обміну.
2. Будова та функції сечової системи.
3. Механізм утворення сечі.
4. Регуляція процесу сечоутворення.
5. Захворювання сечової системи та їхня профілактика.

#### Теоретичні відомості

##### 1. Органи і шляхи виділення кінцевих продуктів обміну

У процесі обміну речовин постійно утворюються кінцеві продукти обміну жирів, білків і вуглеводів, які вже не потрібні організму і навіть шкідливі для нього, а тому повинні бути видалені з організму. Процес виділення як складова частина обміну речовин – один із головних у збереженні гомеостазу.

Кінцевими продуктами обміну жирів і вуглеводів є вуглекислий газ і вода. При розпаді білків, крім вуглекислого газу і води, утворюються сечовина, сечова кислота, креатинін, фосфорно- і сірчаноокислі солі та інші сполуки. Кінцеві продукти обміну речовин надходять у кров і виносяться нею до органів виділення. Органами виділення є легені, потові залози шкіри, шлунково-кишковий тракт, нирки.

**Легені** виводять з організму вуглекислий газ, пари води, а також деякі леткі речовини (ефір після наркозу, алкоголь).

**Потові залози шкіри** виділяють зайву воду, мінеральні солі, солі важких металів, які можуть потрапити в організм разом із їжею, деякі продукти обміну білків (наприклад, аміак), а за важкого фізичного напруження – молочну кислоту.

**Печінка** знешкоджує різні отруйні речовини, надлишки гормонів, продукти обміну гемоглобіну та білків. Після цього вони разом із жовчю потрапляють у кишківник та виводяться з організму. Хвора печінка не може виконувати свою видільну функцію, і тому настає тяжке самоотруєння організму.

**Шлункові та кишкові залози**, а також **підшлункова залоза** виділяють у просвіт шлунка та кишківника алкоголь, розчинений у крові, продукти обміну білків, воду та зайві мінеральні солі. Викидаючи кал, **кишківник** звільняє організм від зайвих, непотрібних і шкідливих продуктів обміну, хвороботворних мікроорганізмів.

Одним із найголовніших органів виділення та підтримання гомеостазу є **нирки**. Вони виводять із сечею з організму надлишок води, мінеральні солі, шкідливі продукти білкового обміну (сечовина, сечова кислота). Нирки регулюють водний і сольовий обміни, забезпечуючи нормальний водно-сольовий склад рідин тіла (крові, лімфи, міжклітинної рідини).

Нирки підтримують певну сталу реакцію крові. При накопиченні у крові кислих або лужних продуктів обміну через нирки збільшується виділення надлишків відповідних солей. У підтриманні сталості реакції крові важливу роль відіграє здатність нирок синтезувати аміак, який з'єднує кислі продукти, заміщаючи у них натрій і калій. При цьому утворюються амонієві солі, які виводяться у складі сечі, а натрій і калій зберігаються для потреб організму.

## 2. Будова та функції сечової системи

**Сечова система** складається з органів, які виробляють сечу (**нирки**), виводять її з нирок (**ниркові чашечки, ниркова миска, сечоводи**), нагромаджують її (**сечовий міхур**) та виводять її назовні (**сечівник**).

**Нирки** – це парні органи червоно-бурого кольору бобоподібної форми, які містяться в черевній порожнині по обидва боки від хребта, приблизно на рівні XI грудного до III поперекового хребців. Вага кожної нирки – близько 120 г, довжина – 9 – 12 см, ширина – 5 – 6 см, товщина – 2 – 3 см.

Нирки закладаються на III-му тижні ембріонального життя зародка. Коли народжується дитина, нирки у неї морфологічно і фізіологічно незрілі. Вага нирок у новонароджених становить 1:100 (у дорослих 1:200) відносно ваги тіла. Порівняно великі розміри нирок і короткий відділ попереку зумовлюють низьке розташування нирок у дітей раннього віку. У них верхній полюс нирки розташований на рівні XI – XII грудних хребців, а нижній – на рівні верхнього краю IV поперекового хребця. До I-ого року життя верхній і нижній полюси нирки зближені й орган має кулясту форму, тільки пізніше нирка набуває бобоподібної форми. У дітей раннього віку нирки більш рухливі, ніж у дорослих, що пов'язано зі слабким розвитком навколониркової клітковини і фасцій. Під час вдиху у дітей I-ого року життя обидві нирки зміщуються вниз на 1 см, тобто на висоту тіла поперекового хребця.

У новонароджених вага нирок становить 10 – 12 г, в однорічній дитини – 36 г, у 12-річної – 100 г. До трирічного віку нирки швидко ростуть, а потім збільшення маси сповільнюється.

Нирка вкрита щільною фіброзною капсулою. Ззовні нирки містяться ще шар жирової тканини – жирова капсула, яка міцно тримає нирки у певному анатомічному положенні. Уся нирка оточена фасцією нирки.

У нирці розрізняють передню та задню поверхні, внутрішній (увігнутий) і зовнішній (опуклий) краї та верхній і нижній полюси (кінці). На верхньому полюсі розташовані надниркові залози. На увігнутому внутрішньому краї нирки є заглибина – це *ворота нирки*. Сюди входять ниркова артерія та нерви, а виходять ниркова вена, лімфатичні судини і сечовід.

У нирці міститься ниркова миска – лійкоподібна, сплющена порожнина з тонкими стінками, оточена двома шарами ниркової речовини. Зовнішній шар називається **корковим**, а внутрішній – **мозковим**. Мозковий шар утворений нирковими пірамідами, що мають конічну форму. Кожна нирка має по 10 – 15 пірамід. Коркова речовина вкриває основи пірамід, заповнює простори між ними, утворює *ниркові стовпи*. Верхівки пірамід повернуті у нирковий синус, заокруглені у вигляді *сосочків*. На верхівках сосочків відкривається велика кількість дрібних трубочок, по яких у *чашечки* стікає сеча. Із чашечок сеча потрапляє у лійкоподібну порожнину – *ниркову миску*, яка переходить у *сечовід*.

**Сечоводи** – це вузькі м'язові трубки завдовжки 30 см, які за допомогою перистальтичних хвиль виводять сечу в *сечовий міхур*. Сечоводи у новонароджених звивисті, мають більше вигинів, їхній діаметр у середньому 0,3 – 0,4 см (досить вузький). Ці особливості сприяють застою сечі і появі бактеріальної мікрофлори.

**Сечовий міхур** – непарний порожнистий м'язовий орган (місткість становить 300 – 700 мл), що виконує функцію резервуару сечі, яка виводиться з нього назовні через *сечівник*. Сечовий міхур у новонароджених розташований вище, ніж у дорослих. Передня його стінка не вкрита очеревиною. Слизовий шар міхура добре розвинений. Ємність міхура змінюється: у новонародженого – 30 мл, у віці 1 року – 60 мл, 5 років – 135 мл, 14 років – 260 мл. Сечівник у дівчаток коротший, його довжина 1 – 2 см, а діаметр ширший, ніж у хлопчиків. У хлопчиків сечівник завдовжки 5 – 6 см, його згини виражені сильніше.

Процес утворення і виділення сечі з організму називається **діурезом**.

Основною структурно-функціональною одиницею нирки є **нефрон** (від гр. *nephros* – нирка). Починається нефрон у корковому шарі **нирковим тільцем**, яке складається з капсули Шумлянського-Боумена і клубочка кровоносних капілярів (мальпігіїв клубочок).

Капсула Шумлянського-Боумена – це мікроскопічної величини чашечка, стінки якої складаються з двох шарів епітеліальних клітин. Між цими шарами лежить щілиноподібний простір, від якого починається нирковий каналець, що має стінку з одного шару циліндричного епітелію.

На початку нирковий каналець скручується і потім переходить у мозковий шар. Ця частина каналця називається *звивистим каналцем* першого порядку.

У мозковому шарі каналець випрямляється, утворюючи у ньому петлю Генле, повертається в корковий шар, у якому каналець скручується, утворюючи звивистий каналець другого порядку, який впадає у *збірну трубочку*.

Збірні трубочки, зливаючись, утворюють загальні вивідні протоки. Ці протоки проходять через мозковий шар нирки до верхівок пірамід. Кожні 2 – 3 ниркові піраміди своїми вершинами зливаються разом, утворюючи сосочок, що переходить у ниркові чашки, а останні – в ниркову миску і сечовід.

У дітей з 3 до 5 років формується кіркова речовина, у 9 – 10-річних дітей за будовою кіркова речовина нирки не відрізняється від нирки дорослої людини. Найінтенсивніше мозкова речовина росте до 3 років, у 5 – 6 років та у 9 – 12 років.

### 3. Механізм утворення сечі

Характерною особливістю будови нирки є те, що вона має не одну, а дві капілярні сітки, пов'язані з сечоутворенням: *клубочкову* і *перитубулярну*. Клубочкова капілярна сітка міститься в нирковому тільці, перитубулярна утворена виносною артеріолою, що розгалужується на капіляри і густо обплітає ниркові канальці. Виносна клубочкова артеріола за діаметром менша від приносячої, що створює умови для підвищення тиску в її капілярах. Тиск у капілярах клубочка ниркового тільця становить 9,3 – 2 кПа, а в капілярах, що обплітають ниркові канальці, – 2,67 – 5,33 кПа. Завдяки підвищеному тиску в капілярах клубочка частина плазми наче витискається з них у порожнину капсули нефрона. Це **перша фаза** сечоутворення – **фільтраційна**, яка полягає у тому, що в мальпігієвому клубочку під впливом тиску крові рідка її частина фільтрується крізь стінки капілярів і збирається в порожнині між стінками капсули Шумлянського-Боумена. Тут утворюється *первинна сеча*, яка за своїм складом схожа на плазму крові: вода, хлорид натрію, глюкоза, амінокислоти, продукти обміну білків – аміак, сечовина та солі сечової кислоти. Однак у первинній сечі відсутні білки і формені елементи крові. За хвилину в нирках утворюється 110 – 130 мл первинної сечі, що за добу становить 150 – 180 л.

У *другу фазу* утворення сечі в канальцях відбувається всмоктування води і деяких складових частин первинної сечі назад у кров. Первинна сеча віддає крові воду, багато солей, глюкозу, амінокислоти та інші речовини. Сечовина, сечова кислота назад не всмоктуються. Завдяки такому вибіркового всмоктуванню в кінцевій сечі, яка збирається у нирковій мисці, залишаються лише ті сполуки, які організм не може використати, а потрібні речовини повертаються назад у кров. Цей процес називається **реабсорбцією** (від лат. *re* – префікс, що означає протилежну дію, *absorptio* – поглинання).

Крім реабсорбції, у канальцях нирки відбувається й активний процес секреції. Завдяки секреторній функції канальців з організму виділяються речовини, які з певних причин не можуть профільтруватися із клубочка капілярів у порожнину капсули ниркового тільця (фарби, лікарські речовини). У результаті реабсорбції та канальцевої секреції утворюється **вторинна**, або **кінцева, сеча**. Склад вторинної сечі: зайва вода, хлорид натрію, сечовина, аміак, солі сечової кислоти. За добу в організмі людини утворюється 1 – 1,5 л вторинної сечі. Кількість добової сечі змінюється при зміні питного режиму, температури довкілля, надмірному вживанні солі. У середньому за добу в дорослої людини із сечею виділяється 25 г неорганічних речовин, із них кухонної солі – до 15 г, органічних речовин – 35 г, з них – до 30 г сечовини.

Забарвлення сечі залежить від наявності пігментів – *уробіліну* та *урохрому*. У сечі дітей значно більше креатину, ніж креатиніну. Креатин у сполуці з фосфатом міститься головню у скелетних м'язах. Він є важливою частиною обміну речовин при м'язовій роботі. При розщепленні

фосфокреатиніну, кінцевого продукту, утворюється креатинін. Тому збільшення з віком креатиніну в сечі у дітей відображає ріст скелетних м'язів і збільшення м'язової роботи.

Поява білка в сечі (*альбумінурія*) розцінюється як ознака захворювання нирок, а наявність глюкози (*глюкозурія*) пов'язана зазвичай із хворобою обміну речовин – цукровим діабетом.

В осаді сечі можуть бути кристали солей (що утворюються за певних умов), а також поодинокі лейкоцити. Проте велика кількість лейкоцитів, тобто виділення гнійної сечі (*ніурія*), є, як правило, показником запальних процесів у сечовивідних шляхах.

Еритроцити наявні в сечі тільки при запальних процесах у нирках (*нефриті*) або при травмах сечовивідних шляхів (у тому числі і після проходження ниркових каменів – великих кристалів солей деяких кислот (сечової, щавлевої, фосфорної).

Отже, під час хворіб склад сечі різко змінюється: в ній з'являється білок, цукор, ацетон, жовчні кислоти, кров'яні тільця.

З віком змінюються кількість і склад сечі. Сечі у дітей виділяється порівняно більше, ніж у дорослих, а сечовипускання відбувається частіше внаслідок інтенсивного водного обміну і відносно більшої кількості води та вуглеводів у раціоні харчування дитини.

У дітей у перші 12 год після народження сечовиділення може бути відсутнє, у перші 3 – 4 дні кількість сечі, яка виділяється за добу, 350 – 380 мл, на кінець першого року життя – 750 мл, у 4 – 5 років – близько 1 л, у 10 років – 1,5 л, а в період статевого дозрівання – до 2 л.

У перші 5 днів частота сечовиділень становить 4 – 5 разів на добу. Через 7 днів завдяки стабілізації харчування грудним молоком частота сечовиділень збільшується до 20 – 25 разів на добу.

Із віком частота сечовиділень зменшується, а об'єм сечового міхура збільшується. У дорослих денний діурез перевищує нічний у 2 – 3 рази. У дітей добовий ритм виведення сечі з'являється на 2-му місяці життя. У більшості дітей денний діурез перевищує нічний.

*Акт сечовипускання* відбувається рефлекторно внаслідок імпульсів у центр сечовипускання, що міститься у крижовому відділі спинного мозку і перебуває під контролем кори головного мозку. Імпульси надходять від надмірно розтягнутих стінок сечового міхура. Збудження, що виникає в рецепторах, іде по доцентрових нервах у центр сечовипускання, переходить там на відцентрові нерви і по них – до м'язів міхура і сфінктерів. Стінки міхура скорочуються, а сфінктери в цей час розслабляються – відбувається сечовипускання.

#### **4. Регуляція процесу сечоутворення**

Робота нирок регулюється нервовою системою, а також гуморально. Нирки іннервуються волокнами симпатичної нервової системи і блукаючим нервом. По цих волокнах із центральної нервової системи до нирок надходять імпульси, які впливають на утворення первинної сечі і на діяльність ниркових каналців, де відбувається зворотне всмоктування та секреція сечі. Робота



нирок підпорядковується не лише безумовно-рефлекторному контролю, а й регулюється корою великих півкуль головного мозку, гіпоталамусом.

Гуморальна регуляція здійснюється під впливом гормонів і медіаторів, які регулюють транспорт іонів та води у каналцях нефронів, змінюють проникність клітинної мембрани й інтенсивність іонних насосів. Наприклад, під впливом антидіуретичного гормону задньої частки гіпофіза – **вазопресину** – виділення сечі різко зменшується. Вазопресин змінює проникність стінки звитої частини каналця нефрону та збірних трубочок, тобто допомагає реабсорбції води, що приводить до підвищення осмотичної концентрації сечі. При недостатньому надходженні у кров цього гормону виділення сечі може збільшитися до 20 л за добу. Під впливом гормону щитоподібної залози **тироксину** сечоутворення підсилюється, а під впливом гормону надниркових залоз **адреналіну** зменшується. Гормон коркової речовини надниркових залоз **альдостерон** підсилює реабсорбцію іонів натрію, виведення йонів калію і гальмує зворотне всмоктування кальцію та магнію.

Нервово-гуморальні механізми відповідальні і за деякі розлади сечової системи: наприклад, при дії на організм надмірно сильних больових подразників (травма, опік, ниркова колька, оперативне втручання) може виникнути рефлекторна або рефлекторно-гуморальна зупинка сечовиділення – **анурія**. І навпаки – діурез збільшується під впливом сечогінних засобів (діуретин, меркузал, гіпотіазид тощо).

У немовлят протягом першого року життя має місце мимовільне (безумовно-рефлекторне) сечовипускання, що пов'язане з недостатнім розвитком кори великих півкуль. Лише поступово, в міру розвитку кори головного мозку, в дитини виробляється умовний рефлекс затримання сечовипускання. На кінець першого року життя виробляється умовно-рефлекторне затримання сечовипускання. Цей рефлекс приблизно на кінець другого року життя стає настільки міцним, що проявляється і під час сну.

## 5. Захворювання сечової системи та їх профілактика

Найбільш поширеними захворюваннями органів сечостатевої системи у дітей раннього та дошкільного віку є цистит, пієлонефрит, енурез.

У дітей раннього віку виражений зв'язок лімфатичної системи нирок із лімфатичними судинами кишок, що пояснює швидкий перехід інфекції з кишок до нирок – і навпаки.

**Цистит** – запалення слизової оболонки сечового міхура, що виникає в разі проникнення інфекції в міхур висхідним шляхом. Здебільшого інфекційними чинниками є кишкова паличка, стафілокок, хвороботворні грибки та найпростіші. Ця хвороба може виникнути внаслідок порушення правил особистої гігієни, купання у забруднених ставках, переохолодження тощо. Виникненню циститу сприяє застій сечі (гіподинамія, запори), зловживання алкоголем, пивом, часте вживання прянощів, копчених і смажених продуктів. Ознаками циститу є часті позиви на сечовипускання, гострий, пекучий або сверблячий біль знизу живота, особливо в кінці сечовипускання, озноб, значне підвищення температури тіла. Іноді в сечі з'являються білки. Лікувати це захворювання повинен тільки фахівець.

*Профілактика циститу* полягає у дотриманні правил особистої гігієни, заняттях фізичною культурою, остеріганні від переохолодження, незловживанні алкоголем, пивом, гострими, смаженими та прямими стравами.

**Пієлонефрит** – запалення ниркової миски – типовий місцевий запальний процес мікробного походження, що перебігає переважно в одній нирці. Інфекційний чинник здебільшого потрапляє у ниркову миску так званим висхідним шляхом зі статевих органів, уретри, сечового міхура. Іноді інфекційний чинник потрапляє у нирку з кров'ю або лімфою (низхідний шлях ураження) – наприклад, як ускладнення грипу, запалення легенів, каріозного ураження зубів, гаймориту. Розвиткові пієлонефриту сприяє застій сечі внаслідок малорухливого способу життя, наявності камінців у нирковій мисці, при запорах, блукаючій нирці, під час вагітності. Існує гострий та хронічний пієлонефрит. Гострий пієлонефрит супроводжується підвищенням температури тіла до 40 °С, ознобами, загальним нездужанням, блюванням, болями у поперековій ділянці та у верхній частині живота. Сеча стає каламутною від великої кількості лейкоцитів та злуценого епітелію ниркових мисок і сечовивідних шляхів. Хронічний пієлонефрит має тривалий, хвилеподібний перебіг із періодами загострення. При затуханні процесу хворий може відчувати тільки загальне нездужання та в сечі постійно виявляються лейкоцити. У цьому періоді хвороби потрібна дієта з обмеженням солі, із заборонаю вживання смаженого м'яса та риби, грибів, копченостей, прянощів, алкоголю. Рекомендується їсти більше свіжих огірків, петрушки, селери, кавунів, меду, пити узвари. До комплексу лікування, призначеного лікарем, можна додати відвари лікарських рослин, які мають антибактеріальну та протизапальну дію: кропиви, кропу, споришу, звіробою, деревію, кореня лопуха, березових бруньок, ягід чорної бузини, трави цикорію, листків чорниць, шовковиці.

**Сечокам'яна хвороба** характеризується появою камінців у ниркових чашечках та мисках. Камінці складаються із компонентів сечі (сечова кислота, солі кальцію та фосфору тощо). Причиною цієї хвороби є надмірне вживання білків тваринного походження, м'ясних і рибних бульйонів, копченостей, помідорів, щавлю, розлади щитоподібної та парашитоподібних залоз, що регулюють обмін кальцію, застій сечі (гіподинамія, запори); несприятливі спадкові фактори та зловживання алкоголем. Камінець у нирковій мисці або чашечках виявляє себе ниючими болями у поперековій ділянці. Внаслідок різкого фізичного навантаження може виникнути ниркова колька – напад сильного болю у поперековій ділянці та животі, пов'язаний із тим, що камінець, зрушившись зі звичного місця, потрапив у сечовід. Крім нестерпного болю, хворий відчуває сильний озноб, може бути багаторазове блювання, температура тіла підвищується до 38 – 40 °С. Якщо виникає ниркова колька, необхідно негайно викликати «Швидку медичну допомогу». Запобігають утворенню камінців та сприяють виходу із сечею маленьких камінців рухливий спосіб життя, відвари лікарських рослин, які мають сечогінну дію.

**Енурез** – нічне нетримання сечі. Ця хвороба поширена у дітей, коли їх змалку не привчають до правильного сечовипускання протягом дня, а також унаслідок неврозів і різних вад спинного мозку. Якщо енурез із віком не

зникає, треба обов'язково звернутися до лікаря. Щоб запобігти цим неприємним явищам, останній раз слід пити рідину не пізніше як за 4 год до сну, уникати солоної їжі перед сном.

**Гломерулонефрит** – дуже тяжка хвороба усього організму з переважним ураженням ниркових клубочків обидвох нирок. Це захворювання належить до інфекційно-алергічних хворіб. Зазвичай виникає у людей, що перенесли стрептококову інфекцію (ангіну, скарлатину), мають хронічний тонзиліт, гайморит або каріозні зуби. Часто причиною гломерулонефриту є переохолодження організму, що активізує стрептококову інфекцію, а також знижує опірність імунної системи до нього. Іноді гломерулонефрит виникає тільки як алергічне захворювання, коли антигеном є неінфекційний чинник, на який також виробляються антитіла. Це буває у разі переливання несумісної за групою крові, введення імунних сироваток, застосування деяких ліків (наприклад, антибіотиків). Досить часто гломерулонефрит виникає тоді, коли антигенами стають зруйновані тканини власного організму (обпечені, вражені сонячною або іонізуючою радіацією). Характерною ознакою гломерулонефриту є зменшення (до 100 – 300 мл) або припинення виділення сечі. В організмі затримуються вода та хлорид натрію. Внаслідок цього утворюються набряки, які особливо помітні на обличчі. У вторинній сечі з'являються білки та еритроцити. Сеча червоніє і набуває вигляду «м'ясних помиїв» (проте червоний колір сечі можуть зумовити деякі продукти, наприклад, буряк, та лікарські засоби). Втрата із сечею великої кількості еритроцитів призводить до розвитку анемії. Внаслідок затримки солі та води у хворих значно підвищується артеріальний тиск. Тяжке самоотруєння організму продуктами білкового обміну спричиняє сильний головний біль, розлади зору, надзвичайну кволість, часті блювання. Цю хворобу жодними народними, нетрадиційними методамивилікувати не можна, тому слід вчасно звернутися до лікаря. Профілактика гломерулонефриту полягає у лікуванні хронічних вогнищ стрептококової інфекції (каріозні зуби, тонзиліт, гайморит тощо), ангіни, униканні переохолодження організму та зловживання сонячними ваннами.

### **Питання для самоконтролю**

1. Назвіть органи і шляхи виділення продуктів обміну речовин.
2. Дайте характеристику будови та функцій органів сечової системи.
3. Вкажіть вікові анатомо-фізіологічні особливості нирок.
4. Охарактеризуйте будову нефрона.
5. Поясніть механізм утворення сечі.
6. Порівняйте склад первинної та вторинної сечі.
7. У чому полягає регуляція процесу сечоутворення?
8. Назвіть захворювання органів сечової системи та їхні симптоми.
9. Які особливості сечової системи дитини сприяють розвитку інфекційно-запальних захворювань?
10. Вкажіть основні заходи профілактики захворювань органів сечової системи.

## Література

1. Коцур Н.І. Основи педіатрії і дитячої гігієни : навчальний посібник. – Переяслав-Хмельницький – Чернівці : Книги-XXI, 2008. – С. 338 – 346.
2. Маруненко І.М., Неведомська Є.О., Бобрицька В.І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни : курс лекцій : навчальний посібник. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – С. 258 – 271.
3. Ріст і розвиток людини : підручник / В.С. Тарасюк, Н.В. Титаренко, І.Ю. Андрієвський та ін.; за ред. В.С. Тарасюка, І.Ю. Андрієвського. – К. : Медицина, 2008. – С. 238 – 254.
4. Слободян Л.М., Слободян О.І. Довідник педіатра та сімейного лікаря. – Тернопіль : Навчальна книга-Богдан, 2007. – С. 261 – 274.
5. Хрипкова А.Г. Возрастная физиология / пер. с рус. – К. : Высш. школа, Главное изд-во, 1982. – С. 252 – 257.

## ЛЕКЦІЯ № 8

### **Анатомо-функціональні та гігієнічні особливості аналізаторів**

#### **План**

1. Загальна характеристика аналізаторів.
2. Зорова сенсорна система: будова, функції. Порушення зору та їх профілактика.
3. Слухова сенсорна система: будова, функції. Хвороби вуха та гігієна слуху
4. Вестибулярний апарат.
5. Смакова сенсорна система.
6. Нюхова сенсорна система.
7. Органи шкірного чуття.
8. Органи чуття внутрішніх органів. М'язово-суглобове чуття.
9. Перша допомога при потраплянні сторонніх тіл у вухо, око.

#### **Теоретичні відомості**

##### **1. Загальна характеристика аналізаторів**

Систему, яка забезпечує сприймання, передачу і переробку інформації про явища навколишнього середовища, називають **аналізатором**, або **сенсорною системою** («сенсорний» означає «чуття», «почуття»). Вчення про аналізатори розроблене І.П. Павловим.

П'ять органів чуттів (зору, слуху, нюху, смаку, дотику) інформують організм про дію на нього подразників зовнішнього світу. Вони відомі ще з

доби Аристотеля. Якщо обмежити потік інформації в ЦНС із різних органів чуття, то спостерігається затримка розвитку мозку, а отже, й інтелекту людини.

Поряд із класичними органами чуття згодом були виявлені інші сенсорні системи (аналізатори), які включають чутливі структури внутрішніх органів і забезпечують інформацію ЦНС про відповідний стан організму, про положення тіла у просторі, про міру напруження м'язів, про функціональний стан внутрішніх органів, – вестибулярний, руховий і вісцеральний аналізатори.

У структурі кожного аналізатора розрізняють три основні відділи: периферичний (рецептори), провідниковий (аферентні нейрони) і центральний, розташований у корі великих півкуль головного мозку. Аналіз дії подразників розпочинається в рецепторах і трансформується у збудження, яке передається провідниковим відділом аналізатора до ділянки кори великих півкуль. Тут здійснюється вищий, більш тонкий аналіз сигналів.

Рецептори органів чуття володіють підвищеною подразливістю, їхній розвиток характеризується зростанням збудливості і пристосуванням до певних подразників – хімічних, механічних, світлових, звукових тощо. За місцем розташування рецептори об'єднані у три групи: екстеро-, інтеро- і пропріорецептори.

**Екстерорецептори** розміщені на зовнішній поверхні тіла. Це рецептори шкіри, ока, вуха, язика та ротової порожнини. Подразнення екстерорецепторів викликають у корі головного мозку численні відчуття (звук, запах тощо).

**Інтерорецептори** містяться у внутрішніх органах. Вони не викликають ніяких відчуттів, але збудження, що надходять від них, допомагають нервовій системі регулювати діяльність органів, підтримувати гомеостаз. Лише хвороба спричинює больові відчуття у відповідному органі.

**Пропріорецептори** розташовані у м'язах, сухожилках, суглобових сумках і зв'язках. Вони сприймають зміни натягу і тиску, спричинені рухами окремих структур тіла.

За здатністю сприймати подразнення навколишнього світу екстерорецептори поділяються на дистантні (око, вухо, орган нюху) і контактні (пропріорецепція, органи дотику). Холодові рецептори можна віднести до обох груп за специфічністю відчуттів. Інтерорецептори входять у групу контактних рецепторів. Кожен рецептор сприймає певний вид подразника, специфічний лише для нього. Наприклад, при подразненні ока ми відчуваємо світло, колір. Тобто світлові хвилі, до яких рецептори ока пристосувалися у процесі філо- та онтогенезу, є адекватними подразниками. Розглядаючи дію струму на сітківку, яка супроводжується відчуттям світла – «фосфен», можна говорити про часткові і не завжди приємні відчуття. Тому струм у цьому випадку є неадекватним подразником.

Рецепторам властиві висока збудливість, лабільність та адаптація. Найменша сила подразника, яка викликає збудження рецептора, називається **порогом збудження**. Поняття лабільності рецептора характеризує перехід

енергії зовнішнього подразнення в якість відчуттів. Адекватністю та інтенсивністю подразника обумовлюється лабільність. Співвідношення між силою подразнення та інтенсивністю відчуттів виражається в порозі розрізнення – найменшій різниці в силі двох подразників одного виду, яка може сприйматись органами чуття.

Здатність до адаптації (пристосування) органів чуття проявляється зниженням інтенсивності збудження з часом дії подразника, без розвитку втоми. Тобто відчуття найбільш яскраві на початку свого виникнення, згодом вони стають менш інтенсивними.

Асоціативні поля кори півкуль мозку зв'язують структурно і функціонально різні проєкційні зони кори, забезпечуючи взаємодію різних сенсорних систем. Так, у ділянці чотиригорбкового тіла середнього мозку можлива іррадіація збудження із зорових шляхів на слухові – і навпаки. Завдяки взаємодії сенсорних систем розширюється сприйняття зовнішнього світу, поглиблюється його пізнання, удосконалюються поведінка та функції аналізаторів. Активність однієї сенсорної системи може знижуватись або підвищуватись при одночасному збудженні іншої. Наприклад, при посиленні освітлення підвищується слухова чутливість. Збудливість рецепторів сітківки ока значно знижується при дії шумів середньої та великої гучності. Обливання холодною водою підвищує гостроту зору, а обливання теплою водою, навпаки, знижує зір.

Різні сенсорні системи починають функціонувати в різні періоди розвитку дитини. Перші реакції на подразнення шкіри спостерігаються у ембріона у 7,5 тижня, а на третьому місяці життя дитини шкірна чутливість відповідає чутливості дорослого організму. Вестибулярний аналізатор дозріває ще в ембріональному стані. Адекватні реакції на подразнення смакового аналізатора починають проявлятися на 10-й день життя дитини. До шестирічного віку чутливість до смакових подразників поступово зростає і у шкільному віці досягає чутливості дорослого. Нюховий аналізатор функціонує з моменту народження, а диференціація запахів розпочинається на четвертому місяці життя.

Дозрівання аналізаторних систем визначається розвитком усіх ланок аналізаторів. Мієлінізація нервових волокон у перші місяці життя забезпечує збільшення швидкості проведення збудження. Пізніше серед усіх відділів аналізаторів дозрівають кіркові ланки, зокрема слухового і зорового аналізаторів. Дозрівання кіркової зони аналізатора значною мірою визначається кількістю інформації, яка надходить до неї. Якщо позбавити організм новонародженого сенсорної інформації, то нервові клітини проєкційної кори не розвиваються. Це вказує на важливість сенсорного виховання в ранньому дитячому віці.

Функціонально дозрівання сенсорних систем не завершується в ранньому дитинстві. Асоціативні зони кори дозрівають упродовж тривалого періоду розвитку, включаючи підлітковий вік. Тому важливим є дотримання відповідних умов, необхідних для розвитку сенсорної системи школярів.

## **2. Зорова сенсорна система : будова, функції. Порушення зору та їхня профілактика**

Завдяки зоровому аналізатору людина отримує понад 80% інформації про зовнішній світ. Периферичним відділом зорової сенсорної системи є око, провідний відділ – зорові шляхи та підкіркові нервові утворення, центральний відділ – ділянка потиличної долі кори великих півкуль.

Орган зору – **око** – сприймає дію світла, а у складі очного аналізатора – форму, величину, забарвлення предметів, визначає відстань до них, швидкість та напрямок руху. Око складається із власне очного яблука і допоміжного апарату. Очне яблуко міститься в очній ямці і має вигляд неправильної кулі. Воно складається із внутрішнього ядра і капсули, утвореної трьома оболонками: зовнішньою – фіброзною, середньою – судинною – і внутрішньою – сітківкою.

Форма ока куляста, його діаметр у дорослої людини – 24 мм, у новонародженого – 16 мм. У результаті цього новонароджені діти у більшості випадків далекозорі.

Зовнішня оболонка очного яблука називається білковою, або склерою. У передній частині вона переходить у випуклу прозору рогівку. Оскільки білкова оболонка непрозора, то світлові промені проникають в очне яблуко крізь рогівку.

Найінтенсивніше очне яблуко росте в перші п'ять років життя дитини. Рогівка у новонароджених товстіша і більш опукла. Упродовж п'яти років вона тоншає, а радіус кривизни з віком не змінюється.

За рогівкою міститься райдужна оболонка з отвором – зіницею, величина якої змінюється залежно від інтенсивності світла, що падає на неї.

Судинна оболонка – це розгалуження густої сітки кровоносних судин, які живлять око. Її темне забарвлення обумовлене наявністю пігменту. У судинній оболонці розрізняють три частини: задню – власне судинну, середню – війчасте тіло – і передню – райдужну оболонку. Проти місця переходу склери у рогівку судинна оболонка утворює кільцевий валик із відростками, які складають війчасте тіло. У його товщі розташовується війчастий м'яз, утворений гладенькими м'язовими волокнами, розміщеними в коловому, радіальному та меридіальному напрямках.

*Сітківка* – найскладніша оболонка очного яблука. Складається з багатьох шарів, три з яких становлять нервові клітини, відмінні за своєю будовою та функціями. Зовнішній шар утворений чутливими до світла паличками та колбочками (рецептори зорового аналізатора). У сітківці ока людини налічується близько 130 млн паличок і 7 млн колбочок. Зовнішні членики паличок і колбочок складаються із двоякозаломлюючої речовини, яка сприймає світло. У центрі сітківки переважають колбочки. Вони містять речовину фіолетового кольору – йодопсин. По боках сітківки сконцентровані палички. Вони містять родопсин – речовину пурпурового кольору.

Невеличка ділянка сітківки в місці виходу зорового нерва не має ні паличок, ні колбочок, тому називається *сліпою плямою*. Місце найяснішого бачення – *жовта пляма* – розташовується вгорі і назовні від сліпої плями. Вона багата на світлочутливі клітини. У центрі жовтої плями містяться тільки колбочки. У напрямі до країв сітківки збільшується кількість паличок.

У результаті підвищеного тону симпатичних нервів у 6 – 8-річних дітей зіниці широкі. Після десяти років життя зіниці знову стають меншими. У віці 12 – 13 років швидкість та інтенсивність реакції зіниць на світло стає такою ж, як у дорослих.

Позаду зіниці лежить прозоре тіло, що має форму двоопуклої лінзи – кришталік. Передня його поверхня менш опукла, ніж задня. Весь кришталік занурений у прозору еластичну сумку, яка по краях прикріплюється до війкової зв'язки.

Невеликий простір між кришталіком і рогівкою заповнений прозорою рідиною – водянистою вологою. Всю порожнину очного яблука позаду кришталіка і війкової зв'язки займає склоподібне тіло, яке прилягає до сітківки. Спереду воно має заглибину, що відповідає за формою задній поверхні кришталіка. Склоподібне тіло – прозора, напіврідка драглиста маса, вкрита прозорою оболонкою.

Допоміжний апарат ока складають м'язи, жирова клітковина, повіки, вії, слізний апарат і брови.

Шість м'язів приводять у рух очне яблуко (верхній, нижній, внутрішній і зовнішній прямі та верхній і нижній косі). Ці поперечносмугасті м'язи починаються від спільного сухожильного кільця, що охоплює зоровий нерв у глибині очної ямки і прикріплюється до білкової оболонки очного яблука спереду від його екватора. Верхній косий м'яз іннервується блокоподібним нервом, зовнішній прямий – відвідним, а інші чотири – окоруховим. Узгоджена діяльність очних м'язів забезпечує координовані рухи очей навколо їхніх осей. Над верхнім прямим м'язом паралельно лежить м'яз-піднімач верхньої повіки.

Ззаду очне яблуко оточене жировою клітковиною, яка відіграє роль м'якої еластичної подушки. Спереду очне яблуко прикривають верхня і нижня повіки, утворені складками шкіри. Їхня внутрішня поверхня вистелена слизовою оболонкою – кон'юнктивою, яка переходить на очне яблуко і вкриває передню його поверхню. Кон'юнктива забезпечує зволоження ока.

Слізний апарат складається зі слізної залози і слізних каналів. Слізна залоза розташовується в зовнішньому верхньому куті очної ямки. Сльози забезпечують зволоження очного яблука, чистоту склери і прозорість рогівки. Вони стікають до внутрішнього кута й очної щілини і по двох слізних каналах надходять у слізні мішки, звідки перетікають у носову порожнину.

У новонароджених дітей зоровий апарат розвинений не повністю. Очі в них відкриваються на короткий час, причому діяльність повік не узгоджена. На другому тижні життя ця неузгодженість зникає, а на другому



місяці життя синхронізується рухами очей. Захисний рефлекс наближення предмета до очей формується у дитини до кінця другого місяця життя. Рефлекторне закривання очей на подразнення світлом з'являється з п'ятого місяця життя.

Через незрілість нервових шляхів між сітківкою та великими півкулями новонароджена дитина предметів не розрізняє. Лише в середині другого тижня життя дитина починає реагувати на блискучі предмети, повертаючи при цьому голівку. Здатність фіксувати поглядом предмети виробляється до п'ятого місяця життя.

Око як складна оптична система збирає світлові промені, що, проходячи крізь рогівку, водянисту вологу, кришталік та склоподібне тіло, заломлюються і відбиваються на сітківці обернено. Проте завдяки контролю зорового аналізатора, шкірно-м'язовому чуттю ми бачимо предмети у природному положенні. Дитина в перші місяці плутає верх і низ предмета, але удосконалення вищого зорового центру кори потиличних зон півкуль головного мозку забезпечує нормальне бачення. У цьому механізмі важлива роль належить набутому у процесі життя досвіду.

Для оптичної системи ока характерне явище акомодатії – пристосувальної реакції до бачення предметів на різній відстані. Кришталік, який здатний змінювати свою опуклість, забезпечує збирання відбитих від предметів променів на сітківці. При розгляданні близько розташованих предметів кільцевий війковий м'яз скорочується. Це проявляється розслабленням війкової (цинної) зв'язки й опуклістю кришталіка. При цьому заломлююча сила кришталіка збільшується, а фокусна відстань зменшується.

У 10 років найближча точка чіткого бачення міститься на відстані 7 см від ока, у 20 років – 8,3 см, у 30 років – 11 см, у 40 років – 17 см, у 50 років – 50 см.

Акомодатія зорового аналізатора не пов'язана із пристосуванням ока до кількості світла, що в нього потрапляє. Зіниця, крізь яку промені проходять у глибину ока до сітківки, може змінювати свій діаметр завдяки наявності в райдужній оболонці двох м'язів, які звужують та розширюють її. Рефлекторна дія цих м'язів залежить від кількості світла, що надходить до ока.

У новонароджених очі ще не мають здатності до акомодатії. У дітей дошкільного і шкільного віку кришталік менш опуклий, ніж у дорослих, що забезпечує певну дитячу далекозорість. Висока еластичність кришталіка у дітей забезпечує здатність до акомодатії. З віком еластичність кришталіка зменшується. Це сприяє розвитку далекозорості, яка компенсується двоопуклими лінзами.

Існують два види аномалій рефракції: короткозорість і далекозорість. Далекозорість розвивається через зменшення довжини очного яблука. Тому паралельні промені від предмета після заломлення збираються позаду сітківки. Щоб зібрати промені на сітківці, акомодатійної здатності очного яблука недостатньо – і людина бачить невиразно.

Якщо очне яблуко має витягнуту форму, то промені збиратимуться перед сітківкою, спричиняючи **короткозорість**. Акомодаційна здатність короткозорого ока забезпечує бачення предметів на близькій відстані. Критичним періодом розвитку короткозорості у дітей є початкове навчання у школі. Під час занять збільшується внутрішньоочний тиск із тривалою акомодацією, що сприяє зниженню гостроти зору.

Чіткому баченню предметів сприяє і зіничний рефлекс. Завдяки скороченню та розслабленню кільцевих та радіальних м'язів при яскравому світлі зіниця звужується, а в сутінках – розширюється. Під дією світла родопсин і йодопсин, які містяться між зовнішнім шаром сітківки та судинною оболонкою, розкладаються і створюють іонізоване середовище. Це середовище збуджує палички та колбочки. Збудження передається до зорового нерва, далі у проміжний мозок і до кори потиличних півкуль мозку, де виникає зорове відчуття. Синтез зорових речовин відбувається під дією вітаміну А. Палички більш чутливі до світла і забезпечують присмеркове та нічне бачення. Колбочки збуджуються при більшій силі світла, тому забезпечують чіткість зображення та кольоросприйняття. До 20 років нічне бачення зростає, а потім знижується.

Палички сітківки функціонують від народження дитини, а повне функціонування колбочок починається із 3 – 4-го року життя. Найбільшого розвитку здатність розрізняти кольори досягає до 25 років. Збудливість сітківки і зорового аналізатора досягає максимуму до 24 років.

Є люди, які не розрізняють червоного та зеленого кольорів. Таке порушення зору називається *дальтонізмом* і пов'язане з порушенням обміну речовин у колбочках.

Здатність пізнавати предмети за їхнім зображенням на папері проявляється у дітей на третьому році життя. Діти дошкільного віку спочатку звертають увагу на форму предмета, а вже потім на його розміри і колір.

**Гострота зору** – здатність оптичної системи ока будувати чітке зображення на сітківці. У дітей із нормальною рефлексцією гострота зору збільшується з віком. У 4 – 5 років гострота зору дорівнює 0,80%, у 5 – 6 років – 0,86%, у 7 – 8 років – 0,91%). У віці від 10 до 15 років гострота зору підвищується з 0,98 до 1,15.

Новонароджена дитина бачить, але в неї нема ще добре розвинутого чіткого бачення. Вона плаче без сліз, хоч слізні залози розвинуті. Сльози у дітей з'являються після I – II місяців. Природна далекозорість новонароджених та дошкільнят не заважає ясному баченню близьких предметів, тому що у дітей велика еластичність кришталика. З віком далекозорість минає, але збільшується кількість короткозорих дітей. Абсолютна колірна чутливість із віком зменшується, а здатність розрізняти кольори збільшується.

З метою профілактики розладів зору у дітей та підлітків необхідно усувати причини й умови, які викликають порушення рефракції, послаблення гостроти зору та інші його зміни.

У запобіганні вадам зору велике значення має відстань від очей до верхнього і нижнього рядка на сторінці книги або зошита. Різна відстань до

цих рядків (при розташуванні книги на горизонтальній поверхні) викликає втому, оскільки форма кришталіка повинна змінюватися, щоб текст можна було чітко бачити. Нахил кришки стола, який передбачається в конструкції парти (учнівського стола), полегшує роботу школяра, тому що при розташуванні книги на похилій площині верхній і нижній рядки сторінки перебувають приблизно на однаковій відстані від очей. Куточок школяра слід розташовувати ближче до вікна. Стіл для занять потрібно ставити так, щоб природне світло падало зліва від дитини, якщо вона не лівша.

Одним з основних заходів профілактики захворювань очей школярів є дотримання правил особистої гігієни, а саме: часте миття рук із милом, часта зміна рушників індивідуального користування, носових хустинок тощо. Важливе значення має харчування, ступінь його збалансованості щодо вмісту харчових речовин і особливо вітамінів. Із метою захисту від безпосереднього впливу інтенсивної ультрафіолетової радіації або високих рівнів освітлених поверхонь необхідно обов'язково використовувати спеціальні захисні окуляри.

Профілактика травм очей у школярів включає суворе дотримання ними правил безпеки у процесі виготовлення різних виробів на уроках праці, під час проведення дослідів на уроках хімії.

### **3. Слухова сенсорна система: будова, функції. Хвороби вуха та гігієна слуху**

Значення слухового аналізатора полягає в тому, що завдяки йому людина сприймає і розрізняє звукові хвилі, які складаються з почергових згущень та розріджень повітря. Слуховий аналізатор має особливе значення у формуванні і здійсненні функцій мовлення, а також визначенні ритму і швидкості рухів та фізичних вправ. Він складається із трьох частин: рецепторного апарату вуха, провідних шляхів восьмої пари черепно-мозкових (слухових) нервів та центра слуху у скроневій ділянці кори великих півкуль головного мозку. Дитина, яка втратила слух у ранньому дитинстві, втрачає і мовленнєву здатність, хоча весь артикуляційний апарат залишається не пошкодженим.

Рецепторна частина слухового аналізатора міститься у вусі, яке складається із зовнішнього, середнього та внутрішнього відділів. Зовнішнє вухо формується вушною раковиною та зовнішнім слуховим проходом.

Вушна раковина утворюється еластичним хрящем, який охоплює завиток та протизавиток. Звукові хвилі, що падають на вушну раковину, спрямовуються у зовнішній слуховий прохід. Він складається із зовнішньої хрящової частини і кісткової, розташованої у скроневій кістці. Його внутрішня поверхня вистелена шкірою, яка вкрита волосками і містить потові залози, що продукують вушну сірку. У глибині зовнішнього вушного проходу шкіра переходить у сполучнотканинну тонку барабанну перетинку, яка розмежовує внутрішнє вухо від середнього.

Середнє вухо складається із суто порожнини, слухових кісточок і евстахієвої труби. Порожнина міститься у товщі скроневої кістки і через евстахієву трубу сполучається з носоглоткою. У внутрішній стінці, яка відмежовує вухо від внутрішнього, є овальний отвір та кругле вікно, зтягнуті перетинкою.

У порожнині середнього вуха містяться три слухові кісточки: молоточок, коваделка та стремінце. Молоточок зростається рукояткою з барабанною перетинкою, а його голівка сполучається з тілом коваделка суглобом. Довгий відросток коваделка сполучається з голівкою стремінця. Основа стремінця з'єднується з перетинкою овального вікна. Через цю складну систему коливання барабанної перетинки передаються у внутрішнє вухо. Слухові кісточки розташовані так, що утворюють важелі, які зменшують розмах звукових коливань та збільшують їхню силу.

Внутрішнє вухо є найважливішим за функцією та найскладнішим за будовою відділом органу слуху. Воно міститься у товщі скроневої кістки і складається із трьох частин: переддвір'я, завитки та півколових каналів. Ці частини утворюють складний кістковий канал, усередині якого міститься схожий за формою перетинчастий канал, заповнений ендолімфою. Переддвір'я сполучається із середнім вухом через овальне вікно, закрите основою стремінця, а завиток – через кругле вікно, зтягнуте перетинкою.

У завитку розташована рецепторна частина слухового аналізатора. Завиток робить два з половиною оберти навколо центральної осі. Між стінками завитка в порожнину каналу виступають кісткова та основна пластинки, які утворюють перетинку, що поділяє порожнину на два канали. Один із них основою прилягає до перетинки овального вікна, інший – до перетинки круглого вікна. Обидва канали заповнені ендолімфою.

Основна пластинка містить близько 24 тисячі еластичних волокон, натягнутих упоперек між краєм кісткової пластинки і протилежною стінкою завитка. Ці волокна мають різну довжину і є слуховими струнами.

На основній пластинці вздовж ходу завитка лежить кортіїв орган, найважливішою складовою якого є чутливі волоскові клітини. До основи цих клітин підходять гілочки слухового нерва, які сприймають звукові коливання.

Звукові хвилі, що вловлюються зовнішнім вухом, спричиняють коливання барабанної перетинки, зв'язаних із нею слухових кісточок, які через перетинку овального вікна передають ці коливання ендолімфі завитки. Ендолімфа коливає основну пластинку з кортієвим органом. Слухові клітини доторкаються своїми волосками до покривної пластинки і збуджуються. Збудження передається до слухового нерва, підкоркових ядер, центру слуху у скроневій частці кори великих півкуль. Тут здійснюється найтонший аналіз із відчуттям звуку.

Вухо дорослої людини сприймає звукові хвилі з частотою 16 – 20 тис. Гц, сила яких виражається у децибелах (дБ). У дітей верхня межа слуху сягає 32 тис. Гц. Низькі тони (малочастотні коливання) спричиняють рухи довгих волокон основної пластинки, високі

(високочастотні) – коротких. У дітей верхня межа звуку сягає 22 тис. Гц, а у людей похилого віку – близько 15 тис. Гц.

Сприйняття звуку слуховим аналізатором плода спостерігається в останні місяці його пренатального розвитку. Новонароджені і діти грудного віку здатні до елементарного аналізу звуку. У новонароджених спостерігається відносна глухота. У перші дні життя діти чують лише сильні звуки. Це пояснюється тим, що порожнина середнього вуха заповнена слизом, зовні слуховий прохід вузький і розташовується вертикально, а барабанна перетинка – горизонтально. Дитина починає краще чути й активніше реагувати на звуки, коли слиз розсмоктується і через євстахієву трубу сюди проходить повітря. Виразним слух стає на межі 2 – 3 місяців життя. У кінці третього місяця діти «шукають» очима чутний голос. На шостому – сьомому місяці гострота слуху дитини ідентична нормальному слуху дорослої людини.

Спілкування з дорослими у дітей набуває великого значення у розвитку слуху.

Приблизно у 12 років остаточно формується слуховий апарат. Стінки слухового проходу костеніють до 10 років. Сконева кістка у дітей молодшого віку складається з трьох частин, а судини барабанної перетинки сполучені із судинами твердої мозкової оболонки, що обумовлює ускладнення отитів менінгітами.

Формування вестибулярного апарату закінчується раніше від інших рецепторів. У новонародженої дитини він розвинений так, як у дорослої людини. Внутрішнє вухо майже не змінюється з віком. Збудливість вестибулярного апарату у дітей вища і знижується з віком.

До захворювань вуха належить **отит** – запалення вуха. Найчастіше трапляється отит середнього вуха. Запалення вуха зазвичай виникає як ускладнення грипу, гострих респіраторних захворювань; інфекція з носоглотки може перейти по євстахієвій трубці до порожнини середнього вуха. Симптоми отиту : сильний біль у вусі, висока температура тіла, сильний головний біль, значне зниження слуху. Якщо є такі симптоми, то необхідно негайно звернутися до лікаря. Профілактика отиту : лікування гострих та хронічних захворювань носоглотки (аденоїдів, нежиті, гаймориту); при нежиті не можна сильно сякати, щоб інфекція через євстахієву трубу не потрапила до середнього вуха; не можна сякати одночасно обома половинами носа, а треба це робити почергово, притискаючи крило носа до носової перегородки.

**Глухота** – повна втрата слуху на одне чи обидва вуха. Вона може бути набутою і вродженою.

**Набута глухота** здебільшого є наслідком двостороннього отиту середнього вуха, який супроводжується розривом барабанних перетинок, або тяжкого запалення внутрішнього вуха. Причинами глухоти можуть бути тяжкі дистрофічні ураження слухових нервів, які часто пов'язані із професійними чинниками (шумом, вібрацією, дією пари хімічних речовин) або з травмою голови (наприклад, внаслідок вибуху); неконтрольоване застосування антибіотиків, які негативно діють на слуховий нерв.

**Вроджена глухота** пов'язана із вродженим порушенням слуху, причинами якого можуть бути вірусні хвороби матері під час вагітності (краснуха, кір, грип), безконтрольне вживання нею деяких ліків, особливо антибіотиків, вживання алкоголю, наркотиків, куріння. Народжена глухою дитина, ніколи не чуючи мовлення, стає *глухонімою*.

**Гігієна слуху** – система заходів, спрямована на охорону слуху, створення оптимальних умов для діяльності слухового аналізатора, що сприяє нормальному його розвитку і функціонуванню.

На дітей і підлітків украй негативно впливає шум. Зміна функціонального стану слухового та інших аналізаторів спостерігається у дітей під впливом **«шкільного» шуму**, рівень інтенсивності якого в основних приміщеннях школи коливається від 40 до 110 дБ. У класі рівень інтенсивності шуму в середньому становить 50 – 80 дБ, під час перерв може сягати 95 дБ. Шум, який не перевищує 40 дБ, не викликає негативних змін у функціональному стані нервової системи. Зміни стають помітними при впливі шуму, рівень якого становить 50 – 60 дБ. Зниження рівнів «шкільного» шуму та його несприятливого впливу на здоров'я учнів досягається завдяки багатьом комплексним заходам: будівельним, технічним, організаційним. Наприклад, ширина зони зелених насаджень з боку вулиці повинна бути не менше 6 м, це сприятиме затримуванню поширення шуму. Гігієнічно правильне розташування та розміри навчальних приміщень у будівлі школи також сприятимуть зменшенню «шкільного» шуму.

#### **4. Вестибулярний апарат**

У внутрішньому вусі від переддвір'я відходять три півколові канали – два вертикальні й один горизонтальний у трьох взаємно перпендикулярних площинах. У переддвір'ї та півколових каналах розміщені рецептори, які сприймають положення голови і тіла у просторі та зміну руху – вестибулярний апарат. У порожнині переддвір'я розташовані два перетинчасті мішечки зі скупченнями чутливих циліндричних клітин. Один кінець їх закінчується коротким волоском. Основа цих клітин обплетена волокнами нерва переддвір'я. Над волосками скупчуються шестигранні кристали, які утворюють отолітову кулю. Зміни положень голови та тіла спричиняють її переміщення. Чутливі волоски при цьому натягуються або відчують тиск. Збудження через довгастих мозок проводиться до мозочка і кори великих півкуль. Під впливом цих імпульсів відбувається скорочення або розслаблення певних груп скелетних м'язів, які сприяють збереженню тілом рівноваги. Вестибулярний аналізатор відіграє першочергову роль в орієнтуванні тіла у просторі, подоланні земного тяжіння, трудовій діяльності та в усіх видах фізичних вправ.

Зв'язок вестибулярного аналізатора з пропріорецептивною чутливістю забезпечує визначення положення тіла у просторі. Імпульси, що виникають у рецепторах м'язів, сухожилків і суглобів, по доцентрових нервах надходять до задньої центральної завитки кори півкуль головного мозку, де виникає

відчуття зміни в положенні частин тіла. У результаті подразнення пропріорецепторів виникають рефлекторні скорочення м'язів або зміна їхнього тону, що також сприяє підтриманню пози тіла.

## **5. Смакова сенсорна система**

Рецептори, що подразнюються хімічними речовинами, філогенетично найдавніші. Смакові відчуття, які визначають якість їжі, викликаються подразненням рецепторів, розташованих на кінчику, краях та корені язика, бокових та задній поверхнях м'якого піднебіння, задній стінці глотки, задній поверхні надгортанника та голосових зв'язок.

Рецептори смаку – особливі нейроепітеліальні утвори – смакові нирки. У людини їх 9 – 10 тис., а кожна нирка містить 10 – 15 рецепторних клітин. Через отвір, що відкривається на поверхні смакового сосочка, до смакової нирки проникають розчинені у слині речовини і збуджують рецепторні клітини.

Смакові відчуття можна поділити на чотири групи: солодке, кисле, гірке і солоне. Усі інші смакові відчуття – комбінація цих чотирьох відчуттів. Це пояснюється тим, що різні за будовою смакові рецептори збуджуються лише певною смаковою речовиною в певній смаковій концентрації. Солодке переважно відчувається кінчиком язика, кисле – бічними поверхнями, гірке – коренем язика, солоне – всією його поверхнею.

На збудливість смакових рецепторів впливає також і температура хімічного подразника. Найсприятливішою для сприйняття є температура 10 – 35°C. Холодна і гаряча їжа знижує смакові відчуття.

Збудливість смакового аналізатора знижується під час дії смакових речовин. Адаптація до різних смакових речовин настає не однаково швидко. Раніше вона розвивається до солодких і солоних речовин, пізніше – гірких і кислих. Чим концентрованіший розчин речовини, тим триваліші смакові відчуття.

Орган смаку у новонароджених розвинений найкраще серед інших органів чуття. На подразнення рецепторів солодким дитина реагує смоктанням і ковтанням, а на кисле, гірке, солоне – скороченням мимічних м'язів. Надалі орган смаку продовжує розвиватися в напрямі тонкого розпізнавання смаків. Тому для розпізнавання корисної для здоров'я їжі дітям необхідна спрямовуюча діяльність дорослих.

## **6. Нюхова сенсорна система**

Нюхові рецептори подразнюються газоподібними речовинами і відіграють велике значення у визначенні складу їжі та повітря, що вдихається. Рецепторна частина нюхового аналізатора розташована у слизовій оболонці верхніх носових раковин і сусідніх із ними невеликих частинах носової перегородки. Ця частина слизової оболонки носової порожнини називається нюховою ділянкою і має на вигляд жовтуватий колір.

У людини нараховується 10 – 60 млн нюхових клітин на нюховій поверхні площею 5 – 10 см<sup>2</sup>.

Нюхова ділянка вкрита епітелієм, у якому містяться опорні і рухові клітини. Рухові клітини мають тіло веретеноподібної форми та два відростки. Периферичний відросток – дендрит – проникає між опорними клітинами і, досягнувши поверхні, закінчується протоплазматичними волосками. Центральний відросток – аксон – нервово волокно, що проходить крізь отвори решітчастої кістки в порожнину черепа, звуки й імпульси по нюховому тракту передаються через стовбур головного мозку до кори великих півкуль. Вільні закінчення трійчастого нерва в нюховій ділянці сприяють чханню, затриманню вдиху.

Газоподібні запахи потрапляють до нюхової ділянки дифузно. Вируючи, рухи молекул запаху створюють низькочастотні електромагнітні коливання, які і сприймаються рецепторами нюхового аналізатора. Тому щоб розібратися в певному запахи, людина робить часті вдихи, аби прискорити проникнення пахучих речовин до нюхової ділянки.

Розрізняють 7 – 9 основних запахів, які, контактуючи з епітелієм нюхової ділянки, згодом аналізуються у відповідних центрах кори мозку.

Якщо подразник діє тривало, збудливість органа нюху знижується. Проте після припинення дії подразника чутливість швидко відновлюється (наприклад, вихід на свіже повітря).

У дітей раннього віку носова порожнина розвинена недостатньо, тому чуття нюху в них розвинене слабше. Проте новонароджений швидко реагує на неприємний запах скороченням мимічних м'язів. У дітей дошкільного та молодшого шкільного віку чуття нюху гостріше, ніж у дорослих. Від 6 – 7-річного віку гострота нюху починає знижуватися, а здатність розрізняти запахи з віком підвищується.

## 7. Органи шкірного чуття

Рецептори, розташовані у шкірі, забезпечують диференційоване сприйняття впливів навколишнього середовища на організм. Розрізняють 4 типи шкірних рецепторів: тактильні, теплові, холодкові та больові. Із їхньою допомогою формуються відповідні відчуття. Тактильних (дотикових) рецепторів є близько 500 тис., теплових – до 30 тис., холодкових – близько 250 тис. Ці різновиди рецепторів розрізняються за будовою і розташовуються у шкірі мозаїчно.

Тактильні рецептори мають вигляд цибулин із нервовими закінченнями. Вони сприймають механічні подразнення шкіри, трансформують збудження в імпульс, який аналізується в ділянці задньої центральної завитки кори великих півкуль, де виникає відчуття дотику чи тиску. Найбільше тактильних рецепторів сконцентровано у шкірі долонь, кінчиків пальців, на губах, кінчику язика. Найменше – на шкірі спини і живота.

Завдяки тактильній чутливості людина відчуває форму, величину і характер поверхні навколишніх предметів. У маленьких дітей дотикові відчуття сприяють виробленню у них психічних уявлень. У дітей раннього віку чуття дотику формується мимовільно шляхом багаторазового доторкання.



Температурні рецептори формують два види нервових закінчень – теплові і холодові. Терморекцептори розташовуються у шкірі, слизовій оболонці носа, рота, гортані, стравоходу, шлунка і кишківника. Клубочки тонких нервових закінчень, обмежені сполучнотканинною капсулою, сприймають зміни температури, а нервовий імпульс у мозковій частині аналізатора формує відчуття тепла чи холоду. Внаслідок цього змінюється діаметр кровоносних судин.

Чутливість до тепла та холоду залежить від кількості тактильних рецепторів і рівня загартованості. Частина тіла, які зазвичай закриті одягом, більш чутливі до холоду, ніж відкриті. При повторних холодних впливах розвивається адаптація. Аналогічно повторні теплові впливи викликають зниження чутливості до теплових подразнень.

**Больові рецептори**, які містяться у шкірі, м'язах, кістках, внутрішніх органах, дають відчуття болю специфічного і якісно відмінного від будь-яких інших відчуттів. Вони сприймають дію подразників руйнівного характеру і сприяють виникненню ряду захисних реакцій. Больові рецептори – це вільні нервові закінчення або безмієлінові нервові волокна. Тому сила больових відчуттів залежить від стану нервової системи. При великому нервовому збудженні біль часто не відчувається, але як тільки будуть усунені сторонні подразники, больове чуття посилюється. При цьому посилюється виділення адреналіну у кров, підвищується концентрація глюкози, частішає ритм серцевих скорочень, прискорюється зсідання крові, підвищується артеріальний тиск.

## **8. Органи чуття внутрішніх органів. М'язово-суглобове чуття**

**Органи чуття внутрішніх органів.** Рецептори, розташовані у внутрішніх органах, називаються **інтерорецепторами**. За будовою вони схожі на рецептори шкіри, але кількість їх значно менша. Адекватними подразниками для інтерорецепторів є зміни тиску, механічні та хімічні подразнення (барорецептори, механорецептори, хеморецептори). Усі вони слабко і повільно адаптуються до тривалої дії подразників.

Основною функцією інтерорецептивної чутливості є рефлекторна саморегуляція вегетативних функцій (підтримання гомеостазу). При дії сильних подразників виникають зміни в діяльності серцево-судинної, дихальної, травної систем, скорочень жовчного і сечового міхурів, розширення зіниці ока, змінюються біопотенціали збудливих тканин і вища нервова діяльність. Подразнення рецепторів шлунка змінює виразність умовно-рефлекторних реакцій. На фоні збудження інтерорецепторів умовні рефлекси формуються значно повільніше і характеризуються великою інертністю.

**М'язово-суглобове чуття.** М'язові веретена, або **пропріорецептори**, – складні сприймаючі органи, які специфічно реагують на скорочення чи розслаблення структур м'язового апарату. У 1863 р. І.М.Сеченов уперше

встановив роль м'язового чуття координації рухів та формування свідомості.

Кожне м'язове веретено складається з кількох поперечносмугастих м'язових волокон, прикріплених одним кінцем до сусіднього м'язового волокна, а іншим – до сухожилка чи фасції. Ці кінцеві ділянки скорочуються або розтягуються при зміні стану м'яза. У ядерній сумці посередині веретена міститься закінчення спіралеподібно закручених товстих аферентних волокон, імпульси від яких надходять у спинний мозок. До скорочуваних ділянок веретена підходять еферентні гама-волокна, що регулюють обмін речовин веретена.

Інші, менш збудливі пропріорецептори – тільця Гольджі, що містяться в сухожилках, – розтягуються при скороченні м'язів. У суглобах розташовані тільця Руффіні. Головна роль у пропріорецептивних рухових рефлексах належить м'язовим веретенам, оскільки вони здійснюють рефлекторні рухи після виключення рецепторів сухожилків та суглобів і слугують початком іншого рухового рефлексу.

Після припинення рухового рефлексу може спостерігатися протилежний рефлекс, який І.М.Сеченов назвав віддачею. Віддача – рефлекторний рух, викликаний подразненням рецепторів розслабленого і розтягнутого м'яза. Віддача полегшує виконання ланцюгових рефлексів – локомоцій, які є результатом складних поєднань. Збудження і гальмування в нервових центрах та скорочених м'язах забезпечують утримання пози і переміщення тіла у просторі.

Пропріорецепція відрізняється майже повною відсутністю адаптації, тому рецептори перебувають у стані постійної готовності до збудження. Крім внутрішніх зворотних зв'язків, пропріорецептори зв'язані із зовнішніми тактильними рецепторами органів зору та слуху. Імпульси з тактильних рецепторів шкіри разом із м'язовими (кінестезія) викликають згинальні і розгинальні рухові рефлекси.

У школярів збудливість пропріорецепторів із віком збільшується: найнижча вона в учнів першого класу, найвища – у випускників. Збудливість підвищується в першій половині дня і знижується надвечір.

Збудження рухового аналізатора у школярів, спричинене виконанням фізичних вправ, сприяє підвищенню розумової працездатності.

## **9. Перша допомога при потраплянні сторонніх тіл у вухо, око**

**Стороннє тіло у вусі.** Найчастіше ця травма спостерігається у дітей, коли, граючись, вони запихають у вухо гудзики, намистини, горох, кісточки від ягід, насіння та інші дрібні предмети, що переважно не викликає гострого болю. Головне в такій ситуації – не намагатися самим видалити стороннє тіло, оскільки це сприяє його проштовхуванню у слуховий прохід. Слід негайно звернутися до лікаря.

Якщо у вухо сплячої людини заповзає комаха (мошка, муха, тарган), може виникнути відчуття печії, розпирання, біль. У цьому разі рекомендується

закапати у слуховий прохід краплю олії, перевареної води або борного спирту і покласти потерпілого на деякий час на правий бік (якщо комаха в лівому вусі). Це переважно зменшує неприємні та больові відчуття. Потім потерпілого повертають на інший бік, і мертва комаха вимивається з вуха водою або олією. Якщо видалити її з вуха в такий спосіб не вдається, необхідно звернутися до лікаря.

**Стороннє тіло в оці.** В око можуть потрапляти дрібні частинки пилу, сажі, а також комахи. Затримуючись на слизовій оболонці (кон'юнктиві) під верхньою або нижньою повікою, вони викликають почервоніння, слезотечу, біль. Не треба терти око, оскільки це сприяє додатковому подразненню кон'юнктиви. Необхідно оглянути око і визначити, куди потрапило стороннє тіло. Якщо воно під верхньою повікою, то для його видалення необхідно потягнути за її верхньої повіки донизу, нібито одягти її на нижню, щоб внутрішня сторона протерлася віями нижньої повіки. При цьому потерпілий повинен дивитися донизу. Щоб видалити стороннє тіло з нижньої повіки, необхідно відтягнути її донизу й обережно зняти його з внутрішньої поверхні зволоженим кінчиком чистої носової хустинки. Потерпілий повинен дивитися вгору. Якщо видалити стороннє тіло в такий спосіб не вдається, необхідно доставити потерпілого до лікаря.

Якщо в око потрапляє осколок скла або металу, не треба його видаляти. Необхідно накласти на очі пов'язку, заспокоїти потерпілого і викликати «Швидку медичну допомогу».

### Питання для самоконтролю

1. Дайте загальну характеристику сенсорних систем.
2. Які властивості рецепторів?
3. Вкажіть вікові особливості формування аналізаторів.
4. Охарактеризуйте зорову сенсорну систему.
5. Проаналізуйте захворювання органів зору.
6. Опишіть будову та функції органа слуху.
7. Які захворювання вуха Вам відомі? У чому полягає їхня профілактика?
8. Яке біологічне значення вестибулярного апарату?
9. Дайте характеристику смакової та нюхової сенсорних систем.
10. Порівняйте органи шкірного чуття та чуття внутрішніх органів.
11. Вкажіть причини, шляхи зараження, ознаки захворювань органів дихання у дітей.
12. Назвіть способи штучного дихання та порівняйте їх.

### Література

1. Коцур Н.І. Основи педіатрії і дитячої гігієни : навчальний посібник. – Переяслав-Хмельницький – Чернівці : Книги-XXI, 2008. – С. 236 –247.

2. Маруненко І.М., Неведомська Є.О., Бобрицька В.І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни : курс лекцій : навчальний посібник. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – С. 399 – 441.

3. Плахтій П.Д., Мисів М.П., Циганівська О.І. Вікова фізіологія. Теорія, практикум, тести : навчальний посібник. – Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О.А., 2008. – С. 123 – 154.

4. Практикум з валеології. Основи долікарської допомоги : навчально-методичний посібник [для студентів вищих навчальних закладів, вчителів та учнів загальноосвітніх шкіл] / укладачі Цимбал Н.М., Берегова О.Д. – Тернопіль : Навчальна книга-Богдан, 2007. – 112 с.

5. Хрипкова А.Г. Возрастная физиология / пер. с рус. – К. : Вышш. школа, Головное изд-во, 1982. – С. 109 – 136.

## ЛЕКЦІЯ № 9

### **Вікові анатомо-функціональні особливості будови та функції нервової системи**

#### **План**

1. Загальний план будови нервової системи.
2. Властивості нервової системи.
3. Поняття про рефлекс. Рефлекторна дуга.
4. Етапи розвитку нервової системи.
5. Спинний мозок: будова, функції, розвиток.
6. Будова та функції головного мозку.
7. Ріст і розвиток головного мозку.
8. Розлади стану нервової системи та їхня профілактика.

#### **Теоретичні відомості**

##### **1. Загальний план будови нервової системи**

Нервова система пристосовує організм до навколишнього середовища, регулює всі внутрішні процеси і підтримує гомеостаз (сталість внутрішнього середовища) організму. Вищим об'єднуючим і координуючим відділом нервової системи людини є головний мозок, особливо кора великих півкуль.

Основна структурна і функціональна одиниця нервової системи – **нейрон** – нервова клітина, яка складається з тіла (соми) та відростків

(дендрити – короткі, аксон – довгий). Завдяки нейронам відбувається сприйняття, переробка подразнення і передача їх до різних органів тіла.

Сполучаючись одне з одним своїми відростками, тіла нейронів утворюють окремі скупчення – *ядра і нервові центри*. Мільярди взаємозв'язаних нейронів, які формують нервову систему, перебувають під захистом та в оточенні *нейроглії*.

Скупчення нервових волокон (відростків нервових клітин), покритих сполучнотканинною оболонкою, називається **нервом**. Кожен нерв складається з дуже багатьох нервових волокон. Залежно від напрямку поширення збудження розрізняють нерви **доцентрові**, або **аферентні**, – збудження поширюється в напрямку центральної нервової системи ЦНС; **відцентрові**, або **еферентні**, – збудження поширюється із ЦНС до іннервованого органа. Проте більшість нервів є змішаними.

Нервова система поділяється на *центральну і периферичну*.

**Центральна нервова система (ЦНС)** складається з головного і спинного мозку. Головний мозок міститься всередині мозкового черепа, а спинний мозок – у хребетному каналі. Головний і спинний мозок складаються із сірої і білої речовини. *Сіра речовина* утворена тілами клітин та їхніми відростками – дендритами. *Біла речовина* утворена довгими відростками (до 1 – 1,5 м) – аксонами.

**Периферична нервова система** складається із 12 пар черепно-мозкових нервів і 31 пари спинно-мозкових нервів, їхніх сплетінь, нервових вузлів, або ганглій (невеликі скупчення тіл нейронів, що розміщені в різних частинах тіла).

Нервова система людини умовно поділяється на *соматичну та автономну (вегетативну)*.

**Соматична нервова система** (від гр. *soma* – тіло) іннервує довільну мускулатуру скелета та деяких внутрішніх органів – язика, глотки, гортані, очного яблука, середнього вуха.

**Автономна (вегетативна) нервова система** (від гр. *autos* – сам) – іннервує всі внутрішні органи, ендокринні залози та мимовільні м'язи шкіри, серце й судини, тобто органи, що здійснюють вегетативні функції в організмі (травлення, дихання, виділення, кровообіг тощо) та становлять внутрішнє середовище організму. Вегетативні волокна доходять і до скелетних м'язів, але вони не викликають скорочення м'язів, а активізують у них обмін речовин. Отже, автономна нервова система здійснює трофічний вплив на центральну нервову систему. Центри автономної нервової системи розташовані у стовбурі головного і спинного мозку. Периферична частина складається з нервових вузлів і нервових волокон. Відростки клітин вегетативних центрів виходять зі спинного мозку у складі передніх корінців спинномозкових нервів, а з головного мозку – у складі черепних нервів. Ці відростки вкриті мієліновою оболонкою, їхні тіла розташовані в центральній нервовій системі. Після виходу з мозку відросток закінчується в нервовому вузлі. Відростки клітин, що містяться в периферичних нервових вузлах, ідуть до внутрішніх органів. Шлях від центра до органа, що іннервується в автономній нервовій системі, складається із двох

нейронів. Це типова ознака автономної (вегетативної) нервової системи, тому що волокна соматичної нервової системи від ЦНС доходять не перериваючись до органа, який вони іннервують. Волокна автономної (вегетативної) нервової системи мають низьку збудливість і невелику швидкість поширення нервових імпульсів (1 – 30 м/с).

За фізіологічними відмінностями вегетативну нервову систему поділяють на симпатичну і парасимпатичну. Центри симпатичної частини розташовані в сегментах спинного мозку від I грудного до I – IV поперекового. Ганглії по обидва боки від хребта утворюють два симпатичних стовбури та іннервують фактично всі органи і тканини організму (прискорюють та підсилюють скорочення серця, розширюють зіниці, підвищують кров'яний тиск, підсилюють обмін речовин тощо).

Парасимпатичні нейрони сконцентровані в довгастому і середньому відділах головного мозку та у II – IV крижових сегментах спинного мозку. Головна маса парасимпатичних волокон, які йдуть із довгастого мозку, покидає його у складі блукаючого нерва. Його волокна іннервують органи ший, грудей, живота. Ганглії парасимпатичної частини автономної нервової системи розташовані у стінках внутрішніх органів: у м'язових стінках серця, бронхів, стравоходу, шлунка, кишок, жовчного міхура, сечового міхура, а також у залозах зовнішньої і внутрішньої секреції.

Більшість внутрішніх органів має подвійну іннервацію: до кожного з них підходять 2 нерви – симпатичний і парасимпатичний. Симпатична частина автономної нервової системи сприяє інтенсивній діяльності організму, особливо в екстремальних умовах, коли потрібне напруження сил. Парасимпатична частина автономної нервової системи сприяє відновленню втрачених організмом ресурсів, забезпечує нормальну життєдіяльність людського організму у стані спокою та під час сну (сповільнює скорочення серця та зменшує їхню силу, звужує зіниці, знижує кров'яний тиск).

Рефлекторні реакції підтримання артеріального тиску на відносно постійному рівні, теплорегуляція, прискорення і посилення серцевих скорочень при м'язовій роботі пов'язані з діяльністю автономної нервової системи.

Усі відділи автономної нервової системи підпорядковані вищим вегетативним центрам, розташованим у проміжному мозкові. До центрів автономної нервової системи надходять імпульси від ретикулярної формації стовбура мозку, мозочка, підзгір'я, підкіркових ядер і кори великих півкуль.

Функціонально уже на першому році життя дитини формується вегетативна нервова система. Проте її розвиток та вдосконалення триває довгий час і відбувається одночасно з розвитком центральної нервової системи.

Для дітей дошкільного і молодшого шкільного віку характерною є не цілковита зрівноваженість симпатичного і парасимпатичного відділів НС щодо впливу їх на іннервовані органи. До 7 років переважає вплив парасимпатичної нервової системи. Тому часто спостерігається порушення ритму дихання і серцевої діяльності, звуження зіниць, підвищена пітливість, особливо у фізично ослаблених і хворих дітей.

Проте є діти, у яких переважає вплив симпатичної нервової системи, тому спостерігається підвищена збудливість нервів, що регулюють діяльність серця та кровоносних судин. У них помітні блідість і сухість шкіри та слизових оболонок, мерзлякуватість тощо.

На ранніх стадіях ембріонального розвитку для нервових клітин характерна наявність великого ядра, оточеного незначною кількістю цитоплазми. На 3-му місяці внутрішньоутробного розвитку починає рости аксон, пізніше виростають дендрити. Ріст мієлінової оболонки веде до підвищення швидкості проведення збудження по нервовому волокну – і зростає збудливість нейрона. Мієлінізація насамперед відмічається в периферичних нервах, потім поширюється на волокна спинного мозку, стовбурну частину головного мозку і пізніше – на волокна великого мозку. Рухові нервові волокна вкриті мієліновою оболонкою ще до моменту народження. До 3-х років в основному завершується мієлінізація нервових волокон, хоча ріст мієлінової оболонки та осьового циліндра триває.

## 2. Властивості нервової системи

До основних властивостей нервової системи належать збудливість, провідність і гальмування.

**Збудливість.** Клітини нервової, а також м'язової тканин пристосовані до здійснення швидких реакцій на подразнення. Клітини цих тканин називають збудливими, а їхню здатність відповідати на подразнення збудженням – **збудливістю**.

Здатність живих систем під впливом подразників переходити зі стану фізіологічного спокою до стану активності називається **подразливістю**. Подразників організму поділяють на внутрішні і зовнішні.

**Внутрішні подразники** – це фізичні і хімічні зміни внутрішнього середовища (зміна осмотичного тиску, хімічного складу крові, вплив гормонів, вуглекислого газу, нервових імпульсів).

**Зовнішні подразники** поділяють на: 1) фізичні – механічні (тиск, укол), температурні, звукові, світлові, електричні; 2) хімічні (кислоти, луги, солі, пахучі і смакові речовини, отрути тощо); 3) біологічні (всі живі істоти, віруси).

За фізіологічним значенням розрізняють **адекватні і неадекватні** подразники. Адекватний подразник – агент, що діє на тканину, пристосовану для його сприймання (наприклад, світло – на око, нервовий імпульс – на м'яз). Усі інші подразники для цієї тканини неадекватні.

Найменша сила подразнення, здатна викликати збудження, називається **пороговою силою**. Сила подразнення, яка не викликає збудження, називається **підпороговою**. Сила подразнення, більша за порогову, називається **надпороговою**.

Збудження може поширюватися, переміщатися з одного місця клітини в інше, з однієї клітини в іншу. Виникнення та поширення збудження пов'язані зі зміною електричного заряду живої тканини, з так званими **біоелектричними явищами**. Обов'язковою ознакою збудження є зміна

електричного стану поверхневої клітинної мембрани. Усі живі клітини мають різний електричний заряд (близько 60 – 90 мВ) на зовнішній і внутрішній поверхнях мембрани. Отже, мембрана поляризована. У стані спокою зовнішня поверхня має позитивний, а внутрішня – негативний заряд. Ця різниця потенціалів називається мембранним потенціалом спокою (МПС). Для нервових клітин мембранний потенціал дорівнює приблизно 80 мВ. Він зумовлений розподілом йонів  $\text{Na}^+$  і  $\text{K}^+$  по різних боках мембрани. Йони  $\text{Na}^+$  концентруються на зовнішньому її боці, а йони  $\text{K}^+$  – усередині клітини. У клітинних мембранах вбудовані численні йонні канали, які мають вибіркочувальність. Так,  $\text{Na}^+$ -канал у нормі пропускає тільки йони  $\text{Na}^+$ , а  $\text{K}^+$ -канал – лише йони  $\text{K}^+$ . При цьому більшість часу мембрана буває непроникною для йонів  $\text{Na}^+$ , тому що  $\text{Na}^+$ -канали перебувають у закритому стані. Йони  $\text{K}^+$  здатні дифундувати назовні, проте шляхом активного транспорту йонів підтримується стабільність різниці концентрацій. Одним з основних механізмів підтримання сталої концентрації є робота  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -насоса. Це білок, який при використанні однієї молекули АТФ переносить у клітину два йони  $\text{Na}^+$  і виносить із неї три йони  $\text{K}^+$ . На підтримання стабільного мембранного потенціалу клітина витрачає від 30 до 70% продукованої нею енергії. Негативний заряд поверхні мембрани створюють йони хлору, амінокислот та інших органічних речовин, які крізь мембрану практично не проникають.

Якщо на ділянку нервового або м'язового волокна діяти досить сильним подразником, то в ній виникає збудження, яке називається **потенціалом дії**. Потенціал дії характеризується зміною негативного заряду внутрішньої поверхні мембрани на позитивний, тоді як заряд із зовнішнього боку мембрани стає негативним. Це зумовлено тим, що у відповідь на зовнішню дію  $\text{Na}^+$ -канали відкриваються і потік іонів  $\text{Na}^+$  прямує всередину клітини, а йони  $\text{K}^+$  виходять із неї. Виникнення потенціалу дії спричиняє швидку зміну заряду мембрани. Потім  $\text{Na}^+$ -канали закриваються, і поляризація мембрани швидко відновлюється. Саме таким є механізм поширення збудження по відростках нервових клітин.

**Провідність** – здатність передавати збудження, що виникло, – є другою важливою властивістю нервової тканини. Проведення збудження можливе лише за умови цілісності нерва і збереження його життєвих властивостей. В умовах цілого організму всі імпульси в нервовій системі проводяться лише в одному напрямку. Це пояснюється тим, що контакти між сусідніми нейронами, так звані **синапси**, проводять збудження лише в напрямі від доцентрового нейрона на відцентровий і не здатні проводити його у зворотному напрямі. *Синапс* утворений двома мембранами – пресинаптичною, яка міститься на нервовому закінченні, і постсинаптичною, що розташована на тілі або дендритах нейрона, до якого передається нервовий імпульс. Збудження в синапсах передається хімічним шляхом за допомогою медіатора, який міститься у синаптичних міхурцях, що розташовані в синаптичній бляшці. Найбільш поширеними медіаторами є ацетилхолін, адреналін і норадреналін. Надходження нервового імпульсу до пресинаптичної мембрани



супроводжується викиданням у синаптичну щілину між мембранами медіатора із синаптичних міхурців. Чим більша сила подразнення, тим більше виділяється медіатора в синаптичну щілину, розміри якої дуже малі, і медіатор швидко досягає постсинаптичної мембрани, взаємодіючи з її речовиною. У результаті цієї взаємодії проникність для йонів натрію підвищується, що веде до переміщення йонів, – і, як наслідок, виникає збудливий постсинаптичний потенціал, збудження, яке поширюється.

Проведення збудження зумовлене тим, що потенціал дії, який виник в одній клітині чи в одній із її ділянок, стає подразником, що спричиняє збудження сусідніх ділянок. Збудження в мієлінових волокнах виникає тільки в тих ділянках, які не вкриті мієліновою оболонкою, у вузлах нервового волокна, і поширюється по них стрибкоподібно (120 м/сек). По немієлінових нервових волокнах збудження поширюється повільно (від 1 до 30 м/сек). Це пов'язано з тим, що йонні процеси, які відбуваються через мембрану волокна, проходять по всій довжині волокна.

Збудження від однієї нервової клітини до іншої передається з аксона одного нейрона на тіло клітини і дендрити нейрона.

Крім процесів збудження, в діяльності ЦНС важливу роль відіграють і процеси гальмування, які є своєрідним діяльним станом, що викликає збудження і з ним пов'язаний. Гальмування запобігає виснаженню нервових клітин при дуже сильних і частих подразненнях. Розрізняють пресинаптичне, постсинаптичне і вторинне гальмування. *Пресинаптичне гальмування* розвивається у пресинаптичних розгалужених аферентних аксонів, завдяки чому блокується проведення імпульсів до синапсів і виникає гальмування реакції відповіді. При *постсинаптичному гальмуванні* імпульс, який прийшов до гальмівного синапсу, зумовлює гіперполяризацію постсинаптичної мембрани. При цьому зростає величина мембранного потенціалу і виникає гальмівний постсинаптичний потенціал, у результаті чого настає гальмування. *Вторинне гальмування* здійснюється без участі спеціальних гальмівних структур і розвивається у збудливих синапсах при дії подразників надмірної сили. Збудження в одних центрах нервової системи викликає гальмування в інших (реципрокне гальмування). Наприклад, коли м'язи-згиначі правої ноги і розгиначі лівої скорочуються, розгиначі правої ноги і згиначі лівої перебувають у розслабленому стані. Така координована діяльність м'язів нижніх кінцівок пояснюється тим, що збудження в нервових центрах згиначів викликає гальмівний стан у центрах цієї ж кінцівки. При цьому збудження в центрі згиначів однієї кінцівки пов'язане з гальмуванням у центрі згиначів другої.

### 3. Поняття про рефлекс. Рефлекторна дуга

Робота нервової системи базується на рефлекторній діяльності. **Рефлекс** – це закономірна реакція організму на подразнення, здійснювана через ЦНС. Рефлекторні реакції організму можуть виникати у відповідь на найрізноманітніші впливи як зовнішнього, так і внутрішнього середовища, вони

можуть проявлятися у виникненні або зміні діяльності будь-якого органа або їхньої системи.

**Рефлекторна дуга** – це шлях, по якому збудження, що виникло в рецепторі, передається до робочого органа. До складу рефлекторної дуги належить 5 ланок:

**1. Рецептори** – чутливі нервові закінчення, які сприймають подразнення. Вони різні за своєю будовою, місцезнаходженням і функціями. За місцем розташування рецептори поділяють на **екстерорецептори**, які сприймають подразнення зовнішнього середовища (сприймаючі клітини сітківки ока, вуха, рецептори шкіри, органів нюху, смаку); **інтерорецептори**, що сприймають зміни внутрішнього середовища організму, розташовані у тканинах внутрішніх органів (серця, печінки, нирок, кровоносних судин); **пропріорецептори** – сигналізують про положення і рух тіла, містяться у м'язах і сприймають скорочення та розтягнення мускулатури.

**2. Доцентровий (чутливий) нейрон** – аферентний нерв, який передає збудження від рецептора в ЦНС.

**3. Ділянка нервової системи** (нервовий центр, ЦНС), де збудження, зазнавши складних змін, передається на відцентровий нейрон.

**4. Відцентровий (руховий) нейрон** – еферентний нерв, що несе збудження від центральної нервової системи до робочого органа.

**5. Ефектор** (виконавчий орган), який відповідає на подразнення (м'язи, залози, кровоносні судини).

Між ЦНС і робочим (виконавчим) органом існують як прямі, так і зворотні зв'язки. Коли виконавчі органи здійснюють ту чи іншу рефлекторну роботу, вони посилають у мозок аферентні (чутливі) сигнали, що інформують його про те, які зміни відбуваються в організмі. Такий потік інформації П. К. Анохін назвав *зворотною аферентацією*. Тобто рефлекс здійснюється так: подразник → мозкова робота → діяльність організму у відповідь на подразник → зворотна аферентація → нова мозкова робота → нові уточнені «накази» виконавчим органам тощо. Після припинення дії подразника деякий час до робочого органа ще надходять збудливі імпульси від ЦНС, тобто рефлекторна реакція одразу не припиняється. Це – **післядія**. Нервові центри легко втомлюються, що виявляється в поступовому зниженні і повному припиненні рефлекторної відповіді при тривалому подразненні рецептора.

#### 4. Етапи розвитку нервової системи

Нервова система починає формуватися на третьому тижні ембріонального розвитку з ектодерми (зовнішнього зародкового листка) у вигляді нервової пластинки, з якої пізніше утворюється жолобок із піднятими краями. Краї жолобка потім утворюють замкнену нервову трубку, з нижнього відділу утворюється спинний мозок, а з верхнього – три розширення – первинні мозкові міхури (передній, середній і задній).

На 5 – 6 тижні в ембріона видно поділ поперечною борозною переднього і заднього міхурів ще на дві частини, тобто утворюється 5 мозкових міхурів. Із п'ятого мозкового міхура утворюється довгастий мозок, із четвертого – міст і мозочок, із третього – середній мозок, з другого – очні міхури і проміжний мозок, із першого – півкулі великого мозку.

На третьому місяці ембріонального розвитку формується мозолисте тіло, яке з'єднує праву і ліву півкулі. До 6 місяців півкулі повністю покривають мозок.

Рефлекторна діяльність починається в ембріонів на 7-му тижні ембріогенезу. У плода зафіксований примітивний захисний рефлекс. На 10-му тижні ембріогенезу проявляються харчові реакції. На 11 – 12-му тижні у плода з'являються рефлекторні рухи пальців ніг. На 3 – 4-му місяці ембріогенезу у плода з'являється виражена подразливість шкірних покривів, що викликає рухову активність з участю великої кількості м'язів.

## 5. Спинний мозок : будова, функції, розвиток

Спинний мозок – це частина центральної нервової системи, що розміщена в каналі хребта, має вигляд тяжа, довжина якого у дорослої людини приблизно 45 см. Верхній кінець спинного мозку, який лежить на межі між атлантом, переходить у довгастий мозок, а нижній, на рівні 1 і 2 поперекових хребців, звужується і переходить у кінцеву нитку.

Спинний мозок розділений двома борознами (передньою та задньою) на праву і ліву половини.

Спинний мозок оточений трьома оболонками: твердою, павутинною і м'якою. Між м'якою і павутинною оболонками утворюється *надпавутинний* простір, заповнений рідиною, яка відіграє роль лімфи.

Усередині спинного мозку розрізняють **сіру речовину**, утворену тілами нейронів і безмієліновими аксонами. Сіра речовина утворює дві вертикальні колони у правій та лівій половинах спинного мозку. Посередині проходить вузький центральний канал зі спинномозковою рідиною. У кожній колоні сірої речовини розрізняють два стовпи – передній та задній. На поперечному розрізі спинного мозку ці стовпи мають вигляд рогів і нагадують літеру Н або метелика.

Сіра речовина спинного мозку утворює з кожної сторони по два виступи: короткі і широкі виступи, що йдуть до передньої поверхні мозку, називаються *передніми рогами*, а в напрямку до задньої поверхні витягуються вужчі – *задні роги*.

У сірій речовині передніх рогів містяться тіла рухливих (відцентрових) нейронів, відростки яких утворюють *передній корінець*. У задніх рогах розташовані клітини проміжних нейронів, через які здійснюється зв'язок між доцентровими нейронами. *Задній корінець* утворений волокнами чутливих (доцентрових) клітин, тіла яких розташовуються у спинномозкових вузлах. Через задні корінці збудження передається із периферії у спинний мозок. Це – *чутливі корінці*. Через передні корінці збудження передається від спинного мозку до м'язів та інших органів. Це – *рухові корінці*.

Зовнішня частина спинного мозку – **біла речовина** – утворена трактами аксонів, укритих мієліном, які здійснюють двосторонні зв'язки між головним і спинним мозком. Біла речовина поділяється рогами на три стовпи. У ній містяться волокна чутливих і рухових нейронів, по яких проходить збудження від рецепторів у центральну нервову систему та від неї до різних органів.

У центрі спинного мозку проходить вузький спинномозковий канал, заповнений спинномозковою рідиною.

Від спинного мозку відходять спинномозкові нерви. Ділянка спинного мозку з однією парою спинномозкових нервів називається *сегментом*. Таких сегментів у спинному мозку 31. Від них відходить 31 пара змішаних спинномозкових нервів: 8 шийних, 12 грудних, 5 поперекових крижових і 1 куприковий. Кожний нерв починається двома корінцями (переднім і заднім), які утворюють при виході із хребетного каналу один спинномозковий нерв, що йде на периферію.

Через задні корінці збудження передаються із периферії у спинний мозок, а через передні – від спинного мозку до м'язів та інших органів.

Спинний мозок виконує **дві основні функції**: рефлекторну і провідну.

Рефлекторна функція спинного мозку полягає у здійсненні складних рухових реакцій організму. Спинний мозок іннервує всю скелетну мускулатуру, крім м'язів голови, які іннервуються черепними нервами. Рефлекторні центри мускулатури тулуба, кінцівок шиї містяться у спинному мозку. Там же розташовано багато центрів автономної нервової системи. Рефлекси сечовипускання і дефекації пов'язані з функцією спинного мозку.

**Провідна функція.** Доцентрові імпульси, які надходять у спинний мозок по задніх корінцях, передаються по провідних шляхах спинного мозку у відділи головного мозку, що лежать вище. Із відділів ЦНС спинний мозок одержує імпульси, які можуть змінювати діяльність скелетної мускулатури і внутрішніх органів.

**Розвиток спинного мозку.** Спинний мозок розвивається раніше, ніж інші відділи нервової системи. На ранніх стадіях розвитку плода спинний мозок заповнює всю порожнину хребетного каналу. Потім хребетний стовп випереджає в рості спинний мозок і до моменту народження закінчується на рівні III поперекового хребця. У новонароджених довжина спинного мозку – 14 – 16 см – до 10 років подвоюється. На поперековому зрізі спинного мозку дітей раннього віку відмічається перевага передніх рогів над задніми. Провідні шляхи досить розвинені вже на момент народження. Мієлінізація їхніх волокон закінчується до 3-х місяців, тоді як у периферичних нервах тягнеться до 3-х років і більше. Зі збільшенням маси спинного мозку змінюється і його довжина, яка у чоловіків досягає 46 см, а у жінок – 41 – 42 см. Під час розвитку спинний мозок не встигає за ростом хребта, і тому у дитини спинний мозок виповнює лише дві третини хребетного каналу.

## 6. Будова та функції головного мозку

Головний мозок розташований у порожнині мозкового черепа. Вага головного мозку дорослої людини у середньому становить 1375 г (у чоловіків) і 1275 г (у жінок). Індивідуальні коливання значні – від 900 г до 2000 г.

У головному мозку виділяють такі відділи: передній мозок (кінцевий, проміжний); середній мозок; 3) задній (довгастий, вароліїв міст, мозочок). Усі відділи, за винятком кінцевого мозку, становлять мозковий стовбур. Кінцевий, або великий, мозок є вищим відділом ЦНС.

Спинномозкова рідина оточує в середині черепної коробки нижню частину головного мозку, а також омиває спинний мозок.

З основи мозку виходять 12 пар черепних нервів, які зв'язують мочок з органами чуття, розміщеними у ділянці голови, зі шкірою і м'язами голови та ший, з органами дихальної, серцево-судинної, травної та інших систем. Головний мозок, як і спинний, укритий оболонками: твердою, павутинною, м'якою. У стовбурі головного мозку розрізняють довгастий мозок, вароліїв міст, середній мозок, проміжний і мозочок.

**Довгастий мозок** – це продовження спинного мозку, має довжину приблизно 28 мм. Центральний канал спинного мозку продовжується в канал довгастого мозку, значно розширюючись і перетворюючись у нього у 4-ий шлуночок. Спереду довгастого мозку лежить у вигляді білого масивного потовщення **вароліїв міст**, який складається з білої речовини, утвореної поперековими волокнами. Сіра речовина міститься в його товщі окремими острівцями – ядрами.

На задній поверхні довгастого мозку і варолієвого моста є **ромбоподібна ямка** – це дно четвертого мозкового шлуночка, який є продовженням спинномозкового каналу.

Від довгастого мозку відходять корінці 12-го черепного нерва (під'язикового), 9 – язикового нерва, рухові волокна яких регулюють ковтання, тоді як чутливі волокна передають відчуття болю, смаку, дотику, температури від язика і горла; 11 – додаткового, які спричиняють рухи голови і плечового пояса, іннервують м'язи горла та гортані, беруть участь у голосоутворенні; 10 – блукаючого, який забезпечує діяльність залоз, травлення, серцеві скорочення. Між довгастим мозком і мостом виходять корінці 7 і 8 черепних нервів – лицевого і слухового (гілки 7 нерва іннервують смакові рецептори, слинні та слюзові залози, рухові волокна іннервують мимічні м'язи; чутливі волокна 8 нерва передають інформацію про звук, рівновагу та положення голови). Із моста виходять корінці 6 і 5 нервів – відповідно і трійчастого: 6 нерв проводить імпульси до вольових м'язів ока і повік, чутливі волокна 5 нерва проводять імпульси від обличчя і зубів, а рухові волокна іннервують жувальні м'язи.

У сірій речовині довгастого мозку містяться дуже важливі центри дихальної, серцевої діяльності і судиннорухові. Тут також розташовані центри, з участю яких здійснюються рефлексії, пов'язані із прийманням їжі (ссання, жування, ковтання, секреції слини тощо), а також центри багатьох захисних рефлексів

(чхання, кашлю, блювання, кліпання, виділення сліз і т.д.). Довгастий мозок разом із мостом у новонародженого має вагу 8 г, що становить 2% ваги головного мозку (у дорослого – 1,6%).

Ядра довгастого мозку починають формуватися ще у внутрішньоутробному розвитку і до періоду народження в основному сформовані. До 7 років дозрівання ядер довгастого мозку закінчується.

**Мозочок** розташований позаду довгастого мозку і моста, має дві півкулі, з'єднані черв'ячком. Сіра речовина мозочка утворює кору. Поверхня мозочка поділена поперечними борознами. Біла речовина міститься під корою, всередині якої розташовано четверо ядер сірої речовини.

Мозочок сполучається з довгастим мозком варолієвим мостом і середнім мозком за допомогою численних нервових волокон, які утворюють три пари ніжок мозочка.

До мозочка надходять імпульси від усіх рецепторів, які подразнюються під час рухів тіла. Мозочок бере участь у координації складних рухових актів. Двобічні зв'язки мозочка і кори великого мозку дають йому змогу впливати на довільні рухи.

Півкулі великого мозку через мозочок регулюють тонус скелетних м'язів і координують їхнє скорочення. Мозочок бере участь у регуляції вегетативних функцій (діяльність серцево-судинної системи, дихання, травлення, терморегуляції). У новонароджених розвинений погано, найінтенсивніше росте в перший рік життя і до 15 років досягає розмірів мозочка дорослої людини.

**Середній мозок** складається з ніжок великого мозку і чотиригорбикового тіла. Порожнина середнього мозку представлена вузьким каналом – сільвієвим водопроводом, що з'єднує порожнини 4 і 3 мозкових шлуночків. У стінці мозкового водопроводу містяться ядра 3 і 4 черепних нервів – окорухового і блокового, які регулюють розширення зіниці та зміни кривизни кришталика під час фокусування. Через середній мозок проходять усі висхідні шляхи до кори великого мозку і мозочка та низхідні, які несуть імпульси до довгастого та спинного мозку. У цьому відділі головного мозку розташовані скупчення сірої речовини у вигляді ядер чотиригорбикового тіла, ядер окорухового і блокового нервів, червоне ядро та чорна речовина. Передні бугри чотиригорбикового тіла є первинними зоровими центрами, а задні – первинними слуховими центрами. За їхньою участю здійснюються рефлекси на світло і звук, рухи очей, повороти голови. Чорна речовина зв'язана з координуванням складних актів ковтання і жування, регуляцією рухів пальців рук. Червоне ядро безпосередньо стосується регулювання м'язового тону. Якщо перерізати стовбур мозку позаду від червоного ядра, то відбудеться скорочення всіх м'язів і особливо розгиначів, унаслідок чого кінцівки тварин стануть сильно витягнутими, а голова відкинута назад. Тонус м'язів зовсім не підвищується, якщо стовбур перерізати спереду від червоного ядра.

**Передній мозок** складається з двох частин – *проміжного мозку*, що охоплює зорові бугри і підбугорну область, і *кінцевого*, який об'єднує кору і підкіркові вузли. Проміжний мозок межує із середнім, а великий мозок зверху і з боків укривають усі інші відділи мозку.

**Проміжний мозок** складається з чотирьох частин: надгір'я (епіфіза), згір'я (таламуса), підгір'я (гіпоталамуса) і третього мозкового шлуночка.

**Згір'я (таламус), або зорові горби,** – парне утворення сірої речовини, яке розділене білими прошарками на три частини: передню, медіальну і латеральну. Кожна частина є скупченням ядер, які поділяються на специфічні і неспецифічні. Специфічні ядра своїми волокнами досягають кори великого мозку та утворюють синапси на обмеженій кількості її клітин. Імпульси від неспецифічних ядер надходять до різних ділянок кори великого мозку. Доцентрові імпульси від усіх рецепторів організму (крім нюхових рецепторів) спочатку надходять у ядра згір'я, а вже звідси – до кори великого мозку. Інформація у згір'ї переробляється і направляється до півкуль великого мозку. При ураженні згір'я прояви емоцій порушуються, змінюється характер відчуттів. Згір'я ще називається центром больової чутливості.

Над зоровими горбами міститься залоза внутрішньої секреції верхній мозковий придаток – **надгір'я, або епіфіз.**

**Підзгір'я** прилягає до згір'я внизу, відокремлюючись від нього борозенкою. Підзгір'я складається із 32 пар ядер, які об'єднують у 3 групи: передню, середню і задню. За допомогою нервових волокон підзгір'я має зв'язки з ретикулярною формацією стовбура мозку, з гіпофізом і згір'ям. Підзгір'я є головним підкірковим центром регуляції вегетативних функцій організму. Збуджене підзгір'я зумовлює секрецію адреналіну і норадреналіну, бере участь у регуляції діяльності серцево-судинної та травної системи. У передній частині підзгір'я містяться ядра, які регулюють функцію парасимпатичної частини автономної нервової системи. Подразнення заднього відділу згір'я пригнічує активність травного каналу, прискорює ритм серцевих скорочень, підвищує артеріальний тиск, збільшує у крові вміст адреналіну, норадреналіну, що свідчить про вплив задніх ядер згір'я на функцію симпатичної частини автономної нервової системи. Одне з великих ядер підзгір'я – *сірий бугор* – бере участь у регуляції багатьох ендокринних залоз і обміну речовин. Верхівка сірого бугра витягнута у вигляді лійки, на якій міститься нижній мозковий придаток – *гіпофіз*. Підзгір'я бере участь у регуляції температури тіла. Доведена його роль у регуляції водного обміну вуглеводів, сну і неспання.

До моменту народження більша частина ядер згір'я добре розвинена. Після народження відбувається збільшення згір'я. Цей процес триває до 13 – 15 років. Ядра закінчують свій розвиток у період статевого дозрівання.

*Третій мозковий шлуночок* утворює порожнину проміжного мозку. Він має вигляд вертикальної щілини, що міститься між згір'ям і підзгір'ям.

**Ретикулярна формація** – утворення, розташоване від верхнього кінця спинного мозку до згір'я і підзгір'я, складається з нейронів різних типів і форм, густо переплетене волокнами. Через неї проходять висхідні доцентрові та низхідні, відцентрові шляхи. Тут відбувається регуляція збудливості всіх відділів центральної нервової системи.

Ретикулярна формація по низхідних сітчасто-спинномозкових шляхах справляє гальмівний вплив на рухові реакції спинного мозку. По висхідних шляхах ретикулярна формація справляє активуючий вплив на кору великого мозку, підтримуючи в ній стан неспання, модулює спинномозкові рефлексії, підтримує тонус м'язів і поставу, дихання та частоту серцевих скорочень.

Ретикулярна формація має високу чутливість до таких фізіологічно активних речовин, як адреналін і ацетилхолін.

**Кінцевий (великий) мозок** складається з двох півкуль, покритих мозковим плащем (корою). Півкулі з'єднані між собою мозолистим тілом. Усередині великого мозку, між лобними частками і проміжним мозком містяться скупчення сірої речовини – базальні, або підкіркові ганглії, до яких належать хвостате ядро, лушпина, бліда куля. Хвостате ядро і лушпина об'єднують у смугасте тіло, бліда куля регулює складні рухові акти, рухи ніг, рук при ходьбі, скорочення мимічної мускулатури.

**Великі півкулі головного мозку** складаються з підкіркових гангліїв і мозкового плаща (кори), які оточують бокові шлуночки. Права і ліва півкулі розділені поздовжньою борозною, у глибині якої міститься мозолисте тіло, утворене нервовими волокнами.

**Кора (плащ)** – сіра речовина півкуль, утворена нервовими клітинами, від яких відходять відростки. У ній міститься від 12 до 18 млрд нервових клітин. У корі розташована велика кількість борозен, що ділять кожну півкулю на 4 частки: лобову, тім'яну, потиличну і скроневу, які ще поділяються на ряд закруток.

Під корою міститься біла речовина півкуль мозку, у складі якої розрізняють асоціативні, комісуральні та проєкційні волокна.

Із функцією кори великого мозку пов'язана вища нервова діяльність. Взаємодія організму із зовнішнім середовищем, його поведінка в навколишньому світі регулюються півкулями великого мозку.

Окремі ділянки кори мають різне функціональне значення. Разом із підкірковими центрами, стовбуром мозку і спинним мозком великий мозок об'єднує окремі частини організму в єдине ціле, здійснює нервову регуляцію всіх органів.

У кору великого мозку надходять доцентрові імпульси від рецепторів. Кожному рецепторному апарату відповідає в корі область, яку І.П. Павлов назвав *кірковим ядром аналізатора*. Ділянки кори, де розташовані кіркові ядра аналізаторів, названі **сенсорними зонами** кори великого мозку.

У **ядерну зону рухового аналізатора** надходять збудження від рецепторів суглобів, скелетних м'язів і сухожилів, розташовані в передньо- і задньоцентральних ділянках кори. **Зона шкірного аналізатора**, пов'язаного з температурною, больовою і тактильною чутливістю, займає задньоцентральну ділянку. Центри рецепторів кисті рук, голосового аналізатора й обличчя займають найбільшу площу, а тулуба, стегон і гомілок – найменшу. **Ядерна зона зорового аналізатора** розташована в потиличній ділянці. У скроневій ділянці міститься частина **слухового аналізатора**, а поблизу від бокової борозни – ядерна зона **смакового аналізатора**. **Нюхова зона** розміщена на внутрішній поверхні скроневих часток кори.

**Центр мовлення** міститься у лівій півкулі. Розрізняють 2 центри мовлення: руховий – у нижній частині лобової частки (зона Брока) – і слуховий – у скроневій частці, під заднім кінцем сільвієвої борозни (сенсорний центр мовлення Верніке). Центри мовлення є лише у людини. Мовлення, мислення, почуття і вправні рухи контролюються нейронами, які розміщені в лобовій частці головного мозку, а розпізнавання тонів і звуків, запам'ятовування



інформації – у скроневій частці. У тім'яній частині розпізнаються сенсорні відчуття (біль, температура). Зорові образи фіксує та інтерпретує потилична частина.

**Лімбічна** система розміщена навколо верхньої частини стовбура мозку та утворює край (лімб), що сполучає кіркові та середньомозкові ділянки із нижчими центрами, які регулюють функції організму. Поясна закрутка разом із закруткою морського коника і нюховою цибулиною утворює лімбічну кору, яка модифікує поведінку та емоції. Лімбічна система відіграє складну і важливу роль у прояві інстинктів, активності емоцій, визначає вплив настрою, а також внутрішніх змін в організмі на поведінку. Сприйняття запаху, світла, формування пам'яті теж перебувають під впливом лімбічної системи.

Із сенсорними зонами взаємодіє **моторна зона** кори великого мозку. Ядерні зони аналізаторів – це ділянки кори, в яких закінчується основна маса провідних шляхів аналізаторів. За межами ядерних зон розташовані розсіяні елементи, куди надходять імпульси від тих же рецепторів, що і в ядро аналізатора.

## 7. Ріст і розвиток головного мозку

У новонародженої дитини центральна нервова система дуже слабо розвинена, а найменш розвинутою з усіх її відділів є кора великих півкуль головного мозку. Вага головного мозку новонародженого – 340 – 400 г, що становить 1/8 – 1/9 ваги його тіла, у дорослої людини – 1/40 ваги тіла. До 4-ох місяців розвитку плода поверхня мозку порівняно гладенька. Головні борозни хоч і помітні, але неглибокі, а борозни другого і третього порядків ще не сформувалися. Закрутки ще нечітко виражені. Нервових клітин у великих півкулях новонародженої дитини майже стільки, скільки й у дорослої людини, але вони ще дуже прості за будовою, мають веретеноподібну форму з невеликою кількістю відростків, а їхні дендрити ще тільки починають формуватися.

До 5-ти місяців внутрішньоутробного розвитку утворюється бокова, потім центральна, тім'яно-потилична борозни. До моменту народження кора великого мозку має такий тип будови, як у дорослого, але форма і величина борозен та закруток змінюються після народження. Кора тонша, ніж у дорослого. Мієлінізація нервових волокон, розміщення шарів кори, диференціювання нервових клітин завершуються до 3-ох років. Далі збільшується кількість асоціативних волокон і утворюються нервові зв'язки.

У трирічної дитини вже чітко виражене диференціювання кори головного мозку, яке мало чим відрізняється від такого у дорослої людини.

Ускладнення будови нервових клітин відбувається повільно і триває до 40 років і більше. Тільки група клітин, що регулюють координацію смоктальних м'язів, добре розвинена у новонародженої дитини. Диференціювання клітин кори великих півкуль відбувається в основному до 7 – 8-ми років.

У молодшому шкільному віці і в період статевого дозрівання у дітей триває дальший розвиток ЦНС: посилений ріст лобових часток великих півкуль, у зв'язку з чим збільшується точність і координація рухів.

## 8. Розлади нервової системи та їхня профілактика

Різноманітні чинники зовнішнього середовища, а також порушення певних функцій організму часто стають причинами розладів нервової системи.

Шкідливі звички, особливо у підлітковий період, негативно впливають на нервову систему. Основною речовиною тютюну є нікотин, що діє безпосередньо на нервові клітини, частково блокуючи дихальну функцію мітохондрій, спричиняючи кисневе голодування нервової системи загалом. Під впливом цієї отруйної речовини нервова система перезбуджується і швидко виснажується, у судинній стінці стимулюється відкладання жироподібної речовини у вигляді бляшок, що є причиною розвитку *атеросклерозу*. Ці бляшки звужують просвіт судин. Останні стають ламкими, легко руйнуються, спричиняючи крововиливи у мозок, паралічі.

Алкоголь порушує процеси збудження і гальмування у нервовій системі та їхній взаємозв'язок, уражає мозочок, сповільнюються рефлексії. Від алкоголю потерпають периферичні нерви (руйнуються жироподібна оболонка, білки, вітаміни), через що починають слабнути і тремтіти кінцівки, людина втрачає здатність ходити.

Наркотичні речовини призводять спочатку до розладу психічних функцій, згодом – до порушення загального фізичного стану. Організм швидко виснажується і людина гине (найчастіше у молодому віці).

Структурні, біохімічні та біоелектричні зміни у спинному мозку і периферичних нервах можуть призводити до паралічу, загальної слабкості, порушення координації, втрати чутливості.

**Епілепсія.** Епілептичні напади характеризуються неконтрольованою, хаотичною електричною активністю в головному мозку із втратою свідомості та мимовільними рухами. Епілепсія у дорослих осіб може бути зумовлена пухлиною чи абсцесом головного мозку, травмою голови, інсультом або порушенням хімічного балансу. Під час сильних нападів хворий втрачає свідомість, падає, у нього розвиваються судоми, які тривають декілька хвилин, і напади, які ще називають абсансом, характеризуються короткочасною втратою свідомості на декілька секунд, без судом.

**Розсіяний склероз (РС)** – захворювання нервової системи молодих осіб із втратою працездатності (захворюваність 1:1000). Симптоми: погіршення зору або двоїння в очах, частковий параліч, порушення ходи. Можливі порушення чутливості. Періоди загострення можуть тривати декілька тижнів, періоди ремісії (поліпшення стану) – місяці або роки. РС розвивається внаслідок імунно-опосередкованого ураження мієлінової оболонки, яка захищає нервові волокна.

**Цереброваскулярні розлади** – будь-які порушення в судинах, що забезпечують кровопостачання головного мозку, найважчим ускладненням яких

є інсульт (третина хворих вмирає, третина втрачає працездатність, третина одужує).

**Інсульт** може бути зумовлений порушенням кровопостачання головного мозку або крововиливом на його поверхню чи глибоко у тканину. Будь-яке порушення кровообігу в головному мозку спричиняє нестачу кисню та поживних речовин у нервових клітинах. Уражені клітини нездатні регулювати роботу відповідних частин тіла, що призводить до раптової чи стійкої втрати їхньої функції. Крововилив порушує нормальну роботу головного мозку, стискаючи його тканини.

**Тимчасові ішемічні напади (ТІН)** – це періодичні розлади кровообігу головного мозку, подібні до інсульту симптомами, які тривають від 2 до 30 хв, але не більше 24 год. Основна причина – емболи – невеликі згустки крові або частинки ліпідів із будь-яких частин тіла. В однієї третини нелікованих хворих із ТІН протягом 5 років розвивається інсульт.

**Мігрень** – це розлад кровопостачання головного мозку, що не призводить до втрати його функцій. Мігренозний біль голови періодично виникає у 10% населення. Можливі декілька форм перебігу захворювання. Прояви мігрені: біль, запаморочення, порушення зору, які часто супроводжуються нудотою та блюванням. Тяжкі напади мігрені можуть спричинити порушення функції головного мозку. Симптоми зумовлені змінами діаметра кровоносних судин. Деякі продукти харчування, червоне вино, стрес, ліки, контрацептиви можуть спричинити звуження судин головного мозку. Зміни діаметра судин призводять до відчуття миготіння світла та тимчасових порушень зору. Сильний пульсуючий біль, локалізований переважно у половині голови, зумовлений розширенням судин головного мозку.

Захворювання нервової системи можуть призводити до психічних та фізичних розладів. Череп є закритою структурою, тому набряк мозку зумовлює підвищення тиску. Це спричиняє ушкодження життєво важливих центрів із втратою відповідних функцій. При травмах спинного мозку уражаються нервові шляхи з подальшим розвитком паралічу та втратою чутливості.

**Енцефаліт** – тяжке інфекційне захворювання тканини мозку, яке починається болем голови, супроводжується лихоманкою і може призводити до смерті або стійкого порушення функцій мозку.

**Менінгіт.** Розрізняють вірусні та бактеріальні форми менінгіту. Вірусні форми здебільшого трапляються під час зимових епідемій, симптоми такі ж, як і при грипі, минають через декілька тижнів. Бактеріальні форми мають тяжкий перебіг, а для дітей іноді є летальними. Така бактеріальна форма, як туберкульозний менінгіт, виникає в місцях високої захворюваності на туберкульоз.

**Абсцеси та пухлини мозку** розвиваються всередині черепа, на поверхні або у тканині мозку. Вони можуть призводити до підвищення внутрішньочерепного тиску і спричинити такі симптоми: біль голови, слабкість м'язів, порушення зору та мовлення.

**Параліч** різних частин тіла виникає внаслідок ушкодження рухових ділянок головного мозку або нервових шляхів спинного мозку. Можливі порушення контрольованих рухів та втрата чутливості. Свідомість та розумова діяльність не змінюються.

## Питання для самоконтролю

1. Зробіть порівняльний аналіз симпатичної і парасимпатичної нервової системи.
2. Проаналізуйте властивості нервової системи.
3. Будова та значення рефлекторної дуги для організму.
4. Розкажіть про будову спинного мозку.
5. Які важливі функції виконує спинний мозок?
6. Визначте біологічне значення головного мозку.
7. Охарактеризуйте відділи центральної нервової системи.
8. Опишіть вікові особливості росту і розвитку нервової системи.
9. Назвіть причини порушення стану нервової системи. У чому полягає їхня профілактика?
10. Дайте загальну характеристику нервової системи.

## Література

1. Маруненко І.М., Неведомська Є.О., Бобрицька В.І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни : курс лекцій : навчальний посібник. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – С. 301 – 338.
2. Плахтій П.Д., Мисів М.П., Циганівська О.І. Вікова фізіологія. Теорія, практикум, тести : навчальний посібник. – Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О.А., 2008. – С. 60 – 77.
3. Ріст і розвиток людини : підручник / В.С. Тарасюк, Н.В. Титаренко, І.Ю. Андрієвський та ін.; за ред. В.С. Тарасюка, І.Ю. Андрієвського. – К. : Медицина, 2008. – С. 8 – 34.
4. Хрипкова А.Г. Возрастная физиология / пер. с рус. – К. : Вышш. школа, Головное изд-во, 1982. – С. 42 – 73.

## ЛЕКЦІЯ №10

### **Вища нервова діяльність, вікові особливості її формування**

#### **План**

1. Загальна характеристика вищої нервової діяльності.
2. Умовні і безумовні рефлекси.
3. Гальмування умовних рефлексів.
4. Аналіз і синтез подразнень у корі великого мозку.
5. Поняття про аналітико-синтетичну діяльність.
6. Динамічний стереотип.
7. Типи вищої нервової діяльності.
8. Вікові особливості формування вищої нервової діяльності.

## Теоретичні відомості

### 1. Загальна характеристика вищої нервової діяльності

**Вища нервова діяльність (ВНД)** – це сукупність складних форм діяльності кори великого мозку і найближчих до них підкіркових утворень, яка забезпечує індивідуальні фізіологічні та поведінкові реакції людини на змінні умови навколишнього та внутрішнього середовища.

Уперше на рефлекторну природу нервової діяльності вказав ще у XVII ст. французький філософ і математик Рене Декарт, а термін «рефлекс» у XVIII ст. був запропонований чеським фізіологом Прохазкою.

І.М. Сеченов у своїй класичній праці «Рефлекси головного мозку» (1863 р.) обґрунтував рефлекторну природу свідомої та безсвідомої діяльності людини, довів, що основою психічних явищ є фізіологічні процеси, які можуть бути вивчені об'єктивними методами. Він відкрив явища центрального гальмування, сумачії в нервовій системі, установив наявність ритмічних біоелектричних процесів у центральній нервовій системі, обґрунтував значення процесів обміну речовин у здійсненні збудження; навів численні докази істинності положення про те, що пізнання зовнішнього світу можливе лише за допомогою органів чуття. Також учений навів переконливі аргументи того, що матеріальні процеси мозкової діяльності є первинними, а психічні – вторинними, що наша свідомість є відображенням реальної дійсності навколишнього світу, а прогрес психіки зумовлений удосконаленням нервової організації мозку, його історичним та індивідуальним розвитком. І.М. Сеченов писав, що всі акти свідомого та несвідомого життя за своїм походженням є рефlekсами.

І.П. Павлов розвинув рефлекторну теорію і створив вчення про вищу нервову діяльність, відкрив нервовий механізм, який забезпечує складні форми реагування людини і вищих тварин на вплив зовнішнього середовища. Цим механізмом є **умовний рефлекс**. І.П. Павлов вивчав фізіологічні процеси, які відбуваються в окремих органах або системах органів, у їхньому нерозривному зв'язку з цілим організмом. Він розробив **метод умовних рефлексів**, який був ефективним при вивченні фізіологічних функцій кори великих півкуль, дав можливість дослідити різноманітні акти поведінки людини і тварини, основою яких є фізіологічні процеси, що відбуваються в корі великих півкуль головного мозку. За цим методом І.П. Павлов вивчив функцію кори великого мозку і найближчих до неї підкіркових утворень, явища іррадіації та концентрації в корі великого мозку, аналітико-синтетичну діяльність мозку. Метод умовних рефлексів дав змогу І.П. Павлову створити вчення про вищу нервову діяльність. М.І. Красногорський для вивчення вищої нервової діяльності у дітей виробляв умовні рефлекси на звучання дзвоника. Звук дзвоника був умовним подразником.

Крім методу умовних рефлексів, для вивчення вищої нервової діяльності дитини користувалися реєстрацією рухового компонента харчової реакції. Для цього на рівні щитоподібного хряща прикріплювали гумовий балон, заповнений повітрям. При харчовому підкріпленні умовного подразника жувальні рухи дитини вели до зміни тиску повітря в балоні, що реєструвалося на спеціальному записуючому апараті.

На сьогодні розроблено новий метод – *метод електроенцефалографії* – поєднання методу умовних рефлексів із дослідженням електричних явищ, які відбуваються в корі і підкіркових структурах головного мозку.

## 2. Умовні і безумовні рефлекси

І.П. Павлов поділив рефлекторну діяльність людини і тварин на дві категорії: безумовні та умовні рефлекси.

**Безумовні рефлекси** – це вроджені реакції організму на подразнення із зовнішнього або внутрішнього середовища, що сформувалися і закріпилися у процесі еволюції та передаються спадково. Вони відносно постійні, стійкі, незмінні і зберігаються протягом життя. Рефлекси чхання, кліпання, кашлю тощо – це прості безумовні рефлекси, а харчовий, оборонний, статевий і т.д. – це складні рефлекси, що називаються *інстинктами*.

Здійснення безумовних рефлексів пов'язане з діяльністю нижчих відділів центральної нервової системи – спинного мозку і стовбура головного мозку. Кількість безумовних рефлексів відносно невелика. Вони самі собою не можуть забезпечити пристосування організму до умов життя, які постійно змінюються.

**Умовні рефлекси** – це тимчасові зв'язки організму із середовищем, на відміну від безумовних: в одних організмів певного виду вони наявні, а в інших відсутні. Це *рефлекси набуті*. Вони виробляються у тварин чи людини у процесі індивідуального життя і надбудовуються на базі безумовних рефлексів.

Умовні рефлекси є функцією вищого відділу центральної нервової системи – кори великих півкуль головного мозку. Вони виробляються на основі безумовних. Основною умовою утворення умовного рефлексу є поєднання того чи іншого *індиферентного* (байдужого) подразника з дією подразника, який викликає безумовний рефлекс. Подразники, що викликають вроджені, спадкові рефлекси, називаються *безумовними*. Подразники, що викликають набуті рефлекси, називаються *умовними*, або *сигналами*. У лабораторії І.П. Павлова як умовні подразники застосовували спалах електричної лампочки, дзвінок, булькання води, подразнення шкіри, смакові, нюхові подразники тощо. Коли щодня в певний час годувати собаку, то на цей час у нього ще до годування починається секреція шлункового соку. Тут умовним подразником став час. Умовні рефлекси тимчасово виробляються у людини при дотриманні режиму праці, споживанні їжі в один і той же час, коли вона постійно в той самий час лягає спати.

Умовні рефлекси можуть вироблятися не тільки на поодинокі зовнішні подразники, а й на їхні комплекси, на порядкове місце подразника, на припинен-

ня його дії тощо. Вироблений умовний рефлекс може бути основою для утворення нового умовного рефлексу – умовного рефлексу другого порядку, а на основі другого може утворитися умовний рефлекс третього порядку і т.д. Можливість вироблення умовних рефлексів утруднюють або повністю виключають сильні сторонні подразники, хвороба тощо.

Умовний рефлекс утворюється внаслідок установаження в корі великих півкуль тимчасового зв'язку між двома вогнищами збудження.

Збудження виникає при дії умовного подразника у сприймаючій зоні великого мозку (зоровій, слуховій тощо). При підкріпленні умовного подразника безумовним у відповідній зоні великого мозку виникає другий, сильніший осередок збудження, який набирає характеру домінантного осередку. Внаслідок притягування збудження в осередку меншої сили в осередку більшої сили відбувається проторення нервового шляху, сумація збудження. Нервовий зв'язок утворюється між двома осередками збудження. Після кількох поєднань зв'язок стає настільки сильним, що при дії лише одного умовного подразника збудження виникає і у другому осередку. Так за рахунок установаження тимчасового зв'язку спочатку індиферентний для організму умовний подразник стає сигналом певної вродженої діяльності. Наприклад, коли собака їсть, їжа подразнює смакові рецептори ротової порожнини. Збудження, що виникає в рецепторах, по доцентрових нервах надходять у слиновидільний центр у довгастому мозку. Звідси воно йде по відцентрових нервах до слинної залози і викликає секрецію слини. Це безумовний рефлекс.

Якщо перед собакою засвітити електричну лампочку, то ніякого слиновидільного рефлексу не буде. Але нервові імпульси, що виникли в зорових рецепторах ока, проводяться в зорову зону кори півкуль головного мозку – і там виникає вогнище збудження.

Якщо перед годівлею тварин засвічувати електричну лампочку, то тепер у корі півкуль виникають уже два вогнища збудження: в харчовій і в зоровій зоні. При повторному застосуванні подразників нервові імпульси від рецепторів ока йдуть у зоровий центр кори півкуль, звідти переходять по второваному шляху в харчовий центр кори, потім у слиновидільний центр довгастого мозку і до слинних залоз, збуджуючи їхню роботу.

Замикання тимчасового зв'язку йде не тільки по горизонтальних волокнах (кора – кора). У встановлених тимчасових зв'язках важлива роль належить і шляхам кора – підкірка – кора. При цьому доцентрові імпульси від умовного подразника через згір'я і неспецифічну систему (гіпокамп, ретикулярна формація) надходять у відповідну зону кори, тут вони переробляються і по низхідних шляхах досягають підкіркових утворень, звідки імпульси надходять знову в кору, але вже у зону представництва безумовного рефлексу.

Отже, умовні рефлекси забезпечують більш досконале пристосування організму до мінливих умов життя. Умовнорефлекторне виділення слини, шлункового і підшлункового соків на вигляд, запах, час вживання їжі створює умови для перетравлення їжі ще до того, як вона надійшла в організм. При зміні умов середовища раніше вироблені умовні рефлекси згасають, утворюються нові умовні рефлекси. При дії умовного сигналу кора великого мозку

забезпечує організмові попередню підготовку до реагування на ті подразники зовнішнього середовища, які в подальшому здійснюватимуть свій вплив. Тому діяльність кори великого мозку є сигнальною.

### 3. Гальмування умовних рефлексів

Розрізняють два основних види гальмування в корі великих півкуль: безумовне (зовнішнє) й умовне (внутрішнє).

**Безумовне гальмування** є вродженим і може бути *індукційним* і *поза межним*. Воно властиве не тільки корі великих півкуль головного мозку, а й усім іншим відділам нервової системи.

Основою *індукційного гальмування* є явище негативної індукції: новий сильний осередок збудження в корі стороннього подразника зумовлює зниження збудливості в ділянках кори великого мозку, які зв'язані зі здійсненням умовного рефлексу, і, як наслідок цього, настає гальмування умовного рефлексу. Якщо у собаки виробляється умовний слиновидільний рефлекс на звук дзвоника, то вмикання яскравого світла при звукові дзвоника у цього собаки гальмує раніше вироблений рефлекс слиновиділення. Так, слиновидільний умовний рефлекс на світло електричної лампочки загальмується різким звуком. Загальмувати умовні рефлекси здатні також сильне емоційне збудження, хворобливий стан організму, біль тощо.

**Поза межне гальмування** проявляється при надмірному збільшенні сили або часу дії умовного подразника. При цьому умовний рефлекс різко слабшає або повністю зникає. Це гальмування є охоронним, оскільки зберігає нервові клітини від виснаження та функціонального руйнування, яке могло б настати внаслідок їхньої надмірної діяльності.

**Умовне, або внутрішнє, гальмування** виникає тільки у корі головного мозку повільно і поступово, є тимчасовим і розвивається за механізмом умовного рефлексу при непідкріпленні умовного подразника безумовним. Розрізняють такі види умовного гальмування: згасаюче, запізнювальне, диференційоване й умовно-гальмівне.

Якщо умовний рефлекс багато разів не підкріплюють безумовним подразником, розвивається **згасаюче гальмування** (наприклад, тимчасова втрата трудового навичку, навички гри на музичних інструментах, поверховий рівень знань навчального матеріалу, якщо вони не закріплювалися повторенням). Згасання є основою забування. Завдяки згасанню умовних рефлексів організм перестає реагувати на сигнали, які втратили своє значення. За рахунок згасаючого гальмування організм звільняється від непотрібних умовних рефлексів, які втратили сигнальне значення.

**Запізнювальне гальмування** розвивається при збільшенні проміжку часу між умовним сигналом і подачею безумовного подразника. У такому випадку безумовний подразник у перші хвилини набуває гальмівного характеру. Завдяки цьому умовні рефлекси виникають у певний час. Розвиток запізнювального гальмування є основою виховання у людини витримки та дисципліни. У дітей воно виробляється з великими труднощами під впливом виховання і



тренування. Тільки з настанням старшого шкільного віку у дітей відмічаються витримка, вміння стримувати свої бажання, сила волі.

**Диференційоване гальмування** дає змогу розрізнити близькі, схожі подразники (наприклад, відтінки кольору, різну частоту звуку). Воно виникає в корі півкуль головного мозку при дії непідкріплювального сигналу, близького до умовного. Якщо у собаки виробити умовний рефлекс на звук певного тону, то і сусідні з ним тони спочатку зумовлюватимуть ту ж реакцію. Ця перша фаза диференційоване гальмування є наслідком іррадіації збудження, вона може бути прикладом синтетичної діяльності кори півкуль головного мозку. Проте при багаторазовому повторенні дослідів, при яких лише певний тон підкріплювати безумовним подразником, тварина поступово менше реагуватиме на непідкріплені близькі тони і нарешті зовсім перестане реагувати на них. Це результат розрізнення, або диференціювання, подразників. Розрізнення близьких за характером сигналів уточнює діяльність організму, сприяє тонкому розрізненню предметів і явищ навколишньої природи та суспільного життя. У дітей диференційоване гальмування досягає функціонального удосконалення між 3 і 4 роками. Швидкість і стійкість диференціювання з віком збільшується. Проте тонке диференціювання, а також тривале застосування гальмівного подразника для дітей завжди становить дуже важке нервово завдання, що нерідко може викликати розлад нормального взаємовідношення між процесами збудження і гальмування, призвести до неврозу.

**Умовне гальмування** розвивається у клітинах кори головного мозку, якщо умовний сигнал (наприклад, дзвінок), що поєднується із додатковим подразником (наприклад, увімкненням світла), не підкріплювати безумовним подразником. Додатковий подразник при цьому набуває самостійного гальмівного значення; він починає гальмувати вироблення умовних рефлексів не тільки на дзвінок, а й на інші умовні подразники, з якими ніколи раніше не поєднувався. Умовне гальмування має велике значення в житті людини. Воно виявляється під час навчання, виховання, занять спортом, бо різні правила, норми поведінки, закони людського суспільства є умовними гальмами. Умовні гальма втрачають люди, котрі зловживають алкоголем і наркотиками. Без умовних гальм така людина здатна на різні протиправні вчинки, кримінальні дії, що призводять до великих людських трагедій, ув'язнення, руйнації життя.

Збудження та гальмування в корі великого мозку – два аспекти одного нервового процесу, що забезпечує найскладніший взаємозв'язок між організмом і навколишнім середовищем.

#### **4. Аналіз і синтез подразнень у корі великого мозку**

##### **Поняття про аналітико-синтетичну діяльність**

Імпульси, що надходять у кору великого мозку, аналізуються, розрізняються, синтезуються, з'єднуються. Здатність кори розділяти, вичленовувати і розрізнити окремі подразнення, диференціювати їх і є

виявленню аналітичної діяльності кори великого мозку. Якщо початковий аналіз подразнень починається вже в рецепторах, то вищі форми аналізу відбуваються в корі великого мозку.

З аналітичною діяльністю кори великого мозку тісно пов'язана її синтетична діяльність, що виявляється в об'єднанні, узагальненні збудження, що виникло в різних її ділянках під дією різних подразників. Прикладом синтетичної діяльності кори великого мозку може бути утворення тимчасового зв'язку, що є основою вироблення будь-якого умовного рефлексу. Аналіз і синтез нерозривно пов'язані між собою, і в корі відбувається складна аналітико-синтетична діяльність.

### **Динамічний стереотип**

Навколишнє середовище діє на організм не одиничними подразниками, системою одночасних і послідовних подразників. Якщо ця система в такому порядку повторюється часто, то в результаті утворюється системність, або динамічний стереотип у діяльності кори великого мозку.

Послідовний ланцюг умовно-рефлекторних актів, які здійснюються в чітко визначеному, закріпленому в часі порядку, і є наслідком складної системної реакції організму на складну систему позитивних (тих, що підкріплюються) і негативних (тих, що не підкріплюються) умовних подразників, називається **динамічним стереотипом**.

Динамічний стереотип виробляється важко, але якщо він виробився, то підтримання його не потребує значного напруження кіркової діяльності, багато дій при цьому стають автоматичними. Стереотип є основою утворення звичок у людини, формування певної послідовності у трудових операціях, набуття вміння і навичок, основою поведінки людини; дуже важко піддається переробці.

## **5. Типи вищої нервової діяльності**

Умовно-рефлекторна діяльність залежить від індивідуальних властивостей нервової системи. **Тип вищої нервової діяльності** – це індивідуальні властивості нервової системи, зумовлені спадковими особливостями індивіда та його життєвим досвідом.

На підставі багаторічного вивчення особливостей утворення і перебігу умовних рефлексів у тварин І.П. Павлов виділив 4 основні типи вищої нервової діяльності. Основою поділу на типи він використав три головні показники: 1) силу процесів збудження і гальмування; 2) взаємну врівноваженість – співвідношення сили процесів збудження та гальмування; 3) рухливість процесів збудження і гальмування – швидкість, із якою збудження може змінюватися гальмуванням, і навпаки.

### **Класифікація типів вищої нервової діяльності (за І.П. Павловим):**

1) тип сильний, але не врівноважений, із переважанням збудження над гальмуванням («нестримний» тип);

2) тип сильний, врівноважений, із великою рухливістю нервових процесів («живий», рухливий тип);

3) тип сильний, врівноважений, із малою рухливістю нервових процесів («спокійний», малорухливий, інертний тип);

4) тип слабкий, який характеризується швидкою виснажуваністю нервових клітин, що призводить до втрати працездатності.

І. П. Павлов вважав, що основні типи вищої нервової діяльності тварин збігаються з чотирма темпераментами, встановленими у людей грецьким лікарем Гіппократом. Слабкий тип відповідає меланхолічному темпераменту; сильний неврівноважений тип – холеричному темпераменту; сильний врівноважений, рухливий тип – сангвінічному темпераменту; сильний врівноважений, із малою рухливістю нервових процесів – флегматичному темпераменту. Проте треба мати на увазі, що півкулям великого мозку людини як істоти соціальної властива досконаліша синтетична діяльність, ніж мозку тварин. Людині властива якісно особлива нервова діяльність, пов'язана з наявністю у неї мовленнєвої функції.

Залежно від взаємодії та врівноваженості сигнальних систем І. П. Павлов поряд із чотирма спільними для людини і тварин типами виділив спеціально людські типи вищої нервової діяльності (ВНД):

1. Художній тип – тип ВНД, який характеризується перевагою першої сигнальної системи над другою. До цього типу належать люди, які безпосередньо сприймають дійсність, широко користуються почуттєвими образами.

2. Розумовий тип – тип ВНД із переважанням другої сигнальної системи, це «мислителі» з вираженою здатністю до абстрактного мислення.

3. Середній тип, до якого належить більшість людей з урівноваженою діяльністю двох сигнальних систем, їм властиві як образні враження, так і умоглядні висновки.

**Пластичність типів вищої нервової діяльності.** Вроджені властивості нервової системи можуть тією чи іншою мірою змінюватися під впливом виховання внаслідок пластичності нервової системи. Тип вищої діяльності складається із взаємодії успадкованих властивостей нервової системи і впливів, яких зазнає індивід упродовж життя.

І.П. Павлов вважав пластичність нервової системи найважливішим педагогічним фактором. Сила, рухливість нервових процесів піддаються тренуванню, і діти неврівноваженого типу під впливом виховання можуть набути рис, які зближують їх із представниками врівноваженого типу. Тривале перенапруження гальмівного процесу у дітей слабого типу може призвести до «зриву» вищої нервової діяльності, виникнення неврозів. Такі діти нелегко звикають до нового режиму праці і потребують спеціальної уваги.

## **6. Вікові особливості формування вищої нервової діяльності**

Основою вікових особливостей формування ВНД у дітей є поступовість дозрівання структур кори півкуль великого мозку. До трьох років завершується формування сенсорних і моторних зон. Асоціативна кора дозріває значно пізніше. Значний стрибок у її розвитку спостерігається у віці

6 – 7 років. У 10 – 11 років ступінь розвитку кори головного мозку наближається до рівня дорослої людини.

Дитина народжується з певним набором безумовних рефлексів, які забезпечують нормальне функціонування її вегетативних систем. Водночас організм новонародженого вже здатний до формування умовних рефлексів, до елементарного навчання. Так, уже через 10 хв після народження у дитини можна виробити окорухові реакції на звуковий подразник (кляцання пальцями). У віці однієї доби її можна навчити повертати голову в один бік, коли звучить гудок, і в інший – на звук дзвіночка. Наприкінці другого тижня життя у дитини з'являється умовний смоктальний рефлекс, сигналом для виникнення якого є положення тіла в час годування. Із другого місяця утворюються слухові, зорові, тактильні рефлексивні, а до п'ятого виробляються всі основні види умовного гальмування.

На кінець першого року життя дитина відносно добре розрізняє смак їжі, запахи, форму та колір предметів, голоси й обличчя. Для її нормального розвитку дуже важливим є суворий режим дня, при якому витримується постійність чергування сну, неспання, годування та прогулянок. Такий режим сприяє утворенню стереотипів – спочатку на комплекси інтерорецептивних, а пізніше – екстерорецептивних подразників.

Швидкість утворення умовних рефлексів у грудної дитини на різні подразники залежить від рівня розвитку аналізаторів. Умовний рефлекс на смакові і нюхові подразники утворюється в кінці першого та на початку другого місяця життя. Порівняно рано з'являються умовні харчові рефлексивні на вестибулярні подразники (монотонні звуки колискової пісні, похитування колиски тощо). Важкість утворення і непостійність умовних рефлексів у новонароджених пояснюється слабкістю клітин кори мозку, внаслідок чого малюки швидко втомлюються і легко впадають у стан позамежного гальмування. Цим пояснюється тривалий сон новонародженого (близько 20 год на добу).

Водночас із легким розвитком безумовного гальмування кіркових клітин кори мозку (позамежного і зовнішнього) у новонароджених відмічається відносно слабкий розвиток внутрішнього (умовного) гальмування. Так, утворення диференційованого гальмування вперше відмічається лише у віці 1,5 – 2 міс., згасаючого – у віці 2 – 2,5 міс., запізнювального – на п'ятому місяці життя.

На другому місяці життя дитина відрізняє звичайну воду від солодкої, на третьому – розрізняє солоне, солодке і кисле, зелений колір від червоного. Отже, внутрішнє гальмування у грудної дитини формується повільно, є слабким і ще не забезпечує достатньою мірою необхідних пристосувальних умовно-рефлекторних реакцій.

Умовні рефлексивні на словесні подразники починають з'являтися у дитини з другої половини першого року життя, з початком опанування мовленням. Завдяки спілкуванню з людьми, слово починає співвідноситися з різними подразниками і комплексами подразників. Спочатку слово не є самостійним подразником, воно діє тільки у групі подразників як один із компонентів. При цьому за межами цього комплексу слово не викликає адекватної реакції. Наприклад, вираз «Де мама?» викликає у дитини

адекватну реакцію (повертання голови у сторону мами) тільки в комплексі з іншими подразниками: стато-кінетичними (визначення положення тіла дитини), зоровими (певні обставини, вигляд обличчя людини, яка ставить запитання), звуковими (тембр голосу, інтонація). Якщо змінити хоча б один із компонентів комплексу, реакція не настане. При наявності всіх інших компонентів, реакція може з'явитися на інший співзвучний вираз (наприклад, «Де Маша?»). Тобто слово в цьому комплексі подразників є найменш значимим, легко замінним компонентом.

Згодом, при повторенні дій, слово у групі комплексу подразників починає набувати все більшого значення. За таких умов вплив решти компонентів на здійснення реакції послаблюється. Передовсім втрачає значення щодо здійснення реакції стато-кінетичний компонент складного подразника (здатність однаково правильно реагувати на фразу «Де мама?» в будь-якому положенні – і сидячи, і стоячи, і лежачи). Згодом втрачає вплив зоровий компонент, дитина починає правильно реагувати на слова, сказані будь-ким і за будь-яких обставин. Ще пізніше втрачає значення і звуковий компонент (гучність промовлених слів, їхня інтонація), і тільки одні слова, незалежно від інших компонентів комплексного подразника, набувають умовно-рефлекторного (дієвого) значення.

Поступово зі слабкого, найменш значимого компонента комплексного подразника слово стає замінником усього цього комплексу, самостійним умовним подразником, який замінює систему конкретних сигналів. Цей процес переходу слова в самостійний подразник і «звільнення» його від інших компонентів завершується під кінець першого року життя дитини.

Наступним етапом формування слова як самостійного подразника є перехід в інтегруючий сигнал, у «сигнал сигналів». Це досягається утворенням на словесний подразник великої кількості умовних зв'язків. Слово стає «сигналом сигналів», якщо на нього виробляється не менше 15 умовних зв'язків. Якщо на слово утворюється невелика кількість умовних зв'язків, то воно залишається простим сигналом, який тільки змінює конкретний комплекс подразників.

Узагальнююча дія слова не постійна. Вона змінюється зі зміною кількості утворених на слово умовних зв'язків, а також залежно від участі в утворенні цих зв'язків різних аналізаторів. Зі збільшенням кількості утворених на слово умовних зв'язків збільшується його значення як узагальнюючого подразника, як «сигналу сигналів». Про це можна судити за характером реакцій і за зміною їхньої тривалості. З розвитком нервової системи дитини, розширенням її зв'язків із навколишнім середовищем і встановленням більш тісного спілкування з іншими людьми все більше зростає кількість умовних зв'язків, утворених на слово; відбувається неперервний розвиток слова як «сигналу сигналів». Набуття словом нових якостей здійснюється за рахунок утворення на основі мовленнєвої діяльності дитини нових зв'язків, а згодом на основі набутих навичок читання і писання.

Процес розвитку слова як «сигналу сигналів», а отже, розвиток ВНД людини є процесом безперервним і неперервним. Він відбувається в тісному взаємозв'язку з діяльністю першої сигнальної системи. Але характерне для дорослої людини співвідношення між першою і другою сигнальними системами в онтогенезі встановлюється поступово (пофазно). У

новонародженого умовні рефлекси здійснюються повністю за участю першої сигнальної системи. При цьому безпосередні подразники винятково в межах першої сигнальної системи вступають у зв'язки з відповідними центрами вегетативних і соматичних функцій.

Перші умовні реакції на словесні подразники (початок сумісної діяльності першої і другої сигнальної систем) починають проявлятися з другої половини першого року життя, з періоду опанування дитиною так званим сенсорним мовленням. Спочатку ця спільна діяльність сигнальних систем проявляється тільки у формі безпосередніх вегетативних і соматичних реакцій на словесні подразники. Пізніше до умовних зв'язків типу «безпосередній подразник – безпосередня реакція» додаються зв'язки «словесний подразник – безпосередня реакція». Отже, кожний наступний етап розвитку дитини характеризується все більшим віддаленням від конкретних, чуттєвих образів, тобто більш високим рівнем абстрагування. Вирішальне значення у формуванні мовлення, як і всієї другої сигнальної системи дитини, має спілкування з дорослими.

Із восьмого місяця життя завдяки наслідуванню і впливу оточення у дитини з'являються перші спроби вимовляти найбільш значимі для неї слова («мама», «тато», «дядя»), членороздільні звуки – «ба», «ма», «гу» тощо. Спочатку ці звуки і слова вимовляються без зв'язку з яким-небудь конкретним явищем довкілля, але згодом конкретне сприйняття окремих предметів або навіть певних ситуацій вступає у зв'язки з певними звуковими поєднаннями. До 1,5 – 2-охрічного віку одним словом або яким-небудь звуковим сполученням дитина позначає не тільки певний предмет, а й дію, хвилювання і бажання, так чи інакше пов'язані з цим предметом (одне слово замінює цілі речення). Згодом значення вимовлених дитиною слів звужується і набуває значущих зв'язків тільки з певними предметами та явищами. Виникає нова форма спільної діяльності сигнальних систем, у якій безпосередні подразники та їхні комплекси викликають відповідну словесну реакцію. У цій новій фазі розвитку ВНД до перших двох типів тимчасових зв'язків додаються зв'язки типу «безпосередній подразник – словесна реакція» (А.Г. Іванов-Смоленський).

Другий та третій роки життя дитини характеризуються надзвичайною легкістю утворення умовних рефлексів на різноманітні види подразників, формуванням стереотипів рухів та поведінки, вдосконаленням усіх видів умовно-рефлекторної діяльності. Із трьох до п'яти років відбувається подальший розвиток мовлення та вдосконалення нервових процесів збудження і гальмування (збільшуються їхня сила, рухливість та врівноваженість). На другому році життя дитини її словниковий запас сягає 250 – 300 слів, у кінці третього року життя лексикон збільшується до 500 – 700 слів; у 5 – 7-річному віці діти починають вільно говорити рідною мовою. На цьому рівні розвитку другої сигнальної системи словесні реакції можуть виникати не тільки у відповідь на безпосередні подразники, а й на різні за складністю подразники. Ця фаза розвитку ВНД людини характеризується появою численних зв'язків між мовленнєво-сприймаючим і мовленнєво-руховим відділами другої сигнальної системи, зв'язків типу «словесний подразник – словесна реакція» (А.Г. Іванов-Смоленський).

Період із 5 до 7 років характеризується значним зростанням ролі другої сигнальної системи, словесного мислення, появою «внутрішнього мовлення».

Слово набуває значення «сигналу сигналів», тобто стає узагальненим подразником, як у дорослих людей. Починаючи з 6-річного віку дитина здатна керувати своєю поведінкою згідно зі словесно-узагальнюючою інструкцією. Поведінка дитини починає більшою мірою визначатися ступенем вірогідності тих чи інших подій у доквітлі (О.С. Батуєв, 1991).

У дітей молодшого шкільного віку (7 – 10 р.) відбувається подальший розвиток ВНД. Нервові процеси характеризуються достатньою силою та врівноваженістю, досить добре проявляються всі види внутрішнього гальмування. Упродовж цього періоду триває перехід від рефлекторної емоційності до інтелектуалізації емоцій – т.зв. етап відносно «спокійного» розвитку ВНД. Водночас у дітей молодшого шкільного віку внаслідок шкільної дезадаптації, надмірного навчального навантаження можуть розвиватися порушення ВНД.

Характерними особливостями дітей 8 – 10-річного віку є велика збудливість і реактивність, а також висока пластичність нервових процесів. Саме тому такі діти володіють підвищеною здатністю до швидкого опанування складно-координаційними рухами та їхнього закріплення, до сприйняття нових рухів.

Підлітковий період (від 11 – 12 до 13 – 17 років) характеризується значними змінами у функціонуванні залоз внутрішньої секреції, що проявляються формуванням вторинних статевих ознак, які впливають на властивості нервових процесів. У підлітків спостерігається помітне переважання процесів збудження над процесами гальмування, погіршується перебіг процесів диференціювання умовних подразників. Типовими є порушення вегетативних функцій: аритмії, болі в ділянці серця, судинні розлади тощо. Ці зміни є результатом зниження тону кори головного мозку і посилення збудливості підкіркових відділів. Змінюється і характер діяльності сигнальних систем. Унаслідок переваги процесів гальмування у роботі другої сигнальної системи підлітків сповільнюється мовлення, відповіді на запитання стають лаконічними. Для отримання від підлітка повної відповіді вчителю потрібно поставити кілька додаткових запитань.

У віці 15 – 17 років зростає роль кіркових процесів у регуляції психічної діяльності та фізіологічних функцій, посилюється функціонування другої сигнальної системи, прискорюється утворення рефлексів на словесні подразники, встановлюються гармонійні відносини між корою та підкірковими структурами, основні властивості нервових процесів наближаються до рівня дорослої людини.

Отже, безперервно збагачуючись новими типами непостійних зв'язків, ВНД людини досягає такого рівня розвитку, коли друга сигнальна система починає відігравати провірну роль у її житті. Це надає ВНД дитини тієї якісної своєрідності, яка істотно відрізняє її від ВНД тварини.

## ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ

### Дослідження типу нервової системи за «типологічними» запитаннями

Вашій увазі пропонується ряд запитань, які відображають основні властивості нервової системи: силу, врівноваженість і рухливість процесів збудження та гальмування. Запитання розділені на чотири групи. На кожне запитання слід відповідати «так» або «ні». Працювати необхідно швидко, не витрачаючи багато часу на обдумування запитань. У відповідях старайтеся бути максимально об'єктивними. Для запобігання суб'єктивному («підсвідомому») підлаштуванню під бажаний для вас тип нервової системи розпочинайте відповідати на запитання, не ознайомлюючись із сутністю оцінки типологічних особливостей людини, викладених далі.

#### Перша група запитань

1. Нестримані в суперечці, часто застосовуєте неділові, емоційні аргументи.
2. Доручивши кому-небудь конкретну роботу, ви не можете швидко заспокоїтися, «взяти себе в руки».
3. Незважаючи на вказівку вчителя (тренера), ви не можете швидко заспокоїтися, «взяти себе в руки».
4. Після сильних емоційних переживань довго не можете заснути.
5. Нездатні швидко зосередитися на виконанні тієї чи іншої роботи.
6. Важко стримуєте злість і роздратування.
7. Швидко реагуєте на ті чи інші команди, на вказівки вчителя.
8. Схильні до ризику, вас легко спровокувати на що-небудь.
9. Будь-яку підготовчу роботу виконуєте швидко, часто поспіхом.
10. Не можете спокійно дочекатися екзаменаційного чи будь-якого іншого випробування, особливо нервуєте, коли його початок переносять.
11. Нетерплячі. Не можете спокійно дочекатися важливого для себе повідомлення судді про результати випробування.
12. Перед випробуванням ледь стримуєте надмірне переживання.
13. Важко стримуєте радість від перемоги і не можете спокійно очікувати повідомлення про результати випробувань.
14. Невитримані. «Виходите з себе» в ситуації, коли вчителі помиляються в оцінці показаного вами результату.
15. Швидко відповідаєте на несподівані запитання.
16. Непосидючі, метушливі. Після закінчення занять не можете спокійно чекати товариша, який затримується.
17. Різкі і прямолінійні у стосунках з товаришами, вчителями, іншими людьми.
18. Ініціативні. Легко беретеся за перевірку на собі нових методів навчання.
19. Будь-яку роботу виконуєте поспіхом, ривками, нерідко переходите до іншого виду діяльності, не закінчивши попереднього.



20. Швидко і легко орієнтуєтесь в ситуації, що виникла несподівано.
21. Володієте швидким, емоційним мовленням, із багатою жестикуляцією та виразною мімікою.
22. Агресивний забіяка, особливо у стані збудження.
23. У критичних ситуаціях здатні швидко приймати рішення і діяти.
24. Настирливі в досягненні поставленої мети.
25. Схильні до різких змін настрою.

## **Друга група запитань**

1. Легко сходитеся з новими товаришами по навчанню, вчителями.
2. Вмієте працювати у непристосованих умовах.
3. Доручивши кому-небудь конкретну роботу, можете терпеливо чекати її завершення.
4. За вказівкою вчителя (батьків) можете швидко заспокоїтися.
5. Легко погоджуєтесь на участь у відповідальних заходах.
6. Зберігаєте бадьорість і впевненість перед відповідальними випробуваннями.
7. Охоче беретеся за виконання нових завдань, вивчення нових предметів.
8. Легко «втягуєтесь» в навчальний процес після тривалої перерви.
9. Веселі і життєрадісні, завжди володієте бадьорим настроєм.
10. Однаково легко засинаєте, лягаючи в різний час дня; просипаєтесь легко і швидко.
11. Виконання монотонної тренувальної роботи швидко надокучає і викликає сонливість.
12. Якщо потрібно, ви легко можете пристосувати вашу поведінку до поведінки людей, які вас оточують.
13. Енергійні. Швидко реагуєте на команди.
14. Здатні швидко запам'ятовувати і відтворювати нові рухи, вправи.
15. Легко переносите невдачі і неприємності.
16. Легко пристосовуєтесь до різних обставин, до нового місця роботи, навчання тощо.
17. Із захопленням беретеся за будь-яку нову справу.
18. Легко переходите від виконання однієї роботи до іншої.
19. Легко пристосовуєтесь до різних стилів роботи різних вчителів.
20. Вільно почуваетесь у великій або незнайомій компанії.
21. Володієте швидким, звучним, чітким мовленням, яке супроводжується живими жестами і виразною мімікою.
22. Легко привчаєтесь до нового розпорядку дня.
23. Володієте собою у складній обстановці, що склалася несподівано.
24. Легко переходите від одного емоційного стану (радості перемоги) до іншого (смутку від поразки товариша).
25. Перед випробуваннями почуваетесь впевнено і бадьоро.
26. Діловиті, схильні переоцінювати себе.

## Третя група запитань

1. Важко втягуєтеся в роботу (навчання) після тривалої перерви.
2. Чекаючи важливого для себе повідомлення, почуваетесь спокійно.
3. Легко стримуєтеся від зауважень товаришу, який допустив помилку.
4. Доброзичливі. Легко стримуєтеся і не відповідаєте на різкі зауваження товариша, вчителя, батьків.
5. Проявляєте терпеливість і настирливість у багаторазовому повторенні завдання.
6. Легко стримуєтеся від грубих зауважень в адресу супротивника.
7. Після команди до дії (наприклад, команди «руш» перед бігом на змаганнях) часто затримуєтеся на старті.
8. Перед випробуванням легко стримуєте надмірне переживання.
9. Обережні і розсудливі. Перш ніж прийняти важливе рішення, завжди зважуєте всі «за» і «проти».
10. Легко стримуєте радість від перемоги і спокійно чекаєте повідомлення результату випробувань.
11. Після закінчення занять можете спокійно чекати товариша, який затримується.
12. Залишаєтесь спокійними і стриманими в ситуації, коли екзаменатор помиляється в оцінці вашого результату.
13. Здатні спокійно чекати випробування навіть тоді, коли його перенесли на пізніше.
14. Поводите себе тихо, якщо вас про це просять.
15. Взнявши екзаменаційний білет, без значного напруження володієте своїми думками, почуттями.
16. Вам важко стримати роздратування, коли вас відривають від виконання роботи, якою ви захоплені.
17. Вас нелегко спровокувати на що-небудь.
18. Будь-яку роботу виконуєте спокійно, без поспіху.
19. Нездатні швидко відповідати на несподівані запитання.
20. Послідовні і врівноважені, можете спокійно виконувати одну і ту ж роботу багато разів підряд, не дратуючись.
21. Мовчазні і не любите підтримувати несуттєву розмову.
22. Незважаючи на обставини, стараєтесь виконати будь-яку роботу до кінця.
23. Володієте спокійним, рівномірним мовленням із зупинками, без різко виражених емоцій, жестикуляцій і міміки.
24. Дотримуєтеся запропонованого вчителем (батьками) розпорядку дня, стереотипів у навчанні, тренуванні, відпочинку.
25. Постійні у своїх інтересах і стосунках з іншими людьми.
26. Повільно втягуєтеся в навчальний процес і переключаєтесь з одного виду діяльності на інший.
27. Важко пристосовуєтеся до нової обстановки.

## Четверта група запитань

1. Боїтеся брати участь у відповідальних випробуваннях.
2. Сильно переживаєте ситуацію неуспішного екзаменаційного випробування.
3. У день іспиту не впевнені у своїх знаннях.
4. При зміні обстановки вам важко прийняти правильне рішення.
5. Володієте слабким тихим мовленням, яке інколи переходить у шепіт.
6. При невдалому складанні іспиту відчуваєте пригніченість і розгубленість.
7. Легко переносите самотність перед випробуванням, не спілкуєтеся з товаришами по команді, стараєтеся бути на самоті.
8. Схильні замикатися в собі. Не бажаєте ділитися своїми переживаннями з товаришами, з близькими.
9. Мимоволі пристосовуєтеся до характеру співрозмовника.
10. Соромливі, зі слабкою силою волі.
11. Неговоркі. Важко входите в контакт із незнайомими людьми.
12. У критичних ситуаціях нерідко впадаєте в паніку.
13. Покірно виконуєте будь-які вказівки вчителя, товаришів, навіть знайомих.
14. Надзвичайно образливі.
15. Вам важко швидко зосередитися на виконанні тієї чи іншої роботи, того чи іншого завдання.
16. Скрупульозно і повільно готуєтеся до виконання будь-якої роботи.
17. У ситуації тимчасової поразки виникає бажання відмовитися від випробування.
18. Перед випробуванням часто виникає апатія.
19. Вразливі до сліз і легкораними.
20. Якщо можна, стараєтеся відмовитися від участі у змаганнях із сильним супротивником.
21. Надзвичайно чутливі до похвали і критики.
22. Малорухливі, тихі і несміливі.
23. Не порушуєте звичного режиму в період екзаменаційної сесії.
24. Схильні до підозрілості, часто у всьому бачите лише погане і небезпечне.
25. Здатні перебільшувати труднощі у вашому житті.

## Оцінка результатів тестування

Позитивні відповіді першої групи питань відображають ступінь вираженості холеричного темпераменту, другої, третьої і четвертої – відповідно сангвінічного, флегматичного і меланхолічного темпераментів. Певний тип нервової системи вважається достатньо вираженим, якщо позитивних відповідей, що відображають властивості такого темпераменту, більше 12. Вираженість окремого типу нервової системи у відсотках визначається за формулою темпераменту ( $\Phi_T$ ):

$$\Phi_T = X \left( \frac{ПВх}{ПВ} \times 100\% \right) + C \left( \frac{ПВс}{ПВ} \times 100\% \right) + \Phi \left( \frac{ПВф}{ПВ} \times 100\% \right) + M \left( \frac{ПВм}{ПВ} \times 100\% \right)$$

де:  $X$ ,  $C$ ,  $\Phi$  і  $M$  – відповідно холеричний, сангвінічний, флегматичний і

меланхолічний темпераменти; *ПВх, ПВс, ПВф, ПВм* – загальна кількість позитивних відповідей на запитання – відповідно до типів холерика, сангвініка, флегматика і меланхоліка; *ПВ* – загальна кількість позитивних відповідей по всіх чотирьох типах.

Якщо у досліджуваного кількість позитивних відповідей за чотирма групами запитань 40 (16, 8, 6, 10 відповідно за 1, 2, 3 і 4 групах запитань), то формула темпераменту матиме такий вигляд:

$$\Phi T = 40\%X + 20\%C + 15\%F + 25\%M.$$

Це означає, що темперамент на 40% холеричний, на 20% сангвінічний, на 15% флегматичний і на 25% – меланхолічний. Домінуючим вважається той темперамент, якщо відносний результат кількості позитивних відповідей щодо певного типу нервової системи перевищує 39%.

### Питання для самоконтролю

1. Що таке вища нервова діяльність? Хто з учених вивчав вищу нервову діяльність?
2. Порівняйте умовні та безумовні рефлекси.
3. Поясніть механізм утворення умовних рефлексів.
4. Яке біологічне значення процесів гальмування? Охарактеризуйте форми гальмування.
5. У чому полягає аналітико-синтетична діяльність?
6. Що таке динамічний стереотип? Наведіть приклад.
7. Охарактеризуйте типи вищої нервової діяльності.
8. У чому полягає пластичність типів вищої нервової діяльності?
9. Розкрийте вікові особливості формування вищої нервової діяльності.

### Література

1. Маруненко І.М., Неведомська Є.О., Бобрицька В.І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни : курс лекцій : навчальний посібник. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – С. 339 – 350.

2. Плахтій П.Д., Мисів М.П., Циганівська О.І. Вікова фізіологія. Теорія, практикум, тести : навчальний посібник. – Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О.А., 2008. – С. 154 – 180.

3. Плахтій П.Д., Страшко С.В., Підгорний В.К. Вікова фізіологія і валеологія : лабораторний практикум. – Вид. 2-ге, доповнене та перероблене / за ред. П.Д. Плахтія : навчальний посібник. – Кам'янець-Подільський : ПП Буйницький О.А., 2010. – С. 84 – 98.

4. Ріст і розвиток людини : підручник / В.С. Тарасюк, Н.В. Титаренко, І.Ю. Андрієвський та ін.; за ред. В.С. Тарасюка, І.Ю. Андрієвського. – К. : Медицина, 2008. – С. 34 – 44.

5. Хрипкова А.Г. Возрастная физиология / пер. с рус. – К. : Высш. школа, Главное изд-во, 1982. – С. 73 – 108.

## З М І С Т

<b>ВСТУП.....</b>	<b>3</b>
ЛЕКЦІЯ №1.....	4
ЛЕКЦІЯ №2.....	11
ЛЕКЦІЯ №3.....	27
ЛЕКЦІЯ № 4.....	42
ЛЕКЦІЯ № 5.....	56
ЛЕКЦІЯ № 6.....	70
ЛЕКЦІЯ № 7.....	84
ЛЕКЦІЯ № 8.....	92
ЛЕКЦІЯ № 9.....	109
ЛЕКЦІЯ №10.....	125
<b>ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ.....</b>	<b>137</b>

Навчальне видання

Галина Ковальчук, Оксана Лупак

# ВІКОВА ФІЗІОЛОГІЯ ТА ВАЛЕОЛОГІЯ

## КУРС ЛЕКЦІЙ

Навчальний посібник для фахівців ОКР «Бакалавр»  
напряму підготовки 6.030103 «Філологія»

Редакційно-видавничий відділ  
Дрогобицького державного педагогічного університету  
імені Івана Франка

**Головний редактор**

*Ірина Невмержицька*

**Редактор**

*Ніна Хомяк*

**Технічний редактор**

*Наталія Кізима*

**Коректор**

*Наталія Кізима*

Здано до набору 18.08.2011 р. Підписано до друку 29.11.2011 р. Формат 60x90/16. Папір офсетний. Гарнітура Times. Наклад 300 прим. Ум. друк. арк. 9.00. Зам. 54.

Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. (Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 2155 від 12. 04. 2005 р.) 82100, Дрогобич, вул. І.Франка, 24, к.42, тел. 2 – 23 – 78.