

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В.О. СУХОМЛИНСЬКОГО**

В.В. Пшиченко, В.С. Черно, Л.Д. Чеботар

ВІКОВА ФІЗІОЛОГІЯ ТА ШКІЛЬНА ГІГІЄНА

Навчальний посібник
для студентів біологічних спеціальностей

Миколаїв-2019

УДК 611/612(075.8)

Пшиченко В.В., Черно В.С., Чеботар Л.Д. Вікова фізіологія та шкільна гігієна: Навчальний посібник – Миколаїв: МНУ ім. В.О. Сухомлинського, 2019. – 320 с.

Друкується за рекомендацією Вченої Ради Миколаївського національного університету ім. В.О. Сухомлинського, протокол №

Рецензенти:

Доктор медичних наук, професор кафедри
ЧГУ ім. П. Могили

Навчальний посібник призначений для самостійної роботи студентів при вивченні курсу «Вікова фізіологія та шкільна гігієна». Навчальний посібник складено у відповідності до робочої програми навчальної дисципліни «Вікова фізіологія та шкільна гігієна». Послідовність тем, пропонованих до вивчення, спрямована на якісне засвоєння навчального матеріалу. У змістовному плані матеріал теоретичного курсу збалансований і відповідає сучасному рівню розвитку даної науки. В посібнику на сучасному науковому рівні висвітлюються такі важливі і актуальні питання фізіології та валеології.

Даний навчально-методичний посібник є доповненням до підручника та методичних вказівок для проведення лабораторних занять з курсу «Вікова фізіологія та шкільна гігієна» для студентів біологічних спеціальностей ВНЗ, вчителів біології загальноосвітніх шкіл.

АНАТОМІЯ І ФІЗІОЛОГІЯ ДИТИНИ

ВСТУП

§ 1. Предмет і методи вікової фізіології

Вікова фізіологія — наука про зовнішню форму і внутрішню будову людського організму. Вивчення будови людського тіла і окремих його органів здійснюється у зв'язку з виконуваними функціями. Тому сучасну анатомію можна назвати функціональною анатомією.

Термін «фізіологія» означає розтин, розсікання і походить від грецького слова *anatome* — розтин. Це тому, що довгий час основним методом, яким користувались учені при вивченні будови тіла людини, був метод розтину трупа за допомогою ножа. Цей метод і тепер широко використовується в анатомії. Проте в розпорядженні сучасної анатомії є багато й інших методів дослідження: препарування, ін'єкції та корозії, антропометрія (вимірювання основних величин людського тіла: ваги, об'єму грудної клітки, сили м'язів і т. д.), просвічування живого організму з допомогою рентгенівських променів, вивчення анатомії на живій людині та ін. Для дослідження деталей будови органів анатоми роблять з них дуже тонкі зрізи, які вивчають під мікроскопом.

Фізіологія — наука про функції, тобто життєву діяльність окремих органів, їх систем і всього організму в цілому. Завдання фізіології полягає у вивченні життєвих процесів, що відбуваються в організмі людини, їх взаємозв'язків та встановлення загальних закономірностей, що лежать в основі цих процесів. Фізіологія вивчає життєдіяльність організму у взаємодії з зовнішніми умовами його існування.

Слово «фізіологія» походить від двох грецьких слів: *physis* — природа і *logos* — наука. Стародавні греки фізіологією називали науку про всю природу. Тепер фізіологія — одна з галузей біології, науки, яка вивчає загальні закономірності органічного світу.

Фізіологія належить до експериментальних наук, бо основним її методом

дослідження є експеримент (дослід). Усі основні положення фізіології базуються на точно встановлених фактах, добытих шляхом експерименту.

Довгий час фізіологи вивчали життєві процеси, що відбуваються в організмі, застосовуючи вівісекцію, тобто розтин живої тварини. При таких гострих дослідях організму завдається тяжких ушкоджень, порушується хід фізіологічних процесів у ньому.

Іноді фізіологи проводять спостереження, над діяльністю ізольованих, видалених з організму органів, які вміщують у відповідні умови. Але цей метод не дає можливості вивчити діяльність органу у всій його взаємодії з іншими органами, залежно від впливів на нього інших органів, і в першу чергу від впливів нервової системи.

Великий російський вчений І. П. Павлов створив принципово новий метод вивчення фізіологічних процесів. Він різко критикував метод гострих дослідів, при яких порушується цілісність організму. Розроблений І. П. Павловим метод хронічного дослідження дає змогу найскладніші фізіологічні процеси вивчати на здоровому, цілісному організмі тварини, який перебуває в нормальній взаємодії з навколишнім середовищем. Метод цей полягає в тому, що вивідну протоку тієї чи іншої залози виводять на поверхню тіла. Якщо ж внутрішній орган не має вивідної протоки (наприклад, шлунок, кишечник), то в його стінці роблять отвір, у який вставляють фістульну трубку, що затуляється корком. Через фістульну трубку або через отвір виведеної назовні протоки можна збирати речовини, які виробляє той чи інший орган. Тварина після таких операцій швидко одужує і стає об'єктом довготривалих спостережень, іноді протягом багатьох років. Фізіологічні процеси, таким чином, вивчають на цілком здоровому, нормальному організмі.

Для вивчення функцій центральної нервової системи, зокрема найвищого її відділу — кори півкуль головного мозку, І. П. Павлов розробив спеціальний метод — метод умовних рефлексів, який дає змогу цілком об'єктивно вивчати найскладніші фізіологічні процеси, що відбуваються у клітинах кори головного мозку, проявом яких є психічна, або вища нервова, діяльність.

§ 2. Короткі історичні відомості про розвиток фізіології дитини

Розвиток наук анатомії і фізіології бере початок з античного світу. Потрібно було багато століть для того, щоб людство прийшло до сучасного рівня знань у цих галузях науки. Основними стимулами для розвитку анатомії і фізіології були практичні потреби життя людей, зокрема потреби медицини. Ці науки не завжди рівномірно розвивались. Періоди їх відносного розквіту змінювались періодами занепаду. Велике значення в розвитку анатомії і фізіології завжди мала та ідеологія, яка була панівною в дану історичну епоху.

Вивчення особливостей розвитку дитячого організму також бере початок з античного світу. Проте серйозну увагу анатомо-фізіологічним особливостям дитячого організму вчені почали приділяти не так давно.

В Росії перший поштовх до розвитку вчення про здоров'я дітей дав М. В. Ломоносов. У своїй праці «О размножении и сохранении народа российского» М. В. Ломоносов загострив увагу на дитячій смертності в Росії, а також запропонував ряд заходів для усунення цього лиха.

На потребу організувати державну охорону здоров'я дітей вказували і такі прогресивні російські письменники і громадські діячі кінця XVIII ст. як М. І. Новиков і О. М. Радіщев. Особливо слід згадати проф. Н. М. Максимович-Амбодика, який був першим російським вченим-акушером у Росії і який багато зробив для поширення правильних уявлень про гігієну матері та дитини. Він викладав акушерство на російській мові і склав анатомо-фізіологічний словник, яким було закладено основи російської медичної термінології.

У 1847 р. вийшов у світ перший російський підручник дитячих хвороб «Педиятрика» професора С. Ф. Хотовицького. Цей учений вперше почав підходити до питання про гігієну дитячого віку з позицій анатомо-фізіологічних вікових особливостей. У своєму підручнику С. Ф. Хотовицький писав, що відмінність організму дитини полягає не в меншому розмірі органів, а в особливостях будови органів та їх функцій, що органічні і функціональні особливості не є незмінними: навпаки, під час розвитку дитина жодного

моменту не лишається в одному й тому ж стані. Кількісні і якісні зміни в будові й функції органів безперервно удосконалюються від народження дитини до її змужнілості. С. Ф. Хотовицький високо підніс питання розвитку і гігієни дитячого організму і тісно пов'язав їх з практикою виховання дітей.

Видатними педіатрами були також І. І. Радецький, С. Р. Зибелін, Г. І. Сокольський (який в 1846 р. видав книгу «О кормлении и воспитании новорожденных детей»), Н. С. Корсаков, В. Є. Чернов; останній організував дитячу клініку в Києві; Н. А. Тобольський, який, мабуть, вперше поставив питання про роль та завдання дитячого лікаря в школі. Особливо багато зробив у галузі педіатрії Н. Ф. Філатов, вивчивши скарлатину, запалення шийних залоз, захворювання слизової оболонки рота, катаральну пневмонію та ін.

Особливо велика заслуга в дослідженні анатомо-фізіологічних особливостей дітей різного віку належить М. П. Гундобіну; він є автором книжки «Особливості дитячого віку», що вийшла в світ у 1906 р. і одним з перших учених, які поклали початок розвитку вікової морфології і фізіології, дані яких служать теоретичним обґрунтуванням окремих положень шкільної гігієни.

Над дослідженням цих питань в СРСР працювало багато видатних учених (М. І. Красногорський, А. Г. Іванов-Смоленський, С. Є. Советов та багато інших), створено спеціальні науково-дослідні лабораторії, які вивчають морфологічні і фізіологічні особливості дітей різних вікових груп та досліджують умови, необхідні для нормального фізичного розвитку дитини.

§ 3. Значення знань про особливості розвитку дитячого організму

Знання анатомії і фізіології людини, а особливо анатомії і фізіології дитячого організму має виключно велике значення для педагогіки, психології, шкільної гігієни, фізичного виховання.

Знаючи вікові особливості дітей, вчитель на основі закономірностей вікового розвитку зможе правильно навчати і всебічно виховувати їх. Без знання особливостей будови і життєвих функцій організму, що росте, умов, необхідних для нормального розвитку дитини, не можна правильно поставити

навчальну і виховну роботу в школі, зокрема правильно дозувати розумове і фізичне навантаження дітей, правильно побудувати систему фізичних і спортивних вправ, які повинні виховувати здорову, красиву і життєрадісну людину. Знання особливостей розвитку дитячого організму, а також положень шкільної гігієни необхідне вчителю і при розробці та проведенні заходів з особистої та громадської гігієни, оскільки вчитель є основним носієм гігієнічних знань у школі і безпосереднім вихователем в учнів санітарко-гігієнічних навичок.

Перед школою стоїть надзвичайно важливе завдання — виховання всебічно розвиненого підростаючого покоління. Щоб правильно і успішно виховувати і навчати, необхідно знати вікові особливості і вікові можливості дітей, враховувати їх психічний і фізичний розвиток в різні вікові періоди життя.

Звичайно, кожен учитель мусить чітко уявляти собі мету і завдання своєї педагогічної роботи, володіти достатніми знаннями і вміннями з своєї спеціальності і добре володіти методами навчання і виховання дітей. Але, крім того, він повинен знати кожну дитину, яку він виховує, враховувати її сили і можливості, нахили й інтереси в процесі їх розвитку.

Багато уваги приділяли побудові навчально-виховного процесу згідно з віковими особливостями учнів видатні педагоги — К. Д. Ушинський, П. Ф. Лесгафт, Н. К. Крупська, А. С. Макаренко, великий фізіолог І. П. Павлов та інші, а також іноземні класики педагогіки, наприклад Ян Амос Коменський, Жан-Жак Руссо, Йоганн Генріх Песталоцці та ін.

К. Д. Ушинський у своїй класичній праці «Людина як предмет виховання» підкреслював: «Якщо педагогіка хоче виховувати людину у всіх відношеннях, то вона повинна попереду пізнати її також в усіх відношеннях». П. Ф. Лесгафт настоював на глибокому вивченні анатомо-фізіологічних особливостей дітей при їх оздоровленні і фізичному вихованні. Н. К. Крупська, закликаючи вихователів враховувати вікові особливості і інтереси дітей, говорила, що коли ми не будемо знати вікових особливостей дітей і того, що

цікавить звичайно дітей в тому чи іншому віці, як вони сприймають оточення, то не зможемо добитися успіху в роботі.

А. Є. Макаренко вважав, що перед педагогом стоїть завдання: стежачи за якостями особи, за її нахилами і здібностями, спрямувати їх в найбільш потрібну для нас сторону.

РОЗДІЛ І

ЗАГАЛЬНИЙ ОГЛЯД БУДОВИ І ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ

§ 1. Клітинна будова організму

Клітинна будова організмів була остаточно встановлена в ХІХ ст. Клітинна теорія була сформульована німецьким вченим Теодором Шванном у 1839 році у своїй науковій роботі, яка побачила світ під назвою „Мікроскопічні дослідження про відповідність у структурі і рості тварин і рослин”. Клітинна теорія – фундаментальне узагальнення біології, яка визначає взаємозв’язок усіх проявів життя на Землі з клітиною, характеризує клітину одночасно як цілісну самостійну одиницю біологічної активності та як складову частину багатоклітинних організмів рослин і тварин.

За цією теорією рослинні і тваринні організми складаються з величезної кількості мікроскопічно малих живих частинок — клітин, проміжки між якими заповнені міжклітинною речовиною. Клітина є мікроскопічним структурним елементом багатоклітинного організму. Лише найпростіші організми складаються з однієї клітини.

Більшість клітин, через їх дуже малі розміри, невидимі неозброєним оком. Виняток становлять «гігантські» клітини, наприклад ікра (яйцеклітини) риб і земноводних, яйця плазунів і птахів.

Форма клітин тваринного організму залежить від умов, у яких вони перебувають, та функції, яку вони виконують. Так, м’язові клітини, які виконують функцію руху, витягнуті у вигляді волокон; клітини епітеліальної тканини щільно з’єднані між собою і мають багатокутну форму; нервові

клітини мають довгі відростки і т. д.

§ 2. Будова і життєві функції клітини

Хоч клітини бувають дуже різноманітні за своєю формою, величиною і функціями, проте за внутрішньою будовою всі вони дуже схожі. У переважній більшості клітин розрізняють такі складові частини: цитоплазму, ядро, оболонку, органоїди, різні включення.

Цитоплазма. Цитоплазма становить основу клітини. Вона являє собою безбарвну, прозору, драглисту масу. Раніш вчені намагались приписати цитоплазмі ту або іншу постійну мікроскопічну будову (структуру). Одні твердили, що вона має волокнисту або нитчасту будову, другі приписували їй зернисту структуру, треті — сітчасту, четверті — комірчасту. Але тепер встановлено, що цитоплазма не має постійної і однакової у різних клітин структури, що в основі її лежать колоїдні структури, які змінюються залежно від фізіологічного стану клітини і тих умов, в яких вона перебуває.

Зовнішній шар цитоплазми має більш ущільнену консистенцію і називається ектоплазмою. Решта цитоплазми має дещо рідшу консистенцію і називається ендоплазмою.

Найважливішою складовою частиною цитоплазми є білки. Крім, білків, в її складі є нуклеїнові кислоти, жири, вуглеводи, ферменти, солі, вода.

Ядро. Обов'язковою складовою частиною клітини більшості організмів є ядро. Воно виникло на певному етапі розвитку живої речовини — цитоплазми. Клітинне ядро щільніше, ніж цитоплазма, і розміщене в центрі клітини або на периферії. В живих не пофарбованих клітинах ядро безбарвне і прозоре. У кожній клітині, як правило, одне ядро, але у деяких організмів, наприклад у нижчих рослин, поширені і багатоядерні клітини. Форма ядра буває різна і залежить, головним чином, від форми клітин: у кулястих і багатограних клітин ядро звичайно кулясте або овальне, у видовжених клітин воно набуває веретеноподібної форми. Ядро оточене дуже тоненькою білковою оболонкою, яка ніби відмежовує його від цитоплазми. Вміст ядра називається

каріоплазмою, а структурі якої розрізняють одно або кілька ядерць, ядерну сітку і рідку частину ядра або ядерний сік. Ядерця мають вигляд круглих, різко окреслених тілець більшого або меншого розміру. Вміст ядра складається в основному з білків і нуклеїнових кислот — речовин, багатих на фосфор. Білки й нуклеїнові кислоти доповнюють одне одного під час життєвих процесів в організмі: обмін речовин, ріст, розвиток, розмноження і передавання спадкових ознак. Велика і складна молекула нуклеїнової кислоти може розпадатись на менш складні речовини — нуклеотиди.

Нуклеїнових кислот є два види: дезоксирибонуклеїнові (скорочено ДНК) і рибонуклеїнові (РНК). До складу РНК входить вуглевод рибоза, а ДНК — інший вуглевод, в складі якого кисню на один атом менше.

РНК складається з одного ланцюга нуклеотидів, а ДНК — з двох, причому ці ланцюги закручені спіраллю і здатні розкручуватись і роз'єднуватись на дві поодинокі нитки ДНК. Кожна з них може потім добудувати другу половину. ДНК міститься в хромосомах — постійних, звичайно паличковидних структурах клітинного ядра, а РНК міститься як в ядрі, так і в цитоплазмі.

В ядрах клітин при їх поділі на кожній поодинокій нитці ДНК може будуватись друга, парна їй за структурою. Утворюється нова молекула ДНК, яка переходить в дочірню клітину. Отже, ознаки, характерні для даного виду, можуть передаватись потомству як при поділі клітини, так і статевим способом.

В останні роки виявлено, що молекули білка утворюються на поверхні молекул РНК, а останні — на поверхні молекул ДНК. Отже, кожна молекула РНК є своєрідним шаблоном, з допомогою якого молекула ДНК передає наказ на синтез відповідної молекули білка. Гадають, що ядро керує всіма хімічними процесами в клітині.

Оболонка. У рослинних клітин на поверхні є щільна оболонка, яка складається головним чином з клітковини. Раніше вважали, що оболонка відіграє основну роль у житті клітини. Але пізніше було виявлено, що є

клітини і без оболонки і що сама оболонка є продукт життєдіяльності цитоплазми. Тваринні клітини здебільшого не мають мікроскопічне видимої оболонки. Лише в деяких тваринних клітин, наприклад у яйцеклітин, інфузорій, корененижок та ін., вдається спостерігати поверхнєве ущільнення протоплазми. Проте дослідження останнього часу показали, що поверхневий шар цитоплазми всіх тваринних клітин має якісно інші властивості, ніж решта її маси. Ці властивості мають велике значення для регулювання доступу речовин у клітину і можуть, як і оболонка, дуже змінюватись залежно від віку клітин і умов середовища.

Органоїди і включення. У цитоплазмі клітини є ще різні утворення, одні з яких дістали назву органоїдів, а інші — включень. Органоїдами прийнято називати постійні диференційовані утворення, які виконують певні життєві функції. Серед органоїдів розрізняють мітохондрії, апарат Гольджі, ендоплазматичну сітку і центросому. Всі вони відіграють важливу роль у виконанні клітиною її функцій. Включення — це несталі складові частини цитоплазми. Сюди належать запаси поживних речовин, секрети, екскрети, пігменти. Включення в цитоплазмі можуть бути у вигляді вакуолей (рідкі) або у вигляді гранул (тверді).

§ 3. Хімічний склад клітин

Хімічний аналіз клітин показує, що до їх складу входять ті самі хімічні елементи, які зустрічаються в неживій природі. Ніяких особливих «життєвих» елементів, як гадали раніше, в клітинах немає. В живій речовині організмів виявлено понад 60 елементів.

Основними хімічними елементами, які входять до складу живої речовини, є: вуглець, кисень, водень, азот, сірка і фосфор. Велике значення мають калій, натрій, кальцій, магній, залізо і ряд інших елементів, які зустрічаються в клітинах. Співвідношення окремих елементів у цитоплазмі видно на прикладі елементарного аналізу м'яса. У висушених м'язах міститься вуглецю — 51,1%, кисню — 24, азоту — 13,2, водню — 7%. На всі інші елементи, які

після спалювання м'яса залишаються в попелі (натрій, калій, кальцій та ін.) припадає 4,3%. Отже, хімічний елементарний аналіз клітин вказує на тісний зв'язок між живим і неживим у природі. Перелічені вище хімічні елементи зустрічаються у клітині у вигляді складних, сполук, головним чином вуглецевих або органічних. На сьогодні відомо багато тисяч різних сполук вуглецю. Всі вони об'єднуються в кілька груп. Основними групами органічних сполук є білки, жири і вуглеводи.

Білки. Білки утворюють основну частину цитоплазми і ядра. З білками зв'язана найважливіша властивість цитоплазми — обмін речовин. Білки — найскладніші з відомих науці хімічних сполук. До їх складу обов'язково входять елементи: вуглець, кисень, водень, азот і сірка; в складі деяких білків є також фосфор, залізо, магній та ін. Ці елементи утворюють складні органічні сполуки, відомі під назвою амінокислот. Відомо 22 різних амінокислот. Сполучаючись одна з другою в різних комбінаціях, вони утворюють білки, які входять до складу цитоплазми. Із 22 амінокислот число можливих комбінацій практично безмежне. Цим і пояснюється надзвичайна різноманітність білкових сполук.

Різноманітність білкових тіл, а отже, і властивостей протоплазми різних тваринних і рослинних організмів лежить в основі різноманітності органічного світу. Молекули білків порівняно дуже великі; вони містять тисячі і десятки тисяч атомів.

Жири. Друга складова частина протоплазми — жири. Ці сполуки складаються з атомів вуглецю, водню й кисню, які входять до складу молекули в різних співвідношеннях. Жири відрізняються розчинністю в органічних розчинниках, таких, як ефір, бензин та ін. При дії на жири лугів утворюються так звані мила — солі жирних кислот, які входять до складу жирів.

Крім жирів, до складу клітин входять ще жироподібні речовини — ліпоїди. Прикладом ліпоїдів може бути лецитин нервових клітин. Жири і ліпоїди перебувають у клітинах як у вигляді самотійних включень — краплин, так і в хімічних сполуках з білками.

Вуглеводи. Третя складова частина протоплазми — вуглеводи. До їх складу, як і до складу жирів, входять вуглець, водень і кисень, причому атоми водню і кисню у співвідношенні 2 : 1, як у молекулі води — H_2O . Наприклад, виноградний цукор (глюкоза) — $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, буряковий цукор — $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Звідси походить назва цих сполук — вуглеводи. Вуглеводи відіграють дуже важливу роль в життєдіяльності організму, бо служать безпосереднім джерелом енергії для роботи органів.

Вода і солі. Крім органічних сполук, до складу живої цитоплазми входять вода і мінеральні солі. Вода в організмі дорослої людини становить приблизно 65% її ваги, а в дітей доходить до 80% і більше, залежно від віку. У протоплазмі розчинені солі, наявність яких обов'язкова для нормальної діяльності організму. Найважливіше значення мають такі солі: NaCl , KCl і CaCl_2 .

Органічні сполуки, що утворюють цитоплазму клітини, перебувають в ній у вигляді колоїдних розчинів. Такі ж речовини, як кухонна сіль, селітра, сода і т. д., у воді розпадаються на окремі молекули, тому їх розчини називаються справжніми. Колоїдні ж розчини утворюються речовинами, які у воді розпадаються на великі частинки, так звані міцели (в діаметрі до 0,0001 мм). Кожна міцела становить групу молекул. Коли колоїдний розчин розглядати проти світла, то він здається мутнуватим. Його часточки невидимі у звичайний мікроскоп, але їх можна розглянути в електронний мікроскоп. Колоїдний розчин не проходить крізь напівпроникні оболонки.

§ 4. Поділ клітин

Клітини в організмі розмножуються поділом.

Поділ клітин — це складний, ще недостатньо вивчений процес. Розрізняють два способи поділу клітин: прямий поділ, або амітоз, і непрямий поділ, або мітоз (каріокінез).

Під час прямого поділу послідовно діляться пополам спочатку ядро, потім ядро, і, нарешті, все клітинне тіло. В процесі такого поділу ядро і

цитоплазма ніби перетягуються навпіл, поки, нарешті, відбудеться повний розрив. В результаті з однієї материнської клітини утворюється дві нові — дочірні клітини. Раніш деякі вчені розглядали амітоз як ненормальне, патологічне явище, яке спостерігається тільки в деградуючих клітин (тобто в таких клітин, які вже закінчують свій життєвий цикл). Проте дослідження радянських учених (О. С. Догеля, А. В. Немілова, М. Г. Хлопіна та ін.) показали, що прямий поділ клітин досить поширений/ як у одноклітинних, так і багатоклітинних організмів і є (поряд з мітозом) одним із закономірних етапів розвитку клітин.

У багатоклітинних організмів значно частіше зустрічається другий спосіб поділу клітин — мітоз, або каріокінез, який у рослин уперше був описаний в 1874 р. російським ботаніком І. Д. Чистяковим, а в тварин — П. І. Перемежком. Як показали досліди П. В. Макарова і К- Ю. Костюкової, під час каріокінетичного поділу (мітозу) відбувається складна перебудова. не тільки ядра, але й усіх складових частин клітини.

Увесь процес каріокінезу умовно ділять на чотири періоди, або фази: профазу, метафазу, анафазу і телофазу. Між окремими фазами різкої межі немає — вони переходять поступово одна в другу. Кожна попередня фаза підготовляє, обумовлює наступну.

Обмін речовин у клітині. Жива речовина клітини утворюється з поживних речовин, що надходять в організм із зовнішнього середовища. Зазнавши відповідних змін в органах травлення, поживні речовини всмоктуються в кров, з якою й приносяться до клітин. Надходячи в клітину, поживні речовини засвоюються (асимілюються) клітиною, тобто з них синтезується більш складна, жива речовина цитоплазми і ядра.

Одночасно з асиміляцією в клітині відбувається і зворотний процес — дисиміляція, тобто руйнування живої речовини та окислення продуктів її розпаду. Внаслідок дисиміляції звільняється потенціальна енергія, яка була витрачена на утворення складних сполук. Звільнена енергія використовується частково для асиміляції, а частково для роботи органів. Продукти розпаду

протоплазми окислюються завдяки кисню, який надходить із зовнішнього середовища через органи дихання і доставляється до клітин кров'ю. Продукти окислення — вода, вуглекислий газ і деякі інші сполуки — кров'ю виносяться з клітин до нирок, легень і шкіри, які виділяють їх у зовнішнє середовище. Таким чином, через посередництво крові між клітиною і зовнішнім середовищем здійснюється безперервний обмін речовин. Внаслідок цього обміну склад клітини постійно змінюється: одні речовини в ній руйнуються, а на їх місце утворюються нові. Цей безперервний ланцюг змін, в результаті яких відбувається саморуйнування і самовідновлення клітин, і характеризує життя. Усі інші властивості, якими живе відрізняється від неживого, — живлення, дихання, ріст і т. д. — є тільки різні прояви процесу обміну речовин.

Основу цитоплазми і ядра клітини становить білок. Всі прояви життя зв'язані з цією дуже складною і в той же час нестійкою сполукою.

Клітини організму поступово старіють. Після певного періоду нормальної життєдіяльності клітина починає поступово послаблювати свій обмін з навколишнім середовищем, повільніше виконувати свою частку роботи в діяльності органу, до складу якого вона входить. Такі клітини, які зношуються і відмирають, замінюються новими, що утворюються за рахунок особливих клітин, здатних швидко розмножуватись. Так, наприклад, верхні клітини багатошарової епітеліальної тканини шкіри не здатні до розмноження. Вони поступово перетворюються в мертві рогові лусочки, які злущуються з поверхні шкіри. Нормальна життєдіяльність покривної тканини шкіри забезпечується нижнім шаром, клітини якого, енергійно розмножуючись, забезпечують заміщення верхніх відмираючих шарів.

§ 5. Тканини

У найпростіших організмів клітина здійснює всі життєві функції організму: в її протоплазмі відбувається травлення, асиміляція і виділення. Такі клітини можуть розмножуватись, пересуватись, їм властива подразливість. У багатоклітинних організмів клітина виконує, як правило, одну якусь

функцію, тобто існує розподіл функцій організму між окремими групами клітин. Внаслідок такої спеціалізації, клітини багатоклітинного організму не пристосовані до самостійного існування без зв'язку з цілим організмом.

Спеціалізовані клітини в багатоклітинному організмі не розкидані безладно, а зібрані в групи. Сукупність клітин, об'єднаних спільністю походження, будови і виконуваних функцій називається тканиною. До складу тканин входять також міжклітинні утворення і речовини, виділювані клітинами. В утворенні кожного органу бере участь не одна якась тканина, а різні її види. Так, наприклад, в утворенні серця, крім м'язової тканини, беруть участь і інші тканини, а саме: сполучна, нервова та ін. У тварин і людини розрізняють такі основні групи тканин: 1) епітеліальну, 2) сполучну, 3) м'язову і 4) нервову.

§ 6. Епітеліальна тканина

Епітеліальна тканина утворена щільно з'єднаними одна з одною клітинами, між якими дуже мало міжклітинної речовини. Ця тканина вкриває зовнішню поверхню тіла, вистилає внутрішню поверхню травних і дихальних органів, а також порожнину тіла. Численні залози організму побудовані, в основному, з епітеліальної тканини, яка виконує секреторну функцію. З допомогою цієї тканини здійснюється обмін речовин між організмом і зовнішнім середовищем. Епітеліальна тканина здійснює також захисну функцію в організмі: утворюючи верхній шар шкіри і вистилаючи зсередини всі органи, вона захищає глибші їх шари від пошкоджень та від проникнення в них мікробів.

Епітеліальна тканина належить до тканин, в яких добре проявляється здатність до відновлення — регенерації. Ця здатність сприяє швидкій заміні епітеліальних клітин, які швидко зношуються внаслідок впливу зовнішнього середовища. В організмі зустрічається кілька видів епітеліальної тканини. Розрізняють епітелій одношаровий, коли клітини розміщені в один шар, і багатошаровий, в якому клітини розміщені в кілька шарів. Прикладом

одношарового епітелію може бути епітелій, що вистилає порожнину кишечника, а багатошарового — епітелій рогівки ока. Залежно від форми клітин, одношаровий епітелій буває **плоский, кубічний і циліндричний**.

Одношаровий плоский епітелій вистилає замкнені порожнини тіла (грудну і черевну); з нього складаються стінки легеневих альвеол.

Багатошаровий плоский епітелій зустрічається в слизових оболонках ротової порожнини і глотки; він утворює зовнішній шар (епідерміс) шкіри. Його клітини, що розміщені найглибше, звичайно мають циліндричну форму, але в міру наближення до поверхні вони поступово сплющуються, поки не досягнуть форми тонких пластинок. **Одношаровий кубічний епітелій** зустрічається у вивідних протоках залоз, у ниркових каналцях. **Одношаровий циліндричний епітелій** вистилає більшу частину шлунково-кишкового тракту.

До одношарового епітелію належить **багаторядний епітелій**, що складається з клітин неоднакової висоти і форми. До багаторядного епітелію належить його різновидність — **миготливий епітелій**, який вистилає верхні дихальні шляхи. Миготливий епітелій на своїй вільній поверхні має війки, здатні виконувати коливні рухи в певному напрямку, що сприяє видаленню пилу з дихальних шляхів.

Залозистий епітелій. Особливий вид епітеліальної тканини становить залозистий епітелій, який утворює залози. Залозистий епітелій виконує функцію виділення (секреції) спеціальних речовин (секретів), необхідних для нормальної життєдіяльності організму. Органи, які виділяють секрети, називаються залозами. Залози бувають одноклітинні і багатоклітинні. Прикладом перших можуть бути бокаловидні клітини кишечника, які виділяють слиз. Багатоклітинними залозами є слинні залози, щитовидна залоза, печінка та ін. Розрізняють залози **внутрішньої секреції**, секрет яких надходять безпосередньо у кров і лімфу (щитовидна залоза, надниркові залози та ін.), і **залози зовнішньої секреції**, секрет яких вивідними протоками виділяється назовні (потові залози) або у внутрішні порожнини тіла (слинні залози, печінка, підшлункова залоза та ін.).

§ 7. Сполучна тканина

Сполучна тканина складається з клітин і добре розвиненої міжклітинної речовини, яка виділяється клітинами. Під назвою сполучної тканини об'єднують багато різних тканин, які дуже відрізняються між собою (наприклад, кров і кісткова тканина), але мають спільне походження — всі вони в процесі ембріонального розвитку формуються з **мезенхіми**, тобто з зародкової сполучної тканини. Основні функції сполучної тканини — трофічна (функція живлення), захисна і опорна.

Всі види сполучної тканини можна поділити на дві групи: 1) власне сполучну тканину і 2) скелетну, або опорну, сполучну тканину.

Власне сполучна тканина. Основна функція власне сполучної тканини полягає в тому, що вона зв'язує окремі тканини та органи одне з одним. До цієї групи належить чотири види тканин: пухка волокниста, жирова, щільна волокниста і еластична волокниста.

Пухка волокниста сполучна тканина складається з рідко розміщених клітин і міжклітинної речовини у вигляді пластинок і волокон, проміжки між якими заповнює тканинна рідина. Розрізняють два типи волокон сполучної тканини. Тонкі, прямі, розміщені пучками, називаються **колагеновими** (клеєдайними) волокнами; від них залежить міцність сполучної тканини. Товщі, розкидані поодиночці і більш звивисті, — називаються еластичними; вони надають сполучній тканині пружності.

Колагенові волокна при тривалому варінні або при дії на них слабких кислот і лугів розчиняються, утворюючи при охолодженні клейку драглисту масу. Еластичні волокна, навпаки, стійкі до варіння та дії на них кислот і лугів.

Клітини пухкої сполучної тканини відрізняються за формою, величиною і функціями. Одні з них мають зірчасту форму і називаються **фібробластами**. В результаті своєї життєдіяльності фібробласти виділяють основну (міжклітинну) речовину. Другі називаються **гістіоцитами** і мають властивість амебовидно пересуватись. Гістіоцити здатні до фагоцитозу, тобто до

захоплення і перетравлення чужорідних тілець, які потрапили в тканину. Крім фібробластів і гістіоцитів, у пухкій сполучній тканині зустрічаються й інші клітинні форми: жирові клітини, які накопичують жир у цитоплазмі, білі кров'яні тіลця, що проникають у тканину з кровоносних капілярів, пігментні клітини та деякі інші.

Пухка сполучна тканина в організмі дуже розповсюджена; вона супроводжує кровоносні судини і нерви, розміщується між органами і міститься в підшкірному шарі. Клітини цього виду сполучної тканини можуть у своїй цитоплазмі накопичувати жир і перетворюватись у жирові клітини, а сама тканина в таких випадках може перетворюватись у жирову тканину.

Щільна волокниста сполучна тканина відрізняється від пухкої значно більшою кількістю густо переплетених пучків колагенових волокон. Цей вид сполучної тканини зустрічається в багатьох органах, зокрема з неї утворені сухожилки м'язів, а також сполучнотканинний шар шкіри (власне шкіра).

Еластична сполучна тканина характеризується тим, що має значну кількість еластичних волокон. З цієї тканини утворені зв'язки між органами.

Скелетна, або опорна, сполучна тканина. До цієї групи тканин належать хрящова і кісткова.

Хрящова тканина складається з клітин і щільної міжклітинної речовини. Клітини розташовані групами в особливих порожнинах. Зустрічається три різновидності хряща: гіаліновий, волокнистий і еластичний.

Гіаліновий, або скловидний, хрящ характеризується безструктурною, однорідною міжклітинною речовиною. Цей вид хряща дуже розповсюджений в організмі: він вкриває суглобові поверхні кісток, з нього утворені хрящі гортані (крім надгортанника), трахеї, бронхів та хрящі ребер.

Волокнистий хрящ зустрічається в міжхребцевих і суглобових дисках. Він являє собою волокнисту сполучну тканину, в якій є хрящові клітини і яка просочена хрящовою міжклітинною речовиною.

Еластичний хрящ пронизаний великою кількістю еластичних волокон, які зумовлюють пружність органу, до складу якого входить ця тканина.

Еластичний хрящ порівняно мало розповсюджений і зустрічається, головним чином, у надгортаннику і вушній раковині.

Хрящ росте за рахунок розмноження клітин і збільшення міжклітинної речовини всередині хрящової тканини, а також завдяки діяльності клітин охрястя, що вкриває хрящ з поверхні.

Кісткова тканина складається з клітин і твердої міжклітинної речовини. Остання має пластинчасту будову. Пластинки міжклітинної (основної) речовини побудовані з органічної основи (головним чином осеїну), просоченої мінеральними солями (переважно вуглекислим і фосфорнокислим кальцієм). Такий склад забезпечує кістці велику міцність.

Всередині кісткових пластинок містяться клітини овальної форми **остеоцити** (кісткоутворювачі), які сполучаються між собою великою кількістю тонесеньких протоплазматичних відростків. Кісткові клітини лежать у відповідних порожнинах, а їх відростки — у відповідних канальцях кісткових пластинок. Міжклітинна кісткова речовина є продуктом життєдіяльності остеоцитів.

Кісткова тканина пронизана численними кровоносними судинами, які забезпечують живлення і дихання кістки. Кісткові клітини розміщуються концентричними колами навколо каналів, які називаються **гаверсовими**. По цих каналах проходять судини. Відростки кісткових клітин спрямовані радіально до гаверсових каналів.

§ 8. М'язова тканина

Рухова функція здійснюється в організмі м'язами, які складаються з м'язової тканини. Розрізняють дві основних різновидності м'язової тканини: поперечносмугасту і гладеньку, серед яких виділяється особливостями своєї будови і функцій серцевий м'яз.

Поперечносмугаста (посмугована) м'язова тканина складається з волокон циліндричної форми завдовжки до 10—12 см. Кожне м'язове волокно складається з цитоплазми (саркоплазми), оболонки (сарколеми) і великої кіль-

кості ядер. Подібні багатоядерні утвори, які можна розглядати як сукупність невідокремлених одна від одної клітин дістали назву симпласта.

У цитоплазмі кожного м'язового волокна міститься велика кількість тонюсінких волоконцець — **міофібрил**, які складаються з темних і світлих ділянок, що правильно чергуються. Темні і світлі ділянки всіх міофібрил м'язового волокна лежать на одному рівні, що справляє враження поперечної смугастості. З поперечносмугастої м'язової тканини утворені всі скелетні м'язи людини.

Основною властивістю м'язової тканини є скоротливість. На всяке подразнення м'язова тканина відповідає скороченням, при якому відбувається зменшення довжини і збільшення товщини її волокон. Завдяки цій властивості м'язи, які складаються в основному з м'язової тканини, виконують всі рухи організму тварини і людини.

В умовах експерименту скорочення м'яза можна викликати найрізноманітнішими подразниками: уколом, стискуванням м'яза, дією електричного струму, впливом кислот, лугів, солей тощо. Все це будуть так звані прямі подразники, бо прикладаються вони безпосередньо до м'яза. Прямі подразники можуть діяти на м'яз тільки в штучних умовах (дослід), коли м'яз видалено з організму, тобто коли він ізольований. Коли ж м'яз перебуває в організмі, то всі ці подразники діють на нього тільки у виняткових випадках.

Природним збудником поперечносмугастих м'язів є нервові імпульси, що надходять у м'яз з центральної нервової системи по нервах. Подразнення м'яза через нерв називається непрямым.

Гладенька (не посмугована) м'язова тканина складається з клітин веретеноподібної форми з витягнутим ядром. Протоплазма їх немає поперечної смугастості.

Клітини цієї тканини щільно спаяні одна з одною тоненькими прошарками міжклітинної речовини.

Гладенька м'язова тканина утворює м'язи внутрішніх органів — кишечника, кровоносних судин, селезінки, сечового міхура та ін., діяльність

яких відбувається без участі нашої свідомості.

Як своєю будовою, так і фізіологічними властивостями гладенька м'язова тканина різко відмінна від поперечносмугастої. Скорочуються гладенькі м'язи в десятки разів повільніше, ніж поперечносмугасті, і притому незалежно від нашої волі (наприклад, перистальтичні рухи кишечника, скорочення м'язів кровоносних судин, вивідних проток залоз тощо).

Серцевий м'яз утворений поперечносмугастою тканиною, яка, проте, має свої особливості будови і функцій, що дає підставу виділити її в окрему групу. На відміну від скелетних м'язів, волокна серцевого м'яза утворюють між собою численні сполучення: міофібрили переходять із одного волокна в інше, зв'язуючи серцевий м'яз в єдине ціле. Довгий час вважали серцевий м'яз синцитієм

Але з застосуванням електронного мікроскопа було з'ясовано, що серцевий м'яз не утворює синцитію. Скорочується серцевий м'яз, на відміну від скелетних, незалежно від нашої волі. Його робота здійснюється автоматично і регулюється збудженнями, що виникають у самому серці, а також надходять з центральної нервової системи по особливих нервах.

М'язовий тонус. Усі м'язи тіла (і поперечносмугасті, і гладенькі) постійно перебувають у стані незначного скорочення, яке не супроводиться переміщенням тіла в просторі або рухом його частин. Таке скорочення, що викликає певне напруження м'язів, дістало назву м'язового тонусу.

§ 9. Нервова тканина

Будова нервової тканини.

Нервова тканина складається з нервових клітин, які називаються нейронами. **Нейрон** — одноядерна клітина, в якій розрізняють тіло і відростки. Величина тіл нервових клітин (в поперечнику) буває від 25 до 150 мк. Форма їх також різна. Зустрічаються клітини круглі, овальні, багатокутні, зірчасті, грушоподібні та ін. Цитоплазма нервової клітини пронизана густою сіткою тонесеньких ниточок — нейрофібрил, які заходять і в усі відростки.

Зустрічаються нейрони одно-, дво- і багатовідросткові. Відростки бувають двох видів. Одні з них короткі, порівняно товсті, деревовидне розгалужені називаються дендритами; інші—довгі, тонкі і розгалужені звичайно тільки на своєму кінці — називаються нейритами, або аксонами. По всій своїй довжині аксон дає рідкі бічні відгалуження — колатералі. Багатовідросткові нейрони мають завжди один аксон і кілька дендритів. Довгі відростки нервових клітин утворюють нервові волокна. Кожне нервове волокно складається з осьового циліндра, утвореного цитоплазмою з її нейрофібрилами, і двох оболонок. Внутрішня, товща оболонка, яка складається з жироподібної речовини, називається **мієліною**. Зовнішня оболонка, що складається з плоских клітин, називається **шваннівською**. Мієлінова оболонка подекуди переривається. У цих місцях шваннівська оболонка щільно прилягає до осьового циліндра, через що на нервовому волокні утворюються ніби перехвати, які дістали назву **перехватів Ранв'є**. Частина нервових волокон не має мієлінових оболонок — їх називають **безм'якушевими**. Пучки нервових волокон називаються **нервами**. Вони вкриті відповідними оболонками.

Крім нервових клітин, до складу нервової тканини входять ще утвори, які мають для власне нервової тканини опорне і трофічне значення і називаються **нейроглією**. Нейроглія складається з тонесеньких волокон і клітин.

Після народження організму нервові клітини втрачають здатність до розмноження. Але відростки їх зберігають здатність до росту протягом усього життя людини. Пошкоджений нерв відновлюється за рахунок підростання відростків, що зберегли зв'язок з нервовими клітинами, до робочих органів.

Збудливість і провідність нервової тканини. Основними властивостями нервових клітин є збудливість і провідність. Збудливість проявляється в здатності відповідати на вплив подразника певним видом діяльності. Збудливість характерна для всіх живих клітин. Так, м'язова тканина на дію подразника відповідає скороченням своїх волокон; залозистий епітелій — виділенням секрету. Збудливість особливо висока у нервових клітин. У нейроні внаслідок подразнення виникає підвищення процесів життєдіяльності,

яке називається збудженням. Виникле в одному місці збудження поширюється по всьому нейрону, а з нього передається на сусідні нейрони. Ця здатність збудження поширюватись називається провідністю і є характерною властивістю нервової тканини.

Нервові волокна здатні проводити збудження в обох напрямках від місця подразнення, проте в природних умовах вони проводять в організмі збудження тільки в одному напрямку — одні з периферії до спинного або головного мозку, а інші навпаки — з центра на периферію. Перші з них дістали назву доцентрових (аферентних), а другі — відцентрових (еферентних). Чутливі нервові закінчення, що сприймають подразнення з зовнішнього і внутрішнього середовища організму, називаються рецепторами. За будовою вони різні. В одних випадках — це прості закінчення нервових волокон, в інших — досить складні мікроскопічні утвори, до яких підходять доцентрові нервові волокна.

Доцентрові і відцентрові нерви. Нервові волокна, збираючись у пучки, утворюють нерви, які у вигляді білих ниток пронизують усі частини тіла. Кожен такий нерв вкритий спільною мієліновою оболонкою, яка і надає йому білого кольору. В складі нерва можуть бути або тільки доцентрові, або тільки відцентрові нерви, або ж і ті й другі разом.

Нерв, який складається лише з доцентрових волокон, називається доцентровим, або чутливим, або аферентним; він передає збудження від рецепторів до центральної нервової системи. Нерв, утворений тільки відцентровими волокнами, називається відцентровим, або ефektorним, бо в результаті проведення ним збудження виникає діяльність органу (скорочення м'яза, виділення залозою секрету і т. д.).

Якщо до складу нерва входять і доцентрові, і відцентрові волокна, він називається мішаним.

§ 10. Організм як ціле

Органи і системи органів. Частини організму, які характеризуються певною формою, будовою і виконуваною функцією, прийнято називати

органами. Кожен орган побудований з кількох тканин, але одна з них є основною (наприклад, у залозах — залозистий епітелій, у м'язах — м'язова тканина, у кістках — кісткова і т. д.). Форма і будова органів тісно пов'язані з виконуваною функцією. Так, у наземних ссавців органи руху — кінцівки пристосовані до пересування на суші, а у водяних ссавців (тюленів, моржів та ін.) — до плавання у воді; зуби хижаків своєю формою і будовою пристосовані до розривання м'ясної їжі, а зуби травоядних ссавців — до відкушування і перетирання рослинної їжі і т. д.

Окремі органи в організмі у своїй діяльності залежать один від одного, тобто перебувають у тісному взаємозв'язку. Складні функції в організмі людини виконуються не одним, а кількома органами, які складають одну систему органів. Так, наприклад, порожнина рота з зубами і язиком, стравохід, шлунок, тонкі і товсті кишки, слинні і підшлункова залози, печінка об'єднуються в систему органів травлення; серце і численні судини, по яких рухається кров, становлять кровоносну систему і т. д. В організмі людини розрізняють такі основні системи органів: кісткову, м'язову, нервову, кровоносну, дихання, травлення, виділення, ендокринну.

Взаємозв'язок органів і систем. Організм людини побудований з безлічі живих клітин, з яких складаються тканини і органи. Проте організм — це не сума клітин і органів, а єдине ціле, всі елементи якого тісно пов'язані між собою. Діяльність кожного органу і організму в цілому залежить від діяльності органів дихання, травлення, кровообігу, виділення, які забезпечують нормальний хід процесів обміну речовин. При порушенні або випадінні функції одного якогось органу порушуються функції всіх інших органів і систем, а іноді й настає смерть всього організму.

Взаємний зв'язок між органами і системами органів здійснюється в організмі через нервову систему і гуморальне.

Основна роль у здійсненні взаємозв'язку між усіма органами, а також у постійній взаємодії організму з навколишнім середовищем належить нервовій системі. Остання з допомогою доцентрових і відцентрових нервових волокон

зв'язує всі органи тіла в єдине ціле, викликаючи або змінюючи їх діяльність. Наприклад, при фізичній роботі одночасно із скороченням скелетних м'язів змінюється робота органів кровообігу і дихання.

Гуморальний (humor — рідина) взаємозв'язок між органами здійснюється через рідини, що циркулюють в організмі — кров і лімфу.

Кров і лімфа, омиваючи всі клітини тіла, приносять до них всі необхідні їм речовини і видаляють з тканин непотрібні і шкідливі продукти обміну. В різних органах в процесі їх життєдіяльності утворюються фізіологічно активні речовини. Надходячи в кров, вони розносяться по всьому тілу і впливають на діяльність інших органів. Наприклад, гормон надниркових залоз адреналін, надійшовши в кров, впливає на роботу серця, на кровоносні судини, значно змінюючи їх функціональний стан. Із підшлункової залози у кров надходить гормон інсулін, який діє на функцію печінки і т. д.

Гуморальна регуляція — найбільш давня. Вона забезпечує зв'язок різних органів і тканин між собою через кров. Проте гуморальні впливи не можуть викликати швидко змінювані диференційовані реакції. Нервова ж система може включити в роботу і перебудувати діяльність органів швидко і з великою точністю.

Гуморальні впливи тісно пов'язані з діяльністю нервової системи і з нею разом утворюють єдину нейрогуморальну систему регуляції функцій. У цій єдності провідна і спрямовуюча роль належить нервовій системі, яка регулює також і процеси утворення та виділення у кров різних біологічно активних речовин (гормонів), дія яких узгоджується із впливами нервової системи.

РОЗДІЛ II

РОЗВИТОК ОРГАНІЗМУ ДИТИНИ І ХАРАКТЕРИСТИКА ОКРЕМИХ ВІКОВИХ ПЕРІОДІВ

Розвиток людського організму починається з заплідненої яйцеклітини і проходить спочатку період утробного, а потім позаутробного розвитку.

Наука, що вивчає тільки початкову стадію (перші два з лишком місяці утробного розвитку організму), називається ембріологією. Під поняттям «ембріон» прийнято розуміти зародок до третього місяця його розвитку, коли відбувається початкове закладання всіх органів. З третього ж місяця і до кінця утробного розвитку зародок називається плодом.

З народженням дитини її розвиток не припиняється. Він триває до повної зрілості організму, яка настає приблизно в 25 років. Далі йде період зрілості, після чого настає період старіння, який закінчується смертю. Весь цикл розвитку організму, починаючи з заплідненої яйцеклітини і кінчаючи смертю, об'єднується під назвою **онтогенезу**, тобто індивідуального розвитку даної особини.

ЗАПЛІДНЕННЯ ТА РОЗВИТОК ПЛОДА

Як і більшість тваринних організмів, людина розмножується статевим шляхом, тобто внаслідок відокремлення від жіночого (материнського) організму жіночих статевих клітин (яйцеклітин) та від чоловічого (батьківського) організму чоловічих статевих клітин (сперматозоїдів) при умові запліднення, тобто злиття чоловічої і жіночої статевих клітин (гамет). Процес дозрівання яйцеклітини і сперматозоїда є складним. Він завершується редукційним поділом, внаслідок якого кількість хромосом в ядрах обох клітин зменшується вдвічі - утворюються клітини з гаплоїдним набором хромосом (23 хромосоми, одна з яких є статевою). Зрілий сперматозоїд людини має довжину 50-60мкл і складається з голівки, яка містить ядро, шийки матки та хвостика. Завдяки коливальним рухам хвостика сперматозоїд самостійно пересувається зі швидкістю 2-3мм/хв. Сперматозоїд набуває здатності до руху тільки після того, як він потрапляє в секрет сім'яних міхурців та передміхурової залози. Ця суміш має назву сім'яної рідини або сперми. Сперма являє собою драглисту масу білуватого кольору лужної реакції із специфічним запахом, що нагадує запах сирих каштанів. В нормі об'єм сперми дорівнює 3-5мл (1мл сперми містить 60-120млн сперматозоїдів). Кількість рухливих сперматозоїдів складає 80%,

кількість патологічних форм не повинна перебільшувати 20%. Ріст і розвиток яйцеклітини відбувається в примордіальних фолікулах, які розташовані в корковому шарі яєчника. Яйцеклітина самостійної рухливості практично не має. Вона оточена прозорою оболонкою та променистим вінцем. Після овуляції (розриву фолікула) яйцеклітина виходить у черевну порожнину і тут же захоплюється фімбріями ампулярної частини маткової труби. Сперматозоїди проникають у матку та маткові труби завдяки їхній здатності до самостійного руху. Потрапивши до піхви, яка має кисле середовище, вони рухаються до шийки матки, куди потрапляють вже через 3 хвилини після вилиття сперми у піхву. Слиз каналу шийки матки має найбільшу здатність пропускати сперматозоїди протягом декількох діб після овуляції. У слизу каналу шийки матки відбувається руйнування аномальних сперматозоїдів, які постійно присутні в сім'яній рідині. Маткових труб сперматозоїди досягають через 1,5-2 години після вилиття сперми в піхву. В лужному середовищі матки та маткових труб сперматозоїди зберігають здатність до руху протягом 3-4 діб.

Запліднення звичайно відбувається в ампулярній частині маткової труби. Після того, як яйцеклітина потрапляє в цей відділ, до неї прямують мільйони сперматозоїдів. На поверхні яйцеклітини утворюється сприймаючий горбик. Ферменти сперматозоїдів (трепсиноподібні, гіалуронідаза, мукоциназа та інші), діючи на променистий венець і прозору оболонку, підвищують їх проникливість для сперматозоїдів. З декількох сперматозоїдів, що проникли до яйцеклітини, тільки один бере участь у заплідненні. Внаслідок злиття яйцеклітини і сперматозоїда утворюється єдине ядро зиготи з диплоїдним набором хромосом, що несе по 50% спадкової інформації від обох батьків. Диплоїдний хромосомний набір нормального людського яйця продовжений в подальшому в усіх клітинах організму, у жінки - 46 XX, а у чоловіка 46 XY, при чому складається він з 22 пар аутомосом і пари гомосом XX або XY. Одна половина хромосомного набору материнського походження, а друга батьківського (23х або 23у). Нормальна сексуалізація індивідуума визначається головним чином наявністю каріотипів яйця пари гомосом: XX - для жінки і XY - для чоловіка.

Таким чином каріотип 46xx або 46xy визначає генетичну стать дитини. Але процес формування статі значно складніший за пропонованої схеми. Для нормального розвитку і адекватного прояву генетичної статі в фенотипі необхідний ще цілий ряд наступних умов: гонадна стать, гонофорна стать, стать зовнішніх органів, відтворення і сексуалізація гонадостата утворення яких завершується в період внутрішньоутробного життя; а також психо-афективна сексуалізація, яка визначається в перші 18-30 місяців позаутробного існування і підтримується протягом всього життя. Статевий розвиток та дозрівання є тривалим процесом, котрий розпочинається в плодозародковому та продовжується в дитячому і статевозрілому періодах. Однак індивідуум набуває здатність до відтворення лише наприкінці останнього етапу.

Розвиток плідного яйця

З моменту запліднення розпочинається вагітність, зигота набуває здатність до активного поділу і диференціюванню. В результаті дроблення зиготи утворюється комплекс бластомерів, що нагадує тутову ягоду, - морула. Під час поділу утворюється два різновиди бластомерів: одні великі та темні, інші дрібні та світлі. Скупчення великих темних клітин, яке розташоване в центрі морули зветься ембріобластом. З нього в подальшому розвиваються структури плоду. Світлі дрібні клітини оточують ембріобласт і мають назву трофобласту, який в подальшому забезпечує імплантацію та живлення зародку. Потім між зачатками трофобласту та ембріобласту утворюється порожнина заповнена рідиною; ця стадія ембріогенезу називається бластоцистою. Ці процеси здійснюються під час руху заплідненої яйцеклітини по матковій трубці в порожнину матки. Міграція триває в продовж 4-5 діб. На стадії бластоцисти запліднена яйцеклітин опиняється в порожнині матки. Трофобласт на цей час починає виділяти протиолітичні, гліколітичні та інші ферменти. Ці ферменти розчиняють покривний епітелій, залози, клітини стромы та судини, функціонального шару слизової оболонки матки і бластоциста поступово в неї занурюється, починається прищеплення (імплантація) заплідненої яйцеклітини. Слизова оболонка на момент імплантації яйця знаходиться в стадії секреції;

вона містить усі речовини, необхідні для живлення зародка. Плідне яйце протягом 40 годин повністю занурюється в слизову оболонку, отвір над ним заростає імплантація закінчується. Повне загоєння дефекту в епітелії та сполучній тканині відбувається протягом 4-5 діб. По мірі занурювання яйцеклітини в слизову оболонку матки в навколишніх тканинах компактного шару посилюється васкуляризація, гіпертрофія залоз з накопиченням у них глікогену. З цього моменту клітини ендометрію видозмінюються і перетворюються на децидуальні. Період розвитку зиготи від часу запліднення до вкорінення в децидуальну оболонку має назву передімплантаційного: це один з критичних періодів розвитку ембріону. Виділяють зародковий (ембріональний) період, під час якого утворюються зачатки всіх найважливіших органів і систем, та плідний (фетальний) період внутрішньоутробного розвитку, під час якого відбувається ріст та диференціація органів і систем плоду. Ембріональний період триває від моменту запліднення до кінці другого місяця вагітності, фетальний період - від початку третього місяця до пологів. Після імплантації розвивається як сам зародок, так і його оболонка. З клітин трофобласту формується зовнішня оболонка плідного яйця - ворсинчаста (хоріон). Із внутрішнього шару - водна (амніон). Видозмінений функціональний шар слизової оболонки матки називають децидуальною оболонкою, яка в пологах відшаровується і виділяється з порожнини матки. Одночасно з розвитком оболонок утворюється виріст - алантоїс, поєднаний з трофобластом, що містить в собі судини, які ідуть з тіла зародка до ворсинчастої оболонки. У подальшому він перетворюється на пуповину, яка складається з двох артерій, однієї вени, нервових стовбурів, вартонових драглів та вкрита амніоничною оболонкою. Середня довжина пуповини доношеного плоду дорівнює 50-52см.

Плацента

На 4 місяці вагітності плідне яйце займає всю порожнину матки з його розвитком частина децидуальної оболонки, що вкриває плідне яйце з боку порожнини матки, стоншується, а ворсинки хоріона зазнають атрофії ("лисий"

хоріон). Інша частина хоріону розростається (“гіллястий” хоріон) і приймає участь в утворенні плаценти. Плацента складається з материнської та плодової частини. Материнська частина являє собою потовщений шар децидуальної оболонки (*decidua basalis*), в яку занурені ворсинки хоріону. Останній разом з водною оболонкою утворюють плодову частину плаценти. До внутрішньої поверхні плаценти прикріплена пуповина. Материнська поверхня прилягає до маткової стінки і поділена на частки - котіледони, які є структурно-функціональною одиницею плаценти. Поверхня плодової частини вкрита водною оболонкою. Оболонки плода разом з плацентою і пуповиною складають послід. Наприкінці вагітності діаметр плаценти дорівнює 15-20см, товщина 2-3см, вага 500-600г.

У взаємовідносинах між організмом матері і плода плацента виконує функцію залози внутрішньої секреції. Вже в передімплантаційний період на стадії бластоцисти зародкові клітини секретують прогестерон, естрадіол та хоріонічний гонадотропін, які мають важливе значення для нідації плідного яйця. Значна кількість гормонів секретується плацентою і поступає в кров матері і плода. Серед гормонів білкової природи в плаценті виявлено: тіреотропний, адренотропний, меланостимулюючий гормони, релаксин, лютеїнізуючий гормон, соматостатин. Плацента синтезує хоріонічний гонадотропін, плацентарний лактоген, пролактин, а також гормони стероїдної природи - гестогени і естрогени.

Крім ендокринної функції плацента також здійснює функцію газообміну та транспорту поживних субстратів. Головну роль в цих процесах виконує плацентарна мембрана, яка регулює транспорт різноманітних речовин в системі “мати-плід” за рахунок підтримки концентраційного градієнта. Механізм переходу речовин різноманітний: ультрафільтрація, проста та складна дифузія через клітинні та тканинні мембрани, активний транспорт, який здійснюється проти градієнта концентрації, ліпоцитоз та трансформація речовин в плацентарних ворсинках. Кисень та вуглекислий газ накопичується в плаценті, у зв'язку з чим газообмін здійснюється постійно, аналогічно тому, як це

відбувається в легенях, але з більшою інтенсивністю. Так, вагітна матка споживає 2100-2250мл кисню на годину.

Захисна (бар'єрна) роль плаценти дещо обмежена. Хімічні речовини та продукти метаболізму, які постійно присутні в крові матері, не потрапляють в кровообіг плода внаслідок філо- та онтогенетично обумовлених захисних механізмів. Однак, по відношенню до речовин, які введенні ззовні або випадково потрапили до крові матері, бар'єрна функція плаценти менш виражена. Внаслідок цього через плаценту легко проходять наркотичні засоби, алкоголь, нікотин та більшість лікарських препаратів та токсичних речовин.

Імунний біологічний бар'єр, який утворений плацентою (в основному трофобластом) між організмами матері та плода, забезпечує фізіологічний розвиток вагітності та запобігає її перериванню. Речовини, які синтезуються в плаценті пригнічують активність материнського лімфопоезу, блокують рецептори ефекторних клітин, сприяють розвитку та диференціації імунної системи плода. Набагато раніше появи у плода імунокомпетентних клітин трофобласт синтезує білок-супресор, котрий гальмує імунну відповідь материнського організму.

Необхідні плоду імуноглобуліни він одержує з організму матері слідуючим чином: молекули імуноглобулінів розпізнаються трофобластом, селективно сортуються і ціленаправлено надходять в організм плода. Синтез плацентарних імуноглобулінів та бар'єрна функція плаценти є тканинно-специфічними факторами захисту плода. Таким чином, багатогранність функцій плаценти забезпечує фізіологічний розвиток вагітності.

Навколоплідні води

Порожнина амніону заповнена навколоплідними водами, які містять білки, жири, гормони, ферменти, мікроелементи, солі, а також лусочки епідермісу і пушкове волосся вагітності. Наприкінці вагітності кількість навколоплідних вод дорівнює 0,8-1,5л. Навколоплідні води є середовищем існування плода та мають велике фізіологічне значення:

1. Забезпечують вільний рух плода.
2. Виконують роль живильного середовища для плода.
3. Беруть участь в обміні речовин між матір'ю і плодом.
4. Є зовнішнім середовищем для плода, яке дає змогу вивчати його стан.
5. Запобігають стискуванню пуповини між тілом плода і стінкою матки.
6. Під час пологів сприяють нормальному перебігу родового акту.
7. Мають бактеріостатичну дію.

Критичні періоди розвитку плода

Під час внутрішньоутробного розвитку плода виділяють ряд критичних періодів. Першим критичним періодом розвитку плода вважається час, що передує і співпадає з імплантацією. Другим - період утворення зачатків органів та систем зародки (3-7 тижні розвитку) та процес формування плаценти (9-12 тижнів вагітності). Вплив пошкоджуючих факторів під час першого критичного періоду веде до загибелі зародка (ембріотоксичний ефект). Для ушкодження зародка під час органогенезу характерним є виникнення вад розвитку (тератогенний ефект), рідше - ембріотоксична дія. Сприйнятливість до виникнення вроджених вад розвитку змінюється в залежності від генотипу вагітної, яким вона взаємодіє з навколишнім середовищем та від концентрації тератогенна і способу проникнення його до плоду. Крім ембріотоксичного та тератогенного ефекту, пошкоджуючі фактори можуть викликати порушення у фето-плацентарному комплексі, що призводить до пренатальної дистрофії внутрішньоутробного плоду (дивись розділ 36).

Розвиток плода по місяцях

У кінці першого місяця (чотири тижні) зародок в зігнутому стані має довжину 1-1,5см, зародкове яйце величиною з волоський горіх. Зовнішнім виглядом не відрізняється від зародків тварин. До кінця 2-го місяця (8 тиж.) довжина плоду складає 2-2,5см, голова по відношенню до тулуба не дуже велика, кінцівки характерно розчленовані, зародок має людиноподібний вигляд. У кінці 3-го місяця (12 тижнів) довжина плоду 9-10см, вага - 20-25г. Плід

приймає людиноподібний вигляд, починають диференціюватися зовнішні статеві органи. До кінця 4 місяця (16 тижнів) довжина плоду 15-17см, вага - 120г, стать чітко визначається. На поверхні тіла з'являється пушок. У 5 місяців (20 тижнів) довжина плоду 25-26см, вага 280г. Голова по відношенню до тулуба залишається великою, на ній з'являються волосся та пушок по всьому тілу. Починає відкладатися підшкірний жир. Плід, який народився живим, здатний виконувати поверхневі дихальні рухи, але не життєздатний і ознаки життя швидко згасають. До кінця 6-го місяця (24 тижні) довжина плоду складає 28-30см, вага - 680г. Кількість підшкірного жиру збільшується, пушок виражений на всій поверхні тіла. Шкіра вкрита сироподібною змазкою. Плід, який народився в цьому періоді живим, дихає і рухає кінцівками, але скоро вмирає. У 7 місяців (28 тижнів) довжина плоду - 35-38см, вага - 750-1000г. Шкіра тонка червона. Підшкірно-жирова клітковина ледве виражена, внаслідок чого зародок має старечий вигляд. Плід, який народився живим, рухається, дихає і слабо пищить. Незначний процент таких плодів при повноцінному харчуванні та догляді можливо виживе. У 8 місяців (32 тижня) довжина - 40-42см, вага - 1500 та більше. Шкіра рясно вкрита пушком, підшкірно-жирова клітковина виражена слабо, внаслідок чого шкіра має рожеве забарвлення. Зінична перетинка відсутня. Обличчя зморшкувате. Плід життєздатний. У 9 місяців (36 тижнів) довжина плоду - 45-46см, вага - близько 2500г. Підшкірна клітковина розвинена добре. За зовнішнім виглядом плід мало відрізняється від доношеної дитини. Новонароджені в цьому віці добре дихають, голосно кричать, добре беруть груди і як правило залишаються живими. У 10 місяців (40 тижнів) довжина плоду досягає 50-52см, вага - 3000-3500г. Новонароджений вважається зрілим плодом та цілком життєздатним. Існує взаємозв'язок між довжиною плода та терміном вагітності. За формулою Ф.Н.Гаазе, до п'яти місяців вагітності довжина плоду дорівнює кількості акушерських місяців, піднесених до квадрата. Після п'яти місяців вагітності довжина плоду дорівнює кількості акушерських місяців помножених на 5. Таким чином, онтогенез, який є скороченим повторенням філогенезу - це дуже

складний, генетично детермінований механізм, що піддається впливу багатьох факторів внутрішнього та зовнішнього середовища. Він завершується народженням зрілого людського організму, здатного до позаутробного існування.

Будова та розміри доношеного плоду

Мозковий череп плода складається з наступних кісток: двох лобних, двох тім'яних, двох скроневих, потиличної, основної, решітчастої. Між кістками голівки новонародженого є такі шви: - лобний - між лобними кістками; - стрілоподібний - між тім'яними кістками; - вінцевий - між лобними та тім'яними кістками; - ламбдоподібний - між тім'яними та потиличними кістками. На голівці новонародженого є два тім'ячка: - велике тім'ячко - має ромбовидну форму і обмежене лобними та тім'яними кістками; - мале тім'ячко - має форму трикутника та обмежене потиличними та тім'яними кістками. Велике тім'ячко знаходиться на перехресті сагітальної, лобного та вінцевого швів, а мале - на перехресті сагітального та ламбдоподібного. На голівці новонародженого визначають наступні розміри: - малий косий розмір - від підпотиличної ямки до переднього кута великого тім'ячка (довжина - 9,5см; обвід - 32см); - середній косий розмір - від підпотиличної ямки до межі волосистої частини головки (довжина - 10см; обвід - 33см); - прямий розмір - від потиличного горба до надперенісся (довжина - 12см; обвід - 34см); - великий косий розмір - між потиличним бугром та підборіддям (довжина - 13,5см; обвід - 38-42см); - вертикальний розмір - від середини великого тім'ячка до під'язичної кістки (довжина - 9,5см; обвід - 32см). Також на голівці визначають два поперечних розміри - великий та малий. Великий поперечний розмір голівки новонародженого вимірюється між найбільш віддаленими точками тім'яних бугрів (дорівнює 9-9,5см). Малий поперечний розмір - між найбільш віддаленими точками вінцевого шва (дорівнює 8см). Крім розмірів голівки велике значення мають розміри тулуба (плечового та тазового поясів). Розмір плечиків новонародженого вимірюється між плечовими відростками лопаток (дорівнює 12см; обвід - 35см). Поперечний розмір сідниць - між

великими вертелугами стегнових кісток (довжина 9-9,5см; при передлежанні ніжок обвід - 28см; при чистому сідничному передлежанні - 32-34см; при змішаному сідничному - 38-42см).

Ознаки зрілості плода - опуклі груди; - пупкове кільце знаходиться на середині між лоном і мечоподібним відростком; - шкіра має блідо-рожевий колір; - підшкірна жирова клітковина розвинута добре; - на шкірі залишки сироподібної змазки; - пушкове волосся є лише на плечах та верхній частині спини; - довжина волосся на голові не менше 2см; - нігті заходять на кінчики пальців; - вушні і носові хрящі пружні; - у хлопчиків яєчка опущені в мошонку; - у дівчаток малі соромітні губи і клітор прикриті великими соромітними губами; - маса 3200-3500г, зріст - 50-52см. Ознаками активності зрілого новонародженого є: активні рухи, голосний крик, розплющені очі, активно бере груди.

Розвиток дитячого організму

Дитина відрізняється від дорослої людини не тільки тим, що вона менша вагою, зростом, силою і витривалістю, але також будовою і розвитком як окремих органів і систем органів, так і всього організму. Дитина — це перш за все організм, який росте і розвивається, він надзвичайно пластичний, легко (значно легше, ніж дорослий) піддається впливам зовнішнього середовища і змінюється під його впливом.

Ріст і розвиток організму — це складний комплексний процес глибоких якісних змін, які виявляються не тільки в морфологічній перебудові і диференціюванні всіх органів та тканин і всього організму в цілому, але і в розвитку його функціональних здатностей. В цьому складному процесі органічно пов'язані фізичний розвиток (ріст і диференціювання органів і тканин) і розвиток психіки дитини.

Ріст організму відбувається внаслідок росту клітин, їх розмноження і збільшення маси міжклітинних утворень. Ріст відбувається нерівномірно, і періоди посиленого росту змінюються періодами його сповільнення. В період сповільнення росту відбувається найбільш інтенсивне диференціювання

тканин і органів та їх формотворення. Одночасно з цим розвиваються функції окремих органів і вдосконалюється їх взаємна функціональна залежність, яка регулюється вищими відділами центральної нервової системи і перш за все корою головного мозку.

Найінтенсивніший ріст тіла в довжину спостерігається на першому році життя дитини (20—25см за рік). Далі прибавки росту в довжину щороку зменшуються і в дошкільному віці становлять 7—8см, а в дітей молодшого шкільного віку ще менше — в середньому 4—5см за рік. Для хлопчиків цей показник трохи менший, а для дівчаток більший, особливо під кінець молодшого шкільного віку. В період статевого дозрівання ріст тіла у довжину знову посилюється, досягаючи 8—9см за рік.

Крім росту в довжину, показниками нормального фізичного розвитку дитини служать такі показники, як вага тіла, окружність грудної клітки, життєва ємкість легень, м'язова сила та ін.

Процеси росту, диференціювання тканин і органів та формотворення відбуваються в організмі під впливом зовнішнього і внутрішнього середовища, за участю нервової і ендокринної систем. Причому провідна роль в регуляції всіх процесів в організмі належить центральній нервовій системі і, зокрема, її вищому відділу — корі головного мозку, яка, за висловом І. П. Павлова, тримає в своєму віданні всі явища, що відбуваються в тілі.

Процеси розвитку організму в цілому і окремих органів та систем у різних індивідів відбуваються неоднаково і нерівномірно. Це залежить, головним чином, від тих умов, в яких живе і виховується дитина. Якщо умови, що оточують дитину, відповідають її анатомо-фізіологічним особливостям, а також вимогам гігієни, то, як правило, її організм розвивається нормально, тому що в даному разі відбувається врівноваження організму з середовищем. У такому випадку ріст, диференціювання тканин і формотворення, тобто те, що ми називаємо фізичним розвитком, взаємно між собою пов'язані і становлять єдиний гармонійний процес.

Коли ж немає потрібних умов середовища, тоді значно важче гармонійно

врівноважити організм з середовищем, пристосувати його до середовища, внаслідок чого може порушитись нормальний розвиток організму. При такому порушенні можливі відхилення в окремих ланках процесу розвитку, внаслідок чого можуть виникнути дефекти розвитку тих чи інших органів і систем, що в кінцевому підсумку позначається на всьому організмі як єдиному цілому. Наприклад, іноді спостерігається відхилення в розвитку окремих органів і систем дитини: раннє, пізнє або неправильне прорізування зубів, відхилення в строках окостеніння скелета, передчасний або запізнений розвиток статевих та інших залоз внутрішньої секреції. Ці процеси розвитку залежать від середовища (природного і суспільного), в якому перебуває ростучий організм, від умов життя, навчання та виховання і від самого стану організму.

Окремі органи і системи органів розвиваються не відособлено, а в тісному взаємозв'язку і взаємообумовленості. Сучасний рівень знань в галузі будови і функцій організму людини дає можливість і зобов'язує нас підходити до організму як до єдиного цілого.

Розвиток одних його органів певним чином впливає на розвиток інших, сприяючи розвитку всього організму як єдиного цілого. Так, наприклад, нормальний розвиток органів дихання сприятливо позначається на серцево-судинній системі, і, навпаки, стан останньої, тобто серцево-судинної системи, впливає на розвиток органів дихання. Розвиток головного мозку впливає на розвиток органів чуття. Особливо стає очевидною ця взаємна обумовленість і взаємозв'язок та вплив одних органів і систем на інші тоді, коли втручається в це активна сила вправ. Наприклад, вправляння м'язової системи за допомогою рухів позитивно впливає на розвиток головного мозку, органів дихання, кровообігу, кісткової системи та ін.

Можливості безмежного розвитку головного мозку відкривають перед педагогами найширші перспективи для вдосконалювання особи людини, що розвивається. Неодмінною умовою, яка може забезпечити всебічний як фізичний, так і психічний розвиток дитячого організму, є правильна постановка фізичного виховання, навчальних занять, ігор та трудової

діяльності дітей з урахуванням їх вікових анатомо-фізіологічних особливостей.

Розвиток і формування ростучого організму дитини залежить насамперед від соціальних умов, в яких вона живе. Суспільний лад наперед визначає загальні умови виховання і навчання підростаючого покоління. Проте тільки соціалістичний лад створює всі необхідні умови для всебічного, гармонійного розвитку організму людини.

Завдання педагогів — використати у справі виховання і навчання дітей усі можливості, які надають розвитку людського організму сприятливі умови.

Не можна виховувати дітей як тепличну рослину, позбавляючи їх благотворного впливу необхідної їм рухливості, зміцнюючої дії свіжого повітря, сонця, води, усуваючи з їх дороги всякі труднощі, розглядаючи будь-яку фізичну або розумову працю лише як «навантаження».

Але треба враховувати вікові особливості дітей, дбати про створення сприятливих умов для їх росту й розвитку, не перевантажувати дітей надмірними завданнями.

Для успішного виховання і навчання дітей необхідно враховувати їх вікові анатомо-фізіологічні особливості, розвивати їх сили, виходячи з потреб і можливостей ростучого організму.

§ 2. Вікові періоди розвитку дитячого організму та їх анатомо-фізіологічна характеристика

Наявність закономірних зв'язків між змінами, що відбуваються в організмі, і певним віком дає можливість виділити в розвитку дитини кілька періодів. Різними авторами було запропоновано кілька класифікацій вікових періодів. У кожній з них взято за основу ту або іншу сторону розвитку організму, що росте, наприклад зміну зубів (беззубе, молочнозубе і постійнозубе дитинство), збільшення довжини і ваги тіла (перша повнота, перше витягування, сповільнений ріст, друге витягування), статевий розвиток (препубертатний, пубертатний і постпубертатний період) та інші ознаки.

Проте більшість класифікацій хибують односторонністю і часто не

враховують умов зовнішнього середовища, в яких виховуються і розвиваються діти.

В основу класифікація періодів розвитку дитячого організму покладено анатомо-фізіологічні зміни дітей, що розвиваються в найсприятливіших умовах.

1. Період новонародженості (перші 3—4 тижні життя).
2. Грудний, або період немовляти (до одного року).
3. Переддошкільний, або ясельний, період (від одного до трьох років).
4. Дошкільний період (молодший, середній, старший) — від 3 до 7 років.
5. Шкільний період (від 7 до 17—18 років). Шкільний період в свою чергу ділиться на:

- а) початковий шкільний вік — діти семи років;
- б) молодший шкільний вік (від 7—8 до 11—12 років);
- в) середній шкільний, або підлітковий, вік (від 12 до 14—15 років);
- г) старший шкільний, або юнацький, вік (до 17—18 років).

На сьогоднішній час найбільш розповсюдженою схемою ділення на вікові періоди постнатального розвитку людини є схема за А.А. Маркосян.

Новонароджений 1-10 днів.

Грудний період 10 днів-1 рік.

Раннє дитинство 1-3 роки.

Перше дитинство 4-7 років.

Друге дитинство 8-12 років хлопчики.

8-11 років дівчатки.

Підлітковий вік 13-16 років хлопчики.

12-15 років дівчатка.

Юнацький вік 17-21 рік хлопчики.

16-20 років дівчатка.

Зрілий вік: I період 22-35 років чоловіки.

21-35 років жінки.

II період 36-60 років чоловіки.

	35-55 років жінки.
Похилий вік	61-74 роки чоловіки.
	56-74 роки жінки.
Старечий вік	75-90 років чоловіки і жінки.
Довгожителі	90 років і більше.

Період вонородження являє собою проміжний етап розвитку, в організмі немає ще точності і злагодженості в роботі регуляторних механізмів. В результаті спостерігаються різкі зміни в діяльності органів (наприклад, різкі коливання частоти серцевих скорочень та ін.). Відбувається процес перебудови функцій органів та систем, що їх утворюють у зв'язку зі зміною умов впливу факторів зовнішнього та внутрішнього середовища. Другими словами відбувається процес адаптації всього дитячого організму до змін середовища.

Новонароджена дитина починає дихати через дихальні шляхи і легені і живитися через рот молоком матері. У цьому періоді різко змінюється зовнішнє середовище організму і надзвичайно збільшується кількість подразників, що впливають на нього. Але реакції організму на вплив середовища нестійкі і некоординовані. Опірність організму впливам зовнішнього середовища дуже низька, а тому дитина легко піддається захворюванням. Всі процеси обміну речовин в організмі немовляти відбуваються дуже нерівномірно. Утворення корових зв'язків обмежене: кора великих півкуль, швидко стомлюючись і знижуючи свою збудливість, перебуває в стані тривалого гальмування, впадаючи в фізіологічний сон. В цей короткий період звикання до життя поза материнським організмом немовля особливо потребує точного виконання гігієнічних вимог. Враховуючи недосконалість її терморегуляційних механізмів, не можна допускати в кімнаті дитини різких коливань температури та вологості повітря, протягів, а також шуму, яскравого світла (щоб не збуджувати нервову систему), приходу сторонніх осіб (щоб уникнути занесення інфекції).

Грудний період — перший рік позаутробного життя дитини характеризується високою енергією росту (за рік дитина виростає на 20—25 см),

поступовим удосконаленням нервової системи дитини і відповідно зменшенням тривалості сну. Починає розвиватись в організмі функція опору і адаптації до мінливих умов середовища, зокрема, посилюється поступово терморегуляційний рефлекс.

У першій половині грудного віку (до 6 місяців) дитина харчується тільки молоком матері; у другій половині — в дитини появляються зуби, її починають підгодовувати.

Основним показником фізичного розвитку немовляти є вага, зріст та психомоторний розвиток. Протягом першого року вага нормально розвиненої дитини збільшується втриє (якщо після народження дитина важила 3,5 кг, то до року вона важитиме 10 кг), зріст її, що дорівнює при народженні близько 50 см, до року досягає 75 см.

Вища нервова діяльність дитини грудного віку перебуває в стадії диференціювання і вдосконалення, хоч переважає перша сигнальна система. Починає формуватись друга сигнальна система — мова. Виробляються численні умовні рефлекси. Дитина починає пізнавати і розрізняти навколишні предмети. Удосконалюється емоційний розвиток дитини. Вона відповідає усмішкою на усмішку, на ввічливий тон звернення і на загравання з нею. Може розплакатись, коли з нею розмовляють підвищеним тоном. Негативно реагує на появу незнайомих людей.

Продовжується ріст і розвиток усіх систем організму. Розвивається статика (дитина вчиться сидіти, потім стояти), а під кінець періоду — і моторика (вчиться ходити).

Опірність організму проти інфекційних захворювань у дітей грудного віку зумовлюється імунітетом, набутиим від матері. Проте через недостатній ще розвиток терморегуляційних механізмів та недосконалість процесів травлення діти в цьому віці схильні до простудних захворювань та розладів травлення. Дитина грудного віку потребує високоякісної їжі, багатої на вітаміни, суворого нормування її щодо кількості, щоб не порушити діяльність органів травлення. В цьому періоді найчастіше в дітей виникає рахіт від нестачі вітаміну Д в

організмі і в їжі.

Недодержання гігієнічних вимог у грудному віці може призвести до затримки темпів росту і розвитку дітей, до різних розладів травлення, особливо при штучному годуванні, до гіповітамінозів, зокрема, гіповітамінозу Д (рахіт), хвороби вуха, носа, носоглотки, грипу тощо.

В переддошкільному (ясельному) періоді (після 10—12 місяців) дитина повністю переходить на штучне харчування. У неї швидко розвивається руховий апарат, і вона починає самостійно ходити, бігати. Збільшується головний мозок, значно виразнішими стають борозни і закрутки великих півкуль; інтенсивно розвивається психіка, дитина вчиться говорити, на кінець третього року словниковий фонд дитини значно збагачується, досягає 500—700 слів і більше, але мова її ще не виразна, окремі слова вимовляються ще неправильно.

Тривалість фізіологічного сну поступово зменшується, функція захисного опору і адаптації до мінливих умов середовища, зокрема функція теплорегуляції, продовжує розвиватись. А реактивний імунітет періоду новонародженості і пасивний материнський імунітет періоду грудного віку втрачаються. Швидко костеніє скелет.

У цей період важливе значення має додержання гігієнічних норм дітей в яслах і вдома, порушення яких може призводити до затримки розвитку дитини, зокрема її моторики, до гострих інфекційних захворювань, таких, як кір, скарлатина, дифтерія, коклюш, краснуха, свинка, грип та ін., до захворювань на дизентерію, недокрів'я, рахіт, глистяні хвороби, туберкульоз.

У дошкільному періоді збільшення ваги й зросту відбувається ще досить швидко, хоч значно повільніше, ніж у ясельному періоді. Дуже швидко відбувається психічний розвиток дитини та розвиток моторики. Триває процес окостеніння скелета, хоч і менш інтенсивно, ніж у переддошкільному періоді. В кінці дошкільного віку починається зміна молочних зубів на постійні. Продовжують розвиватись корові і підкорові центри, закінчується формування чіткої мови. У зв'язку з переважанням у цьому віці іррадіації процесів

збудження велике гігієнічне значення мають ритм діяльності дитини (режим і розпорядок дня), який сприяє своєчасному переключенню її з одного виду діяльності на інший, а також забезпечення достатньої тривалості сну.

Недостатнє забезпечення гігієнічних умов виховання в дошкільному віці може призвести до затримки фізичного і психічного розвитку дитини, зокрема її мовного апарата, а також до зараження повітрянокрапельними і кишковими інфекціями, коростою, гельмінтозами, до різних травм, хвороб носа, горла і вуха, ревматизму, туберкульозу, косоокості, короткозорості тощо.

Період семирічних дітей стоїть на межі між дошкільним періодом і шкільним. Характеризується він насамперед тим, що, ставши школярем, дитина із сфери гри, довільних рухів переходить до сфери, де обмежують її рухливість, її прагнення, де панують дисципліна і спільні інтереси класу. Нехтування педагогами чи батьками цієї різкої зміни в житті семирічної дитини, організм якої, звісно, неспроможний з першого вересня відразу перебудуватися, може призвести до непорозумінь між учителем і першокласником, між батьками і дитиною, до розладу в дитячому організмі.

Організм дитини на межі дошкільного й шкільного періоду зазнає значних змін. До цього часу звичайно закінчується диференціювання структури кори головного мозку, а також інтенсивне наростання маси головного мозку. Гальмівний контроль кори головного мозку над інстинктивними реакціями підкори починає розвиватися помітніше, ніж у дошкільному віці, якщо тільки відповідним вихованням (дисципліна, режим) сприяти поступовому розвитку регулюючої функції кори головного мозку дитини. Конфігурація тіла семирічної дитини наближається до пропорцій частин тіла дорослого: відносно меншою стає голова, ноги стають довші за тулуб.

У сім років стійкішими стають шийний і грудний вигини хребта, зростає витривалість хребта відносно статичного напруження: дитина, користуючись зручними меблями, може зберігати сидяче положення тіла протягом 15—20 хв. Проте хребет, в якому є значний хрящовий прошарок, ще податливий і неправильна посадка дитини, тривале перебування в одній позі може легко

викривити хребет.

До семи років костеніють сім з восьми кісток зап'ястка, а також епіфізи п'ясткових кісток, фаланг та променевої кістки. Внаслідок цього дитина тепер більш підготовлена до писання і малювання, які вимагають твердішої руки. Цьому сприяє і значний розвиток нервово-рухового апарата кисті руки семирічної дитини. У цьому віці великі м'язи більш розвинені, хода і рухи певніші і більш координовані, але точні рухи, пов'язані з діяльністю дрібних м'язів кисті, ще не досить розвинуті. Малювання, ліплення, писання, в'язання сприяють розвитку м'язів кисті. Проте одноманітні рухи кисті, навантаження на одну групу м'язів призводять до перевтоми їх. Це повинні враховувати вчителі і батьки. Все сказане робить, як правило, можливим перехід семирічних дітей до нових умов життя і діяльності, до систематичного навчання в школі.

У молодшому шкільному віці міцніє скелет дитини, розвиваються і сильнішають м'язи, особливо дрібні, всі органи досягають значної досконалості у своєму розвитку і пристосованості до мінливих умов зовнішнього середовища. Темпи росту організму сповільнюються (вага дитини щороку збільшується в середньому на 2 кг і зріст на 4—5 см). В цьому віці відбувається заміна молочних зубів на постійні, перегруповується діяльність залоз внутрішньої секреції — припиняється домінуюча роль зобної залози, зменшується вплив гіпофіза, більш відчувається вплив статевих залоз.

Під впливом шкільного навчання і виховання швидко розвиваються функції кори великих півкуль головного мозку, розвивається пам'ять, здатність до узагальнення; значно удосконалюється координація рухів, особливо кисті і пальців рук. Функція дихання продовжує розвиватись, підсилюється вентиляційна функція легень, що проявляється в збільшенні життєвої ємності легень (до 2000 см³). Проте в цьому віці нерідко спостерігаються механічні утруднення внаслідок відносно вузьких верхніх дихальних шляхів, особливо при запальних процесах у них, і схильність до розростання лімфатичної тканини в ділянці носоглотки (аденоїди).

Підпорядкування шкільному режимові, зокрема вимушене сидіння на місці протягом тривалого часу, є для дітей молодшого шкільного віку (особливо для дітей 7—8 років) відносно важким фізіологічним завданням. Для полегшення його важливе значення має раціональна організація зовнішнього середовища (у школі і дома), зокрема робочого місця, добір книжок для читання, правильний режим навчання і відпочинку (режим дня, режим уроку, режим зорової роботи, фізкультхвилинка на уроці, організація дозвілля, сон і т. п.), раціональне харчування, гімнастичні вправи, ігри тощо. Додержання необхідних гігієнічних вимог у цьому віці є не тільки засобом профілактики так званих «шкільних хвороб» — короткозорості, викривлення хребта, але й сприяє підвищенню працездатності учнів, їх успішності та загального розвитку.

Слід мати на увазі, що кістки таза протягом шкільного віку (молодшого і середнього) ще не зрослися остаточно, що має особливе значення для дівчаток: їм особливо протипоказане так зване «нерухливе виховання», оскільки сидіння, як і стояння, протягом довгого часу викликає застій крові, отже, гальмує процес окостеніння таза.

У молодшому шкільному віці дуже розвивається диференціювання кольорів і правильне сприймання форми. Підвищується здатність розрізняти тони і висоту звуку. Дитина починає вільно розуміти різницю між "грою і дійсністю і освоювати абстрактні поняття. В цьому віці учні люблять і запам'ятовувати, причому їм важко заучувати що-небудь напам'ять, але • заучене вони пам'ятають.

Середній шкільний вік — це період статевого дозрівання, або інакше його називають ще перехідним періодом. В цьому віці в організмі відбуваються глибокі зміни в діяльності ендокринних залоз, особливо статевих. Розвиваються вторинні статеві ознаки.

Процес окостеніння скелета значно посилюється. Ріст кісток відбувається нерівномірно: в той час як кістки кінцівок, хребта, таза (особливо у дівчаток) і плечового пояса у хлопчиків ростуть швидко, кістки грудної клітки

іноді відстають від загального росту тіла, грудна клітка виявляється в таких випадках вузькою по відношенню до вирослого в довжину тіла.

У цьому віці спостерігається значне збільшення м'язової сили. Підліток відчуває приплив м'язової сили, але він нерідко переоцінює свою витривалість. Разом з тим у підлітків спостерігається нерівномірність в розвитку м'язів і кісток, непропорційність в розвитку тулуба і кінцівок; в своїх рухах підліток трохи незграбний. Загальна фігура підлітка має вигляд «вузькодовгої», і він здається навіть вищим від свого справжнього зросту. Кровоносні судини розвиваються повільніше, ніж серце, тому просвіт артерій на одиницю маси серця зменшується. Це призводить до підвищення кров'яного тиску.

Маса головного мозку збільшується мало, зате дуже ускладнюється структура нервових клітин кори головного мозку. Нервова система стає дуже збудливою. Характер підлітків нерідко значно змінюється: одні з них стають замкнутими і соромливими; інші, навпаки, дуже товариськими і розв'язними; настрій часто змінюється.

Внаслідок підвищеної збудливості нервової системи підлітки швидко стомлюються і схильні до зайвої дратливості. У них розвивається самосвідомість і критичне ставлення до дорослих. Вони ще не вміють ясно висловити те, що відчувають, а дорослі не завжди розуміють, що дитина стає дорослою людиною. В цьому віці підлітки жваво цікавляться навколишнім життям, докладають значних зусиль, виконуючи фізичну або розумову роботу. Вони дуже чутливі до справедливого і несправедливого, велику роль в їх житті відіграє фантазія.

Гігієнічно обґрунтований режим дня, який виключає повторні перенапруження центральної нервової системи, є однією з найважливіших умов розвитку для дітей середнього шкільного віку.

У старшому шкільному віці ще триває окостеніння в різних частинах скелета. Але непропорційність в розвитку кісток скелета кінцівок і тулуба зникає. Значно зміцнюється м'язова система, підвищується м'язовий тонус, рухова активність і працездатність організму. Дуже збільшується вага тіла.

Тіло школяра (як юнака, так і дівчини) набуває під кінець періоду пропорцій, які вже типові для дорослої людини.

У 17—18 років школяр за розвитком м'язової системи наближається до остаточно сформованого типу дорослої людини; він володіє порівняно великою силою, витримкою, швидкістю рухів і стає цілком готовим до трудової діяльності.

У цьому віці удосконалюються і стають стійкішими функції центральної нервової системи, що проявляються в швидкому наростанні сили, спритності і досконалості координації рухів. Порівняно високого рівня досягає діяльність другої сигнальної системи. В юнаків і дівчат спостерігається глибший і багатогранніший прояв абстрактного і логічного мислення, пов'язаного з самостійною постановкою, під впливом життєвих потреб, навчальних, спортивних, суспільне корисних і трудових цілей і завдань, з плануванням доцільних дій, обмірковуванням цих дій та практичним розв'язанням поставлених завдань.

РОЗДІЛ III

АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ І ГІГІЄНА НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

ДИТИНИ

§ 1, Значення, загальний план будови і властивості нервової системи

Значення нервової системи. У життєдіяльності і розвитку людського організму нервовій системі належить провідна роль. Нервова система регулює і погоджує діяльність різних органів, тканин і клітин, об'єднуючи тим самим всі частини організму в єдине ціле.

З допомогою складних рецепторних апаратів — органів чуття — нервова система безперервно сприймає зміни, що відбуваються в зовнішньому середовищі, і в тій або іншій формі реагує на них, перебудовуючи діяльність окремих органів і всього організму відповідно до цих змін. Інакше кажучи, нервова система здійснює зв'язок організму із зовнішнім середовищем.

Вищим об'єднуючим і координуючим відділом нервової системи людини є головний мозок, в якому, в свою чергу, головна роль належить корі великих півкуль, яка в людини є також органом свідомості, мислення.

Загальний план будови. Нервова система побудована з нервової тканини. Нервову систему прийнято ділити на центральну, яка складається з головного і спинного мозку, і периферичну, до якої належать черепномозкові і спинномозкові нерви, їх сплетення, а також нервові вузли, або ганглії — невеликі скупчення тіл нейронів, що лежать в різних частинах тіла.

Окремий відділ нервової системи становить вегетативна нервова система.

Головний і спинний мозок складаються з сірої і білої речовини. Сіра речовина утворена тілами нервових клітин та їх короткими відростками — дендритами, а біла — довгими відростками — аксонами. Тіла нейронів, сполучаючись одне з одним своїми відростками, утворюють окремі скупчення, які називаються ядрами і нервовими центрами.

Одні аксони сполучають між собою мозкові ядра і нервові центри, а інші виходять за межі мозку і дають початок стовбурам черепномозкових і спинномозкових нервів. Кожен нерв складається з дуже багатьох нервових волокон. Так, наприклад, в складі сідничного нерва жаби, завтовшки з нитку, налічується близько 4 тисяч волокон.

Нерви зв'язують центри головного і спинного мозку з різними органами тіла — м'язами, шкірою, серцем і т. д. Нервові волокна, які передають збудження від центральної нервової системи до органів тіла, називаються еферентними (відцентровими), а волокна, які несуть збудження від периферичних органів у центральну нервову систему — аферентними (доцентровими).

Властивості нервової системи. Основними властивостями нервової системи є збудливість, провідність і гальмування. Збудливість проявляється у виникненні збудження у відповідь на дію того чи іншого подразника. Нервове збудження, або нервовий імпульс,— це складний фізіологічний процес, в основі якого лежать біохімічні реакції, які ще недостатньо вивчені.

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

Здатність тканини збуджуватись, а потім швидко повертатись до вихідного стану М. Є. Введенський назвав функціональною рухливістю, або лабільністю. Чим вона вища, тим скоріше виникають і зникають спалахи збудження і тим більше їх може виникнути за одиницю часу.

Лабільність нервової тканини нестала: вона зменшується при стомленні і дії наркотичних речовин; підвищення концентрації іонів калію в навколишньому середовищі підвищує її, а іонів кальцію — знижує.

Провідність — здатність передавати виникле збудження — є другою уважливою властивістю нервової тканини. Проведення збудження можливе лише при умові цілості нерва і збереженні його життєвих властивостей. Якщо ж перерізати нерв або ж туго перев'язати його, то провідність порушується. В межах одного нейрона збудження проводиться в обидві сторони від місця виникнення. Але в умовах цілого організму всі імпульси в нервовій системі проводяться лише в одному напрямку. Пояснюється це тим, що контакти між сусідніми нейронами, так звані синапси, проводять збудження лише в напрямі від доцентрового нейрона на відцентровий і не здатні проводити його в зворотному напрямі.

Збудження проводиться окремими нервовими волокнами строго ізолювано, тобто без передачі на сусідні волокна того самого нерва. Це досягається завдяки наявності мієлінових оболонок, які відіграють роль ізоляційного матеріалу. Швидкість проведення нервового збудження нестала. У людини в волокнах рухових нервів вона коливається від 60 до 120 м/с, а в волокнах вегетативних нервів — від 1 до 30 м/с. У холонокровних тварин швидкість проведення нервового збудження значно нижча.

Для збуджених ділянок нервової системи характерне виникнення в них електричних явищ, які дістали назву струмів дії. Причому збуджені ділянки

нерва завжди електронегативні по відношенню до не збуджених. Напруга струмів дії вимірюється тисячними і навіть мільйонними частками вольт.

Будь-які зміни в діяльності нервової системи супроводяться зміною струмів дії як у її центральній частині, так і в нервових волокнах. Електричні явища в головному мозку, які одержали назву біострумів мозку, змінюються як під впливом зовнішніх подразників, так і при розумовій роботі.

Рефлекс. В основі діяльності нервової системи лежить здійснення рефлексорних реакцій, або рефлексів. Рефлексом називається закономірна реакція організму на подразнення, здійснювана через центральну нервову систему. Механізм всякого рефлексу такий: збудження, що виникло в рецепторах в результаті подразнення, йде спочатку по доцентрових нервах в центральну нервову систему, а звідти по відцентрових нервах до органу, який відповідає на подразнення.

Рефлексорні реакції організму можуть виникати у відповідь на найрізноманітніші впливи як із зовнішнього, так і з внутрішнього середовища і можуть проявлятися у виникненні або зміні діяльності будь-якого органу або системи їх. Так, рефлексорно скорочуються скелетні м'язи, виділяються травні соки, змінюється діяльність дихальної і серцево-судинної систем і т. п.

У людини, нервова діяльність якої надзвичайно складна, можна легко помітити відносно прості рефлекси. Так, коли вдаряти по колінному сухожилку, то нога рефлексорно розгинається в коліні — так званий колінний рефлекс; освітлення ока яскравим світлом викликає звуження зіниці — зіничний рефлекс; при надходженні їжі в ротову порожнину починається слиновиділення і т. д.

Шлях, по якому збудження, що виникло в рецепторі, передається до робочого органу, називається рефлексорною дугою. В її складі розрізняють п'ять ланок: 1 — рецептори — чутливі нервові закінчення, які сприймають подразнення; 2 — доцентровий (аферентний) нерв, який передає збудження від рецептора в центральну нервову систему; 3 — ділянка нервової системи (нервовий центр), де збудження, зазнавши складних змін, передається на

відцентровий нейрон; 4 — відцентровий (еферентний) нерв, що несе збудження від центральної нервової системи до робочого органу; 5 — ефектор (виконавчий орган), який відповідає на подразнення (м'язи, залози, кровоносні судини). Здійснення рефлексу можливе лише при умові фізіологічної цілості всіх перерахованих ланок рефлекторної дуги. Якщо схематично уявити собі рефлекторну дугу, то вона повинна складатись щонайменше з двох нейронів — доцентрового і відцентрового. Прикладом такої двонейронної рефлекторної дуги може бути дуга, по якій здійснюється колінний рефлекс. Але більшість рефлекторних дуг складається з більшої кількості нейронів: між доцентровим і відцентровим нейронами лежать ще проміжні нейрони.

Згідно з вченням І. П. Павлова, будь-який рефлекторний акт складається з трьох ланок: подразник — мозкова робота — виконавча діяльність організму у відповідь на цей подразник. Такий тричленний рефлекс названо дугоподібним. Але найновіші відкриття в фізіології внесли істотні уточнення в це уявлення. Дуже тонкими експериментами встановлено, що будь-який рефлекс не закінчується роботою виконавчих органів у відповідь на зовнішнє подразнення. Коли виконавчі органи здійснюють ту чи іншу рефлекторну роботу, вони в свою чергу посилають в мозок аферентні (чутливі) сигнали, які інформують його про те, які зміни відбуваються в організмі. Цей потік інформації П. К. Анохін назвав зворотною аферентацією. Таким чином, рефлекс відбувається не за принципом дуги, а кільцеподібне: подразник (який викликає аферентні імпульси в перший раз) — мозкова робота — діяльність організму у відповідь на подразник — зворотна аферентація (імпульси від виконавчих органів) — нова мозкова робота — нові уточнені «накази» виконавчим органам і т.д.

Це нове уявлення про структуру рефлексу не заперечує самої ідеї рефлексу, а лише уточнює її. До того ж прообраз кільцевої структури рефлексу був створений основоположником російської фізіології І. М. Сеченовим. близько ста років тому.

Складність рефлекторної діяльності. У здійсненні рефлекторної реак-

ції беруть участь нейрони однієї рефлекторної дуги лише тоді, коли на рецептори діє подразник невеликої сили. При збільшенні ж сили і тривалості подразнення збудження, яке надійшло в певний нервовий центр, іррадіює, тобто поширюється на інші ділянки центральної нервової системи. В таких випадках у здійсненні рефлекторної відповіді на подразнення бере участь багато нейронів. Так, уколовши зненацька палець, людина відсмикує руку; одночасно з цим у неї може статись різкий рух усього тіла, змінитись частота скорочень серця і дихальних рухів, вона може крикнути від переляку і т. д.

Сумація збудження. Якщо на рецептори діють дуже слабкі подразники, то викликане ними збудження хоч і доходить до центральної нервової системи, але виявляється недостатнім для того, щоб перейти з одного нейрона на інший. Але при повторенні таких подразнень з невеликими інтервалами в нервових центрах відбувається сумація збудження, яке в результаті цього стає достатньо сильним, щоб перейти на еферентний нейрон і викликати рефлекторну реакцію. Так, людина часто не реагує, коли муха сяде їй на обличчя, але робить рух рукою, коли муха починає повзати. В цьому випадку відбувається подразнення значної кількості рецепторів, і слабкі збудження, надходячи в центральну нервову систему, сумуються і викликають рефлекторну реакцію. Другим прикладом сумації може бути чхання, яке настає рефлекторно в результаті тривалого подразнення рецепторів носової порожнини слизом, пилом та іншими речовинами.

Явище сумації збудження пояснюється властивостями нервового центра, в якому кожне збудження, що надійшло сюди, викликає ряд змін, зокрема, підвищує збудливість нервового центра. Наступні подразнення, якщо вони досить часті, попадають в період підвищеної збудливості і, сумуючись, стають достатніми для виникнення хвилі збудження, яке переходить на еферентний нейрон.

Явище сумації доцентрових імпульсів у центральній нервовій системі вперше відкрив І. М. Сеченов.

Взаємодія процесів збудження і гальмування та їх єдність. Крім про-

цесів збудження, в діяльності центральної нервової системи важливу роль відіграють і процеси гальмування, яке є своєрідним діяльним станом, що викликаний збудженням і з ним зв'язаний.

Гальмування в центральній нервовій системі вперше відкрив І. М. Сеченов на досліді, відомому під назвою сеченовського гальмування. Подразнюючи у жаби ділянку зорових горбів проміжного мозку кристаликом кухонної солі, Сеченов спостерігав подовження часу згинального рефлексу на одночасне подразнення задніх лапок кислотою. Збудження, яке виникає в проміжному мозку при подразненні сіллю, викликає гальмування в центрах спинного мозку, які здійснюють згинальний рефлекс. Якщо ж прийняти сіль і змити поверхню зорових горбів від її слідів, то час рефлексу повертається до попередньої величини.

І. М. Сеченов довів також, що гальмування в нервових центрах може виникнути і під впливом подразнень з периферії. Так, якщо кінчик лапки спінальної жаби (в якій видалено головний мозок) занурити в слабкий розчин кислоти, то лапка згинається. Проте, якщо одночасно з подразненням лівої лапки кислотою праву лапку стиснути пінцетом, то можна загальмувати рефлекс на кислоту.

Численними дослідями встановлено, що збудження в одних центрах нервової системи викликає гальмування в інших. Особливо чітко проявляється така взаємна індукція процесів збудження і гальмування в акті ходьби. Коли м'язи — згиначі правої ноги і розгиначі лівої скорочуються, розгиначі правої ноги і згиначі лівої перебувають у розслабленому стані. А потім навпаки. Така координована діяльність м'язів нижніх кінцівок пояснюється тим, що збудження в нервових центрах згиначів викликає гальмівний стан в центрах розгиначів цієї ж кінцівки. При цьому збудження в центрі згиначів однієї кінцівки зв'язане з гальмуванням у центрі згиначів другої. Згідно з вченням видатного російського фізіолога М. Є. Введенського, гальмування і збудження є лише два прояви одного й того самого нервового процесу, які залежать лише від сили і частоти подразнення.

Дальший свій розвиток вчення про гальмування одержало в працях І. П. Павлова. Йому належить відкриття охоронної ролі гальмування, яке запобігає виснаженню нервових клітин при дуже сильних і частих подразненнях. Збудження і гальмування є основними процесами в діяльності нервової системи.

Стомлення. Для центральної нервової системи характерна швидка стомлюваність. На відміну від нервових волокон, які майже не стомлюються, нервові центри стомлюються дуже швидко. Подразнюючи певний час доцентровий нерв, можна досягти спочатку ослаблення, а потім і цілковитого припинення рефлекторного акту. Але якщо після цього перенести подразнення на відцентровий нерв, то м'яз відповість скороченням. Такі експерименти свідчать про те, що стомлення настало саме у центральній нервовій системі.

Особливості нервової системи дитини. У дітей нервова система більш збудлива, ніж у дорослих. Внаслідок високої збудливості нервова система дітей швидше виснажується. Цю особливість центральної нервової системи дітей слід враховувати вчителям при організації навчально-виховної роботи в школі. Так, якщо на уроці діти довгий час займаються одноманітною розумовою працею, при якій збуджуються одні й ті самі ділянки центральної нервової системи, то остання швидко стомлюється і діяльність її дуже утруднюється. В результаті в дітей знижується інтерес, увага і взагалі їх працездатність. Тому на уроках учитель мусить застосовувати різні методи і прийоми роботи, тривалість кожного з яких повинна бути по можливості невеликою. При зміні методів і видів роботи навантаження з одних ділянок центральної нервової системи переноситься на інші, і тому значно віддаляється час настання її стомлення. З цією ж метою після тривалої розумової праці слід влаштовувати перерви, протягом яких нервові центри, що посилено працювали, могли б відпочити.

§ 2. Спинний мозок

Зовнішня будова. Спинний мозок — це частина центральної нервової

системи, що розміщена в каналі хребта; він має вигляд тяжа, трохи сплющеного в передньо-задньому напрямку. Верхній кінець спинного мозку, який лежить на межі між черепом і атлантом, переходить безпосередньо у довгастий мозок, нижній кінець його у новонародженої дитини лежить на рівні третього поперекового хребця, а в дорослих — на рівні першого-другого поперекових хребців. У шийній і поперековій ділянках спинний мозок має потовщення, а на нижньому кінці утворює мозковий конус, що переходить у так звану кінцеву нитку.

Від спинного мозку відходять спинномозкові нерви. Ділянки мозку з парою нервів, що відходять від них, дістали назву сегментів. Відповідно до частин хребта у спинному мозку розрізняють шийні, грудні, поперекові і крижові сегменти. Через те що спинний мозок коротший, ніж хребет, сегменти його містяться вище від відповідних їм хребців. Уздовж передньої поверхні спинного мозку тягнеться глибока поздовжня борозна, а вздовж задньої — неглибока задня поздовжня борозна. Вони ділять мозок на дві симетричні половини— праву і ліву.

Спинний мозок оточений трьома оболонками: твердою, павутинною і м'якою. Найбільш зовнішня тверда мозкова оболонка, яка утворена щільною сполучною тканиною; в деяких місцях вона зростається з кістками хребта. Павутинна оболонка лежить під твердою; це тонка, досить щільна пластинка, бідна на нерви і судини. Під павутинною лежить м'яка оболонка, яка щільно прилягає до поверхні мозку і заходить у всі заглибини на його поверхні. Вона утворена пухкою сполучною тканиною і містить багато кровоносних судин, які проникають в речовину мозку. Між м'якою і павутинною оболонками утворюється так званий підпавутинний простір, заповнений мозковою рідиною, яка тут відіграє роль лімфи.

Внутрішня будова спинного мозку. На поперечному перерізі спинний мозок має вигляд овалу, всередині якого у формі метелика міститься сіра речовина, а навколо неї — біла речовина. Сіра речовина мозку складається з тіл нервових клітин, а біла речовина — з нервових волокон, вкритих

мієліновою оболонкою. 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 напрямі до задньої поверхні витягуються вужчі — задні роги. У грудних сегментах є ще й бічні роги — невеликі виступи бічних поверхонь сірої речовини.

Біла речовина поділяється рогами на три стовпи. Та частина її, яка лежить між двома задніми рогами, називається задніми стовпами; частина, розміщена між передніми рогами, — передніми стовпами. Між задніми і передніми рогами кожної сторони лежать бічні стовпи. В білій речовині стовпів лежать волокна чутливих і рухових нейронів, по яких проходить збудження від рецепторів у центральну нервову систему і від останньої до різних органів.

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

Спинномозкові нерви. Від спинного мозку відходить 31 пара спинномозкових нервів — по одній парі від кожного сегмента. Отже, у спинному мозку є 31 сегмент: 8 шийних, 12 грудних, 5 поперекових, 5 крижових і 1 куприковий. Окремі сегменти зв'язані з певними ділянками тіла. Так, верхні сегменти зв'язані нервами з шкірою і м'язами ший і з діафрагмою, а нижні шийні — з шкірою і м'язами плечового пояса та верхніх кінцівок. Нерви, що відходять від грудних сегментів, іннервують шкіру і м'язи тулуба, а шкіра і м'язи нижніх кінцівок зв'язані з поперековими і двома верхніми крижовими сегментами спинного мозку. При пошкодженні певного сегмента порушується рефлекторна реакція в тій ділянці тіла, яка зв'язана з цим сегментом.

Кожний спинномозковий нерв починається двома корінцями — переднім і заднім. Вийшовши з хребетного каналу через міжхребцевий отвір, обидва корінці зливаються один з одним і утворюють спинномозковий нерв, що йде на периферію.

Передні корінці спинномозкового нерва складаються з аксонів рухових

клітин, тіла яких містяться у передніх рогах спинного мозку. Ці аксони ідуть до скелетних м'язів; збудження, яке вони проводять, викликає скорочення м'язів. Коли перерізати передні корінці, то окремі групи скелетних м'язів втрачають здатність рефлекторно скорочуватись.

Задні корінці спинномозкового нерва товщі за передні: в кожному з них міститься міжхребцевий, або спинномозковий, вузол. У вузлах лежать чутливі нейрони з грушовидним тілом і двома відростками, один з яких є аксон, а другий — дендрит. Дендрити цих нейронів у складі спинномозкових нервів ідуть до шкіри і утворюють в ній чутливі закінчення, а аксони в складі задніх корінців входять у спинний мозок. По волокнах задніх корінців збудження передається від рецепторів у спинний мозок. Після перерізування задніх корінців втрачається чутливість на різних ділянках тіла.

Таким чином, спинномозкові нерви за своїм складом є мішані, бо кожен з них утворюється з переднього корінця, який містить у собі рухові (відцентрові) нервові волокна, і заднього,— який складається з чутливих (доцентрових) волокон.

Нервові сплетення. Із спинномозкових нервів, що відходять від кількох суміжних сегментів, формуються нервові сплетення: шийне, плечове, поперекове і крижове.

Шийне сплетення утворюється чотирма верхніми шийними нервами. Плечове сплетення утворюється чотирма нижніми шийними і одним грудним нервами. Поперекове сплетення утворюється дванадцятим грудним і I—IV поперековими нервами. Крижове сплетення утворюється з п'ятого поперекового, всіх крижових і куприкового нервів.

Не утворюють сплетень лише ті нерви, які виходять з II — XI грудних сегментів.

Функції спинного мозку. Окремі скупчення нейронів утворюють у спинному мозку нервові центри, які нервами сполучені з шкірою, м'язами, судинами і потовими залозами ший, тулуба і кінцівок, а також з внутрішніми органами. За участю центрів спинного мозку здійснюються рухові рефлекси

(крім рефлекторного скорочення лицевих м'язів), більшість судинорухових рефлексів, всі рефлекси сечостатевої системи і прямої кишки. При пошкодженні окремих сегментів мозку у відповідних частинах тіла, які одержують від них нерви, втрачається чутливість, настають паралічі м'язів, порушується потовиділення і регуляція просвіту кровоносних судин, діяльність внутрішніх органів.

Спинномозкові рефлекси в організмі здійснюються під контролем головного мозку. При цьому, чим вища за своєю організацією тварина, тим більшого значення в діяльності спинного мозку набувають вище розміщені відділи центральної нервової системи.

Крім рефлекторної, спинний мозок виконує ще й провідну функцію.

Провідні шляхи. Вище було сказано, що біла речовина спинного мозку складається головним чином із поздовжньо розміщених нервових волокон, розділених прошарками сполучної тканини і нейроглії. Окремі пучки цих волокон разом із спинномозковими нейронами сполучають головний мозок з різними периферичними органами, тобто служать провідними шляхами. Вони діляться на висхідні і низхідні.

Висхідні шляхи проходять по задніх і частково бічних стовпах білої речовини. Вони проводять імпульси з периферії (від рецепторів шкіри, м'язів, суглобів, внутрішніх органів) до головного мозку. Досягаючи кори головного мозку, ці імпульси викликають певні відчуття.

Низхідні шляхи проходять по передніх і частково бічних стовпах. По них передаються імпульси від головного мозку до рухових центрів спинного мозку, а від них ці імпульси йдуть до скелетних м'язів. Найважливішим низхідним шляхом є пірамідний. Він бере початок від рухових центрів кори великих півкуль і проводить збудження, які викликають довільні скорочення м'язів. Пірамідні шляхи перехрещуються, а тому імпульси від лівої півкулі йдуть на праву половину тіла, а від правої — на ліву половину.

Провідні шляхи досить розвинені вже на момент народження. Мієлінізація їх волокон закінчується до 3 місяців, тоді як у периферичних

нервах тягнуться до 3 років і більше.

Розвиток спинного мозку. В новонародженій дитини спинний мозок уже функціонує, але він ще не повністю розвинений як функціонально, так і морфологічно. Вага спинного мозку в дітей ще порівняно невелика і збільшується аж до повної зрілості. Одночасно зі збільшенням ваги спинного мозку змінюється і його довжина, яка у чоловіків досягає 46 см, а у жінок — 41—42 см. Спинний мозок росте в довжину повільніше, ніж хребет.

§ 3. Стовбур головного мозку і мозочок

Частини головного мозку. Головний мозок умовно ділять на два великих відділи: стовбур, який є безпосереднім продовженням спинного мозку, і великі півкулі.

Головний мозок, як і спинний, вкритий трьома оболонками: твердою, павутинною і м'якою. Як морфологічно, так і функціонально вони подібні до таких же оболонок спинного мозку.

У стовбурі головного мозку розрізняють: довгастий мозок, вароліїв міст, середній мозок, проміжний мозок і мозочок.

Довгастий мозок і вароліїв міст. Довгастий мозок є розширенням продовженням спинного мозку: помітної межі між ними немає. На передній поверхні довгастого мозку проходить борозна — продовження передньої поздовжньої борозни спинного мозку. По обидва боки борозни лежать два поздовжні тяжі. Це — піраміди, які є ніби продовженням угору передніх стовпів спинного мозку, по яких проходять волокна пірамідного шляху.

Спереду довгастого мозку лежить у вигляді білого масивного потовщення вароліїв міст. На задній поверхні довгастого мозку і варолієвого моста є заглибина, яка має форму ромба, через що й називається ромбовидною ямкою. Це дно четвертого мозкового шлуночка, який становить собою продовження спинномозкового каналу. Угорі ромбовидна ямка переходить у вузький сільвіїв водопровід, що з'єднує четвертий мозковий шлуночок із третім.

Вароліїв міст складається головним чином з білої речовини, утвореної

поперечними волокнами. Сіра речовина міститься в його товщі окремими острівцями — ядрами. У довгастому мозку сіра речовина міститься на дні ромбовидної ямки.

У сірій речовині довгастого мозку містяться дуже важливі центри: дихальний, серцевої діяльності і судиноруховий. Тут же знаходяться центри, з участю яких здійснюються рефлексії, зв'язані з прийманням їжі (ссання, жування, ковтання, секреції слини, шлункового і підшлункового соків і т. ін.), а також центри багатьох захисних рефлексів (чхання, кашлю, блювання, кліпання, виділення сліз та ін.).

У сірій речовині довгастого мозку і варолієвого моста є ядра, від яких беруть початок вісім пар черепномозкових нервів (з V по XII). В складі цих нервів є як аферентні, так і еферентні волокна, якими ядра зв'язані з різними ділянками голови, шиї, а також із серцем, легень і органами черевної порожнини. Рефлексії, що здійснюються з участю довгастого мозку, значно багатші, складніші і різноманітніші, ніж спинномозкові.

Нижня і бічні поверхні довгастого мозку і вся поверхня варолієвого моста вкриті білою речовиною. В ній лежать провідні шляхи, які з'єднують центри довгастого мозку та варолієвого моста з розміщеними вище відділами головного мозку, а також з центрами спинного мозку, а через них і з різними частинами тіла.

У дітей довгастий мозок і варолієв міст вже на день народження цілком розвинені і дозрілі у функціональному відношенні.

Мозочок. Мозочок міститься над довгастим мозком і варолієвим мостом. В ньому розрізняють дві півкулі і вузьку середню частину, яка називається черв'ячком. Поперечними борознами мозочок поділений на багато дугоподібних закруток. Кілька глибоких борозен ділять його на частки.

Основна маса сірої речовини, яка складається з тіл нейронів, розміщена на поверхні мозочка, утворюючи кору мозочка. Під корою лежить біла речовина, в товщі якої лежать чотири пари центральних ядер — скупчень тіл нейронів. Три пари ядер містяться в півкулях, а одна пара в черв'ячку.

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

Мозочок відіграє важливу роль в координації рухів, збереженні рівноваги тіла в просторі, впливає на тонус м'язів. При пошкодженні мозочка у хворих спостерігається значне порушення ходи, рухи стають неузгодженими і розмашистими, змінюється мова, в тяжких випадках хворі не можуть ходити.

Діяльність мозочка має рефлекторний характер: до мозочка надходять імпульси з м'язів по висхідних шляхах, а з мозочка по низхідних шляхах імпульси передаються до м'язів.

Досліди на тваринах, проведені в лабораторії Л. А. Орбелі, свідчать про те, що мозочок впливає на діяльність вегетативних органів (на роботу серця, кровоносних судин, гладенькі м'язи ока та ін.).

Діяльність мозочка перебуває під впливом і контролем кори великих півкуль головного мозку.

У новонароджених дітей мозочок розвинений ще слабо, півкулі його невеликі, борозни неглибокі. Швидкий ріст мозочка починається з першого року життя. До трьох років мозочок дитини наближається до мозочка дорослої людини, в зв'язку з чим розвивається здатність зберігати рівновагу тіла і координувати рухи.

Середній мозок. Спереду вароліїв міст переходить у середній мозок, до складу якого входить чотиригорбикове тіло і ніжки мозку. Всередині середнього мозку проходить вузький канал — сілівіїв водопровід, що з'єднує порожнини четвертого і третього мозкових шлуночків. Чотиригорбикове тіло — пластинка з двома парами горбиків, розміщених на верхнє-задній поверхні середнього мозку. В кожному горбику є скупчення сірої речовини — ядро. Ядра передньої пари горбиків зв'язані з органами зору і є підкоровими центрами зору. В них доцентрові зорові імпульси, що йдуть від ока, переключаються на відцентрові шляхи до м'язів. З участю передніх горбиків здійснюються орієнтувальні рефлекси на світлові подразники.

Ядра задньої пари горбиків є підкоровими рефлекторними центрами слуху. В них відбувається перемикання на відцентрові шляхи імпульсів, що приходять від рецепторів внутрішнього вуха. З участю задніх горбиків здійснюються орієнтувальні слухові рефлекси повертання голови або тіла в бік незвичного звуку.

Ніжки мозку — це два товстих пучки нервових волокон, що йдуть від варолієвого моста і довгастого мозку до великих півкуль.

Всередині середнього мозку на рівні передніх горбиків є велике скупчення тіл нейронів — червоне ядро. Це центр регуляції тонуусу скелетних м'язів. Якщо перерізати стовбур мозку позаду від червоного ядра, то відбудеться сильне скорочення всіх м'язів і особливо розгиначів, внаслідок чого кінцівки тварини стануть сильно витягнутими, а голова відкинута назад. Тонус м'язів зовсім не підвищується, якщо стовбур перерізати спереду від червоного ядра.

У середньому мозку є ще скупчення сірої речовини (ядра), які дають початок двом парам (III і IV) черепномозкових нервів. Ці нерви іннервують м'язи очей.

У білій речовині середнього мозку лежать провідні шляхи, які проводять збудження від кори великих півкуль головного мозку до центрів спинного мозку і навпаки.

Проміжний мозок. Спереду середній мозок переходить в проміжний мозок, в якому розрізняють зорові горби, підгорбикову ділянку (гіпоталамус) і третій мозковий шлуночок.

Зорові горби — два великих, яйцевидної форми скупчення сірої речовини в бічних стінках проміжного мозку по боках третього мозкового шлуночка. Вони є центром чутливості всього нашого тіла: через їх нейрони надходять у кору півкуль імпульси від усіх рецепторів організму. Над зоровими горбами лежить залоза внутрішньої секреції — верхній мозковий придаток — епіфіз.

У підгорбиковій ділянці розрізняють власне підгорбикову ділянку, два

сосочкові тіла, сірий горб з лійкою, гіпофіз і зоровий тракт. Ядра підгорбикової ділянки забезпечують передавання нервових імпульсів від кори півкуль головного мозку на нейрони вегетативної нервової системи, які іннервують травну, кровоносну та видільну системи. Сосочкові тіла у вигляді двох білих горбиків містяться на нижній поверхні мозку. За своєю функцією сосочкові тіла є підкоровими центрами нюху. Ушкодження сосочкових тіл спричинює розлади нюху.

Спереду від сосочкових тіл лежить сірий горб, який становить собою виступ дна третього шлуночка. Верхівка його витягнута у вигляді лійки, на якій міститься нижній мозковий придаток — гіпофіз. У сірому горбі містяться центри, які впливають на обмін речовин і терморегуляцію.

Третій мозковий шлуночок утворює порожнину проміжного мозку. Він має вигляд вертикальної щілини, що міститься між зоровими горбами і підгорбиковою ділянкою. Спереду третій шлуночок сполучається через монроеві отвори з бічними шлуночками, розміщеними у товщі великих півкуль, а ззаду через сільвіїв водопровід — з четвертим мозковим шлуночком.

Підкорові центри. Підкорові центри — скупчення тіл нейронів, що містяться у товщі великих півкуль головного мозку. Анатомічно вони належать до півкуль, але функціонально зв'язані з мозковим стовбуром. Серед них особливо велике значення має група ядер, які щільно з'єднані між собою і утворюють так зване смугасте тіло.

До підкорових центрів надходять як доцентрові імпульси, які йдуть через зорові горби, так і відцентрові, — що йдуть від кори півкуль головного мозку. Підкорові ядра дають початок низхідним шляхам до розміщених нижче відділів центральної нервової системи. Вся система підкорових центрів має дуже велике значення для регуляції рухів.

Черепномозкові нерви. Головний мозок зв'язаний з різними частинами тіла не тільки через спинний мозок, але й безпосередньо — за допомогою черепномозкових нервів. Від стовбура головного мозку виходить 12 пар черепномозкових нервів, які зв'язують мозок з органами чуття, розміщеними в

ділянці голови, із шкірою і м'язами голови і шиї, з органами дихальної, серцево-судинної, травної та інших систем:

- I пара — нюховий
- II » — зоровий
- III » — окоруховий
- IV » — блоковий
- V » — трійчастий
- VI » — відвідний
- VII » — лицевий
- VIII » — слуховий
- IX » — язиковоглотковий
- X » — блукаючий
- XI » — додатковий
- XII » — під'язиковий

§ 4. Вегетативна нервова система

Соматичні і вегетативні нейрони. Рухові нейрони, які передають скелетним м'язам імпульси, що викликають їх скорочення, дістали назву соматичних. Ці нейрони в сукупності утворюють соматичну нервову систему. Усі інші відцентрові нейрони іннервують внутрішні органи (серцево-судинну, травну, видільну, ендокринну системи та ін.), називаються вегетативними. З цих нейронів складається вегетативна нервова система.

Довгий час вважали що вегетативна нервова система іннервує лише внутрішні органи. Але пізніше було встановлено, що вона іннервує і скелетні м'язи, не викликаючи, проте, їх скорочення, а лише регулюючи в них процеси обміну речовин і стан тонусу.

Таким чином, вегетативна нервова система бере участь у іннервації всіх органів тіла. Вона не є якимсь самостійним утвором в організмі, а є частиною всієї нервової системи організму.

Центри соматичної нервової системи містяться у всіх сегментах і

частинах спинного мозку, а центри вегетативної нервової системи знаходяться тільки в певних місцях центральної нервової системи: в ділянці середнього і довгастого мозку та в спинному мозку з першого грудного по третій поперековий і з другого по четвертий крижові сегменти. Діяльність як соматичної, так і вегетативної нервової системи перебуває під регулюючим впливом кори великих півкуль головного мозку, в якій містяться вищі вегетативні центри.

Соматичний нервовий шлях від центра до робочого органу складається лише з одного нейрона, тіло якого лежить у спинному або головному мозку, а його аксон закінчується в скелетних м'язах. Вегетативний же шлях від центральної нервової системи до органу складається завжди з двох нейронів: тіло одного з них міститься в головному або спинному мозку, а тіло другого — в одному з нервових вузлів, що лежать на периферії.

Волокна вегетативної нервової системи значно тонші від соматичних, збудливість їх нижча і процес збудження відбувається в них повільніше.

За морфологічними, функціональними і фармакологічними особливостями вегетативну нервову систему поділяють на два відділи: симпатичний і парасимпатичний (кольор. табл. I).

Симпатичний відділ вегетативної нервової системи. У цьому відділі розрізняють центральну частину, парний пограничний стовбур, периферичні вузли з нервами і нервовими сплетеннями.

Центральна частина симпатичного відділу складається з вегетативних ядер, які містяться в бічних рогах грудних і двох поперекових сегментів спинного мозку. Волокна, що відходять від вегетативних ядер, виходять із спинного мозку по передніх корінцях і зразу ж заходять у пограничний стовбур; останній складається з нервових вузлів, що з'єднані між собою у два ланцюжки, які лежать уздовж спинного мозку.

Периферичні вузли симпатичного відділу, крім пограничного стовбура, утворюють ще *сонячне і брижове сплетення*, післявузлові волокна яких проводять збудження до кровоносних судин, залоз та інших органів (серця,

органів травлення і т. д.).

Парасимпатичний відділ вегетативної нервової системи. Вегетативні ядра, які становлять центральну частину парасимпатичного відділу, містяться в середньому і довгастому мозку, а також у крижових сегментах спинного мозку. Парасимпатичні волокна, що відходять від центральної частини, самостійних нервів не утворюють, а йдуть у складі черепномозкових нервів (окорухового, лицевого, язиковоглоткового, блукаючого) і приєднуються до II—III—IV крижових спинномозкових нервів.

Парасимпатичні волокна, що виходять із середнього мозку, іннервують гладенькі м'язи ока. Під впливом імпульсів, що надходять по цих волокнах, змінюється ширина зіниці і опуклість кришталика.

Частина передвузлових волокон, які беруть початок з парасимпатичних ядер довгастого мозку, йде до слинних залоз. Але більша їх частина виходить у складі блукаючого нерва і йде до різних органів грудної і черевної порожнини.

Збудження, що надходять до органів по парасимпатичних волокнах блукаючого нерва, сповільнюють і послаблюють скорочення серця, посилюють перистальтику кишечника, звужують бронхи, розслаблюють сфінктери, збуджують секрецію підшлункової залози, печінки і нирок.

Волокна, що відходять від парасимпатичних ядер крижового відділу спинного мозку, іннервують нижню частину товстих кишок, сечовий міхур і статеві органи. Подразнення цих волокон сприяє випорожненню прямої кишки і сечового міхура.

Передвузлові нервові волокна, які виходять з парасимпатичних ядер, закінчуються у вузлах, що містяться всередині органів або поблизу них. З вузлів виходять післявузлові волокна, які розгалужуються в органах.

Функція вегетативної нервової системи. Всі внутрішні органи мають подвійну іннервацію — до кожного з них підходять волокна, як симпатичного, так і парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи. Імпульси, що надходять до органу по цих волокнах, діють на нього по-різному. Так, під впливом імпульсів симпатичних нервів зіниця розширюється, а під впливом

імпульсів парасимпатичних нервів — звужується; симпатичний нерв прискорює і підсилює скорочення серця, парасимпатичний — послаблює скорочення і сповільнює ритм; симпатичний нерв пригнічує перистальтику шлунково-кишкового тракту, а парасимпатичний — підсилює і т. д. В нормальних умовах обидва відділи вегетативної нервової системи функціонують в тісній взаємодії. Тому подвійна іннервація внутрішніх органів не тільки не заважає нормальній діяльності органів, а, навпаки, забезпечує точнішу її регуляцію і краще пристосування до змін, що відбуваються у зовнішньому або внутрішньому середовищі.

Діяльність вегетативної, як і соматичної нервової системи, збуджується рефлекторно, внаслідок впливів на рецептори з зовнішнього або внутрішнього середовища.

Особливості вегетативної нервової системи у дітей. Функціонально вегетативна нервова система в основному формується вже на першому році життя дитини. Проте її розвиток і удосконалення триває ще довгий час і відбувається одночасно з розвитком центральної нервової системи. Характерним для вегетативної нервової системи дітей дошкільного і молодшого шкільного віку є ще не цілковита зрівноваженість симпатичного й парасимпатичного відділів її щодо впливу їх на іннервовані органи. Спостереження і спеціальні дослідження показують, що у більшості дітей, особливо у віці до 7 років, переважає вплив парасимпатичної нервової системи. Внаслідок цього в таких дітей часто бувають порушення ритму дихання і серцевої діяльності, звуження зіниці, часто змінюється колір обличчя (почервоніння і збліднення), підвищена пітливість та ін. Такі односторонні впливи парасимпатичної нервової системи особливо різко виражені у фізично ослаблених і хворобливих дітей.

Але є діти, в яких переважає вплив симпатичної нервової системи. В таких дітей спостерігається підвищена збудливість нервів, що регулюють діяльність серця і кровоносних судин.

Крім того, в них помітна блідість і сухість шкіри та слизових оболонок,

розширення очної щілини і зіниці, мерзлякуватість, ніжність всього складу тіла та ін.

Вплив того або іншого відділу вегетативної нервової системи у дітей може змінюватись залежно від впливів зовнішнього середовища та змін, що відбуваються в організмі.

§ 5. Великі півкулі головного мозку

Будова півкуль. Передній, або кінцевий, мозок складається з двох великих півкуль і товстої дугоподібної перемички, що з'єднує півкулі мозолистого тіла. У людини на великі півкулі припадає понад 80% ваги головного мозку.

Між правою і лівою півкулями лежить поздовжня мозкова щілина, в глибині якої лежить мозолисте тіло. Поверхня півкуль вкрита тонким шаром сірої речовини, яка одержала назву кори півкуль. Остання утворює численні борозни. Ділянки кори, що лежать між борознами, називаються закрутками. Сіра речовина, яка вкриває півкулі, заходить у всі борозни, завдяки чому дуже збільшується загальна поверхня кори.

У кожній півкулі розрізняють чотири частки: лобову, тім'яну, вискову і потиличну. Межами між ними є найглибші борозни: сільвієва і центральна. Сільвієва борозна йде по зовнішній (бічній) поверхні півкулі спереду назад і вгору; вона відокремлює вискову частку півкулі від лобової

і тім'яної. Центральна борозна починається від верхнього краю півкулі і йде вниз в напрямку до сільвієвої борозни. Ця борозна відмежовує лобову частку від тім'яної. Четверта, потилична, частка відокремлюється від тім'яної невеликою і непостійною борозною.

Будова кори великих півкуль. Загальна поверхня кори півкуль дорослої людини – 2000- 2500 см², причому близько 70% її заховані в глибині борозен. Товщина кори 2-4,5 мм. В корі півкуль головного мозку налічується 12 -15 мільярдів клітин. Клітини розміщені в корі у шість шарів:

1) *Молекулярний шар* — найбільш поверхневий; містить у собі невелику

кількість дрібних нервових клітин; він в основному складається з численних клітин нейроглії і відростків нейронів, тіла яких лежать у глибших шарах.

2) *Зовнішній зернистий шар* — складається з великої кількості дрібних круглих і багатокутних клітин з короткими відростками.

3) *Пірамідний шар* — утворений клітинами пірамідальної форми малої і середньої величини з великою кількістю дендритів.

4) *Внутрішній зернистий шар* - складається з дрібних густо розмішених круглих і багатокутних клітин.

5) *Гангліозний шар* — складається в основному з великих пірамідних клітин. Крім того, в передній центральній закрутці він містить ще великі «клітини Беца», аксони яких дають початок низхідним пірамідним шляхам, що проходять через стовбур головного мозку у спинний мозок і зв'язують кору півкуль з периферією. Імпульси, що йдуть по цих шляхах, спричиняють довільні рухи тіла.

6) *Шар поліморфних клітин* — складається з дрібних клітин різноманітної форми.

Таким чином, кора великих півкуль складається з клітин, різних за формою, величиною і виконуваними функціями. Одні з цих клітин — чутливі, другі — рухові, треті — асоціативні. Розподіл клітин у різних частинах кори — так звана цитоархітектоніка кори — неоднакова. За формою і величиною клітин, густотою їх розміщення і характером групування в шари у людини розрізняють 52 корових поля.

Під корою лежить біла речовина півкуль. Вона складається з нервових волокон, що зв'язують кору з розміщеними нижче відділами центральної нервової системи. З білої ж речовини складається і мозолисте тіло.

У товщі білої речовини півкуль є порожнини — бічні шлуночки, які протоками сполучаються з третім мозковим шлуночком.

Зони кори півкуль головного мозку. Застосування різноманітних методів для дослідження лабораторних тварин і постійні спостереження : в клініках над хворими людьми показали, що в корі великих півкуль є окремі

зони, зв'язані з певними органами і системами. У функціональному відношенні різні зони мозкової кори нерівнозначні: одні з них є місцем сприймання імпульсів, що йдуть від рецепторів. (І. П. Павлов назвав ці ділянки кори мозковими кінцями аналізаторів зору, слуху, смаку, нюху і т. д.), інші — місцем, від якого йдуть рухові імпульси на периферію, треті виконують асоціативну функцію.

Розподіл нейронів у межах зони нерівномірний: у центральній частині зони вони зосереджені у великій кількості, утворюючи ядро, а в периферичній частині зони їх значно менше. Периферичні частини сусідніх зон заходять одна за одну, а окремі нейрони їх розсіяні по всій корі. Внаслідок цього ушкодження або видалення ядерної частини корової зони спричиняє втрату вищого аналізу та синтезу кори; поступове відновлення втрачених функцій відбувається за рахунок інших нейронів, розсіяних у корі. Але функції ці будуть примітивні.

У людини найголовнішими зонами кори великих півкуль є такі:

1. *Рухова зона*, розміщена в передній центральній закрутці, яка лежить спереду від центральної борозни. Усі наші довільні рухи здійснюються під впливом імпульсів, які надходять до скелетних м'язів від клітин цієї зони. Від великих пірамідних «клітин Беца», яких так багато в корі передньої центральної закрутки, починаються рухові (еферентні) шляхи, що несуть імпульси через стовбур головного мозку і спинний мозок на периферію тіла. Через те що ці шляхи в довгастому мозку і частково у спинному мозку перехрещуються, то рухові центри правої півкулі регулюють скорочення м'язів лівої половини тіла, а центри лівої півкулі регулюють роботу м'язів правої половини тіла. В межах передньої центральної закрутки найвище розміщені центри для м'язів нижньої кінцівки, нижче — для м'язів тулуба, потім — верхньої кінцівки і, нарешті, центри м'язів голови.

2. *Зона шкірно-м'язової чутливості* міститься в задній центральній закрутці. Це вищий центр шкірної, м'язової і суглобової чутливості. Сюди надходять імпульси від рецепторів шкіри, м'язів і суглобів протилежної сторони тіла. Центри чутливості нижніх частин тіла розміщені у верхніх

ділянках цієї закрутки, а центри чутливості верхніх частин тіла — у нижніх її ділянках.

3. *Зорова зона*—вищий центр зору, міститься в потиличних частках кори.

4. *Слухова зона* — вищий центр слуху; міститься на бічній поверхні вискових часток кори.

5. *Нюхова зона* — вищий центр нюху, розміщений на внутрішній поверхні вискових часток кори.

6. *Центри мови* — містяться у лівій півкулі (у лівшій—у правій). Розрізняють два центри мови: руховий і слуховий.

Руховий центр мови міститься у нижній частині лобової частки. Пошкодження його призводить до розладів або й до повної втрати мови. Людина з пошкодженим руховим центром мови добре розуміє все, що їй говорять, але сама не може правильно вимовляти слова, а то й зовсім не говорить. При цьому звичайно втрачається здатність і читати вголос, хоч розуміння прочитаного про себе зберігається.

Слуховий центр мови знаходиться у висковій частці, під заднім кінцем сілвієвої борозни. При пошкодженні цього центра людина втрачає здатність розуміти те, що їй кажуть. Здатність говорити при цьому зберігається, але мова звичайно зіпсована і незрозуміла, бо сама людина її не сприймає і, отже, не контролює. У такого хворого часто порушується здатність читати як про себе, так і вголос.

Центри мови є тільки у людини. Вони виникли і сформувалися в процесі тривалого історичного розвитку і своїм походженням нерозривно зв'язані з трудовою діяльністю.

Розвиток великих півкуль головного мозку в дітей. Формування і вдосконалення психіки дитини відбувається на основі розвитку кори великих півкуль і при безпосередній її участі. Ось чому розвиток нервової системи, особливо головного мозку, у дітей має велике значення.

У новонародженої дитини центральна нервова система ще дуже слабо розвинена. А найменш розвиненою з усіх відділів центральної нервової

системи є кора великих півкуль головного мозку.

Головний мозок у дітей, особливо у новонароджених, відзначається своїм значним відносним розміром. Так, відношення ваги головного мозку до ваги тіла у новонародженої дитини становить 1 : 9, а у дорослої людини 1 : 40. Проте абсолютна вага головного мозку у дітей менша, ніж у дорослих людей, що видно з табл. 2.

З наведених даних видно, що вага головного мозку у дітей найінтенсивніше збільшується у перші роки життя, чому сприяє посилене кровопостачання мозку в цей період. Вже до кінця третього року життя вага головного мозку збільшується втричі. В основному вага головного мозку збільшується в період від народження до 9 років. В наступні роки збільшення мозкової маси відносно незначне.

Головний мозок немовляти якісно ще мало розвинений, хоч і має велику масу. Поверхня кори великих півкуль у дітей в перші місяці їх життя порівняно гладенька. Головні борозни хоч і помітні вже, але неглибокі, а борозни другого і третього порядків ще не сформувались. Закрутки ще не чітко виражені. Нервових клітин у великих півкулях новонародженої дитини майже стільки, скільки й у дорослої людини (12—14 мільярдів), але вони ще дуже прості за своєю будовою, мають майже веретеноподібну форму з невеликою кількістю відростків, а дендрити їх ще тільки починають формуватись. Після народження нові високодиференційовані нервові клітини появляються в невеликій кількості. Виявлено лише поділ малодиференційованих клітин на певному етапі розвитку.

У трирічної дитини вже чітко виражене диференціювання клітин кори головного мозку, які на цей час мало чим відрізняються від клітин дорослої людини.

Ускладнення будови нервових клітин відбувається повільно і триває до 40 і більше років. Хоч основна маса нервових клітин після народження втрачає здатність до розмноження, проте вони ще протягом багатьох років збільшуються в розмірах, поступово розвиваються їх відростки, у дендритів

утворюються деревовидні розгалуження. 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 років. Так що вже на сьомому році життя в мозковій корі чітко вирисовується диференціювання на 6 шарів клітин.

Борозни на поверхні великих півкуль починають утворюватись на 3—5-му місяцях утробного життя. Вони утворюються неодноразово. У семи-місячного плода є майже всі великі борозни. Після народження дуже швидкий розвиток борозен і закруток сповільнюється, але продовжується до 1—2 років. У п'ятирічної дитини, незважаючи на зовнішню схожість з поверхнею мозку дорослої людини, борозни ще не досягають повної глибини, інше співвідношення часток мозку. Спочатку розвиваються глибокі шари кори, а потім уже поверхневі.

Велике значення для діяльності центральної нервової системи має мієлінізація провідних шляхів, тобто утворення мієлінових оболонок. Мієлінізація починається ще в утробному періоді розвитку і триває після народження. В головному мозку раніше мієлінізуються доцентрові шляхи, і через 5—6 місяців, а іноді через 4—10 років після народження — відцентрові. До двох років закінчується мієлінізація зорових і слухових шляхів.

Мієлінізація всіх спинномозкових нервів закінчується до трьох років (іноді до 5—10 років), але мієлінова оболонка і осьовий циліндр ростуть і після трьох років.

Мієлінова оболонка ізолює одне нервово волокно від другого. Гадають, що мієлінова оболонка, крім того, бере участь і в самому нервовому процесі, бо діяльність нерва супроводжується фізіологічними змінами в його оболонці. Коли на нервових волокнах немає мієлінової оболонки, збудження, що йдуть по цих волокнах від рецепторів до кори півкуль головного мозку, можуть перейти і на сусідні волокна, в результаті чого в корі головного мозку не утвориться чітко обмежених вогнищ збудження.

У молодшому шкільному віці і в період статевого дозрівання у дітей

триває дальший розвиток центральної нервової системи. Удосконалюються окремі нервові клітини і розвиваються нові нервові шляхи, відбувається функціональний розвиток всієї нервової системи. Відмічається посилений ріст лобових часток великих півкуль, у зв'язку з чим збільшується точність і координованість рухів.

Методи фізіологічного вивчення великих півкуль головного мозку. Для вивчення діяльності кори великих півкуль фізіологи застосовують різноманітні методи. Одні з цих методів застосовуються лише в так званих гострих дослідах, коли піддослідна тварина перебуває під наркозом і після досліду гине. Інші методи дають можливість вести вивчення протягом тривалого часу. Розглянемо деякі з цих методів:

1) *Видалення окремих ділянок кори.* При цьому в поведінці тварини виникають ті чи інші порушення, за якими визначають функції видалених ділянок мозку.

2) *Подразнення кори електричним струмом.* При цьому через отвори, зроблені в черепі тварини (під наркозом), до кори мозку підводять спеціальні електроди. Подразнення таким способом різних ділянок кори дає можливість встановити їх функціональний зв'язок з периферичними органами. Цей метод успішно застосовується і для дослідження функцій кори півкуль у людини (під час операцій на головному мозку).

Крім подразнення кори електричним струмом, застосовують ще й різні хімічні подразники.

3) *Вивчення біострумів мозку.* Вивчення електричних явищ у головному мозку вперше почалось у нашій країні. Спеціальні електроди прикладають під час досліду до кори мозку або навіть до шкіри голови, біоструми кори відводяться до чутливого приладу (струнного гальванометра, осцилографа) і записуються на фотопапері у вигляді кривої лінії, яка називається електроенцефалограмою. Порівнюючи електроенцефалограми, записані при різній діяльності організму і під час сну, роблять відповідні висновки. Біоструми можна також вислуховувати за допомогою

навушників або гучномовця.

4) *Клінічні спостереження.* Цей метод полягає в тому, що над людьми, в яких трапляються крововиливи, поранення або пухлини мозку, ведуть спостереження за порушеннями в їх рухах, чутливості, поведінці тощо. Після смерті людини знімають її черепну коробку і з'ясовують, яких змін зазнали ті чи інші ділянки мозку. Знаючи порушення, які сталися в діяльності організму, можна встановити функцію пошкодженої ділянки кори головного мозку.

5) *Метод умовних рефлексів, розроблений І. П. Павловим.* Це основний і найбільш ефективний метод вивчення фізіологічних функцій кори великих півкуль головного мозку. На відміну від перелічених вище методів, які дають можливість з'ясувати лише окремі питання діяльності великих півкуль, метод умовних рефлексів дозволяє строго об'єктивно на цілком здоровому організмі тварини чи людини досліджувати різноманітні акти поведінки, в основі яких лежать фізіологічні процеси, що відбуваються в корі великих півкуль головного мозку. Завдяки методу умовних рефлексів, або методу об'єктивного вивчення вищої нервової діяльності, І. П. Павлов розкрив фізіологічні механізми діяльності кори великих півкуль головного мозку. Для вивчення поведінки дітей тепер широко застосовують різноманітні психологічні та педагогічні методи.

§ 6. Рефлекторна діяльність кори великих півкуль головного мозку

Безумовні і умовні рефлекси. Питання про фізіологічні закономірності діяльності кори великих півкуль головного мозку залишалось не з'ясованим аж до початку ХХ ст. Вчені розуміли, що з функцією кори великих півкуль зв'язана психіка, «душевна» діяльність, тобто довільні дії, які нібито здійснюються за бажанням або наміром тварини чи людини незалежно від будь-яких впливів ззовні. Але до І. М. Сеченова і І. П. Павлова фізіологи не знали шляхів і методів вивчення психічної, «душевної» діяльності. Тому довгий час у науці панували ідеалістичні погляди, згідно з якими психічна

діяльність людини є нібито проявом нематеріального начала — душі, що між психічними і фізіологічними процесами нібито немає нічого спільного.

І. М. Сеченов — основоположник російської матеріалістичної фізіології — перший із фізіологів підійшов до вивчення діяльності кори великих півкуль з матеріалістичних позицій. У своїй книзі «Рефлекси головного мозку», яка вийшла в світ у 1863р., І. М. Сеченов доводив, що і в основі психічної діяльності людини лежать рефлекторні реакції, здійснювані у відповідь на вплив зовнішнього середовища. Він доводив, що між психічними і фізіологічними процесами є тісний зв'язок і вважав, що навіть в основі мислення лежить рефлекторний механізм.

І. П. Павлов за допомогою розробленого ним об'єктивного методу дослідження поведінки тварин — умовних рефлексів — відкрив фізіологічні закони діяльності кори великих півкуль і створив вчення про вищу нервову діяльність. Численні експерименти, проведені І. П. Павловим і його учнями за допомогою цього методу, підтвердили думку І. М. Сеченова проте, що вся діяльність організму, в тому числі і психічна, причинно зумовлена, тобто є реакцією організму на подразнення із зовнішнього або внутрішнього середовища. Всю рефлекторну діяльність людини і тварини І. П. Павлов поділив на дві категорії: безумовні і умовні рефлекси.

Безумовні рефлекси — це природжені реакції організму на подразнення з зовнішнього або внутрішнього середовища. Вони неминуче проявляються в усякого здорового організму тварини і людини в певний момент його життя, якщо діє подразник, що їх викликає. Рефлекси чхання, кліпання, кашлю і т. п.— це прості безумовні рефлекси; а такі безумовні рефлекси, як харчовий, оборонний, статевий і т. п.,— це складні рефлекси, що називаються інстинктами.

Безумовні рефлекси є видовими: вони властиві кожній особині даного виду тварин.

Здійснення безумовних рефлексів зв'язане з діяльністю нижчих відділів центральної нервової системи — спинного мозку і стовбура головного мозку.

Про це свідчить той факт, що при наявності цих відділів безумовні рефлексі зберігаються у тварин і після видалення кори великих півкуль головного мозку. Але в нормальних умовах діяльності здорового організму безумовні рефлексі відбуваються під значним впливом кори великих півкуль головного мозку.

Безумовні рефлексі постійні.

Навколишнє середовище безперервно змінюється; тварини, і особливо людина, поведінка якої визначається сукупністю суспільних відносин, виявляються все в нових і нових умовах. Тому в житті тварин, і особливо людини, виключно велике значення мають тимчасові зв'язки організму з середовищем — умовні рефлексі.

Умовні рефлексі, на відміну від безумовних, є індивідуальними: в одних організмів даного виду вони можуть бути, а в інших їх може не бути. Це рефлексі набуті. Вони виробляються у тварин чи людини в процесі індивідуального життя і надбудовуються на базі безумовних рефлексів.

Умовні рефлексі є функцією вищого відділу центральної нервової системи — кори великих півкуль головного мозку. Якщо у тварини видалити кору великих півкуль головного мозку, то всі умовні рефлексі зникнуть.

Утворення умовних рефлексів. Умовні рефлексі утворюються на основі безумовних, природжених рефлексів. Основною умовою утворення умовного рефлексу є поєднання того чи іншого індиферентного (байдужого) подразника з дією подразника, який викликає безумовний рефлекс. Так, звук дзвоника не викликає у собаки слиновиділення. Але якщо звук дзвоника кілька разів поєднати з годівлею тварини, то пізніше один лише звук дзвоника викличе у собаки всю ту складну реакцію, яку раніш викликала їжа: тварина буде облизуватись, шукатиме їжу, у неї почне виділятися слина. Виділення слини на їжу, що потрапила в рот, є прояв природженого, безумовного рефлексу. Слиновиділення на звук дзвоника, який кілька разів «підкріплювався» годівлею тварини,— це набутий, умовний рефлекс. Подразники, що викликають природжені, спадкові рефлексі, називаються безумовними.

Подразники, що викликають набуті рефлекс, називаються умовними, або сигналами. Умовний рефлекс може вироблятися на будь-який сигнал, якщо він кілька разів поєднувався з дією безумовного подразника. Умовні рефлекс можуть вироблятися не тільки на поодинокі зовнішні подразники, але й на комплекси їх, на порядкове місце подразника, на припинення його дії тощо. Нарешті умовним подразником може бути час: якщо собаці давати їжу через кожні п'ять хвилин, то після кількох дослідів у нього виділятиметься слина тільки на п'ятій хвилині після попередньої годівлі.

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.

В утворенні тимчасових нервових зв'язків, комплексних умовних рефлексів і рефлексів вищого порядку проявляється синтетична діяльність кори великих півкуль головного мозку. Утворення умовного рефлексу є проявом фізіологічного синтезу.

Механізм утворення умовних рефлексів. Умовний рефлекс утворюється внаслідок встановлення в корі великих півкуль тимчасового зв'язку між двома вогнищами збудження. Коли собака їсть, їжа подразнює смакові рецептори ротової порожнини. Збудження, що виникає в рецепторах, по доцентрових нервах надходить у слиновидільний центр в довгастому мозку. Звідси воно йде по відцентрових нервах до слинної залози і викликає секрецію слини. Це безумовний рефлекс. Одночасно з довгастого мозку збудження надходить у відповідну ділянку кори півкуль головного мозку, де також виникає вогнище збудження.

Якщо перед собакою засвітити електричну лампочку, то ніякого слиновидільного рефлексу не буде (тут світло лампочки є індиферентним подразником). Але нервові імпульси, що виникли в зорових рецепторах ока, проводяться в зорову зону кори півкуль головного мозку і там виникає вогнище збудження.

Якщо ж одночасно або перед годівлею тварин засвічувати електричну

лампочку, то в корі півкуль виникають два вогнища збудження: в харчовому центрі і в зоровій зоні. Збудження з цих центрів поширюється по корі і підвищує її збудливість (особливо на шляху між обома вогнищами, де проходять зустрічні хвилі нервових імпульсів). При повторному застосуванні обох подразників між цими вогнищами збудження встановлюється тимчасовий зв'язок, або, за висловом І. П. Павлова, відбуваються «замикання». Тепер нервові імпульси від рецепторів ока йдуть у зоровий центр кори півкуль, звідти вони переходять по протореному шляху в харчовий центр кори, потім у слиновидільний центр довгастого мозку і до слинних залоз, збуджуючи їх роботу. Так замикається дуга умовного рефлексу, і світло електричної лампочки стає умовним подразником (сигналом) їжі.

Такий фізіологічний механізм встановлення тимчасових зв'язків і в людей між різними уявленнями, ідеями, словами, вчинками і т. д.

Таким чином, основна функція кори великих півкуль головного мозку полягає в замиканні тимчасових зв'язків, завдяки яким виробляються умовні рефлексі. Цим самим кора півкуль є вищим органом індивідуального пристосування організму до умов середовища.

§ 7. Гальмування умовних рефлексів

В основі діяльності кори великих півкуль головного мозку, як і всієї центральної нервової системи, лежить взаємодія двох нервових процесів — збудження і гальмування. Закономірності, за якими відбуваються процеси гальмування в корі великих півкуль, були встановлені методом умовних рефлексів. І. П. Павлов розрізняв два основних види гальмування в корі великих півкуль: безумовне (зовнішнє) і умовне (внутрішнє).

Безумовне гальмування. Розрізняють безумовне гальмування індукційне і замежове.

Якщо одночасно з дією умовного подразника з'явиться будь-який сторонній подразник, то він викличе орієнтувальний рефлекс, і в корі великих півкуль виникне нове вогнище збудження. При цьому під впливом негативної

індукції зменшиться збудливість або з'явиться гальмівний стан в інших пунктах кори, в тому числі і в тих, які зв'язані з перебігом умовного рефлексу. В результаті умовний рефлекс частково або повністю загальмується. Так, слиновидільний умовний рефлекс на світло електричної лампочки загальмується різким звуком.

Нервова клітина може перейти в стан гальмування і в тому випадку, якщо вона зазнає дії тривалого або навіть короточасного, але дуже сильного подразнення. Наприклад: у собаки вироблений міцний умовний рефлекс на звук ріжка; якщо в наступних дослідах поступово підсилювати звук, то умовний рефлекс, який досяг максимальної величини, починає зменшуватись і, нарешті, при якійсь граничній силі збудження зникає зовсім.

Гальмування, що розвивається в коровій клітині під впливом тривалого або надсильного подразнення, І. П. Павлов назвав замежовим. За своїм значенням замежове гальмування є охоронним, бо воно оберігає нервові клітини від виснаження та функціонального руйнування, яке могло б настати внаслідок їх надмірної діяльності.

Обидва види зовнішнього гальмування (індукційне і замежове) І. П. Павлов об'єднав поняттям безумовне гальмування, бо вони так само, як і безумовні рефлекс, виникають одночасно з дією подразника.

Як індукційне, так і замежове гальмування властиве не тільки корі великих півкуль головного мозку, а й всім іншим відділам нервової системи.

Умовне гальмування. Умовне, або внутрішнє, гальмування, на відміну від безумовного, виникає в корі головного мозку повільно і поступово. Воно виробляється при певних умовах, подібно до того, як виробляється умовний рефлекс. Основною умовою виникнення в клітинах кори головного мозку внутрішнього гальмування є відсутність підкріплення умовного подразника безумовним. Найбільш поширеними і найважливішими видами умовного гальмування є згасальне і диференціувальне.

Згасальне гальмування розвивається в корі півкуль в тих випадках, коли умовний подразник застосовується кілька разів підряд без підкріплення його

безумовним. При цьому відбувається поступове зменшення величини умовного рефлексу до його повного зникнення. Так, наприклад, у собаки виробили міцний слиновидільний рефлекс на звук дзвоника. Якщо цей умовний подразник (звук дзвоника) застосовувати, не супроводячи його їжею, то з кожним разом слини виділятиметься дедалі менше і, нарешті, вона зовсім перестане виділятися. Таким чином, внаслідок непідкріплення безумовним подразником, умовний позитивний подразник поступово з позитивного перетворюється в негативний, гальмівний.

Згасальне гальмування має велике значення в життєдіяльності організму. Воно зумовлює тимчасовий характер умовних рефлексів, забезпечуючи уточнення індивідуального пристосування до умов існування. На сигнали, які більше не підкріплюються безумовними подразниками і, отже, втратили своє значення, організм перестає реагувати. Завдяки згасальному гальмуванню, наприклад, кожна дитина в процесі навчання має можливість уточнити неправильно заучені поняття, правила, факти, удосконалювати свою рухову діяльність — спортивні, трудові та інші навички і т. д.

Диференціовальне гальмування виникає в корі півкуль головного мозку при дії непідкріплюваного сигналу, близького до умовного. Так, якщо у собаки виробити умовний рефлекс на звук певного тону (наприклад, «ре»), то і сусідні з ним тони спочатку викликать ту ж саму реакцію. Ця перша фаза диференціовального гальмування, яка дістала назву генералізації, або узагальнення, є наслідком іррадіації збудження; вона може бути прикладом синтетичної діяльності кори півкуль головного мозку.

Проте при багаторазовому повторенні дослідів, в ході яких лише тон «ре» підкріплюватиметься безумовним подразником, тварина поступово менше реагуватиме на непідкріплювані близькі тони і, нарешті, зовсім перестане реагувати на них. Це результат розрізнення, або диференціювання, подразників.

Розрізнення близьких за характером сигналів — диференціовальне гальмування — лежить в основі аналітичної діяльності кори великих півкуль

головного мозку. Воно уточняє діяльність організму, сприяє тонкому розрізненню предметів і явищ, навколишньої природи і суспільного життя. Тому у процесі навчання і виховання дітей цей вид гальмування має особливо велике значення.

Як показали праці лабораторії М. І. Красногорського, у дітей диференціовальне гальмування досягає свого функціонального удосконалення між 3 і 4 роками життя. Швидкість і стійкість диференціювання з віком збільшується. Проте тонке диференціювання, а також тривале застосування гальмівного подразника для дітей завжди становить дуже важке нерве завдання, що нерідко може викликати розлад нормального взаємовідношення між процесами збудження і гальмування, призвести до неврозу.

§ 8. Рух нервових процесів у корі великих півкуль головного мозку

Іррадіація і концентрація збудження і гальмування. З допомогою методу умовних рефлексів встановлено, що в корі великих півкуль відбувається рух процесів збудження і гальмування. Виникнувши в тих або інших ділянках кори, вони іррадіюють, поширюються на сусідні, а іноді й на досить віддалені ділянки, після чого знову зосереджуються, концентруються в своїх вихідних пунктах.

Коли людина перебуває в діяльному стані, то в корі великих півкуль у неї постійно виникають процеси збудження і гальмування; вони то іррадіюють, то концентруються. Якщо ми уявимо збуджені ділянки світлими, а загальмовані — затемненими, то кора півкуль матиме вигляд світлової мозаїки, всі частини якої дуже рухомі: безперервно одні світлі чи затемнені ділянки розширюються, другі зменшуються; затемнені місця раптом освітлюються, а освітлені затемнюються.

У дітей молодшого шкільного віку процеси збудження і гальмування легко іррадіюють по корі півкуль і важче концентруються, що перешкоджає здійснювати тонке диференціювання. З цим зв'язана і менша стійкість уваги і швидша стомлюваність нервової системи у дітей, особливо при неправильній

постановці навчально-виховної роботи (одноманітному або надмірному навантаженні розумовою працею).

Взаємодія збудження і гальмування. Процеси збудження і гальмування постійно взаємодіють в корі великих півкуль за законом взаємної індукції, тобто взаємного посилення. Так, збудження, що виникло в якій-небудь ділянці центральної нервової системи, викликає навколо себе протилежний стан — гальмування. А при виникненні вогнища гальмування навколо нього розвивається стан збудження. Це так звана одночасна індукція. Стан збудження або гальмування в даній ділянці після припинення дії подразника, що викликав цей стан, змінюється протилежним станом; це — послідовна індукція. При цьому попередній стан зумовлює посилення протилежного стану, що приходить йому на зміну. Посилення збудження під впливом процесу гальмування І. П. Павлов назвав позитивною індукцією, а посилення гальмування під впливом процесу збудження — негативною індукцією. Явища взаємної індукції, збудження і гальмування мають місце у всіх відділах центральної нервової системи, але особливо проявляються в діяльності кори великих півкуль головного мозку.

§ 9. Вчення І. П. Павлова про вищу нервову діяльність

Діяльність нервової системи, що здійснює єдність функцій організму і умов його життя, називається вищою нервовою діяльністю; вона складається з умовних і безумовних рефлексів.

За І. П. Павловим ці умовні і безумовні рефлекси і є об'єктивним проявом психічної, або душевної, діяльності тварин.

Характерною особливістю вищої нервової діяльності є її надзвичайна мінливість, пластичність. Вона здатна тонко і швидко змінюватись відповідно до змін зовнішнього середовища, умов життя.

Вища нервова діяльність, ця перша і основна діяльність нервової системи, яка забезпечує єдність Організму і умов його життя, тісно зв'язана з другою, нижчою нервовою діяльністю, з об'єднанням роботи всіх частин

організму, а саме з об'єднанням і регулюванням роботи всіх внутрішніх органів. Цілком зрозуміло, що вища нервова діяльність, яка визначає поведінку, — рухи тварини, скорочення скелетних м'язів, — неможлива без узгодження з нижчою нервовою діяльністю — роботою серця, кровоносних судин, органів дихання і травлення, залоз внутрішньої секреції та інших внутрішніх органів.

Вища нервова діяльність притаманна всім тваринам, які мають нервову систему. На відміну від тварин, людині властива не тільки складна вища нервова діяльність, але і вища форма психіки — свідомість, яка є відображенням суспільного буття в мозку людини. Людина (доросла чи дитина), на відміну від тварин, здатна до вольових, свідомих цілеспрямованих Дій.

§ 10. Умовні рефлекси у дітей

Умовні рухові рефлекси утворюються у новонароджених дітей в перші дні їх життя. Але через недостатній ще розвиток нервової системи, тонусу і скоротливості скелетних м'язів, безумовні і умовні рефлекторні рухи короточасні, нестійкі і не координовані, крім рефлексів ссання, ковтання та відсмикування кінцівок при больових подразненнях.

Спочатку у дитини утворюється слуховий умовний руховий рефлекс, або рефлекс на положення тіла (вестибулярний), потім зоровий і, нарешті, шкірно-дотиковий. Нюхові і смакові умовні рухові рефлекси виробляються на другому місяці життя дитини. У два місяці дитина повертає голову на звук, може піднімати голову і тримати її в такому положенні 1—1,5хв. У віці 1—2 місяців у дитини появляються усмішка і сміх.

Умовні харчові рухові рефлекси утворюються у новонароджених дітей в перший день їх життя (залежно від адекватності умовних і безумовних подразників). Умовний смоктальний рефлекс на тактильне (дотикове) подразнення шкіри (поза безумовною рефлексогенною зоною) можна утворити в перший день життя дитини.

У здорової дитини у 10—14-денному віці, якщо покласти її в таке по-

ложення, в якому її годують, pojawiaються харчові реакції ще до годування. Вона повертає голову набік, розкриває рот і починає робити смоктальні рухи. Це умовний рефлекс на комплексний натуральний подразник рецепторів травного тракту і рухового аналізатора.

Умовні рефлекси, вироблені протягом першого місяця життя немовляти, дуже нестійкі. Чим менша за віком дитина, тим більше підкріплень безумовним рефлексом необхідно для утворення стійкого умовного рефлексу. Під кінець другого місяця життя дитина може диференціювати умовні подразники, які значно відмінні один від одного. На третьому місяці дитина розпізнає близьких і незнайомих людей. У 6 місяців у дітей виробляються негативні (гальмівні) рефлекси.

Шестимісячна дитина легко розрізняє запахи, механічні, температурні і пропріоцептивні (м'язові) подразнення. Аналіз слухових подразнень ще недостатній. Зорові умовні подразники дитина добре розрізняє. Вже на першому році життя дитина розрізняє форму і рух предметів, а також різні кольори.

У 1,5—2-річних дітей умовні рухові рефлекси на поодинокі подразнення швидко утворюються і зразу стають стійкими. До 2,5 років значно удосконалюється вища нервова діяльність: легко утворюються і швидко закріплюються, а при непідкріпленні швидко згасають прості і складні умовні рефлекси.

Умовні рефлекси утворюються у дітей як на подразнення зовнішніх органів чуття, так і на подразнення рецепторів внутрішніх органів. Вони швидко закріплюються і стають автоматизованими. Умовні рефлекси виробляються у дітей не тільки на різні подразники, але й на різні інтенсивності одного й того самого подразника.

У дітей дошкільного і шкільного віку синтезуюча здатність кори великих півкуль значно посилюється, особливо щодо вироблення умовних рефлексів вищих порядків. Так, у дітей-дошкільнят вироблялись умовні рефлекси шостого порядку, а у школярів — ще складніші. У вищих тварин можна виробити умовні рефлекси не вище третього порядку.

Утворення умовних рефлексів вищих порядків краще забезпечує відповідність поведінки дітей до умов їх життя, ніж умовні рефлекси першого порядку.

Нові умовні рефлекси утворюються тим легше і швидше, чим менша за віком дитина. В період статевого дозрівання нові умовні рефлекси у дітей утворюються повільніше. Це залежить, напевне, від гальмування з боку нейронів центра статевих органів (який перебуває в стані підвищеної збудливості), тобто від негативної індукції.

В лабораторії Л. А. Орбелі встановлено, що чим менша за віком дитина, тим довше зберігаються вироблені у неї умовні рефлекси.

§ 11. Гальмування умовних рефлексів у дітей

Безумовне (зовнішнє) індукційне гальмування виникає у дітей при дії сторонніх подразників з зовнішнього середовища та дії нервових імпульсів з внутрішніх органів і тканин. Так, переповнення сечового міхура гальмує умовні рефлекси. Зовнішнє гальмування залежить від сили стороннього подразника (воно більше при дії сильних подразників), від міцності умовного рефлексу (легше загальмовуються нові, ще нестійкі рефлекси), від віку дитини (чим менша за віком дитина, тим легше загальмовуються умовні рефлекси).

Безумовне замежове гальмування виникає як при дії надсильних подразників, так і при дії слабких подразників, що повільно і довго діють при стомленні, виснаженні нервової системи і при емоціях. У всіх цих випадках воно має охоронне значення, оберігаючи від руйнування нервові клітини головного мозку в результаті сильного або тривалого збудження.

Умовне (внутрішнє) гальмування. Якщо умовний подразник не підкріплюється безумовним, то позитивний умовний рефлекс поступово згасає. У здорових дітей через деякий час (10-15 хв.) згаслий умовний рефлекс знову з'являється, навіть без підкріплення.

Згасання умовних рефлексів залежить від індивідуальних особливостей (типів) нервової системи. Новоутворені рефлекси швидше згасають, ніж старі,

стійкі рефлекси. У голодних дітей умовні харчові рефлекси згасають важче, ніж у нагодованих.

Гальмування під час згасання рефлексу іррадіює і може перейти в фізіологічний сон. Згасальне гальмування піддається вправлянню. Чим частіше воно утворюється, тим скоріше воно виникає при згасанні не тільки даного умовного рефлексу, але й при наступному згасанні інших рефлексів. На згасальному гальмуванні ґрунтується здатність позбавлятися непотрібних або шкідливих звичок, коли умовний подразник, що викликав непотрібну або шкідливу дію, систематично не підкріплюється.

Умовне гальмо. Коли індиферентний подразник передує умовному подразнику, який в даному випадку не підкріплюється, то він стає умовним гальмом, сигналом непідкріплення. У здорових дітей умовне гальмо утворюється після 2—6 непідкріплень.

У дітей умовне гальмування специфічне і диференційоване. Подразник, перетворений в умовне гальмо, гальмує тільки той умовний рефлекс, з яким він зв'язаний, а інших умовних рефлексів він не затримує. Вони починають гальмуватись лише в тому випадку, коли умовне гальмо кілька разів співпадає з ними без підкріплення.

Умовні гальма зберігають свою затримуючу дію протягом місяців і років, але швидко перестають діяти, якщо їх комбінація з умовним подразником починає підкріплюватись.

У дітей можуть бути утворені умовні гальма другого, третього і вищих порядків, якщо будь-який новий індиферентний подразник кілька разів співпадає з дією умовного гальма першого або другого і т. д. порядків.

Умовні гальма мають велике значення у вихованні та навчанні дітей, особливо у вихованні дисципліни.

Запізнювальні умовні рефлекси. Якщо поступово збільшувати проміжок часу між початком дії умовного подразника і початком підкріплення його безумовним подразником (їжею), то виробляється запізнювальний умовний рефлекс.

У дітей дошкільного і молодшого шкільного віку запізнювальні умовні рефлекси утворюються важче і повільніше, ніж інші гальмівні умовні рефлекси. При частому застосуванні запізнювальних умовних рефлексів появляється дрімота, сонливість і фізіологічний сон. Часте і посилене утворення запізнювальних умовних рефлексів може викликати у дітей тимчасові порушення вищої нервової діяльності.

Диференціювальне гальмування. Ця різновидність внутрішнього гальмування виробляється при підкріпленні умовних подразників певної якості і інтенсивності і непідкріпленні умовних подразників, близьких за якістю і інтенсивністю. В першому випадку виникає збудження, а в другому— диференціювальне розрізнявальне гальмування. Наприклад, завдяки диференціювальному гальмуванню в ділянці зорового аналізатора розрізняються відтінки світла, кольорів та їх інтенсивності; в ділянці слухового аналізатора — висота, сила, склад і локалізація звуків і т. д.

У дітей тонке диференціювання виробляється поступово. Щоб утворити тонке диференціювання, яке дітям важко дається, треба спочатку утворити більш грубе, яке легко виробляється. Якщо ж не переходити поступово від легких завдань до важких, то може настати порушення вищої нервової діяльності (неврози та ін.).

Спочатку диференціювальне гальмування утворюється важко, потім його утворення дедалі прискорюється і удосконалюється. Перш ніж переходити до вироблення нового диференціювання, потрібно міцно закріпити попереднє. Чим складніше диференціювання, тим більше часу необхідно для його утворення. У різних дітей спостерігається різний оптимальний час вироблення диференціювань.

Чим менша за віком дитина, тим більша іррадіація (поширення) збудження і тим менша його концентрація, а отже, і диференціювання внутрішнім гальмуванням.

Диференціювальне гальмування підвищує ефективність навчального процесу. Прикладом може бути використання порівняння та зіставлення.

§ 12. Перша і друга сигнальні системи

Досліджуючи утворення умовних рефлексів у тварин, процеси збудження і гальмування в корі великих півкуль головного мозку, І. П. Павлов завжди цікавився питанням, чи не можна перенести встановлені в досліджах на тваринах закономірності на людину. Визнаючи той факт, що вища нервова діяльність людини незрівнянно складніша, ніж у тварин, І. П. Павлов в той же час вказував, що основні фізіологічні закономірності діяльності кори головного мозку, найзагальніші основи вищої нервової діяльності однакові у вищих тварин і у людини. Це означає, що найскладніша діяльність кори великих півкуль головного мозку людини здійснюється шляхом аналізу і утворення тимчасових зв'язків (синтезу), що в ній відбуваються процеси іррадіації і концентрації збудження і гальмування, процеси взаємної індукції цих процесів і формування складних динамічних стереотипів. Звичайно, проявляються всі ці основні закономірності у людини далеко складніше, ніж у тварин. І. П. Павлов завжди підкреслював і своєрідність вищої нервової діяльності людини. В основі цієї своєрідності лежить насамперед те, що людині властива мова.

Якщо у тварин умовні рефлекси виробляються на безпосередні сигнали дійсності — зорові, слухові, нюхові, смакові і т. д., то у людини умовні рефлекси утворюються ще й на словесні подразники, тобто на слова, сказані або написані, які є ніби сигнали сигналів дійсності.

Сукупність безпосередніх сигналів (звуків, кольорів запахів і т.д.) І. П. Павлов назвав першою сигнальною системою дійсності; вона властива всім тваринам і людині. Словесні подразники утворюють другу сигнальну систему, властиву людині.

Друга сигнальна система склала, за висловом І. П. Павлова, надзвичайний додаток до механізму нервової діяльності, який відбувся в процесі еволюції тваринного світу на фазі людини. Вона виникла і розвинулась під впливом розвитку суспільних відносин на базі колективної праці. «Якщо наші

відчуття і уявлення, що стосуються навколишнього світу, є для нас перші сигнали дійсності, конкретні сигнали, то мова, спеціально насамперед кінестезичні подразнення, що йдуть у кору від мовних органів, є другі сигнали, сигнали сигналів. Вони являють собою абстрагування від дійсності і допускають узагальнення, що й становить наше додаткове, спеціально людське, вище мислення, яке створює спершу загальнолюдський емпіризм, а нарешті і науку — знаряддя вищого орієнтування людини в навколишньому світі і в собі самій».

Друга сигнальна система розвивається на основі першої сигнальної системи, на основі сприймань, образів, уявлень, які виникають про предмети зовнішнього світу та їх взаємовідношення між собою завдяки діяльності мозкових кінців аналізаторів. Умовні рефлекси на слова утворюються завдяки тому, що при навчанні дітей мови предмети і явища поєднуються у дитини з їх словесним позначенням. На відміну від тварин, дитина реагує не на звукосполучення слова, а на його значення, на те, що узагальнює слово. Так, слиновидільний рефлекс, що утворився у дитини, коли вона бачила булку, проявиться на вимовлення слів «булка» і «білий хліб». Дресирований собака, який стає на задні лапи при слові «служи», зовсім не реагуватиме на слова «стань вертикально».

Слова означають не тільки окремі предмети, певні якості і дії, але й риси, характерні для групи більш або менш однорідних предметів і явищ. Цим пояснюється той факт, що рефлекси, які виробляються на словесні подразники, набагато складніші від тих, які утворюються на безпосередні сигнали. Наприклад, якщо собака доторкнеться до гарячого чайника, то, якщо він лише побачить чайника, в нього утвориться умовний рефлекс. Він обминатиме чайник, але може обпектись об утюг або інший гарячий предмет, з яким він ще не стикався.

А дитині досить сказати: гаряче або боляче, щоб вона не тягнулась ні до чайника, ні до утюга, ні до тарілки з гарячою стравою. Хоч предмети зовні відмінні, їх спільна властивість — гарячі, спричиняють біль, виражається

словом, яке дитина чує, розуміє і реагує на нього. В даному випадку реакція дитини доцільна.

Головне в слові — це поняття, як абстрагування або узагальнення предметів і явищ навколишнього світу, узагальнення об'єктивної реальності, тобто внутрішній смисл слова, його зміст, а не звуковий або письмовий образи слова. Слова діють на людей не звуками усної мови і не зоровим зображенням письмової мови, а своїм внутрішнім смислом, своїм змістом.

Словесна, тобто друга сигнальна система, об'єднує і спрямовує діяльність першої сигнальної системи, але постійно коригується останньою, якщо словесна стає неадекватною (невідповідною) по відношенню до реальних подразників. Так, якщо у школяра молодших класів виробляється умовний рефлекс на червоний колір (умовний подразник — червоний колір) і під час дії червоного кольору ввести в експеримент словесний подразник «немає червоного кольору», то дитина реагуватиме не на слова, а на червоний колір.

У здорових дітей при порушенні відповідності другої сигнальної системи першій, тобто відповідності слів реальним фактам дійсності, перша сигнальна система відразу починає коригувати другу. Реальний подразник перемагає словесного подразника.

Звідси важливий педагогічний висновок: знання дітей, їх уявлення і поняття міцніші і точніші тоді, коли вони набуті шляхом наочного, предметного навчання.

У складній взаємодії першої і другої сигнальних систем провідна роль належить другій сигнальній системі. Вона регулює діяльність першої сигнальної системи і безумовні рефлекси. Людина може свідомо загальмувати умовні і безумовні рефлекси. Слово, як умовний подразник соціального порядку, на відміну від умовних подразників тварин, може стати (особливо для дорослих людей) набагато сильнішим фактором впливу, ніж безумовні подразники.

Завдяки словесній, тобто другій сигнальній системі, сприймання зовнішнього світу у людини значно багатше і глибше, ніж у тварин. Завдяки

другій сигнальній системі можливе узагальнення, абстрактне мислення, що є спеціально людським, вищим мисленням.

Значення словесної, другої сигнальної системи в житті людей надзвичайно велике: мова служить для дітей і дорослих людей засобом спілкування, словами люди передають один одному свій досвід і знання, виражають свої думки і почуття, бажання і т. д. Весь індивідуальний розвиток дитини, набування нею знань і майстерності зв'язані з мовою. Взаємний вплив людей здійснюється через мову. Художнє виховання дітей, розуміння художнього твору (картин, скульптур, музики) також здійснюється через другу сигнальну систему.

У вищій нервовій діяльності дітей молодшого шкільного віку (особливо в учнів I—II класів) ще переважає перша сигнальна система, яка зумовлює конкретний, наочно-образний характер їх мислення. Але й друга сигнальна система в цьому віці розвивається з наростаючою швидкістю. Це проявляється насамперед в утворенні тонших і міцніших зв'язків, що утворюються на основі єдності чуттєвих вражень і слова, яке відіграє для дитини дедалі більшу роль.

Динамічний стереотип. Вища нервова діяльність як людини, так і тварин ґрунтується не на поодиноких умовних рефlekсах, а здебільшого на цілих комплексах, системах реакцій, які відбуваються часто в певній закономірно повторюваній послідовності. Кора великих півкуль головного мозку дітей уже в перші два роки проявляє величезну синтезуючу (зв'язуючу, об'єднуючу) силу. В наступні роки її функція посилюється і вдосконалюється. Завдяки синтезуючій функції кора півкуль може створювати дуже складні системи діяльності. Систему корової діяльності, яка виробляється при повторюваних впливах подразників, що діють в певній послідовності, І. П. Павлов назвав динамічним стереотипом.

При навчанні спортивних, трудових, музикальних та інших рухів в результаті багаторазового їх повторення формуються навички, фізіологічною основою яких є система закріплених, автоматизованих умовних рефлексів — динамічний стереотип. Останній має величезне значення: звична робота

виконується людиною швидко, злагоджено, без зайвих рухів, економно витрачається енергія м'язів і нервової системи.

Динамічний стереотип утворюється, якщо протягом багатьох днів в один і той самий час і водному й тому самому порядку, з однаковими інтервалами застосовується система позитивних і негативних умовних подразників. Постійне застосування в одному й тому самому порядку умовних подразників приводить до утворення певної системи умовних рефлексів, певної послідовності в діяльності різних аналізаторів у великих півкулях і підкорових центрах та певних тимчасових нервових зв'язків між ними. Між вогнищами збудження і гальмування у великих півкулях і підкорових центрах утворюється певний нервовий зв'язок в часі і просторі. Цей зв'язок стає міцним, і тому переробити динамічний стереотип важко.

Прикладами стереотипу є навчальні заняття за розкладом у школі, де уроки відбуваються в певному порядку: певний, систематично повторюваний режим дня, виконання трудових і спортивних рухів тощо.

У дітей віком 1,5—3 роки легко відбувається послідовне утворення багатьох стереотипів без їх зміни. Утворення стереотипів з наступною їх переробкою для дітей цього віку — значно важче завдання, що проявляється в подовженні часу їх утворення.

У віці 5—6,5 років послідовне утворення багатьох стереотипів без їх зміни відбувається ще швидше і легше, ніж у дітей 1,5—3 років.

У дітей молодшого шкільного віку дуже швидко порівняно з дорослими утворюються нові і відновлюються попередні стереотипи. У дітей середнього (12—14 років) і старшого (15—16 років) шкільного віку утворення динамічного рухового стереотипу відбувається в основному так само, як у молодших школярів, тобто спочатку збудження іррадіює, що проявляється в значній тривалості рухів і в великих коливаннях їх амплітуди, а потім воно концентрується, зменшується прихований період і тривалість рухів, вирівнюється їх амплітуда. Проте, чим старші діти, тим швидше утворюється і зміцнюється руховий динамічний стереотип.

§ 13. Типи вищої нервової діяльності

На основі експериментальних досліджень І. П. Павлов встановив, що характер умовнорефлекторної діяльності в значній мірі залежить від індивідуальних особливостей нервової системи. І. П. Павлов створив вчення про типи вищої нервової діяльності, в основу якого було покладено три основні властивості нервових процесів, які визначають індивідуальні особливості: 1) сила процесів збудження і гальмування, 2) зрівноваженість процесів збудження і гальмування, 3) рухомість процесів збудження і гальмування.

На основі цих властивостей нервової системи І. П. Павлов виділив 4 основних типи вищої нервової діяльності:

перший тип — сильний неврівноважений — характеризується достатньою силою нервових процесів, але збудження переважає над гальмуванням; надмірно збудливий, метушливий, рухи поривчасті;

другий тип — сильний зрівноважений рухливий — має достатню силу і рухомість нервових процесів, добру їх зрівноваженість. Рухливий, товариський, легко орієнтується в новій обстановці, швидко реагує на кожний новий подразник;

третій тип — сильний зрівноважений малорухливий — відзначається малою рухливістю, застійністю нервових процесів при достатній їх силі і врівноваженості. Нетовариський, спокійно і обережно реагує на нові подразники, важко переробляє навички;

четвертий тип — слабкий — нервова система слабка; легко гальмується різними зовнішніми подразниками, має низьку працездатність, швидко стомлюється.

Схематично класифікацію типів вищої нервової діяльності можна показати так: СХЕМА

Наведена класифікація включає в себе лише основні типи; в житті існують різні варіації цих типів.

В основі типу нервової діяльності лежать природжені властивості нервової системи, які, проте, змінюються з віком під впливом виховання, праці і соціальних умов.

Типи нервової системи дітей. Загальноприйнятої класифікації типів нервової системи дітей ще немає.

Нижче наводимо як найбільш прийнятну на даному етапі дослідження класифікацію нервової системи дітей А. Г. Іванова-Смоленського. Ґрунтуючись на дослідженнях з застосуванням об'єктивних методів, А. Г. Іванов-Смоленський розрізняє чотири основних типи нервової системи у дітей шкільного віку: збудливий, лабільний, інертний і гальмівний.

У дітей збудливого типу нервової системи швидко і легко утворюються умовні рефлексі, але важко і повільно виробляються диференціювання. Такі діти багато розмовляють на уроках, не можуть сидіти спокійно, рухаються, неуважні, легко заводять товаришування то з одним, то з іншим учнем.

Діти лабільного типу швидко орієнтуються в новій для них обстановці; у школі вони спокійні, товариські, точно виконують уроки, добре встигають з багатьох предметів. Умовні рефлексі і диференціювання утворюються швидко.

У дітей інертного типу дуже важко утворюються як рефлексі, так і диференціювання. Вони мовчазні, мало проявляють інтересу до навчання; намагаються залишатись на самоті, піддаються навіюванню, погано виконують уроки.

У дітей гальмівного типу важко виробляються умовні рефлексі і легко утворюється диференціювання, що характерно для процесу гальмування. На уроках і під час перерв вони ведуть себе спокійно, зосереджено. Заводять товаришування з іншими дітьми повільно і важко.

Звичайно, наведені типи нервової системи далеко не охоплюють всіх відмінностей темпераментів і характерів дітей шкільного віку. Найчастіше нам доводиться мати справу не з «чистими» типами дітей, а з досить своєрідним поєднанням різноманітних рис характеру.

Вчитель повинен не просто враховувати особистість кожного учня, не пристосовуватись до неї сліпо, а прагнути шліфувати цю особистість, ставити до неї оптимальні вимоги, вести її розвиток вперед. Слід пам'ятати, що типи нервової системи не залишаються незмінними від народження дитини. З дня народження організм зазнає різних впливів оточення. За І. П. Павловим, остаточно складається характер як сплав з природжених рис нервової системи (типу) і змін її властивостей, зумовлених зовнішнім середовищем, які часто закріплюються на все життя.

Поведінка дитини і дорослої людини зумовлюється не тільки природженими властивостями нервової системи, а насамперед тими впливами, які діяли і постійно діють на організм протягом індивідуального життя, тобто залежить від постійного виховання і навчання.

Отже, типи нервової системи у дітей створюються і змінюються головним чином вихованням. Так, систематичним вправлінням гальмування можна до певної міри змінити сильний неврівноважений (збудливий) тип, зробити його більш урівноваженим. Слабкий (інертний) тип важче піддається змінам.

§ 14. Гігієна нервової системи дитини

Для нормального розвитку нервової системи дітей велике значення має насамперед правильна організація режиму дня, тобто правильне чергування праці, відпочинку і сну. Якщо діти в одні й ті самі години розпочинають навчання в школі, приймають чергову їжу, відпочивають, виконують домашні завдання, лягають спати, встають і т. д., якщо їх режим дня відзначається регулярністю, то всі процеси в організмі відбуваються нормально і ритмічно. Точне дотримання режиму дня сприяє виробленню відповідних умовних рефлексів, умовним подразником для яких є час і відповідна обстановка. Так, при наближенні години, коли дитина обідає, у неї з'являється апетит, починають виділятися травні соки. Отже, організм підготовлений до сприймання і перетравлення їжі. А при наближенні години, коли дитина звикла лягати спати, в корі великих півкуль головного мозку особливо легко

іrrадіюють процеси гальмування, що сприяє швидкому засинанню і міцному сну.

Не менш важливе значення для нормального розвитку нервової системи дітей має гігієна навчально-виховної роботи, нормоване розумове навантаження і фізичний розвиток дитини, включаючи усвідомлену, цікаву і посильну фізичну працю. Вчителі повинні пам'ятати, що надмірне розумове перенапруження дітей може спричинити перевтому нервової системи, яка проявляється у швидкому стомлюванні, головних болях, поганому сні і навіть безсонні, підвищеній збудливості і дратливості, у зниженні рівня психічних функцій — пам'яті, уваги, сприймання і засвоєння матеріалу. Внаслідок перевтоми нервової системи у дітей знижується також опірність організму проти інфекційних захворювань.

Особливо не слід допускати перевтоми учнів на уроках. Для цього треба вести урок не одним методом від початку і до кінця, а чергувати методи і прийоми роботи, застосовуючи насамперед активні (практичні і наочні) методи. Кожен учитель повинен знати, що першим проявом стомлення дітей на уроці є їх руховий неспокій, внаслідок послаблення активного гальмування. Якщо в цій фазі не настає відпочинок, то згодом виникає послаблення процесу збудження, що закінчується іrrадіацією гальмування і виражається в апатії, яка переходить в сон.

На розвиток нервової системи дітей значний вплив має навколишнє середовище. Необхідно створювати таке середовище, в якому зовсім не було б факторів, які перезбуджують або пригнічують нервову систему дітей. В школі і в сім'ї повинна бути така обстановка, яка створювала б у дітей бадьорий і життєрадісний настрій. У зв'язку з цим великого значення набуває питання про зовнішнє і внутрішнє художнє оформлення школи, зокрема класних кімнат, приміщень для відпочинку та земельної ділянки школи. Як всередині, так і ззовні школа повинна мати приємний і привабливий вигляд. Чистота і порядок у школі і вдома, доброзичливе і спокійне ставлення вчителів і батьків до дітей позитивно впливає на розвиток їх нервової системи.

Для всебічного і повного розвитку нервової системи, як і для інших органів дитини, велике значення мають різні вправи (фізичні, письмові, лічба, ігри і т. д.). Вправлення нервової системи — це шлях її вдосконалення. Але вправи повинні бути помірними. Занадто часте, а тим більше надмірне напруження центральної нервової системи дитини спричиняє до її перезбудження, наслідком чого буває нервова перевтома.

Важливим фактором, який сприяє нормальному розвитку і зміцненню нервової системи дітей, є раціональне харчування. В харчовому раціоні дітей повинні бути продукти, які містять у собі достатню кількість білків, фосфору, лецитинів, вітамінів групи В та ін. Категорично забороняється давати дітям алкогольні напої, навіть у найменших дозах. Алкоголь шкідливо діє на всі органи і особливо на нервову систему, викликаючи спочатку значне збудження її, а потім стан пригнічення. Не менш шкідливим для дітей є і куріння тютюну. Нікотин, що міститься в тютюні, є сильною отрутою для нервової системи; підчас куріння він викликає у дітей головний біль, нудоту, слиновиділення і т. п. Тютюновий дим отруює дітей і тоді, коли вони перебувають у накуреному приміщенні. Тому не можна курити в приміщеннях, де знаходяться діти.

Сон та його гігієнічне значення. Сон є такою ж обов'язковою потребою організму, як і приймання їжі. Більше того — неспання людина переносить значно важче, ніж голод. Тривале неспання спричиняє смерть.

Фізіологічний механізм сну, його природу вперше вивчив і пояснив І. П. Павлов. В результаті дослідження процесів збудження і гальмування в центральній нервовій системі І. П. Павлов довів, що звичайний сон є не що інше, як процес гальмування, який охоплює всю кору великих півкуль головного мозку і, опускаючись в нижчі відділи головного мозку, поширюється на підкорові центри, проміжний і середній мозок.

Протягом дня всі клітини мозкової кори активно працюють — одні більше, інші менше. В нервових клітинах, завдяки індукції, постійно відбувається зміна збудження і гальмування. Більшість нервових клітин кори головного мозку перебуває вдень у стані збудження, і невелика частина — у

стані гальмування. Гальмування створює протягом дня частковий сон — сон окремих ділянок кори. Діяльність нервових клітин, їх збудження, супроводиться витратою накопиченої в них речовини і енергії, внаслідок чого клітини поступово виснажуються. На кінець дня працездатність корових клітин, в результаті їх виснаження, значно знижується. В ділянках кори, які більше працювали і які, отже, швидше прийшли в стан виснаження, починає розвиватись гальмування. Звідси воно поширюється на всю кору і на нижчі відділи головного мозку. Так, на думку І. П. Павлова, яка в науці тепер вважається найправильнішою, виникає наш звичайний щоденний сон, який забезпечує повний відпочинок всього організму, і особливо центральної нервової системи, органів чуття і м'язової системи.

Сновидіння. Під час сну загальмовується не вся центральна нервова система. У стовбуровій частині головного мозку продовжують свою роботу (на зниженому рівні) нервові центри, які регулюють діяльність серця, дихання та інші функції. В корі великих півкуль під час поширення по ній гальмування можуть залишитись окремі збуджені ділянки, між якими створюються незвичайні зв'язки і взаємовпливи. Діяльність цих незагальмованих пунктів може викликати суб'єктивні переживання, які людина сприймає як сновидіння. Химерне поєднання явищ, які часто не відповідають звичайній життєвій обстановці, є результатом випадкових взаємозв'язків, які утворюються між окремими збудженими ділянками кори головного мозку.

Сновидіння виникають звичайно або на початку засинання, або перед пробудженням, тобто в стані неглибокого сну. Як правило, під час глибокого сну сновидінь не буває. Повноцінним є лише глибокий сон, без сновидінь, бо тільки такий сон забезпечує відпочинок всіх корових клітин. Сновидіння відображають умови середовища, яке оточує людину, умови її життя. Матеріалом для сновидінь бувають враження від дійсності, все пережите, прочитане, почуте в минулому і химерно змінене в мозку.

Нерідко зміст сновидінь тісно пов'язаний з бажаннями людини, причому сниться і те, чого вона бажає, й те, чого не бажає, боїться.

Часто причиною сновидінь бувають подразнення, які діють на організм із зовнішнього середовища або із самого організму. Звичайно перед засинанням людина намагається усунути всі подразники, які можуть заважати міцному сну: гасить світло, вимикає радіо тощо. Проте усунути всі подразники неможливо. Під час сну подразнення продовжують надходити в центральну нервову систему від рецепторів шлунка, кишечника, серця, нирок та інших внутрішніх органів. Якщо перевантажити шлунок перед сном їжею, то майже завжди сон супроводиться кошмарними сновидіннями. Незручне положення тіла також може стати джерелом подразнень, які надходять до кори півкуль головного мозку і збуджують певні групи її клітин. Внаслідок цього в мозку розгальмовуються сліди пережитих в минулому вражень, з яких і будуються наші сновидіння.

На зміст сновидінь може впливати і стан організму сонної людини. Так, коли сплячій людині охолоджували ступні ніг і одночасно дзвенів будильник, то їй снилась зима, їзда на санях, дзвін дзвінка під дугою коней. Людині, що засинала голодною, снилась їдальня.

Отже, в сновидіннях немає нічого таємничого, надприродного. Сновидіння є результатом своєрідної діяльності незагальмованих ділянок кори головного мозку, зміненням відображенням навколишньої дійсності.

Гігієна сну дітей. Для нормального розвитку і діяльності нервової системи дітей особливо велике значення має гігієна сну.

Насамперед необхідно правильно нормувати тривалість сну дітей відповідно до їх віку. Чим менша за віком дитина, тим тривалішим повинен бути її сон. У табл. 3 наведена тривалість сну дітей різного віку (включаючи і денний сон).

Недосипання викликає у дітей млявість, швидку стомлюваність, зниження активності психічних функцій, виснаження нервової системи і зниження опірності організму проти різних захворювань. Лягати спати і просипатись діти повинні завжди в один і той самий час. При цій умові у них виробляться відповідні умовні рефлексії на час, вони швидко засинатимуть і легко

просипатимуться.

Денний сон обов'язковий для дітей переддошкільного і дошкільного віку. Для дітей шкільного віку необхідний для учнів I і II класів, слабих дітей, а також для дітей з підвищеною нервовою збудливістю, недокрів'ям, туберкульозною інтоксикацією і т. п.

Час після вечері діти повинні проводити у спокійній обстановці, яка б не викликала збудження нервової системи. Перед самим сном не слід займатись посиленою розумовою працею, читанням книг, які викликають тяжкі переживання або надміру розвивають фантазію, шумними іграми і т. п. Недотримання цих вимог спричиняє неглибокий і неспокійний сон. Тому час перед сном рекомендується використати для прогулянок на свіжому повітрі (15—20 хвилин), для спокійної музики, бесід з батьками тощо. Якщо дитина перед сном була перезбуджена, чимось налякана або дуже стомилась, у неї можуть настати розлади сну: дитина довго не може заснути, вередує, сон у неї поверховий. Від незначного шарудіння або засвічування світла вона просипається. Нервова дитина іноді здригається у сні. Деякі діти хворіють «нічними страхами»: кричать у сні, чогось лякаються, дрижать, розбуджені вони не впізнають навіть самих близьких людей, а вранці нічого цього не пам'ятають.

Найкращим способом попередження таких порушень сну у дитини є правильний, чіткий режим дня і усунення збуджуючих факторів перед сном.

Щоб уникнути порушень сну, діти повинні вечеряти не пізніше, як за півтори години перед сном. Вечеря повинна бути легкою (без м'ясних і «гострих» страв) і в помірній кількості. Не слід за вечерею дуже наїдатись, бо переповнений шлунок піднімає діафрагму, яка тисне на серце і легені, утруднюючи їх роботу. Наслідком цього буває неспокійний сон з сновидіннями. Не слід перед сном давати дітям речовин, які збуджують нервову систему,— міцного чаю, натурального кофе, шоколаду тощо, бо в таких випадках діти довго не можуть заснути.

Щоб сон дітей був спокійним і міцним, крім всього сказаного, необхідно

ще створити відповідну обстановку: погасити світло, вимкнути радіо, припинити голосні розмови і т. д. Кімнату, в якій сплять діти, перед сном треба добре провітрити. Під час сну дихання у дітей сповільнюється, стає більш поверховим, а тому свіже повітря особливо необхідне. Корисно привчати дітей у теплу погоду спати при відкритому вікні, а взимку при відкритій кватирці. Температура у спальній кімнаті повинна бути не вище 16—17°. Спати в душному приміщенні шкідливо, бо при високій температурі кімнатного повітря утруднюється теплорегуляція організму, внаслідок чого сон буває неспокійний і не міцний.

Не можна допускати, щоб дитина спала в одному ліжку з дорослими або з іншими дітьми. У всіх випадках порушення сну — дитину треба показати лікареві.

РОЗДІЛ IV

АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ І ГІГІЄНА ОРГАНІВ ЧУТТЯ ДИТИНИ

§ 1. Органи чуття (аналізатори) та їх роль у житті людини

Предмети і явища навколишнього світу людина сприймає за допомогою органів чуття. Відчуття, що при цьому виникають, відбивають об'єктивну реальність, яка існує незалежно від нашої свідомості. Відчуття, тобто образи зовнішнього світу, існують в нас, породжувані діями речей на наші органи чуттів.

При обов'язковій безпосередній участі органів чуття здійснюється процес навчання і виховання дитини з дня її народження. Від ступеня розвитку і досконалості органів чуття залежить багато здібностей людини: музикальні, художні, наукового спостереження і т. п. При пошкодженні того чи іншого органу чуття і порушенні його нормальної діяльності порушується цілісність всебічного сприймання оточення: воно стає неповним. Кожен орган чуття, за вченням І. П. Павлова, складається з трьох нерозривно зв'язаних відділів: 1) рецептора — периферичного сприймального апарата, який сприймає

подразнення і перетворює його в нервовий процес збудження, 2) провідника збудження — доцентрового нервового волокна, яке передає збудження в головний мозок, і 3) нервового центра — ділянки кори головного мозку, в якій відбувається тонкий аналіз збудження і виникають відчуття. Всі ці три відділи становлять єдину функціональну систему, яку І. П. Павлов назвав аналізатором.

Рецептори містяться у всіх органах тіла, їх поділяють на три групи:

1) екстерорецептори — розміщені на зовнішній поверхні тіла і сприймають подразнення, які діють на організм ззовні (рецептори шкіри, ока, вуха, язика і носової порожнини). Предмети і явища навколишнього світу, діючи на організм через екстерорецептори, викликають в корі мозку численні відчуття (смак, запах, звук, колір і т. д.);

2) інтерорецептори — містяться у внутрішніх органах (серці, легенях, нирках і т. д.). Збудження, що надходять від них, допомагають центральній нервовій системі рефлекторно регулювати діяльність різних органів і підтримувати відносно сталий склад внутрішнього середовища; збудження, що надходять від інтерорецепторів, звичайно ніяких відчуттів не викликають. Лише при захворюваннях людина відчуває біль в тому чи іншому органі;

3) пропріорецептори — лежать у м'язах, сухожилках, суглобових сумках і зв'язках. Вони сприймають зміни натягу і тиску, які виникають у цих органах під час рухів.

Рецептори можуть сприймати дію різних видів подразників. Але в нормальних умовах кожен з них сприймає який-небудь один (специфічний для нього) подразник. Так, для рецепторів ока специфічним подразником є світло, для рецепторів вуха — звукові коливання, для рецепторів смаку і нюху — хімічні подразники і т. д.

Рецепторам властива висока збудливість, тобто велика чутливість до специфічних подразників. Так, у темряві людина розрізняє світло однієї свічки на відстані 2 кілометрів. Збудливість рецепторів залежить як від стану всього аналізатора, так і від загального стану організму. Найменша різниця в силі

двох подразників одного виду, яка може сприйматись органами чуття, називається порогом розрізнення.

У людини є такі органи чуття: смаку, нюху, шкірної чутливості, зору, слуху, чуття положення тіла в просторі, м'язово-суглобове чуття.

У дітей органи чуття ще недосконалі і перебувають в процесі розвитку. Найпершими розвиваються органи смаку і нюху, а потім органи дотику. Для удосконалення різних органів чуття у дітей велике значення має правильно поставлене тренування їх в процесі розвитку.

§ 2. Орган смаку

За допомогою смакового аналізатора визначається придатність їжі і рефлекторно включається в роботу весь апарат травлення: виділення слини, секреція шлункового соку і т.д. В цьому полягає його фізіологічне значення.

Периферичною частиною смакового аналізатора є смакові луковиці, розміщені в смакових сосочках слизової оболонки язика.

Смакові луковиці, в значно меншій кількості, є також у слизовій оболонці м'якого піднебіння і надгортанника.

Кожна смакова луковича складається з опорних і рецепторних клітин. Через отвір, що відкривається на поверхні смакового сосочка, до смакової луковичі проникають розчинені в слині речовини і збуджують рецепторні клітини. Збудження, що виникло в них, передається на чутливі закінчення доцентрового нерва і по останньому надходить до ядер довгастого мозку, а звідти до смакового центра кори головного мозку.

Збудниками смакових рецепторів є хімічні речовини, що знаходяться в розчиненому стані. Природним розчинником у ротовій порожнині є слина. Якщо фільтрувальним папером висушити поверхню язика і покласти на нього кусочок цукру, то людина не відчуватиме солодкого смаку доти, поки цукор не змочиться слиною або водою.

Смакові відчуття можна поділити на чотири групи: солодке, кисле, гірке і солоне. Всі інші смакові відчуття — комбінації цих чотирьох відчуттів. Це

пояснюється тим, що різні за будовою смакові рецептори збуджуються лише певними хімічними подразниками і одні з них сприймають лише солодке, інші кисле і т. д. Різні смакові сосочки розміщені на поверхні язика нерівномірно, тому солодке найчіткіше відчувається кінчиком язика, кисле — бічними поверхнями, гірке — коренем язика, а солоне — всією його поверхнею.

Збудливість смакових рецепторів значною мірою залежить від температури. Найсприятливішою для цього є температура 10—35°. Холодна і гаряча їжа знижує смакові відчуття.

У новонародженої дитини орган смаку, порівняно з іншими органами чуття, розвинений найкраще. Так, на подразнення солодким, новонароджена дитина реагує смоктанням і ковтанням, на кисле, солоне і гірке — скороченням мимічних м'язів. Після народження дитини орган смаку продовжує розвиватись головним чином в напрямку точнішого розрізнення смаків. При цьому дуже важливо, щоб діти навчилися розрізняти за смаком придатну для споживання їжу, і, навпаки, непридатну, шкідливу. Це легко досягається вправлінням при допомозі дорослих.

При готуванні дітям їжі слід також враховувати розвиток їх смакових відчуттів. Треба привчати дітей їсти різноманітну за смаком їжу. Коли дитина привикає їсти, наприклад, занадто солодку їжу, то вона нерідко потім відмовляється їсти нову, потрібну для її організму, але менш солодку страву. Не слід також балувати дітей дуже вишуканими стравами, бо вони потім не хочуть їсти менш смачну їжу.

Отже, органи смаку дітей потребують правильного вправління. Порушення харчування і хвороби знижують у дітей смакові відчуття.

§ 3. Орган нюху

Рецепторна частина нюхового аналізатора розміщена в слизовій оболонці верхніх носових раковин і сусідніх з ними невеликих частинах носової перегородки. Ця частина слизової оболонки носової порожнини називається нюховою ділянкою; вона має жовтуватий колір.

Нюхова ділянка вкрита епітелієм, в якому розрізняють опорні і нюхові клітини. Останні і виконують рецепторну функцію в органі нюху. Кожна нюхова клітина має тіло (веретеноподібної форми) і два відростки. Периферичний відросток (дендрит) проникає між опорними клітинами і, досягши поверхні епітелію, закінчується протоплазматичними волосками. Центральний відросток (аксон) — нервово волокно. Нервові волокна нюхових клітин проходять крізь отвори решітчастої кістки в порожнину черепа до нюхових луковиць головного мозку. Звідси імпульси, що виникли в рецепторах, йдуть по нюховому тракту через стовбур головного мозку в кору великих півкуль, де здійснюється їх аналіз і виникають відчуття того чи іншого запаху.

У нюховій ділянці, як і на всій поверхні слизової оболонки порожнини носа, є ще вільні закінчення трійчастого нерва. Подразнення їх викликає захисні рефлексі: затримання вдиху, а при сильному подразненні— чхання.

Рецептори нюхового (як і смакового) аналізатора подразнюються хімічними збудниками. Але нюхове відчуття виникає лише тоді, коли пахучі речовини перебувають в газоподібному стані і разом з повітрям проникають у носову порожнину. Запах, властивий тій чи іншій речовині, залежить від вібуючих рухів їх молекул. При цьому молекули створюють низькочастотні електромагнітні коливання, які і сприймаються рецепторами нюхового аналізатора.

При спокійному диханні вдихуване повітря проходить по нижньому і середньому носових ходах, і тому пахучі речовини проникають до нюхової ділянки лише дифузно. Бажаючи розібратись в якому-небудь запаху, людина «принюхується», тобто робить короткі, часті вдихи, чим забезпечує швидше проникнення пахучих речовин до нюхових рецепторів. Можливість розрізняти численні відтінки запахів пояснюється тим, що останні збуджують різні нюхові клітини.

Чуття нюху надзвичайно гостре і тонке. Людина відчуває запах речовин, що знаходяться в повітрі в таких малих концентраціях, які не можна виявити ні

хімічним, ні фізичним (спектральним) аналізом. Так, наприклад, наявність в 1 л повітря 0,000000001 г сірководню уже викликає відчуття запаху. Особливо тонкий нюх мають деякі тварини (собаки-шукачі, ссавці-хижаки, комахи).

При тривалій дії подразника збудливість органу нюху, як і інших органів чуття, знижується. Чутливість різко падає, і людина перестає відчувати запах. Але після припинення дії подразника (наприклад, при перебуванні на свіжому повітрі), чутливість швидко відновлюється.

Нюховий аналізатор відіграє важливу роль у визначенні придатності вдихуваного повітря, а також у визначенні смакових якостей їжі. При зниженні його чутливості (наприклад, при нежиті), різко знижується не тільки відчуття запаху, але і смаку.

У дітей раннього віку чуття нюху розвинене слабше, ніж у старших дітей; це зв'язано з недорозвиненням у них носової порожнини. Проте новонароджена дитина уже в перші дні життя реагує на сильні запахи скороченням мимічних м'язів і відвертається від речовин, що неприємно пахнуть, якщо ними змазати грудний сосок перед годуванням. У дітей дошкільного і шкільного віку чуття нюху гостріше, ніж у дорослих. Гострота нюху підвищується до 6 років, а потім поступово знижується. Тонкість нюху (розрізняння запахів) з віком підвищується.

Систематичним вправлінням чуття нюху у дітей можна довести його до дуже високої досконалості. Розвинений нюх дітей сприяє розпізнаванню за запахом небезпечних для здоров'я харчових продуктів (зіпсована риба, м'ясо, яйця і т. д.). Крім того, розвиток нюху у дітей має неабияке естетичне і гігієнічне значення. Здатність відчувати запахи квітів у саду і на полі, в лісі доповнює уявлення дітей про природу, збуджує у них приємні емоції, які нерідко запам'ятовуються на все життя.

§ 4. Органи шкірного чуття

В аналізі впливів зовнішнього середовища на організм велике значення мають аналізатори, рецептори яких розміщені в шкірі. У шкірі людини є

тактильні (дотикові), температурні і больові рецептори. Різні види рецепторів відрізняються за своєю будовою і розподілені в шкірі у вигляді своєрідної мозаїки.

Тактильні рецептори мають форму видовжених цибулин, до яких підходять нервові закінчення. Ці рецептори сприймають механічні подразнення шкіри (контакти шкіри з предметами). Збудження, яке при цьому виникає в рецепторах, надходить до мозкового кінця аналізатора (задньої центральної закрутки кори великих півкуль), де виникає відчуття дотику або тиску.

В середньому на 1 см² шкіри припадає 25 тактильних рецепторів. Проте ці рецептори нерівномірно розподілені на всій поверхні тіла. Найбільше їх у шкірі долонь, на кінцях пальців, на губах, кінчику язика. Найменше — у шкірі спини і живота.

Завдяки тактильній чутливості людина відчуває форму, величину і характер поверхні навколишніх предметів. У маленьких дітей дотикові відчуття відіграють велику роль у виробленні в них психічних уявлень.

Тактильне чуття розвивається в процесі відповідних вправ. Вправлянням тактильне чуття можна довести до високого ступеня досконалості, про що свідчить досвід людей, які втратили зір. У дітей раннього віку чуття дотику вправляється звичайно мимовільно, внаслідок багаторазового доторкання до іграшок.

Добре розвинене тактильне чуття має велике практичне значення: воно допомагає краще пізнавати всі ті предмети, з якими доводиться мати справу в житті. Тому дуже важливо розвивати це чуття як у дітей дошкільного, так і шкільного віку. Для цього необхідно проводити вправи на дотик до різних листочків дерев і кущів, до клаптиків тканин, різних за товщиною і поверхнею і т. д. Чуття дотику добре розвивається у дітей, коли вони щось ліплять з глини, пластиліну, воску, грають з м'ячем, плетуть з прутиків різні предмети і т. п.

Терморецептори. До терморецепторів, або температурних рецепторів, належать два види нервових закінчень. Одні з них сприймають теплові

подразнення, а другі — холодів. Розміщені терморецептори у шкірі, а також у слизовій оболонці носа, рота, гортані, стравоходу, шлунка і кишечника. Це клубочки тонких нервових закінчень, що містяться в сполучнотканинних капсулах. Зміна зовнішньої температури подразнює терморецептори шкіри і викликає в мозковій частині аналізатора відчуття тепла або холоду. Внаслідок цього рефлекторно змінюється просвіт кровоносних судин шкіри, завдяки чому змінюється її кровопостачання і температура.

Чутливість до тепла і холоду неоднакова в різних ділянках шкіри. Це залежить, з одного боку, від кількості в тому чи іншому місці теплових і холодівих рецепторів і, з другого боку,— від ступеня пристосованості (загартування) різних частин тіла до тепла або холоду. Частини тіла, які звичайно закриті одягом, чутливіші до холоду, ніж відкриті (обличчя, кисті). При повторних холодівих впливах чутливість до холоду знижується (адаптація). Так само і повторні теплові впливи викликають зниження чутливості до теплових подразнень. Температурне чуття є уже у новонародженої дитини.

Больові рецептори. Біль — це специфічне відчуття, якісно відмінне від будь-якого іншого відчуття. Воно виникає тоді, коли на ту чи іншу частину організму діє подразник, що має руйнівний характер. При цьому виникає цілий ряд захисних реакцій, спрямованих на збереження частин тіла або цілого організму.

Больові подразнення сприймаються больовими рецепторами — вільними нервовими закінченнями або безмієліновими нервовими сплетеннями.

Больові рецептори розміщені не тільки в шкірі, але і в м'язах, кістках, внутрішніх органах. На поверхні в 1 см² буває близько 100 больових точок, а на всій шкірній поверхні — близько і мільйона. При деяких впливах на шкіру, наприклад кокаїном або холодом,— больові відчуття зникають, тоді як дотикові і температурні ще зберігаються. Це свідчить про існування окремих больових рецепторів. Збудження, що виникають у больових рецепторах внаслідок дії подразника, передаються по доцентрових нервах у кору великих

півкуль головного мозку, де й створюється відчуття болю. Сила больових відчуттів в значній мірі залежить від стану нервової системи. При великому загальному збудженні часто зовсім не відчувається болю, але як тільки будуть усунуті сторонні подразники, больові відчуття можуть знову різко проявитися.

При сильних больових подразненнях рефлекторно порушується нормальна діяльність органів: посилюється виділення адреналіну в кров, підвищується концентрація цукру в крові, частішає ритм серцевих скорочень, прискорюється зсідання крові, підвищується кров'яний тиск, затримується дихання і т.д. Останнім часом встановлено, що у деяких людей окремі ділянки шкіри чутливі і до світла. Найбільш світлочутливою є шкіра обличчя і кінчиків пальців на руках.

§ 5. Орган зору

Зоровий аналізатор відіграє дуже важливу роль в житті організму. За його допомогою людина відрізняє світло від темряви, сприймає форму, величину і забарвлення предметів, визначає відстань до них, напрямок і швидкість їх руху. В різноманітній трудовій діяльності зоровому аналізатору належить першорядне значення. Втрата зору відбивається на всій діяльності людини.

Центральний кінець зорового аналізатора знаходиться в потиличних частках великих півкуль головного мозку, а периферичний — в очному яблуці.

Будова ока. Око складається з власне очного яблука і допоміжного апарата.

Очне яблуко має форму неправильної кулі, яка міститься в очній ямці черепа. Воно складається з внутрішнього ядра і капсули, утвореної трьома оболонками: зовнішньою — фіброзною, середньою — судинною і внутрішньою — сітківкою.

Зовнішня (сполучнотканинна) оболонка дістала назву білкової оболонки, або склери. В передній частині очного яблука вона переходить у більш випуклу, прозору рогівку. Білкова оболонка непрозора, тому промені світла

можуть проникати в очне яблуко тільки крізь рогівку. Помутніння рогівки (коли розвивається більмо) дуже ослаблює зір і нерідко приводить до повної його втрати.

У середній (судинній) оболонці очного яблука розгалужується густа сітка кровоносних судин, які живлять око. Ця оболонка багата на пігмент, який надає їй темного забарвлення. В судинній оболонці розрізняють три частини: задню — власне судинну оболонку, середню — війчасте тіло і передню — райдужну оболонку. Власне судинна оболонка — задня, найбільша частина судинної оболонки, бурого кольору. Проти місця переходу склери у рогівку судинна оболонка утворює кільцевий валик з численними відростками, які становлять війчасте тіло. В товщі війчастого тіла лежить війчастий м'яз, утворений пучками гладеньких м'язових волокон, що розміщені в трьох напрямках: коловому, радіальному і меридіальному. Спереду війчастого тіла лежить райдужна оболонка, пігмент якої зумовлює колір очей. У центрі райдужної оболонки є отвір, який називається зіницею; крізь нього промені світла проникають всередину очного яблука і доходять до сітківки. В райдужній оболонці містяться гладенькі м'язи: навколо зіниці розміщені колові м'язи, які звужують зіницю, а по радіусах — м'язи, що розширюють її.

Сітківка — третя, найбільш внутрішня і найскладніша за своєю будовою оболонка очного яблука. Вона складається з багатьох шарів, три з яких становлять нервові клітини, відмінні за своєю будовою і функціями. Найважливіше значення має найбільш зовнішній шар нервових клітин — паличок і колбочок, які чутливі до світла. Це — рецептори зорового аналізатора. В сітківці ока людини налічують до 130 млн. паличок і близько 7 млн. колбочок. Розподілені вони нерівномірно: в центрі сітківки переважають колбочки, а навколо них — палички.

Невеличка ділянка сітківки — місце виходу з неї зорового нерва — не має колбочок і паличок, а тому називається сліпою плямою. Трохи вгору і назовні від сліпої плями, на місці перетину сітківки оптичною віссю ока, лежить жовта пляма — місце найяснішого бачення, бо в ньому особливо багато

світлочутливих клітин. У центрі жовтої плями, яка має форму ямки, містяться тільки колбочки. Від жовтої плями в напрямі до країв сітківки кількість колбочок поступово зменшується, тоді як кількість паличок, навпаки, збільшується.

Позаду зіниці лежить прозоре тіло, що має форму двоопуклої лінзи і називається кришталиком. Передня поверхня кришталика має меншу опуклість, ніж задня. Весь кришталик занурений в прозору еластичну сумку, яка по краях кришталика прикріплюється до війкової (цинкової) зв'язки. Війкова зв'язка складається з тонких волокон, що йдуть до війкового тіла.

Невеликий простір між кришталиком і рогівкою заповнений прозорою рідиною — водянистою вологою. Усю порожнину очного яблука позаду кришталика і війкової зв'язки займає скловидне тіло, яке прилягає до сітківки. Спереду воно має заглибину, що відповідає за формою задній поверхні кришталика. Скловидне тіло — прозора, напіврідка драглиста маса, вкрита прозорою оболонкою.

У дітей очні ямки і очні яблука відносно більші, ніж у дорослих. Білкова і судинна оболонки тонші, а рогівка товща.

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

Очне яблуко приводять в рух шість м'язів, з яких чотири називаються прямими, а два косими. Розрізняють м'язи: верхній, нижній, внутрішній і зовнішній — прямі і верхній і нижній — косі. Ці м'язи складаються з поперечносмугастих м'язових волокон. Всі вони починаються від спільного сухожильного кільця, що охоплює зоровий нерв в глибині очної ямки, і прикріплюється до білкової оболонки очного яблука спереду його екватора. Верхній косий м'яз іннервується блоковидним нервом, зовнішній прямий — відвідним, а інші чотири — окоруховим. Узгоджена діяльність очних м'язів забезпечує координовані рухи очей навколо їх осей.

Над верхнім прямим м'язом і паралельно з ним лежить м'яз — піднімач верхньої повіки.

Очне яблуко ззаду оточене жировою клітковиною, яка відіграє роль м'якої еластичної подушки.

Спереду очне яблуко прикривають верхня і нижня повіки, між якими лежить очна щілина. Повіки утворені складками шкіри, які захищають око спереду і сприяють (змикаючись) його зволоженню. Внутрішня поверхня повік вистелена слизовою оболонкою — кон'юнктивою, яка переходить на очне яблуко і вкриває передню його поверхню. Вздовж переднього краю повік росте волосся — вій: подразнення їх викликає захисний рефлекс — змикання повік.

Слізний апарат складається із слізної залози і відвідних шляхів. Слізна залоза міститься в зовнішньому верхньому куті очної ямки. Секрет слізних залоз — сльоза змочує очне яблуко, чим забезпечує чистоту склери і прозорість рогівки. При кліпанні повік сльоза стікає до внутрішнього кута очної щілини і надходить в отвори двох слізних каналців, які впадають у слізний мішок. Звідси вона стікає по слізному каналу в носову порожнину.

Над верхнім краєм очної ямки лежить смужка шкіри, вкрита волоссям, — брови. Волосся брів затримує піт, що виділяється на лобі і спрямовує його на виски.

Розвиток зорового апарата у дітей. У новонароджених дітей зоровий апарат розвинений не повністю. Очі в них відкриваються тільки на короткий час. Іноді одне око буває відкрите, а друге закрите, нема також узгоджених рухів повік при відкриванні і закриванні очей. Після 10-го дня життя дитини ця неузгодженість поступово зникає.

Узгоджені рухи повік стають постійними на першому місяці життя, а погодження їх рухів з рухами очей — на другому місяці. Захисний рефлекс змикання повік при наближенні предмета до очей з'являється у дитини під кінець другого місяця життя. Рефлекторне закривання очей при дії світла появляється з п'ятого місяця життя дитини.

Новонароджена дитина не бачать предметів, бо нервові шляхи до сітківки і від сітківки до великих півкуль у неї не дозріли. Для нормального розвитку ока і його нервових шляхів необхідна дія на очі світла. До 2—3

місяців очі повертаються у дітей рефлекторно підкоровими центрами, що іннервують м'язи, які повертають очі.

Уже в середині другого тижня життя дитина переводить очі від одного блискучого предмета на інший, але при цьому повертає в сторону предмета не тільки очі, а й голову. Здатність фіксувати поглядом предмет виробляється на другому (іноді навіть — на п'ятому) місяці життя.

У новонародженої дитини рухи очей за рухомим предметом іноді з'являються на третьому тижні, але вони ще недосконалі. З третього-четвертого тижня здатність стежити за рухомим предметом швидко удосконалюється і узгоджується з загальними рухами дитини, рухи очей стають тривалішими.

Рухи очей у новонародженої дитини спочатку не координовані і здійснюються незалежно одне від одного. Координовані рухи очей виробляються вправлінням не раніше шостого місяця або навіть під кінець першого року життя.

Світлозаломлення в оці. З точки зору фізики, око — складна оптична система, здатна заломлювати і збирати світлові промені. Заломлення променів в оці забезпечується рогівкою, водянистою вологою, кришталиком і скловидним тілом. Промені, що виходять з будь-якого джерела світла або відбиті від предмета, проходячи крізь очне яблуко, заломлюються і збираються на сітківці в одну точку. В результаті в сітківці утворюється справжнє зображення реального предмета, але обернене і зменшене. Так, зображення на сітківці дерева висотою в 15 м, яке знаходиться на відстані 200 м, становитиме 1 мм. Чим далі від ока предмет, тим менше його зображення на сітківці, і навпаки, зображення на сітківці тим більше, чим ближче знаходиться предмет.

Ми бачимо предмети не в перевернутому зображенні, а в їх природному положенні. Це пояснюється контролем зорового аналізатора іншими аналізаторами, зокрема шкірно-м'язовим. Дитина в перші місяці після народження плутає верх і низ предмета. Якщо такій дитині показати запалену свічку, то вона, намагаючись схопити полум'я, тягне руку не до верхнього, а до

нижнього кінця свічки. Контролюючи в процесі дальшого життя зображення в очі руками і іншими органами чуття, дитина починає бачити предмети в нормальному положенні, хоч зображення їх на сітківці обернене. Це результат діяльності клітин кори потиличних часток півкуль головного мозку, де міститься вищий зоровий центр.

Акомодація. Людина чітко бачить предмет лише тоді, коли промені відбиті від предмета, збираються в фокус на сітківці. Але око людини звичайно «настроєне» на розглядання далеких предметів; тобто чітке зображення на сітківці дають після заломлення тільки паралельні промені. Промені, які розходяться з близької точки, після свого заломлення не дають чіткого зображення на сітківці (бо фокус їх міститься позаду сітківки). Проте людина в будь-який момент може перебудувати оптичну систему ока і пристосувати для чіткого бачення і близьких предметів. Це досягається завдяки акомодатії.

Акомодацією називається здатність кришталика змінювати свою опуклість залежно від віддаленості розглядуваних предметів. Фізіологічний механізм акомодатії такий. При розгляданні близько розташованих предметів кільцевий війковий м'яз (який міститься у війковому тілі) рефлекторно скорочується, відбувається розслаблення війкової (циннової) зв'язки, яка зв'язана з сумкою кришталика. Кришталик при розслабленні сумки, завдяки своїй еластичності, стає опуклішим; заломлювальна сила кришталика при цьому збільшується, а фокусна відстань зменшується. Тепер око добре розрізнятиме близько розташовані предмети. При перенесенні погляду на більш віддалені предмети війковий м'яз розслаблюється, відростки війкового тіла натягують сумку кришталика, яка стискує і сплющує кришталик.

Але здатність кришталика змінювати свою опуклість має певні межі: навіть при максимальному напруженні війкового м'яза око людини неспроможне чітко бачити предмети, що розташовані дуже близько.

У новонароджених дітей очі ще не мають здатності до акомодатії. Здатність очей бачити на різних відстанях виробляється поступово. Кришталик у дітей дошкільного і шкільного віку менш опуклий, ніж у дорослих.

Передньозадня вісь його коротша, що забезпечує порівняно більшу далекозорість у дітей. За даними Ф. Ф. Ерісмана, у дітей 8—10 років далекозорість становить 67,8 %.

Кришталик у дітей досить еластичний, що забезпечує швидку зміну його форми. Отже, очі дітей мають значно більшу здатність до акомодатії, ніж очі дорослих. Це видно з табл. 4.

Таким чином, з віком здатність до акомодатії поступово знижується, кришталик стає менш еластичним. Тому з віком розвивається далекозорість. Ця стареча далекозорість компенсується окулярами з двоопуклими стеклами.

Далекозорість і короткозорість. В нормальному оці фокус паралельних променів (без акомодатії) міститься на сітківці. Відхилення від цієї норми приводять до далекозорості або короткозорості.

При далекозорості звичайно буває мала довжина очного яблука. Тому паралельні промені від далеко розташованих предметів після заломлення в оці збираються у фокус позаду сітківки і зображення предмета виходить розпливчастим. Завдяки акомодатії далекозора людина може добре бачити далеко розташовані предмети. Але в такому оці акомодатійних здатностей не вистачає для того, щоб зібрати на сітківці промені, які розходяться від предметів, що знаходяться близько: фокус виходить за сітківку і зображення предмета невиразне. Тому для розглядання близько розташованих предметів і читання далекозорі люди повинні користуватись окулярами з двоопуклими стеклами.

Таким чином, укорочення поздовжньої осі очного яблука спричинює такий самий дефект зору, як і зменшення еластичності кришталіка при старечій далекозорості.

Якщо очне яблуко має витягнуту форму, то зображення далеко розташованих предметів (навіть без акомодатії кришталіка) буде перед сітківкою. Таке око називається короткозорим, бо воно чітко бачить лише близько розташовані предмети, від яких розходяться промені. При акомодатії короткозоре око може розглядати предмети на меншій відстані, ніж нормальне

око. Для чіткого бачення далеко розташованих предметів короткозорі люди повинні користуватись окулярами з двояковогнутими стеклами.

Як короткозорість, так і далекозорість можуть бути природженими або набутими. Проте короткозорість рідко буває природженою. Здебільшого вона розвивається в перші роки навчання в школі, що зв'язано із збільшенням зорового навантаження. Очі дітей порівняно більш податливі до внутрішньоочного тиску, який збільшується під час читання, писання та деяких інших видах занять. Розвиткові короткозорості сприяє тривала акомодация очей (особливо при довготривалому читанні і писанні на близькій відстані від очей), а також систематичне кровонаповнення очних яблук при значному нахиленні голови, яке збільшує внутрішньоочний тиск.

У тяжких формах короткозорість супроводжується ушкодженням сітківки, що призводить до зниження зору і навіть до сліпоти (при відшаровуванні сітківки). Тому в школах треба боротись з дитячою короткозорістю, як шляхом профілактики, так і лікуванням. Своєчасно приписані лікарем окуляри, які виправляють зір, загальне зміцнення організму школяра (фізичні вправи, раціональне харчування, яке включає вітаміни, особливо вітамін А, загальні гігієнічні заходи і т.д.) можуть зупинити процес розвитку короткозорості.

Зір у дітей і підлітків, як правило, гостріший, ніж у дорослих. Але при тривалій роботі, зв'язаній з напруженням зору, наприклад, при розгляданні дрібних предметів на близькій відстані (читання, писання тощо), особливо при недостатньому та неправильному освітленні, гострота їх зору може зменшитись, що також сприяє розвитку в них короткозорості.

Зіничний рефлекс. Світлові промені, які потрапляють в очне яблуко, проходять крізь зіницю. Діаметр зіниці змінюється залежно від сили світла. Цей процес здійснюється рефлекторно скороченням і розширенням кільцевих і радіальних м'язів райдужної оболонки. При яскравому світлі зіниця звужується, захищаючи сітківку від його шкідливого впливу, а в темряві — розширюється, що сприяє кращому освітленню сітківки і чіткішому баченню погано освітлених предметів.

Таким чином, акомодация і зіничний рефлекс дають змогу чітко і ясно бачити предмети на різних відстанях від ока при різному освітленні.

Зміни в сітківці при дії світла. Рецептори зорового аналізатора (палички і колбочки) розміщені в сітківці. Але світло сприймається не безпосередньо паличками і колбочками. Складний акт бачення починається порівняно простим, фотохімічним процесом. Під впливом світла зорові речовини — родопсин і йодопсин, які містяться між зовнішнім шаром сітківки і судинною оболонкою, розкладаються і створюють іонізоване середовище, яке в свою чергу збуджує палички і колбочки. Збудження від паличок і колбочок передається до двовідросткових клітин сітківки, а від них до великих гангліозних клітин. Відростки останніх утворюють зоровий нерв, по якому збудження передається в проміжний мозок, а з нього до кори потиличних часток півкуль мозку, де виникає зорове відчуття.

Синтез зорових речовин відбувається лише при наявності вітаміну А. Якщо в їжі мало вітаміну А, то розвивається «куряча сліпота» — різке ослаблення присмеркового і нічного зору.

Палички значно чутливіші до світла, ніж колбочки: незначна інтенсивність світла (наприклад, у присмерку) достатня для того, щоб викликати в них збудження. Для збудження колбочок потрібна більша сила світла. Тому палички забезпечують присмеркове і нічне бачення, а колбочки — чітке розрізнення деталей предмета та кольорів.

Чутливість сітківки до світла нестала і залежить від кількості в ній зорових речовин. На яскравому світлі, внаслідок руйнування зорових речовин, чутливість сітківки знижується, а в темряві, в зв'язку з відновленням зорових речовин, чутливість її до світла підвищується.

Палички сітківки, які дають безкольорові світлові відчуття, функціонують від народження дитини, а повне функціонування колбочок спостерігається лише під кінець третього року життя дитини. Здатність розрізняти кольори проявляється у дітей в один час. При вправлянні вона проявляється раніш. Найбільшого розвитку здатність розрізняти кольори досягає в 25 років.

Збудливість сітківки і зорового аналізатора в корі великих півкуль головного мозку досягає максимуму в 24 роки.

Є люди, які не розрізняють деяких кольорів (найчастіше червоного і зеленого). Таке порушення зору називають дальтонізмом (за прізвищем ученого, який також мав цю ваду і вперше відкрив це явище). В основі цього явища лежить порушення обміну речовин у колбочках.

Розвиток зорових відчуттів у дітей. Відчуття світла властиве вже ново-народженій дитині. Сприймання простору і форми предметів розвивається пізніше (в зв'язку з поєднанням зорових відчуттів з дотиковими та м'язово-суглобовими).

Відчуття кольорів розвивається у дітей поступово. Порядок появи різних кольорів не встановлено. На думку різних авторів першою появляється здатність відчувати червоний, голубий, білий або жовтий кольори.

Здатність впізнавати предмети за їх зображенням на папері проявляється у дітей на третьому році життя. Деякі діти уже в 5 місяців реагують на незнайомий ще колір і форму предмета.

Діти дошкільного віку спочатку звертають увагу на форму предмета, потім на його розміри і нарешті — колір.

Нічне бачення, тобто здатність паличок сітківки ока сприймати світлові подразнення, з віком змінюються. До 20 років воно зростає, а потім знижується.

Гігієна органів зору дитини. Дефекти зору найчастіше бувають у дітей шкільного віку, бо саме в цьому віці на органи зору припадає найбільше навантаження. До того ж і очі в дітей легше змінюють свою форму під дією внутрішньоочного тиску. Щоб зберегти у дітей нормальний зір, необхідно дотримувати певних гігієнічних правил, найважливішим з яких є достатнє і правильне освітлення в класних кімнатах, шкільних майстернях і вдома. Розглядаючи дрібні об'єкти при поганому освітленні, дитина дуже нахиляє голову, дуже напружує акомодативний апарат, надмірно зводить обидва ока до близької точки, від чого очі дуже стомлюються, збільшується

внутрішньоочний тиск, на очні яблука тиснуть зовнішні прямі м'язи, що спричиняє деформацію очних яблук — вони видовжуються, тобто стають короткозорими. Цього не буває при достатньому і правильному освітленні робочого місця школяра.

Велике значення для збереження зору школяра мають: правильна конструкція парти з обов'язковим нахилом кришки стола, відповідність її зростові учня, правильна поза школяра під час читання і писання (додержання відстані в 30—35 см між оком, і книгою або зошитом); папір, на якому надруковані книги і зошити, повинен бути білий, шрифт дитячих книжок і підручників — чітким (щоб не стомлювати очей).

Тривале напруження очей під час читання, писання і т. д. спричиняє переважно війкового м'яза і нерідко його спазми, що підвищує внутрішньо-очний тиск. Необхідно так будувати навчальну роботу, щоб вправи, зв'язані з напруженням очей (читання, писання і т. п.), не займали повністю весь урок, а чергувались з іншими видами занять (бесіда, розповідь, пояснення та ін.).

Після занять, зв'язаних з напруженням очей під час роботи з предметами на близькій відстані, слід запропонувати дітям подивитись 1—2 хв. вдалину, щоб відпочили очі. Після уроків, зв'язаних з напруженням очей, бажано провести екскурсію в поле, сад, ліс. Треба роз'яснювати дітям шкідливість читання лежачи, а також читання в трамваях, автобусах, поїздах, бо це викликає велике напруження акомодативного апарата і швидке стомлення очей. Однією з ознак перевагою очей є кліпання повік.

§ 6. Орган слуху

За допомогою слухового аналізатора людина сприймає і розрізняє звукові хвилі, які складаються з почергових згущень і розріджень повітря. Як і інші аналізатори, слуховий аналізатор має особливе значення в формуванні і здійсненні функцій мови, а також при визначенні ритму і швидкості трудових рухів та фізичних вправ. Звуковий аналізатор складається з трьох частин: рецепторного апарата, що міститься у вусі, провідних шляхів, представлених

восьмою парою черепномозкових (слухових) нервів, центра слуху у висковій частці кори великих півкуль.

Рецепторна частина слухового аналізатора знаходиться у вусі, яке складається з трьох відділів: зовнішнього, середнього і внутрішнього вуха.

Зовнішнє вухо. Зовнішнє вухо складається з вушної раковини і зовнішнього слухового проходу (кольор. табл. II).

Вушна раковина має скелет з еластичного хряща, вкритого з обох сторін шкірою. Край раковини зверху і позаду від слухового проходу загнутий до середини і утворює завитку, паралельно до якої йде протизавитка.

Вушна раковина служить для вловлювання звуків і визначення їх напрямку. Вона дуже розвинена у багатьох тварин. Рухомість раковини у тварин забезпечується скороченням вушних м'язів. У людини ці м'язи у значній мірі редуковані, і тому вушні раковини майже нерухомі. Проте вони допомагають визначити напрям звуку, що йде спереду або ззаду. Надходження звуку спереду людина визначає по тому, що він вловлюється обома вухами одночасно. Звук, що надходить збоку, одним вухом вловлюється раніше, ніж другим. Повертаючи голову, вдається точніше визначити напрям звуку.

Звукові хвилі, що падають на вушну раковину, спрямовуються у зовнішній слуховий прохід.

Зовнішній слуховий прохід складається з зовнішньої хрящової частини і внутрішньої кісткової, розміщеної у висковій кістці. Внутрішня поверхня його вистелена шкірою, яка вкрита тонкими волосками і містить видозмінені потові залози, що виділяють так звану вушну сірку. В глибині зовнішнього слухового проходу шкіра тоншає і переходить у пружну сполучнотканинну барабанну перетинку, яка розмежовує зовнішнє і середнє вухо.

Середнє вухо. Середнє вухо складається з порожнини середнього вуха, слухових кісточок і євстахієвої труби. Порожнина середнього вуха, або барабанна порожнина, заповнена повітрям і лежить у висковій кістці. За допомогою каналу — євстахієвої труби вона сполучається з носоглоткою. Зовнішнє повітря може проникнути в порожнину середнього вуха лише по

євстахієвій трубі. Коли тиск у зовнішньому повітрі підвищується, то барабанна перетинка прогинається всередину. Тоді повітря, проходячи по євстахієвій трубі в порожнину середнього вуха, зрівнює тиск по обидва боки барабанної перетинки і усуває небезпеку її розриву. При зниженому зовнішньому тиску барабанна перетинка, зазнаючи високого тиску з порожнини середнього вуха, прогинається назовні. Небезпека розриву перетинки знов усувається вирівнюванням тиску, що настає при відкриванні євстахієвої труби. Проходження повітря по євстахієвій трубі полегшується, коли робити ковтальні рухи.

У внутрішній стінці, яка відмежовує середнє вуха від внутрішнього, є два отвори, затягнуті перетинкою. Один з них називається овальним, а другий — круглим вікном.

У порожнині середнього вуха містяться три слухових кісточки: молоточок, ковадло і стремінце. Молоточок зростається своєю рукояткою з барабанною перетинкою, а і його головка зчленовується з тілом ковадла справжнім суглобом. Довгий відросток ковадла зчленовується з голівкою стремінця. Основа стремінця з'єднується з перетинкою овального вікна. Через систему слухових кісточок коливання барабанної перетинки передаються у внутрішнє вуха. Слухові кісточки розміщені так, що утворюють важелі, які зменшують розмах звукових коливань і збільшують їх силу.

Внутрішнє вуха. Внутрішнє вуха міститься в товщі вискової кістки і є найважливішим у функціональному відношенні і найскладнішим за будовою відділом органу слуху і статичного чуття. У внутрішньому вусі розрізняють три частини: переддвер'я, завитку і півколові канали. Усі три частини утворюють складно побудований кістковий канал, всередині якого міститься схожий за формою перетинчастий канал. Останній заповнений рідиною — ендолімфою. Переддвер'я сполучається з порожниною середнього вуха через овальне вікно, закрите основою стремінця, а завитка — через кругле вікно, затягнуте перетинкою.

Рецепторна частина слухового аналізатора лежить у завитці, а в

переддвер'ї і півколових каналах розміщені рецептори, які сприймають положення голови і тіла в просторі та зміну руху.

Завитка — це спіральний хід, який робить два з половиною оберти навколо центральної осі. Від однієї із стінок завитки в порожнину її каналу виступає кісткова пластинка, яка, проте, не доходить до протилежної стінки. Пластинка ця найширша біля основи і звужується в напрямі до вершини. Між краєм кісткової пластинки і протилежною стінкою завитки натягнута сполучнотканинна основна пластинка. Кісткова і основна пластинки утворюють перетинку, яка поділяє порожнину завитки на два канали. Один з них своєю основою прилягає до перетинки овального вікна, а другий — до перетинки круглого вікна. Обидва канали заповнені ендолімфою.

Основна пластинка — дуже важлива частина слухового апарата. У ній міститься близько 24 тис. еластичних волокон, натягнутих упоперек, між краєм кісткової пластинки і протилежною стінкою завитки. Волокна ці мають різну довжину і є слуховими струнами. Найкоротші волокна (0,05—0,1 мм) лежать біля основи завитки; чим далі від неї, тим вони довші; найдовші волокна (0,5 мм) біля вершини завитки.

На основній пластинці вздовж ходу завитки лежить найважливіша її частина — кортіїв орган, який має складну будову; найважливішою частиною кортієвого органу є так звані чутливі волоскові клітини, які є рецепторами, що подразнюються звуковими коливаннями. До основи волоскових клітин підходять гілочки слухового нерва. Над кортієвим органом міститься покривна пластинка; один край її прикріплений до кісткової пластинки, а другий (вільний) — занурений в ендолімфу.

Механізм сприймання звукових подразнень. Звукові хвилі, що вловлюються зовнішнім вухом, спричиняють коливання барабанної перетинки і зв'язаних з нею слухових кісточок, які через перетинку овального вікна передають ці коливання ендолімфі завитки. Частота коливань при цьому залишається незмінною. Ендолімфа коливає основну пластинку з кортієвим органом. Слухові клітини доторкуються при цьому своїми волосками до

покривної пластинки і збуджуються. Збудження з волоскових клітин передається на слуховий нерв і йде спочатку в підкорові ядра, а звідти — в центр слуху у висковій частці кори великих півкуль. Тут виникає відчуття звуку і здійснюється найтонший його аналіз.

Вухо людини сприймає звукові хвилі з частотою 16 коливань — 20 тис. коливань на секунду (у деяких людей до 30 тис.). У дітей вухо сприймає до 32 тис. звукових коливань на секунду. Різні хвилі спричиняють різні коливні рухи рідини завитки. За резонансною теорією Гельмгольца звукові хвилі різної частоти викликають коливання не всієї основної пластинки, а лише тих її ділянок, волокна яких, відповідно до їх довжини, здатні резонувати на дані коливання, тобто в рух приходять лише ті волокна основної перетинки, період коливань яких дорівнює періодові коливань звукової хвилі. Низькі тони (малочастотні коливання) спричиняють коливні рухи довгих волокон пластинки, високі тони (високочастотні коливання) — коротких волокон. Через те в кожному окремому випадку подразнюються не всі волоскові клітини кортієвого органу, а лише ті з них, які розміщені на відповідній ділянці основної пластинки і коливаються разом з нею. Збудження від різних рецепторних клітин передається по ланцюжках нейронів до різних груп клітин кори великих півкуль, де і виникає відчуття звуку тієї чи іншої висоти.

Особливості слухового апарата у дітей. У новонароджених дітей орган слуху ще не повністю розвинений; в них має місце відносна глухота. У перші дні свого життя діти чують тільки сильні звуки. Відносна глухота новонароджених дітей пояснюється тим, що в перші дні життя порожнина середнього вуха заповнена слизом, зовнішній слуховий прохід вузький і розміщений вертикально, а барабанна перетинка — горизонтально. Поступово слуховий канал набирає нормального положення, а слиз розсмоктується і по євстахієвій трубці з носоглотки проникає сюди повітря; дитина починає краще чути і активніше реагувати на звуки. Цілком виразним слух стає на кінець другого, початок третього місяця життя. В цей час дитина повертає голову в бік звуку, прислухається до незнайомого голосу і т. д. В кінці третього місяця діти

«шукають» очима чутний голос. На шостому-сьомому місяці тонкість слуху дитини майже дорівнює нормальному слухові дорослої людини. Але повністю закінчується розвиток слуху у дітей близько 12 років. Приблизно в цей час у них остаточно формується і слуховий апарат. Так, стінки слухового проходу костеніють до 10 років. Вискова кістка (в якій міститься слуховий апарат) у дітей молодшого віку ще не зрослась і складається з трьох кісток, між якими є щілини. Судини твердої мозкової оболонки головного мозку у малих дітей сполучаються з судинами барабанної перетинки, внаслідок чого запалення середнього вуха у них може спричинитись до захворювання на менінгіт (запалення мозкових оболонок).

Гігієна органів слуху дитини. Нормальне функціонування органів слуху, поряд з органами зору, має виключно велике значення у вихованні і навчанні дітей. Тому необхідно виконувати ряд гігієнічних вимог і уникати всіх факторів, які можуть спричинити захворювання цих органів, наслідком чого може бути зниження слуху або ж повна його втрата.

Основною гігієнічною вимогою повинно бути обов'язкове тримання вух в чистоті. Із зовнішнього повітря в слуховий прохід проникає пил, мікроби. Все це змішується з вушною сіркою і в слуховому каналі скупчується бруд, який викликає подразнення і зуд у вухах; діти при цьому, намагаючись позбутись неприємного подразнення, часто засовують у вуха тверді і навіть гострі предмети (шпильки, олівці, пера і т. п.), що призводить до пошкодження стінок слухового каналу і барабанної перетинки, занесення інфекції в вухо. Тому-то вчителі і батьки повинні роз'яснити дітям гігієнічні правила догляду за вухами і домогтись, щоб діти не чистили вуха твердими або гострими предметами. Щоб позбутись зуду у вухах, треба обережно промити зовнішній прохід теплою водою, а потім очистити його кінчиком рушника або чистої носової хусточки.

Слід також обережати вуха від попадання в них будь-яких сторонніх тіл, які можуть ушкодити вухо і спричинити його захворювання. Шкідливо діють на вуха і холодні струмені повітря, особливо в сиру погоду; вони можуть

викликати запалення середнього вуха з наступним ушкодженням барабанної перетинки і зниження слуху (туговухість).

Особливо треба берегти вуха дітей під час хвороб (кір, свинка, скарлатина та ін.), при яких можливі різні ускладнення, зокрема запалення середнього вуха. В середньому вусі звук посилюється в 50—70 раз. Тому пошкодження барабанної перетинки, ураження середнього вуха різко знижують слух дітей.

Порушується слух і при надмірно сильних звуках, різких коливаннях температури.

Сприяють розвиткові органів слуху у дітей різні слухові вправи. В перші роки життя дитини такими вправами може бути слухання ритмічних мелодій (наприклад, колискові пісні); в дошкільному і шкільному віках — слухання музики, виконання пісень самими дітьми. Добре розвиває слух навчання дітей музики і співу, а також виконання в певному ритмі деяких трудових процесів та спортивних ігор.

Важливе значення має також навчання дітей розпізнавати тонкі відтінки звуків. Для цього треба привчати дітей розрізняти звуки в природі (прислухатись до шелестіння листя, співу птахів, руху повітря і т.п.). Так можна значно удосконалити слух дітей і досягти великої його гостроти.

Учителі і вихователі з особливою увагою повинні ставитись до тих дітей, які мають недоліки слуху. В класі таких учнів треба саджати ближче до вчителя (на передніх партах), при бесідах і поясненнях забезпечувати достатню звучність голосу; не зменшуючи вимог, проявляти більше уваги і ласки до таких дітей і т. д.

§ 7. Чуття положення тіла в просторі (вестибулярний аналізатор)

Переддвер'я і півколові канали. У внутрішньому вусі міститься не тільки рецепторна частина слухового аналізатора, але й рецептори аналізатора положення голови і тіла в просторі. Лежать вони у так званому вестибулярному апараті, який складається з переддвер'я і півколових каналів.

У порожнині переддвер'я містяться два перетинчастих мішечки, на внутрішній поверхні яких є скупчення чутливих клітин циліндричної форми. Це рецептори: один кінець їх (звернений у порожнину мішечка) звужений і закінчується коротким волоском. Основа цих клітин обплетена волокнами нерва переддвер'я. Над волосками є багато дуже дрібних шестигранних кристаликів, які утворюють отолітову кулю.

Прискорення або сповільнення прямолінійного руху, трясіння, а також зміна положення голови або тіла спричиняють переміщення отолітової кулі, яка при цьому натягує чутливі волоски або натискує на них. В результаті цього в чутливих клітинах виникає збудження, яке проводиться до довгастого мозку, а від нього до мозочка і кори великих півкуль. Під впливом цих імпульсів виникають рефлекторні скорочення або розслаблення певних груп скелетних м'язів, які сприяють збереженню тілом та його частинами нормального положення.

Від переддвер'я відходять три півколові канали — два вертикальні і один горизонтальний, які лежать у трьох взаємно перпендикулярних площинах (кольор. табл. II). Як і мішечки переддвер'я, півколові канали заповнені ендолімфою. Один із кінців кожного каналу має розширення, всередині якого є виступ, що називається гребінцем. В ньому містяться рецептори — чутливі клітини з довгими волосками, зануреними в драглисту масу. До чутливих клітин підходять закінчення нерва переддвер'я.

Під час прискорення або сповільнення обертового руху ендолімфа каналів переміщується і подразнює чутливі клітини, збудження від яких надходять у мозкову частину аналізатора. Це викликає ряд рефлексів, які сприяють збереженню нормального положення тіла в просторі. Вестибулярний аналізатор має найбільше (після зорового) значення в орієнтуванні тіла в просторі, переборенні земного тяжіння, в трудовій діяльності та у всіх видах фізичних вправ.

При ушкодженні (особливо однобічному) вестибулярного апарата спостерігаються тяжкі розлади руху і втрата здатності зберігати рівновагу. Такі

ушкодження часто бувають у людей глухонімих від народження. Але завдяки контролю над положенням тіла з боку органів зору і м'язового чуття, які у глухонімих можуть бути нормальними, розлади, зв'язані з цими ушкодженнями, не завжди проявляються.

При поринанні у воду тиск води на шкіру з усіх боків однаковий, тому тільки імпульси з рецепторів переддвер'я і півколових каналів допомагають визначити положення тіла. Глухонімі, в яких функція цих рецепторів порушена, при зануренні у воду з закритими очима втрачають орієнтування в просторі і можуть втопитись.

Нормальне функціонування переддвер'я і півколових каналів особливо важливе для льотчиків, працівників автотранспорту, в парашутному і гірському спорті, плаванні, гімнастиці та ін. Функціональну стійкість цих органів підвищують гімнастичні вправи, спорт, а також вправи на спеціальних приладах.

Формування вестибулярного апарата закінчується раніш від інших рецепторів. У новонародженої дитини він розвинений майже так само, як у дорослої людини. Внутрішнє вухо майже не росте, його величина майже не змінюється з віком. Збудливість вестибулярного апарата і вестибулярного аналізатора в головному мозку існує від народження і розвивається в процесі вправлення. У дітей шкільного віку ця збудливість досить висока. З віком вона знижується.

М'язово-суглобове чуття (руховий, пропріоцептивний аналізатор). Велике значення у визначенні положення тіла та його частин у просторі, а також у координації рухів мають рецептори, що містяться у м'язах, сухожилках і суглобах (пропріорецептори). Імпульси, що виникають в пропріорецепторах під час рухів, по доцентрових нервах надходять до задньої центральної закрутки кори півкуль головного мозку, де виникає відчуття зміни в положенні частин тіла. В результаті подразнення пропріорецепторів виникають також рефлекторні скорочення тієї чи іншої групи м'язів або зміна їх тону. Це сприяє підтриманню або зміні руху, а також зумовлює позу тіла,

яка забезпечує його рівновагу. За допомогою м'язово-суглобового чуття можна, піднімаючи предмет, приблизно визначити його вагу.

У школярів збудливість пропріорецепторів з віком збільшується: найнижча вона в учнів I класу, найвища — в учнів X класу. Найбільша збудливість пропріорецепторів — у дні і години уроків праці, фізкультури, позакласних занять в спортивних секціях, ігор та прогулянок поза школою. Найменша збудливість — в години відносної нерухомості (на загальноосвітніх уроках в школі, під час готування уроків). Вона підвищується в першій половині дня і знижується надвечір.

Збудження рухового аналізатора у школярів під час ігор та трудових і фізичних вправ спричиняє підвищення розумової працездатності. Це особливо слід враховувати вчителям у повсякденній роботі з учнями.

Органи чуття внутрішніх органів. Встановлено, що у всіх внутрішніх органах (органи травлення, легені, серце, судини, селезінка і т. д.) є спеціальні рецептори — інтерорецептори, які сприймають зміни в діяльності цих органів. За своєю будовою і функціями інтерорецептори різні. Одні з них сприймають температуру, другі—тиск, треті — хімічні, больові подразнення і т. д. Інтерорецептори дуже чутливі — вони реагують навіть на незначні зміни у внутрішньому середовищі організму.

Імпульси, що надходять в центральну нервову систему від інтерорецепторів, відіграють дуже важливу роль у регуляції функцій різних органів. Завдяки цим імпульсам регулюється кров'яний тиск у судинах, обмін речовин, кровопостачання тканин, координується діяльність різних органів і систем (наприклад, дихальної і кровоносної) і т. д. Інтерорецептори сигналізують в центральну нервову систему про стан внутрішніх органів і про ті зміни, які в них виникають в процесі діяльності. Здорова людина у спокійному стані цих сигналів не відчуває. Але під час напруженої фізичної праці відчувається биття серця, пульсація крові, вдихання і видихання повітря. Відчувається також відхилення від норми в стані і діяльності внутрішніх органів.

За допомогою зовнішніх і внутрішніх аналізаторів (при провідній ролі кори півкуль головного мозку) здійснюється зв'язок і єдність зовнішнього і внутрішнього середовища організму, тобто зрівноважування організму з зовнішнім природним і суспільним середовищем та вище пристосування до нього.

Взаємодія органів чуття. В процесі навчання і виховання дітей необхідно враховувати і максимально використовувати взаємодію різних аналізаторів. Взаємодію аналізаторів можна спостерігати між аналізаторами зору та слуху, зору і м'язово-суглобового чуття, смаку і нюху тощо. Ця взаємодія полягає насамперед у взаємному підвищенні і зниженні збудливості. Наприклад, обтирання шкіри холодною водою підвищує зір в сутінках, а теплою — знижує. Гучність звуку збільшується при одночасному освітленні очей. Відчуття за допомогою одного органу чуття можуть перевірятись, уточнятись і доповнюватись іншими органами чуття. А це має величезне значення для створення у свідомості дитини правильних і повних уявлень про предмет або явище, які вивчаються. Так, наприклад, визначену на око відстань перевіряють її вимірюванням; одержане за допомогою зорового аналізатора уявлення про форму предмета перевіряють промацуванням (дотиковим аналізатором). Промацуванням визначають також характер поверхні предмета, його температуру. М'язово-суглобове чуття дає уявлення про вагу предмета і т. д.

Звідси важливий педагогічний висновок: виучуваний предмет треба не тільки показувати дітям (у молодших класах), але й (якщо можливо) дати їм у руки, щоб вони помацали його, понюхали, визначили його вагу і т. д. Інакше кажучи, чим більше органів чуття дитини візьме участь у вивченні ознак і властивостей предмета, тим повніші і точніші уявлення створяться в неї про даний предмет.

РОЗДІЛ V

АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ І ГІГІЄНА ОРГАНІВ РУХУ ДИТИНИ

Опорно-руховий апарат людини складається з двох основних частин: кісткової і м'язової систем. Кістки — пасивна частина апарата руху, а м'язи — активна, яка приводить у рух кістки.

У нормальних умовах скорочення м'язів викликається нервовими імпульсами, які виникають в рецепторах під впливом дії подразника і по нервових шляхах передаються до м'язів.

Усі рухи людини чи тварини зумовлюються впливами зовнішнього середовища або процесами, що відбуваються в організмі. І. М. Сеченов довів, що причинне обумовленими є не тільки мимовільні (рефлекторні) рухи, але й рухи довільні, свідомі..

Таким чином, у здійсненні рухової функції, крім кісток і м'язів, важливу роль відіграє нервова система.

Значення рухів у житті людини важко переоцінити: за допомогою різноманітних і складних рухів людина здійснює трудову діяльність, спілкується з іншими людьми (мова, письмо), займається спортом, створює твори мистецтва і т. д.

У дітей руховий апарат ще недосконалий. Аж до повного змужніння організму він перебуває в стані бурхливого морфологічного і функціонального розвитку. Тому кістки і м'язи дітей потребують бережного ставлення до них і забезпечення оптимальних гігієнічних умов для нормального їх розвитку.

А. КІСТКОВА СИСТЕМА ДИТИНИ

§ 1. Загальні відомості про скелет

Значення скелета. Під скелетом розуміють сукупність кісток, хрящів, зв'язок і інших щільних утворів, які разом становлять механічну опору — кістяк (скелет) людського тіла. Деякі кістки скелета виконують захисну функцію: з'єднуючись одна з одною, вони утворюють порожнини, в яких містяться життєво важливі органи. Так, у порожнині черепа міститься головний мозок; у каналі хребта — спинний мозок; у грудній клітці — легені і

серце; в порожнині таза — органи розмноження, частина органів виділення і кінець кишечника. Нарешті, скелет є пасивною частиною рухового апарата: значна частина кісток, з'єднуючись між собою рухомо, утворює важелі, які приводяться в рух прикріпленими до них м'язами.

Всіх кісток у скелеті людини налічують понад 200. Кожна кістка в живому організмі — живий орган, що складається з кількох тканин (кісткової, хрящової), а також із кісткового мозку, кровоносних судин і нервів.

Форма кісток. За формою кістки поділяють на довгі, короткі, плоскі і змішані.

Довгі кістки, до яких належить більшість кісток кінцівок (стегнова, плечова та ін.), мають трубчасту будову. Середня їх частина — тіло, або діяфіз, дуже витягнута і має всередині порожнину, заповнену жовтим кістковим мозком (жирова тканина). Потовщені кінці довгих кісток називаються епіфізами. Суглобові Поверхні їх гладенькі, вкриті хрящем.

Короткі кістки (зап'ясткові, передплеснові) мають у всіх напрямках приблизно однакові розміри.

Плоскі, або широкі, кістки (лопатка, груднина, кістки кришки черепа) мають значну довжину і ширину при невеликій товщині.

Мішані кістки (хребці, потилична і вискова кістки) мають елементи коротких і плоских кісток.

Будова кісток. Кістки побудовані з щільної кісткової і губчастої речовин. Щільна речовина складає поверхню кістки. Стінки діяфізів трубчастих кісток складаються майже цілком із щільної речовини. Під щільною речовиною в коротких і плоских кістках, а також в епіфізах довгих кісток лежить пухкіша губчаста речовина, що складається з кісткових перекладин. Проміжки між перекладинами заповнені червоним кістковим мозком і кровоносними судинами. Червоний кістковий мозок є органом кровотворення. У дітей до трьох років червоний кістковий мозок заповнює всі кістки скелета, в тому числі і порожнини діяфізів довгих кісток. Потім він поступово замінюється жовтим кістковим мозком. Цей процес триває до 15 років.

Кістковий мозок залишається тільки в епіфізах трубчастих кісток і в деяких плоских і коротких кістках (груднина, череп, хребці).

Кісткові перекладини розміщені по лініях дії сили стискання і розтягування кістки. При такій будові на кожну з перекладин припадає певна частина загальної ваги; цим зумовлюється міцність кісток. Порожнини у трубчастих кістках майже не впливають на їх міцність.

Щільна речовина кістки має складнішу будову. Вона складається з великої кількості кісткових пластинок, що розміщуються колами і утворюють численні, ніби вставлені один у другий, циліндри різних діаметрів. В середині таких «циліндрів» містяться так звані гаверсові канали, по яких проходять кровоносні судини. У кістках дітей гаверсових каналів значно більше, ніж у кістках дорослої людини. Так, кількість гаверсових каналів у кістковій тканині одного й того самого діаметра: у плода — 18, у новонародженої дитини — 11, у дитини 5 років — 5, у дорослої людини — 1—2. Отже, кістки дітей значно краще постачаються кров'ю, ніж кістки дорослої людини. Ззовні кістка вкрита тонкою сполучнотканинною оболонкою — окістям, в якому є особливі камбіальні клітини (остеобласти). За рахунок поділу цих клітин кістка росте в товщину, зростається при переломах.

Хімічний склад кісток. Міцність кісток залежить не тільки від їх будови, але й від хімічного складу.

До складу кістки входять органічні речовини (головним чином, осеїн) і неорганічні — мінеральні солі і вода.

Із мінеральних солей до складу кістки входять: фосфорнокислий кальцій (85%) і вуглекислий кальцій (10%), а також сполуки калію, магнію та ін.

Співвідношення органічних і неорганічних речовин у кістках не стає і з віком людини змінюється. Так, у кістках дорослої людини близько $\frac{1}{3}$ органічних речовин і $\frac{2}{3}$ неорганічних речовин. При такому співвідношенні кістки мають найбільшу міцність і деяку пружність: вони витримують сильні поштовхи, удари, розтяг і тиск. Опір тискові у такої кістки в 30 раз більший, ніж у цегли, і в 2,5 рази більший, ніж у граніту. Опір розтягові — майже такий,

як у чавуну.

У кістках дітей значно більше органічних речовин, ніж у дорослих. Чим менша за віком дитина, тим більше в її кістках органічних речовин і води і менше мінеральних солей. Тому кістки дітей гнучкі і пружні. Вони легко викривляються при неправильному сидінні за партою чи столом, носінні вантажу в одній руці і т. п.

Під старість, навпаки, вміст органічних речовин у кістках зменшується, і вони стають крихкими і легше ламаються при падінні, ушибах і навіть при різких рухах.

Переломи кісток. При невдалих стрибках, падінні, нещасних випадках бувають переломи кісток. Найчастіше ламаються довгі кістки рук і ніг.

У дітей, внаслідок посиленого розмноження внутрішнього шару клітин окістя (остеобластів), переламані кістки швидко зростаються. У дорослої людини окістя менш діяльне, і переломи зростаються повільніше. Найповільніше зростаються кістки у старих людей.

При переломі кістки необхідно забезпечити повну нерухомість пошкодженої кінцівки. Для цього до неї треба прибинтувати шину з вузької дошки, довгої фанерної пластинки, палиці і т. ін. Шину треба накладати так, щоб захопити нею і суглоби, які лежать вище та нижче від місця перелому.

Ушкоджену кінцівку обкладають чим-небудь м'яким (ватою, рушником), а шину прибинтовують туго,; але так, щоб не зупинити рух крові. Якщо матеріалу, потрібного для шини, немає, то переламану руку можна прибинтувати до тулуба, а ногу — до другої ноги. При відкритих переломах (коли пошкоджена, шкіра і оголена кістка) необхідно накласти пов'язку для захисту рани від забруднення.

У всіх випадках перелому кістки, після того, як подано першу допомогу, потерпілого слід негайно відправити до лікарні.

Сполучення кісток. Залежно від виконуваних функцій кістки скелета сполучаються між собою рухомо, нерухомо або напіврухомо. При напіврухомих сполученнях кістки скріплюються за допомогою хряща. Так, за

допомогою прошарків пружного хряща сполучені між собою тіла хребців, лобкові кістки таза. Нерухомо, за допомогою так званих швів, з'єднується більшість кісток черепа. Розрізняють три види швів: зубчастий, лускатий і плоский.

Зубчастий шов утворюється між плоскими кістками, в яких виступи краю однієї кістки заходять у виїмки між зубцями другої. Таким швом сполучені всі кістки черепної кришки, крім вискової. Остання утворює з тім'яною кісткою лускатий шов, в якому краї однієї кістки, подібно до луски риб, накладені на краї другої. Плоскими швами сполучені кістки лицевого черепа, рівні краї яких не мають виступів.

У рухомих сполученнях, або суглобах, кінець однієї кістки звичайно опуклий (суглобова головка), а другої — вгнутий (суглобова западина. Суглобові поверхні кісток вкриті шаром гіалінового хряща, який зменшує тертя під час рухів. Кінці кісток, що з'єднуються, замкнуті в суглобову сумку, або капсулу. Внутрішня поверхня суглобової сумки виділяє в порожнину суглоба в'язку синовіальну рідину, яка сприяє вільному ковзанню суглобових поверхонь зчленованих кісток.

Суглобова порожнина замкнута герметичне, тиск у ній нижчий від атмосферного. Тому вологі суглобові поверхні завжди щільно притиснуті одна до одної. Атмосферне повітря тисне на суглобову сумку, сприяючи скріпленню суглоба. У скріпленні суглоба беруть участь суглобова сумка, суглобові зв'язки і м'язи, що оточують її.

Характер рухів у суглобах в основному визначається формою їх поверхні. За формою поверхні розрізняють: кулястий, яйцевидний, сідловидний, циліндричний, блоковидний і плоский суглоби.

Вивихи. При різких раптових рухах, стрибках, падінні суглобова головка однієї кістки може вийти із суглобової западини другої кістки —станеться вивих. При цьому сухожильні зв'язки розтягуються, а іноді й розриваються: пошкоджуються кровоносні судини, порушується кровообіг, утворюється набряк. Все це спричиняє гострий біль. Особливо часто бувають вивихи у

плечовому суглобі, в якому велика куляста головка плечової кістки легко виходить з невеликої ямки на лопатці.

Перша допомога при вивиху — надати пошкодженій частині тіла найзручнішого нерухомого положення і відправити до лікаря.

Ріст і розвиток кісток. Усі кістки розвиваються з ембріональної (зародкової) сполучної тканини (мезенхіми), починаючи з третього місяця утробного життя. Одні з них розвиваються прямо з мезенхіми і називаються первинними, або покривними, кістками. Інші розвиваються на місці хряща — це так звані вторинні кістки.

Первинні кістки з'являються у зародка людини на початку третього місяця його розвитку. На місці майбутньої кістки відбувається енергійне розмноження клітин мезенхіми — остеобластів, або кісткоутворювачів; в результаті їх скупчення утворюється скелетогенний зачаток. Клітини цього зачатка виділяють основну міжклітинну речовину, яка поступово просочується солями кальцію і фосфору. Самі остеобласти перетворюються в кісткові клітини з відростками — остецити. Так виникають окремі точки окостеніння, які пізніше з'єднуються між собою кістковими перекладинами і зливаються в загальну кісткову масу. Сполучна тканина на поверхні кістки перетворюється в окістя. Прикладом первинних кісток є кістки черепної кришки, деякі кістки лицевого черепа і частина ключиці.

Вторинні кістки (наприклад, довгі кістки кінцівок) закладаються у вигляді хрящових зачатків, вкритих охрястям. Хрящові зачатки поступово просочуються солями кальцію і костеніють.

У новонародженої дитини скелет в значній мірі складається ще з хрящової тканини, яка поступово¹ замінюється кістковою. Особливо енергійно процес окостеніння відбувається протягом перших трьох років життя та в період статевого дозрівання. В другій половині дошкільного віку і в молодшому шкільному віці процес окостеніння сповільнюється. Закінчується процес окостеніння до 25 років, а в деякого й пізніше.

Відповідно до швидшого формування тіла у дівчаток процес окостеніння

відбувається енергійніше, ніж у хлопчиків. Уже в грудному віці острівки окостеніння бувають у дівчаток на кілька тижнів раніше, ніж у хлопчиків, а в дошкільні і шкільні роки відставання окостеніння у хлопчиків доходить до одного року.

Слід відзначити, що в довгих кістках кінцівок діяфізи окостенівають раніше, ніж епіфізи. В епіфізах точки окостеніння з'являються вже після народження, причому кісткова речовина утворюється спочатку всередині хряща, а потім на його поверхні. В результаті від хрящового зачатка залишаються лише суглобові хрящі і два тонких прошарки, що відокремлюють епіфізи від діяфізів. За рахунок цих епіфізарних хрящів кістка росте в довжину. До 25 років закінчується окостеніння й епіфізарних хрящів.

Щоб кістки нормально розвивались, в організмі повинні бути мінеральні солі, особливо кальцій і фосфор та вітаміни А і В. При недостатці в їжі солей і вітаміну Ц діти хворіють на рахіт: кістки їх стають гнучкими і викривляються. Недостача вітаміну А знижує активність остеокластів, що призводить до зменшення порожнин у кістках і ненормального їх потовщення. На ріст кісток впливають також гормони деяких залоз внутрішньої секреції (паращитовидної, гіпофіза).

Частини скелета. В скелеті людини розрізняють хребетний стовп, грудну клітку, череп, верхні кінцівки з плечовим поясом і нижні кінцівки з тазовим поясом.

§ 2. Хребетний стовп і грудна клітка

Хребетний стовп, або хребет,— це механічна вісь і опора всього тіла. Загальна будова хребта у дітей шкільного віку така сама, як і в дорослої людини: він складається з 33—34 хребців, між якими лежать хрящові прокладки — міжхребцеві диски, які надають хребтові гнучкості.

Кожен міжхребцевий диск складається з драглистого ядра і фіброзного кільця, утвореного волокнистим хрящем.

У хребетному стовпі розрізняють 7 шийних, 12 грудних, 5 поперекових,

5 крижових і 4—5 куприкових хребці. Рухомі хребці шийного, грудного і поперекового відділів хребта називаються справжніми хребцями (їх 24), а нерухомі — крижові і куприкові — несправжніми.

Хребець складається з циліндричного тіла, дуги і семи відростків. Непарний задній відросток — остистий і пара поперечних відростків є місцями прикріплення зв'язок і м'язів. Дві пари суглобових відростків — верхніх і нижніх — служать для рухомого сполучення (суглобами) з такими самими відростками хребців, розташованих вище і нижче. Між тілом і дугою хребця є хребцевий отвір.

Перший шийний хребець називається атлант, а другий — епістрофей. Атлант складається з передньої і задньої дуг з невеличкими горбиками посередині. По боках його містяться два потовщення — бічні маси з суглобовими ямками — місцями сполучення з потиличною кісткою і другим шийним хребцем.

Другий шийний хребець — вістовий епістрофей — має над своїм тілом звернений вгору зубовидний відросток, на якому повертається вправо і вліво атлант разом з черепом. Верхніх суглобових відростків у епістрофею нема.

Решта шийних хребців (крім сьомого) мають відносно невелике тіло, великий хребцевий отвір, роздвоєний на кінці остистий відросток і отвори на поперечних відростках. Грудні хребці мають типову будову. На бічній поверхні тіл верхніх десяти хребців є по дві суглобові ямки для сполучення з головками ребер. На двох останніх (одинадцятому і дванадцятому) грудних хребцях є тільки по одній ямці.

Поперекові хребці відрізняються дуже масивними тілами, їх короткі і товсті остисті відростки відходять від дуги майже горизонтально.

Крижові хребці в дорослої людини зрослись у масивний утвір — крижі.

Процес зростання крижових хребців починається звичайно років у 16 і закінчується до 25 років життя. Отже, в дітей шкільного віку крижові хребці ще не зрощені і не цілком окостенілі. Тому крижі в них легко можуть змінюватись (при неправильному сидінні, стоянні і т. ін.).

Куприкові хребці недорозвинені і зливаються в одну кістку — куприк.

При накладанні хребців один на одного утворюється хребетний канал, в якому лежить спинний мозок. Передня стінка каналу утворена тілами хребців, а бічні і задня — їх дугами з прикріпленими до них зв'язками. Остисті відростки сусідніх хребців з'єднані міжостистими зв'язками.

У зародка хребетний стовп розвивається навколо спинної хорди. В своєму розвитку він проходить хрящову стадію. Диференціювання хребців починається в шийному відділі і йде в напрямку донизу. Перші зачатки хребців появляються в зародка у вигляді хрящових гнізд на початку другого місяця утробного розвитку, а окостеніння починається з кінця другого місяця.

У хребті новонародженої дитини слабо розвинуті поперечні і остисті відростки. На день народження окремі окостенілі ділянки хребців ще розділені прошарками хряща, який починає замінюватись кістковою тканиною лише на другому році життя. В молодшому шкільному віці триває окостеніння тіл (діафізів) хребців, а епіфізарні пластинки їх ще не оформлені і являють собою суцільну хрящову масу між тілами хребців. Тому хребет дитини гнучкіший, ніж у дорослої людини. Повне окостеніння хребців настає лише в 23—26 років. В цей період закінчується ріст хребта.

Відносна довжина різних відділів хребта змінюється з віком дитини. У новонародженої дитини поперековий відділ відносно коротший, ніж у дорослої людини, а шийний, навпаки, довший. З ростом дитини поперековий відділ значно витягується.

Вигини хребта. У новонародженої дитини хребетний стовп, крім невеликого крижового вигину, майже прямий. Хребет дорослої людини має два вигини вперед (шийний і поперековий) і два назад (грудний і крижовий). Вигини роблять хребет пружним, завдяки чому послаблюються поштовхи голови і тулуба під час ходьби, бігу і стрибків, зберігається рівновага тіла. Крім того, грудний і крижовий вигини збільшують передньо-задній діаметр грудної і тазової порожнини.

Вигини хребта в людини є наслідком прямоходіння. У немовляти вигини

хребта появляються в міру розвитку в неї статики (здатності зберігати певне нерухоме положення—сидіти, стояти) і моторики (рухів). Коли дитина починає тримати голову, в неї утворюється шийний вигин хребта. Коли дитина починає стояти і ходити — формується поперековий вигин. Грудний вигин утворюється в дошкільному віці, коли дитина сидить за столом. Кризовий вигин появляється ще в період утробного розвитку, а остаточно формується під впливом ваги верхньої частини тіла і розвитку м'язів та зв'язок таза.

У перші роки життя дитини вигини її хребта ще не сталі: в лежачому положенні вони згладжуються. Лише в молодшому шкільному віці остаточно формуються і стають постійними шийний і грудний вигини, а в період статевого дозрівання — поперековий вигин. Цим створюються сприятливі умови для стійкого тримання всього тіла у вертикальному положенні, тобто в положенні, властивому лише людині.

У дітей шкільного віку іноді розвиваються надмірно великі вигини хребта наперед (лордоз) і назад (кіфоз). Хребет може викривитись убік (сколіоз). Такі викривлення можуть статись внаслідок неправильного положення тіла дитини під час занять у школі і вдома, неправильної побудови шкільної парти і невідповідності її зросту дитини. При тривалому сидінні за партою перевтомлюються м'язи-розгиначі спини і розслаблюються зв'язки хребта. Дитина мимоволі набирає найлегшу косу посадку, яка поступово стає в неї звичною і приводить до появи сколіозу. Для запобігання ненормальним викривленням хребта необхідно правильно чергувати навчання і відпочинок, влаштовувати фізкультхвилинки на уроках (у молодших класах), стежити за правильною посадкою дітей в класі і вдома, за їх поставою під час стояння і ходіння, систематично проводити фізкультурні вправи, давати можливість їм рухатись під час перерв. В учнів молодших класів сколіоз може розвинутиись і внаслідок постійного носіння в одній і тій самій руці портфеля з книжками та іншими предметами. Тому необхідно час від часу нагадувати учням про те, що книжки та інші важкі речі треба носити по черзі в обох руках.

При швидкому окостенінні скелета після 10—12 років ненормальні

викривлення хребта можуть залишитись 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. В утворенні грудної клітки беруть участь грудні хребці, ребра, реберні хрящі і грудна кістка. В порожнині грудної клітки містяться легені, серце, стравохід, дихальне горло і великі судини. Ребер у людини 12 пар. З них верхні 7 пар називаються справжніми ребрами; вони переходять у хрящі, якими з'єднуються з грудною кісткою. Восьма, дев'ята і десята пари ребер називаються несправжніми: їх хрящові кінці з'єднуються з хрящем ребра, що знаходиться вище. Одинадцята і дванадцята пари ребер хрящів не мають, їх передні кінці вільні.

Грудна кістка, або груднина,— плоска кістка, в якій розрізняють рукоятку (вгорі), тіло (посередині) й мечовидний відросток (внизу). У чоловіків грудна кістка довша, ніж у жінок.

Верхній отвір грудної клітки закривається в тілі людини трахеєю, стравоходом, кровоносними судинами і нервами, що проходять у ній. Нижній отвір замикається діафрагмою. Міжреберні проміжки затягнуті міжреберними м'язами. Так утворюється герметичне замкнена грудна порожнина.

У дитячому віці тіло грудної кістки складається з кількох відрізків, з'єднаних між собою хрящовою тканиною. Процес окостеніння триває досить довго. Так, нижні її відрізки зростаються у 15—16 років, а верхні тільки у 21—25 років. Мечовидний відросток зростається з грудниною після 30 років.

У новонародженої і в грудної дитини ребра розміщені горизонтально, майже під прямим кутом до хребта. У дорослої людини передні кінці ребер трохи звисають донизу. Внаслідок горизонтального положення ребер і високого стояння діафрагми глибокі дихальні рухи в немовлят неможливі, тому в них більша частота дихальних рухів.

Ці особливості дитячої грудної клітки згладжуються до 6—7 років. До 12—13 років формування грудної клітки закінчується, і вона відрізняється від грудної клітки дорослої людини тільки розмірами. В період статевого

дозрівання грудна клітка дуже швидко росте (причому влітку швидше, ніж взимку). Грудна клітка дітей дошкільного і молодшого шкільного віку дуже еластична і податлива. Тому при тривалій і неправильній посадці (коли дитина спирається грудьми на край кришки парти), а також при сильному стягуванні тіла поясом, можуть статись викривлення грудної клітки і порушення її розвитку. Це в свою чергу відіб'ється на розвитку і діяльності легень, серця і великих кровоносних судин, які містяться в грудній порожнині. Тому вчитель повинен постійно турбуватись про усунення всіх причин, які можуть викликати деформацію грудної клітки дитини і порушити її нормальний розвиток.

Правильному розвитку грудної клітки дітей сприяє посиljena фізична праця, фізкультура і спорт.

§ 3. Верхні кінцівки

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

Плечовий пояс утворений двома кістками: ключицею і лопаткою. Спереду він замкнутий, бо обидві ключиці щільно з'єднуються з рукояткою груднини, а ззаду відкритий, бо лопатки не з'єднуються між собою. Плечовий пояс служить опорою для вільної верхньої кінцівки, збільшує амплітуду її рухів.

Ключиця — довга трубчаста кістка, трохи зігнута подібно до латинської букви S.

Лопатка — плоска, трохи вгнута кістка трикутної форми; на її задній поверхні є високий, міцний гребінь, до якого прикріплюються м'язи. З допомогою суглобів лопатка сполучається з ключицею і плечовою кісткою.

Рука складається з плеча, передпліччя і кисті. В кисті розрізняють: зап'ясток, п'ясток і фаланги пальців.

Плечова кістка має довге трубчасте тіло з напівкулястою головкою на верхньому кінці і блоковидною на нижньому. Біля верхньої головки є великий

і малий горби, до яких прикріплюються м'язи. Верхня головка входить у суглобову западину лопатки, утворюючи дуже рухомий плечовий суглоб.

Передпліччя складається з ліктьової (з боку мізинця) і променевої (з боку великого пальця) кісток. Верхній кінець ліктьової кістки товщий від нижнього; на ньому є суглобова півмісяцева вирізка, з допомогою якої ліктьова кістка сполучається з плечовою, а по краях вирізки два відростки — ліктьовий (ззаду) і вінцевий (спереду). У променевої кістки, навпаки, нижній кінець значно товщий від верхнього; він з'єднується з кістками зап'ястка. Кістки передпліччя, сполучаючись з плечовою кісткою, утворюють складний ліктьовий суглоб.

Із зап'ястком кістки передпліччя утворюють променево-зап'ястковий суглоб еліпсоїдної форми.

До складу зап'ястка входять вісім невеликих кісточок, які розміщені у два ряди (передній і задній) і з'єднані між собою рухомо.

П'ясток складається з п'яти схожих між собою довгих кісток; їх кінці, обернені до зап'ястка,— розширені, а кінці, що утворюють суглоби з фалангами пальців, — мають заокруглені головки.

Фаланг у кожному пальці по три, і лише у великому пальці їх дві. В напрямі від п'ястка до кінців пальців фаланги називаються основними, середніми і нігтьовими.

Процес окостеніння скелета верхньої кінцівки у дітей відбувається нерівномірно. Повне його окостеніння закінчується лише до 25 років. В педагогічній практиці особливо важливо знати процес окостеніння кисті руки, бо за допомогою кисті дитина вчиться писати і виконувати різні трудові рухи.

У новонародженої дитини ще немає зап'ясткових кісток. Вони розвиваються поступово і стають добре помітними при просвічуванні рентгєнівським промінням лише на сьомому році життя дитини. Але і в цьому віці кістки зап'ястка ще не цілком розвинені. Лише в 10—13 років закінчується процес їх окостеніння. Окостеніння фаланг пальців руки закінчується у 9—11 років. В результаті цього значно підвищується працездатність дітей щодо

швидкості і тривалості письма.

Знання особливостей окостеніння кисті руки має важливе значення для правильної постановки навчання дітей письма і трудових процесів. Внаслідок того, що кисть руки в дітей молодшого шкільного віку ще не окостеніла, вона ще не цілком працездатна і швидке письмо дітям молодших класів, не вдається, кисть швидко стомлюється. Тому не можна перевантажувати дітей, особливо учнів I і II класів, письмовою роботою.

§ 4. Нижні кінцівки

Скелет нижньої кінцівки складається з тазового пояса, або таза, і вільної кінцівки — ноги.

Таз дорослої людини утворений двома тазовими кістками, які з допомогою малорухомих суглобів сполучаються з крижами в замкнуте кільце. Спереду тазові кістки з'єднуються між собою з допомогою хряща (так зване лобкове зрощення). У дітей і підлітків кожна тазова кістка складається з трьох кісток: клубової, сідничної і лобкової, з'єднаних між собою хрящовою тканиною. Зростання їх починається з початком статевого дозрівання і закінчується у 18—20 років. На місці їх зростання утворюється вертлужна западина, з якою зчленовується головка стегнової кістки.

Порожнина таза є прямим продовженням черевної порожнини. Вона поділяється на два відділи: верхній, або великий, і нижній, або малий таз. У великому тазі розміщена частина кишечника, у малому — органи сечостатевої системи і пряма кишка.

У зв'язку з вертикальним положенням тіла таз людини відносно ширший і масивніший, ніж таз тварин; він підтримує органи, що лежать над ним.

У жінок таз ширший, коротший і має більшу порожнину, ніж у чоловіків. Ці статеві відмінності таза формуються в період статевого дозрівання. Розміри жіночого таза (особливо відстань між верхніми краями крижів і лобкового зрощення — прямий розмір входу) мають значення при родах.

Кістки таза дітей і підлітків ще не зрощені і тому легко зміщуються.

Неправильне положення тіла під час сидіння або стояння, носіння взуття на високих каблуках та інші умови можуть спричинити в дітей і підлітків неправильний ріст або затримку в рості тазових кісток і, зрештою, звуження та виродливі зміни форми таза. Це особливо негативно проявиться у дівчини, коли настане для неї пора стати матір'ю. Неодмінною умовою правильного розвитку таза дівчини є рухливість.

Нога людини складається із стегна, гомілки і стопи. Стегнова кістка — найдовша кістка скелета. Верхній кінець її закінчується кулястою головкою. За головкою йде шийка, яка утворює з циліндричним тілом кістки тупий кут. На місці переходу шийки в тіло є два горби — великий і малий вертели, до них прикріплюються м'язи і зв'язки. Головка стегнової кістки входить у вертлужну западину таза, утворюючи кульшовий суглоб.

Гомілка складається з великої і малої гомілкових кісток, які лежать паралельно і з'єднані між собою міжкістковою перетинкою. За розміром велика гомілка значно більша. Під час ходьби вона витримує на собі всю вагу тіла. На її поверхні дуже розвинені гребені — передній і міжкістковий, до яких прикріплюються сильні м'язи. Мала гомілова кістка лежить назовні від великої.

Стегнова кістка з великою гомілковою утворюють колінний суглоб, до складу якого входить і колінна чашечка — маленька кісточка трикутної форми, розміщена в сухожилку чотириголового м'яза стегна. Колінний суглоб укріплений як зовнішніми, так і внутрішніми зв'язками і допускає лише згинання і розгинання ноги.

У стопі розрізняють передплесно, плесно і фаланги пальців. Передплесно складається з семи добре розвинених кісток, розміщених у два ряди. Найбільші з них — таранна і п'ятова. Таранна кістка зчленовується з кістками гомілки. Нижче від неї, виступаючи назад, лежить п'ятова кістка. Спереду від таранної і п'ятової містяться човновидна, кубовидна і три клиновидні кістки.

Плесно утворене п'ятьма довгими кістками, які задніми кінцями зчленовуються з кістками передплесна, а передніми — з фалангами пальців;

останніх по три в кожному пальці, крім великого, в якому їх дві. Гомілкові кістки утворюють з таранною надп'ятково-гомілковий суглоб.

Завдяки прямоходінню та праці відмінності в будові рук і ніг людини стали далеко більші, ніж відмінності в будові грудних і тазових кінцівок тварин. Ноги людини довші, ніж руки, а кістки їх значно масивніші. У новонародженої дитини довжина верхньої і нижньої кінцівок майже однакова. За період росту відносна довжина (щодо довжини тіла) верхньої кінцівки лише трохи збільшується (з 41 до 45%), а нижня кінцівка інтенсивніше росте і досягає 50% довжини всього тіла.

Стопа людини має склепінчасту форму, що зумовлює її пружність. Нога з вищим склепінням (підйомом) більш витривала під час ходьби, ніж нога з нижчим підйомом. Склепінчасте розміщення кісток стопи підтримується численними міцними зв'язками. При роботі, зв'язаній з перенесенням вантажів або з довготривалим стоянням, стопа може втратити свою склепінчасту форму. Плоска стопа може розвинути у дітей і внаслідок постійного носіння взуття без каблуків (сандалі, тапочки). Сплющена стопа швидко стомлюється і болить при ходьбі.

Велику увагу слід звертати на дитяче взуття, бо від нього в значній мірі залежить розвиток стопи. Розмір дитячого взуття повинен точно відповідати величині ноги. Тісне і незручне взуття стискує кровоносні судини, спричиняючи застій крові, деформує ногу (пальці скручуються, налягають один на одного, вкриваються мозолями, деформується стопа), посилює пітливість. Крім того, в тісному взутті взимку холодніше, бо стискування кровоносних судин перешкоджає нормальному кровообігові, немає також достатнього шару повітря між ногою і взуттям. Дуже велике взуття натирає ноги. Каблук дитячого взуття повинен бути на всю ширину ступні (навіть в учениць старшого віку) і не вище 2 см.

Літнє дитяче взуття повинно бути максимально відкрите. Не рекомендується дітям носити гумове, а також лаковане взуття, бо в ньому утворювана волога не випаровується, внаслідок чого на ногах появляются опрілості і

потертості.

§ 5. Череп

Скелет голови називається черепом. В ньому розрізняють дві частини: мозкову (черепну коробку) і лицеву. В черепній коробці міститься головний мозок, а лицева частина черепа служить опорою для початкових відділів дихального і травного апаратів.

Мозковий череп. Мозкова частина черепа має форму неправильної кулі. До її складу входять вісім плоских кісток: лобова, дві тім'яні, дві вискові, потилична, основна і решітчаста. Всі вони з'єднані між собою швами. Верхня частина черепної коробки називається кришкою, а нижня — основою.

Лобова кістка закриває порожнину черепної коробки спереду. Нижня її частина утворює верхні стінки очних ямок. Всередині лобової кістки, під надбрівними дугами, є порожнини — лобні пазухи, сполучені з порожниною носа, звідки в них проникає повітря.

Середина черепної кришки утворена двома тім'яними кістками, які з допомогою зубчастого шва з'єднуються одна з одною, а також з лобовою і потиличною кістками. Лускатим швом тім'яні кістки сполучаються з висковими. Останні утворюють бічні поверхні черепної коробки. Всередині вискових кісток (у так званих пірамідах) лежать органи слуху і рівноваги, до яких веде зовнішній слуховий прохід.

Потилична кістка утворює задню стінку мозкового черепа і його основу. В нижній частині потиличної кістки (в основі черепа) є великий потиличний отвір, через який спинний мозок з'єднується з головним. По обидва боки від великого потиличного отвору на нижній поверхні потиличної кістки є суглобові відростки, якими череп зчленовується з атлантом, утворюючи двоосьовий атланта-потиличний суглоб.

В утворенні основи черепа бере участь також клиновидна, або основна, кістка, яка має форму метелика. На верхній поверхні клиновидної кістки (зверненій у порожнину черепа) є заглибина — турецьке сідло, в якій міститься

нижній мозковий придаток — гіпофіз.

Решітчаста кістка лежить у верхньому відділі носової порожнини у вирізці лобової кістки. Крізь численні отвори решітчастої кістки від головного мозку до слизової оболонки носа проходять гілочки нюхового нерва.

Зовнішня і бічні поверхні мозкового черепа майже гладенькі, а основа черепа має різні виступи і шорсткості, до яких прикріплюються м'язи. Крім того, в основі черепа є отвори, крізь які проходять кровоносні судини і нерви.

На внутрішній поверхні черепної кришки помітно відбитки кровоносних судин і так звані пальцеві відбитки, що відповідають закруткам великих півкуль головного мозку. На внутрішній поверхні основи черепа є виступи, які ділять її на три пари черепних ямок — передні, середні і задні.

Лицевий череп. До складу лицевого черепа входять 15 кісток, з них 6 парних (верхньощелепна, вилична, носова, піднебінна, слізна і нижня носова раковина) і 3 непарних (леміш, нижня щелепа і під'язикова кістка).

Верхньощелепна кістка складається з тіла і чотирьох відростків: лобового, виличного, альвеолярного і піднебінного. Ця кістка бере участь в утворенні очної ямки, носової і ротової порожнин. Лобовий відросток сполучається з лобовою і носовою кістками, виличний відросток — з виличною кісткою. В альвеолярних відростках є заглибини, в яких містяться корені зубів. Піднебінні відростки обох кісток, з'єднуючись між собою, утворюють передню частину твердого піднебіння.

Вилична кістка має форму неправильного чотирикутника. З допомогою чотирьох кутів і верхнього краю вона з'єднується з сусідніми кістками. Сполучаючись з виличним відростком вискової кістки, вона утворює виличну дугу, до якої прикріплюються м'язи і зв'язки обличчя.

Носові кістки — дві невеликі видовжені кісткові пластинки, які, з'єднуючись одна з одною, утворюють перенісся і кісткову частину спинки носа.

Слізна кістка — найменша з усіх кісток черепа. Вона міститься в передньо-внутрішньому кутку очної ямки.

Піднебінна кістка складається з двох пластинок: горизонтальної і

вертикальної. Перша утворює задню частину твердого піднебіння, а друга входить до складу бічної стінки носа.

Нижня носова раковина — цілком самостійна кістка, що має форму зігнутої пластинки. Вона міститься на бічній стінці носової порожнини і відокремлює середній носовий хід від нижнього.

Леміш — непарна кістка, що має форму неправильної чотирикутної пластинки. Він утворює верхню частину носової перегородки.

Нижня щелепа — велика непарна кістка, що складається з двох частин, які зростаються на другому році життя. У нижній, як і в верхній щелепі, є заглибини, в яких містяться корені зубів.

Задні кінці нижньої щелепи мають по два відростки з вирізкою між ними. Передній відросток називається вінцевим, задній — зчленівним. З допомогою останнього нижня щелепа рухомо зчленовується з висковими кістками. Всі кістки черепа, крім нижньої щелепи, сполучені між собою нерухомо — з допомогою швів.

До черепа належить також невелика підковоподібна кістка — під'язикова, яка лежить на передній поверхні шиї (біля основи язика) між нижньою щелепою і гортанню. Вона є місцем прикріплення багатьох м'язів. Безпосередньо з кістками черепа вона не зчленовується.

Вікові особливості черепа. У новонародженої дитини череп ще не повністю окостенів. Лобова, основна і вискові кістки складаються з двох частин кожна, потилична кістка поділена на чотири частини. Процес їх зростання триває 3—4 роки.

Шви між окремими кістками черепа новонародженої дитини не сформовані: їх краї з'єднуються між собою сполучнотканинними перетинками.

Особливо значні сполучнотканинні проміжки там, де сходяться краї кількох кісток — так звані тім'ячка. Розрізняють шість тім'ячок: лобове (велике), потиличне (мале), два передніх бічних і два задніх бічних. Коли процес окостеніння черепа відбувається нормально, бічні тім'ячка заростають вже до моменту народження дитини. Потиличне тім'ячко заростає на другому-

третьому місяці життя дитини. Найдовше заростає лобове тім'ячко — 12—18 місяців. Черепні шви остаточно формуються тільки в 3—4 роки, а іноді й пізніше.

Тім'ячка і сполучнотканинні шви черепа новонародженої дитини зумовлюють легке зміщення кісток, завдяки чому полегшується процес родів.

За розмірами череп новонародженої дитини значно менший, ніж череп дорослої людини. Він має відносно більшу мозкову частину і відносно мало розвинену лицеву частину. Якщо в дорослої людини мозковий череп більший від лицевого вдвічі, то в новонародженої дитини — у вісім раз. Це пояснюється дуже раннім розвитком головного мозку.

Найінтенсивніше росте череп протягом першого року життя дитини; до 4 років він росте ще досить інтенсивно, потім ріст його дуже сповільнюється, особливо у віці 7—12 років. Інтенсивний розвиток лицевого черепа починається в 13—14 років, і в період статевого дозрівання встановлюється остаточно співвідношення між мозковою та лицевою частинами черепа. В цей період мозковий череп стає ширшим, лицевий — видовжується; посилено росте лобова кістка.

Шви черепа до 30 років життя людини майже повністю заростають. Лише в деяких випадках вони залишаються не зарослими до глибокої старості.

Статеві відмінності в будові черепа полягають у тому, що чоловічий череп більший, лицева частина його більш розвинена, а виступи й горбики, до яких прикріплюються м'язи, помітні виразніше, ніж в черепі жінки. Порожнини очних ямок у жінок більші, ніж у чоловіків, а хоани — менші.

§ 6. Гігієна кісткової системи дитини

Як бачимо, процеси окостеніння скелета ще не повністю закінчені не тільки в дітей дошкільного віку, але і в дітей молодшого і середнього шкільного віку і тривають у багатьох частинах скелета аж до повної зрілості.

Цим пояснюється значна гнучкість, податливість кісток скелета дітей шкільного віку. А це вимагає певних гігієнічних правил при організації

навчально-виховної роботи і праці дітей.

Правильна посадка дітей за партою (яка за своєю конструкцією і розмірами повинна відповідати їх зростові) є однією з важливих умов нормального розвитку скелета дітей. Якщо кришка парти низька по відношенню до сидіння, то при читанні й письмі дитина змушена дуже нахилитись. А оскільки це відбувається щоденно, то таке зігнуте положення стає стійким і хребет викривляється вліво (лівосторонній сколіоз) внаслідок постійного опускання під час писання правого плеча і піднімання лівого. При відносно високій кришці парти, навпаки, відбувається піднімання правого плеча й опускання лівого, а тому хребет викривляється вправо (правосторонній сколіоз).

При неправильній посадці дитини хребці здавлюють кровоносні судини, що містяться між ними. В результаті погіршується живлення хребців, що негативно відбивається на їх розвитку. Крім того, при неправильному положенні тіла може збільшуватись тиск на грудну клітку, внаслідок чого змінюється її форма (запалі, вдавнені груди), а це шкідливо відіб'ється на діяльності серця і легень.

Особливо небезпечні для скелета дітей шкільного віку надмірні, тривалі та однобічні напруження. Навпаки, посиljena і недовготривала фізична праця, помірні і доступні для дітей фізичні вправи є одним із засобів зміцнення кісткової тканини. Дуже корисні для ростучого організму фізичні вправи, зв'язані з дихальними рухами (розширення і звуження грудної клітки сприяють її росту і зміцненню кісткової тканини).

Вправи для верхніх і нижніх кінцівок (ходьба, біг та ін.) сприяють розвитку довгих кісток і, навпаки, недостатність рухів, носіння тісного одягу і взуття і т. п., неправильне положення тіла спричиняють неправильний ріст кісткової тканини. Для нормального розвитку кісткової системи дитини потрібні чисте повітря, добре освітлення приміщення (особливо постійний доступ прямого сонячного проміння), раціональне харчування і вільні рухи всіх частин організму.

Б. М'ЯЗОВА СИСТЕМА ДИТИНИ

§ 7. Значення і загальна будова скелетних м'язів

Значення м'язів. Одним з найважливіших проявів життєдіяльності організму є його рухи. Всі рухи організму здійснюються м'язами. Функцію руху м'язи виконують завдяки їх властивості скорочуватись у відповідь на подразнення. У людини діяльність м'язів відіграє особливу роль, насамперед у трудових процесах. Пересування в просторі, міміка і жести, членороздільна мова неможливі без скорочення відповідних м'язів. Більшість процесів, що відбуваються в організмі (робота серця, перистальтика кишечника та ін.), забезпечується скороченням м'язів. Тримання тіла у вертикальному положенні, надання йому певної пози під час сидіння і лежання можливе завдяки постійному напруженню, або тонусу, м'язів.

Будова, форма і прикріплення м'язів. У тілі людини налічують понад 400 скелетних м'язів. Основну масу їх становить поперечносмугаста м'язова тканина. Окремі волокна її зібрані в пучки, вкриті тоненькою сполучнотканинною оболонкою. Сукупність цих пучків утворює м'яз, який вкритий міцною сполучнотканинною оболонкою — фасцією. Разом з сполучнотканинними утворами в м'яз проникають кровоносні судини і нерви. Постачання органу кровоносними судинами називається васкуляризацією (від латинського слова *vasculum*—судина), а постачання нервовими волокнами — іннервацією.

На кінцях м'язів сполучнотканинні прошарки їх з'єднуються разом, ущільнюються і утворюють сухожилки, якими м'язи прикріплюються до кісток (іноді до суглобових сумок, до шкіри). Сухожилки складаються з паралельно розміщених сполучнотканинних волокон, які, так само як м'язи, зібрані в пучки і вкриті зовнішніми і внутрішніми оболонками. Сухожилки дуже міцно з'єднані з кістками, бо їх волокна вплітаються в окістя і частково проникають в кістку. За формою розрізняють м'язи довгі і тонкі, широкі і плоскі, короткі і товсті. Форма м'язів залежить від їх розміщення і функції. Довгі м'язи розміщені головним чином на кінцівках, широкі — на тулубі, короткі — між

окремими хребцями.

Назву м'язам дають або за їх функцією — згиначі, розгиначі; або за ходом волокон — поперечні, косі; або за формою — дельтовидний, квадратний; або за місцем прикріплення — грудинно-ключично-сосковий і т. д.

Під час рухів людського тіла рідко коли скорочується один м'яз. Найчастіше вони скорочуються групами. М'язи, які разом і одночасно виконують той або інший рух, називаються синергістами. М'язи, які при своєму скороченні спричиняють протилежні рухи (наприклад, одні згинають кінцівку, а другі — розгинають її), називаються антагоністами.

§ 8. М'язи голови, тулуба і кінцівок

Скелетні м'язи ділять на такі групи: м'язи голови і шиї, м'язи тулуба, м'язи плечового пояса і верхніх кінцівок, м'язи тазового пояса і нижніх кінцівок (кольор. табл. III).

М'язи голови. Серед м'язів голови розрізняють мімічні і жувальні.

Мімічні м'язи розміщені в ділянці обличчя, навколо його природних отворів: очні ямки, ніс і рот. Одним своїм кінцем вони прикріплюються до кістки, а другий кінець закінчується в шкірі (деякі з них обома кінцями заходять в шкіру).

Навколо очей розміщені колові м'язи, при скороченні яких зажмуруються очі, і м'язи, що розкривають очі. Вище від них міститься лобовий м'яз, при скороченні якого піднімаються брови і утворюються поперечні складки на лобі.

Навколо рота у товщі губ лежить коловий м'яз, в радіальних напрямках від якого лежать інші мімічні м'язи. При скороченні колового м'яза рота закривається рот, відбувається акт ссання, жування, вимовляння звуків. Скороченням радіальних м'язів розкривається рот і розтягуються губи в усмішку. Скорочення мімічних м'язів спричинює натягування й переміщення окремих ділянок шкіри, надаючи обличчю того або іншого виразу. Збуджуючись імпульсами, які надходять по лицевому нерву, мімічні м'язи

відбивають найрізноманітніші емоційні стани, змінюючи міміку («гру обличчя»). У педагогічній практиці велике значення має вміння вчителя користуватись своєю мімікою. Мімічні м'язи беруть також участь в акті їди, у вимовлянні звуків.

До групи жувальних м'язів належать чотири парних м'язи: висковий, власне жувальний, внутрішній і зовнішній криловидні. Скорочуючись, вони піднімають нижню щелепу або здійснюють рухи її вперед, назад і в сторони, що необхідне для пережовування їжі.

М'язи ший. Численні м'язи, що розміщені в ділянці ший, можна поділити на дві групи: м'язи, що лежать над гортанню і великими судинами, і глибокі м'язи ший.

До першої групи належить грудинно-ключично-сосковий м'яз і кілька, м'язів під'язикової кістки.

Грудинно-ключично-сосковий м'яз починається двома головками — однією на рукоятці груднини, а другою на ключиці і прикріплюється до сосковидного відростка вискової кістки. М'яз легко промацати на ший, якщо повернути голову набік. При скороченні м'яза на одному боці ший голова нахиляється в бік скороченого м'яза (обличчям в протилежний бік). При одночасному скороченні обох м'язів голова закидається назад.

Глибокі м'язи ший прилягають безпосередньо до хребта і беруть участь в рухах голови.

М'язи тулуба. М'язи тулуба (кольор. табл. III) можна поділити на три групи: м'язи спини, грудей і живота.

М'язи спини розміщені в кілька шарів. Найбільш поверхнево лежать трапецієвидний м'яз і широкий м'яз спини. Найглибше розміщені м'язи-розгиначі хребта, які прикріплюються до остистих і поперечних відростків хребців. Вони укріплюють і розгинають хребет, а при однобічному скороченні — нахиляють тулуб у свою сторону. М'язи-розгиначі, які підтримують вертикальне положення тіла, несуть на собі велике навантаження. У школярів вони дуже стомлюються під час занять у класі. Тому спинка парти повинна

бути низькою — на рівні поперекового вигину хребта; входячи в поперековий вигин хребта, вона підтримуватиме його знизу і полегшуватиме роботу м'язів-розгиначів хребта.

У ділянці грудей розміщені м'язи: великий грудний, малий грудний, передній зубчастий і міжреберні.

Великий грудний м'яз лежить на передній стінці грудної клітки. Він рухає плечову кістку: піднімає і повертає всередину плече, підняту руку опускає і тягне вперед. При фіксованій руці піднімає ребра.

Малий грудний м'яз, що лежить під великим, відтягує плечовий пояс униз і вперед. При фіксованій лопатці піднімає ребра і сприяє актові вдиху.

Передній зубчастий м'яз відтягує лопатку вперед і вбік.

Міжреберні м'язи поділяють на зовнішні і внутрішні. І ті й другі відіграють важливу роль у дихальних рухах: зовнішні міжреберні м'язи піднімають ребра, сприяючи актові вдиху, а внутрішні міжреберні — опускають ребра, сприяючи глибокому видиху.

До м'язів черевного преса належать: прямий, зовнішній і внутрішній косі та поперечний м'язи живота.

Прямий м'яз живота міститься спереду, по обидва боки від серединної лінії живота. Прямий м'яз живота стримує внутрішньочеревний тиск, сприяє зміцненню черевного преса, згинає хребет, тягне грудну клітку вниз, опускає ребра, сприяючи актові видиху.

Зовнішній косий м'яз живота-починається на бічній поверхні восьми нижніх ребер.

При одночасному скороченні обох зовнішніх косих м'язів живота тулуб згинається наперед. При почерговому скороченні правого і лівого м'яза тулуб обертається навколо поздовжньої осі.

Внутрішній косий м'яз живота лежить під зовнішнім косим. Поперечний м'яз живота лежить під внутрішнім косим м'язом і є найглибшим і найтоншим м'язом живота. Обидва ці м'язи беруть участь у здійсненні рухів тулуба.

М'язи верхньої кінцівки. До м'язів плечового пояса належать:

дельтовидний, надостний, підостний і великий круглий м'яз.

Дельтовидний м'яз лежить над плечовим суглобом. Він має трикутну форму, нагадуючи собою грецьку букву Δ (дельта), звідки і походить його назва. Дельтовидний м'яз складається з трьох окремих м'язових пучків — переднього, середнього і заднього. Одночасне скорочення всіх трьох пучків м'яза відводить руку в бік до горизонтальної лінії. Ізольоване скорочення передніх пучків м'яза тягне руку вперед, а задніх — назад.

Надостний м'яз відводить плече, а підостний — повертає плечову кістку назовні.

Великий круглий м'яз відтягує руку назад і повертає всередину.

В ділянці плеча розміщені двоголовий, плечовий і триголовий м'язи. Перші два згинають руку в ліктьовому суглобі, останній розгинає її.

М'язи передпліччя діляться на дві групи: передню і задню. Спереду передпліччя лежать згиначі кисті і пальців, а ззаду — розгиначі кисті і пальців.

М'язи кисті численні і дрібні; серед них розрізняють: м'язи великого пальця, червоподібні, міжкістчкові і м'язи мізинця. Ці м'язи здійснюють різноманітні, складні і тонкі рухи пальців. Всі ці рухи мають величезне значення в трудовій діяльності людини і, зокрема, при писанні, малюванні, грі на музичному інструменті тощо.

М'язи нижньої кінцівки. До м'язів таза належать клубово-поперековий м'яз, грушовидний, великий, середній і малий сідничні. Всі вони починаються на кістках таза, оточують кульшовий суглоб і прикріплюються до верхнього кінця стегна.

Клубово-поперековий м'яз при скороченні згинає ногу в кульшовому суглобі і повертає стегно назовні. Грушовидний м'яз повертає стегно назовні.

Великий сідничний м'яз, скорочуючись, розгинає і відводить стегно; при стоянні фіксує таз, а з ним і весь тулуб. Середній і малий сідничні м'язи відводять стегно.

На передній поверхні стегна лежать два м'язи — чотириголовий і

кравецький.

Чотириголовий м'яз стегна — найсильніший м'яз людського тіла. Він займає всю передню поверхню стегна і утворює чотири головки. Пряма головка називається прямим м'язом стегна; вона починається на тазовій кістці. Інші три головки беруть початок від передньої поверхні стегна і називаються широкими м'язами стегна. Всі чотири головки цього м'яза переходять у спільний сухожилок, який охоплює колінну чашечку і прикріплюється до великої гомілкової кістки. Скорочуючись, чотириголовий м'яз стегна згинає ногу в кульшовому суглобі і розгинає в колінному.

Кравецький м'яз — найдовший м'яз нашого тіла. Він починається від клубової кістки і прикріплюється до великої гомілки. М'яз — двосуглобовий. Скорочуючись, він згинає ноги в кульшовому і колінному суглобах; гомілка повертається до середини.

На задній поверхні стегна лежать напівсухожилковий, напівперетинчастий і двоголовий м'язи. Скорочуючись, ці м'язи згинають ногу в колінному суглобі і розгинають в кульшовому. Крім того, вони повертають гомілку: напівсухожилковий і напівперетинчастий — до середини, а двоголовий м'яз — назовні.

М'язи гомілки мають веретеноподібну і пірчасту форму. Одні з них розміщуються спереду гомілки, а інші — ззаду.

Спереду гомілки лежать такі м'язи: передній великогомілковий, довгий загальний розгинач пальців і довгий розгинач великого пальця.

Ззаду гомілки містяться: литковий м'яз, камбаловидний, задній великогомілковий, довгий згинач пальців і довгий згинач великого пальця.

Литковий м'яз починається двома головками від зовнішнього і внутрішнього виростів стегна. Камбаловидний м'яз бере початок від обох гомілкових кісток. Посередині гомілки камбаловидний м'яз зростається з литковим і разом переходять у спільний дуже міцний п'ятковий, або ахіллів, сухожилок, який прикріплюється до п'яткової кістки. Литковий м'яз згинає ногу в колінному і надп'ятково-гомілковому суглобах і повертає стопу назовні. Камбаловидний

м'яз згинає ногу в надп'яткове-гомілковому суглобі і також повертає стопу назовні.

Задній великогомілковий м'яз згинає стопу, зводить її і повергає назовні.

Більшість м'язів стопи лежить на її підошовному боці. Всі підошовні м'язи, крім здійснення рухів пальцями, зміцнюють стопу, а також пом'якшують поштовхи під час ходіння, бігу тощо. На тильному боці стопи лежать тільки два м'язи, які розгинають пальці.

§ 9. Робота м'язів

Динамічна і статична робота м'язів. Скорочуючись або напружуючись, скелетні м'язи переміщують частини тіла або тримають тіло чи частину його в певному положенні. В обох цих випадках, як і при піднятті вантажів, м'язи виконують механічну роботу. Розрізняють динамічну і статичну роботу м'язів. Динамічною називають роботу, зв'язану з рухами (підняття вантажів, копання землі і т. д.); при цьому скорочення м'язів чергується з їх розслабленням. При статичній роботі (наприклад, тримання вантажу) м'яз перебуває в безперервному (тетанічному) скороченні.

Значення ритму і навантаження. Виконувана м'язами робота залежить від ритму їх скорочень та від величини навантаження. В цьому можна переконатись, якщо з допомогою ергографа виміряти роботу м'язів пальця. Для цього палець фіксованої руки просувають у петлю металевого тросика або шнурка, перекинутого через блок і прикріпленого до вантажу. При скороченні м'язів тягар піднімається, а при розслабленні — опускається. Рухи пальця при скороченні м'язів записують на закопченій поверхні обертового циліндра у вигляді вертикальних ліній. Ці лінії утворюють так звану ергограму. Висота цих ліній дорівнює висоті піднімання вантажу.

Почепивши на тросик вантаж певної ваги, починають згинати палець через правильні проміжки часу. Спочатку палець робить повне згинання, потім згинання його дедалі слабшають і, нарешті, припиняються через стомлення м'язів.

Помноживши вагу вантажу на висоту його підняття, визначають роботу, яку виконали м'язи пальця до їх стомлення.

Змінюючи вагу вантажу на тросику, можна встановити, як навантаження впливає на роботу м'яза. Виявляється, що максимальну роботу м'яз виконує не обов'язково при піднятті найбільшого вантажу. Це видно з наведених нижче цифр, одержаних на ізольованому литковому м'язі жаби.

Вантаж у г.....	0 50 100 150 200 250
Висота підняття вантажу в мм	15 9 7 5 2 0
Робота м'язів у г/мм.....	0 450 700 750 400 0

З таблиці видно, що найбільшу роботу м'язи виконали при піднятті вантажу вагою 150 г на висоту 5 мм.

Запис роботи м'язів пальця з допомогою ергографа показує також, що збільшення до певної межі завантаження підвищує механічну роботу м'яза. Після досягнення цієї межі дальше збільшення навантаження приводить до зменшення виконуваної роботи.

Так само вивчають і вплив ритму скорочень на роботу м'яза, змінюючи проміжки часу, через які скорочуються м'язи пальця. Порівняння ергограм при різних ритмах показує, що при дуже частих і дуже рідких скороченнях м'яз виконує меншу роботу, ніж при скороченнях середньої частоти.

Таким чином, найпродуктивніше м'язи працюють при середньому навантаженні і середньому ритмі скорочень. Причому, середні величини навантаження і ритму різні для різних людей. Для осіб фізичної праці і спортсменів вони значно вищі, ніж для людей, які не займаються фізичною працею і спортом. Кожна людина може, вправляючи м'язи, збільшити межі цих величин і, отже, підвищити свою працездатність.

Велике значення для продуктивності праці має також елемент свідомості. Інтерес, цілеспрямованість, розуміння необхідності і важливості виконуваної роботи значно підвищують працездатність людини.

Обмін речовин у працюючих м'язах. Для виконання роботи при своєму

скороченні м'яз потребує енергії. Джерелом її є складні органічні речовини, які входять до складу м'яза. При збудженні м'яза ці речовини розпадаються «а простіші сполуки; наявна в них потенціальна енергія перетворюється в кінетичну і забезпечує процес скорочення.

Частина енергії, що звільняється у м'язах під час їх роботи, переходить у механічну роботу, а друга, більша частина, перетворюється в тепло. Цим і пояснюється підвищення температури тіла при фізичній роботі, яке іноді досягає до 39°.

Стомлення м'язів. Тимчасове зменшення працездатності м'язів в результаті тривалої роботи називається м'язовим стомленням. Так, тримаючи вантаж у зігнутій чи піднятій руці людина через певний час відчуває бажання опустити його. Зусиллям волі людина переборює втому і може ще якийсь час потримати вантаж. Але настає момент, коли м'язи розслаблюються і рука опускається. Це результат надмірного стомлення м'язів. Стомлення зникає після більш-менш тривалого відпочинку. Чим тренованіша людина, тим пізніше настає стомлення. Тому для підвищення працездатності людини і боротьби з стомленням велике значення має систематичне заняття посильною фізичною працею і фізкультурою. Це в однаковій мірі стосується як дорослих, так і дітей.

Стомлення м'яза можна спостерігати не тільки в організмі, а й на ізолюваному м'язі. Так, на ізолюваному м'язі жаби це можна простежити, часто подразнюючи його. Висота скорочень м'яза при цьому поступово зменшується, поки м'яз, нарешті, не перестане скорочуватись. Чим частіші подразнення, тим швидше настає стомлення.

Стомлення ізолюваного м'яза настає внаслідок накопичення в ньому продуктів розпаду (молочної і фосфорної кислот та ін.), а також витрачення запасів складних поживних речовин, які є джерелом енергії для скорочення м'яза. Пропускання через судини м'яза, який не працював, розведених розчинів молочної кислоти та інших продуктів розпаду, викликає всі ознаки стомлення, а пропускання розчину Рінгера відновлює працездатність м'яза.

Стомлення м'язів в організмі не можна пояснити тільки причинами, які діють в ізольованому м'язі. Воно зумовлюється в основному змінами в центральній нервовій системі, яка найшвидше стомлюється. Вирішальну роль центральної нервової системи в тривалому збереженні працездатності і в настанні стомлення було показано в дослідженнях І. М. Сеченова, І. П. Павлова, М. Є. Введенського і О. О. Ухтомського.

На працездатність м'язів дуже впливає кора головного мозку. Пригнічений стан, відсутність інтересу до роботи сприяють розвитку стомлення, тоді як хороший настрій бадьорить людину, підвищує її працездатність.

Ритм в роботі і нормальне навантаження, чергування роботи з відпочинком, правильна організація праці і її нормування сприяють меншому стомленню.

Думка про те, що найкращий спосіб відновлення працездатності при стомленні це повний спокій, є помилковою. І. М. Сеченов показав, що найшвидше відновлюється працездатність м'язів при так званому активному відпочинку (виконання якоїсь роботи).

Допускається, що потік імпульсів від працюючого органу в центральну нервову систему збуджує сусідні стомлені ділянки центральної нервової системи, підвищуючи їх працездатність.

§ 10. Розвиток мускулатури і моторики у дітей

Особливості будови, хімічного складу і функцій дитячих м'язів. М'язова система у дітей розвинена слабо. Вага м'язів по відношенню до ваги всього тіла менша, ніж у дорослих; це видно з таких даних.

М'язи дітей своєю будовою, хімічним складом і функціями відрізняються від м'язів дорослої людини. Вони блідіше і ніжніші, містять більше води, але бідніші на білок, жири, а також на мінеральні солі та екстрактивні речовини, ніж м'язи дорослої людини. Тому вони менше пристосовані до виконання рухів; скорочуючись, вони не стільки виробляють механічну енергію, скільки беруть участь в утворенні тепла.

М'язи дітей відносно довші, ніж у дорослих, але мають коротші і ширші сухожилки, які прикріплюються до кісток в суглобах далі від осей обертання. Тому при скороченні м'язів дитини витрачається менше енергії, ніж при скороченні м'язів дорослої людини.

М'язи дітей еластичніші, при скороченні більше вкорочуються, а при розтягуванні більше видовжуються, скорочуються повільніше, ніж у дорослих.

Розвиток м'язів у дітей. М'язи у дітей розвиваються нерівномірно. Так, у перші роки життя розвиваються великі м'язи тулуба і кінцівок, зв'язані з ходінням і рухами рук і т. п. (наприклад, м'язи плеча і передпліччя), але ще зовсім не розвинені м'язи кисті руки. Тому точні рухи пальців і кисті у цьому віці дітям ще не доступні. Дрібні м'язи кисті руки починають розвиватись лише у 6—7 років, коли дитина може вже виконувати такі роботи, як плетіння, ліплення та інші вправи з матеріалом невеликої опірності. У зв'язку з розвитком м'язів кисті руки в цьому віці стає можливим починати поступово навчати дитину письма. Але вправи в письмі, особливо в I і II класах, повинні бути короткочасними, щоб не стомлювати ще не зміцнілі м'язи кисті руки.

У дітей молодшого шкільного віку (особливо після 8—9 років) спостерігається посилення темпу розвитку всієї мускулатури: значно збільшується об'єм і сила м'язів, зміцнюються зв'язки. Процес збільшення в цьому віці сили м'язів правої руки у Таблиця 6 хлопчиків і дівчаток видно збільшення сили м'язів правої руки у дітей у кг з табл. 6 (за І. А. Арямовим): сила стиску правої руки у 12-річних хлопчиків дорівнює приблизно 40% сили стиску у 20-річного юнака, а в 15 років— близько 60%. Особливо інтенсивно зростає м'язова сила у підлітків наприкінці періоду статевого дозрівання. У ці роки енергійно збільшується і маса м'язів. У зв'язку з збільшенням сили і маси м'язів зростає і швидкість їх скорочення, особливо здатність до тривалого скорочення (статична робота). Це пояснюється тим, що ріст м'язів з віком супроводжується зміною їх будови, складу і розвитком нервового апарата м'язів, який керує всіма їх рухами.

У дітей м'язи під час роботи стомлюються швидше, ніж у дорослих. Але

завдяки швидшому обміну і кращому кровопостачанню, стомлення м'язів у дітей проходить швидше. Тому при організації і проведенні фізичних вправ, спортивних занять і фізичної праці з дітьми молодшого шкільного віку не можна переобтяжувати їх мускулатуру, треба правильно дозувати навантаження і проводити ці заняття в уповільненому темпі з відповідними паузами для відпочинку.

Розвиток моторики у дітей. Розвиток моторики у дітей відбувається поступово, але не рівномірно, стрибкоподібне. За період дошкільного віку діти опановують різні рухи-дії. Вони дуже люблять гру з м'ячем, яка вимагає певної координації рухів. Ця якість розвивається з віком у зв'язку з вправами: чим рухливіша дитина, тим енергійніше розвивається її мускулатура, тим досконалішою стає координація рухів.

У три роки дитина може вже самостійно їсти, застібати і розстібати гудзики і з невеликою допомогою дорослих одягатись і роздягатись.

У 5 років дитина вже може ходити на лижах, розвиваючи при цьому витривалість, спритність і уміння зберігати рівновагу під час руху. Дуже захоплюються діти катанням на санчатах, особливо з невисоких гір. Нарешті, як правило, з 7-річного віку можливе катання на ковзанах.

Між 5—7 роками, завдяки ускладненню центральної нервової системи і розвитку дрібної мускулатури, в дітей удосконалюються м'язові рухи (вони можуть ліпити, плести, малювати).

У 6—7 років діти вже вільно володіють своїми м'язами, але точні рухи ще потребують великих зусиль. Коли примушувати дитину до точних рухів, вона швидко стомлюється. Недосконалість рухів у дітей цього віку пояснюється недостатнім розвитком координаційних механізмів у центральній нервовій системі;

Координація рухів, яка виявляється в їх точності й спритності, стає досконалішою в дітей 8—12 років. При цьому збільшується рухливість дітей, і їх рухи стають різноманітними. Але через те, що великі м'язи руки молодших школярів розвинені порівняно сильніше, ніж дрібні м'язи кисті, то діти,

особливо першокласники, легше виконують сильні, розмашисті рухи і важче — точні дрібні рухи. Це треба враховувати при навчанні дітей письма, малювання і ручної праці. Діти молодшого і частково середнього шкільного віку все ще нездатні до тривалої продуктивної праці, до тривалого м'язового напруження. Це слід враховувати при організації занять з фізичної культури і трудової діяльності дітей.

У дітей 10—12 років уже спостерігається деяка гармонія рухів. Але в період статевого дозрівання ця гармонія порушується, бо в цей час у підлітка перебудовується руховий апарат, що зв'язано з особливостями розвитку в цьому періоді нервової системи. Зовнішньо у підлітка це виявляється у великій кількості рухів, деякій незграбності їх, недостатності їх координації і в порушенні гальмування. Наприкінці періоду статевого дозрівання ці недоліки моторики підлітка зникають, і розвиток рухового апарата в основному закінчується.

§ 11. Гігієна м'язової системи дитини

З описаних вище особливостей розвитку м'язів і моторики дітей випливає ряд гігієнічних вимог, спрямованих, з одного боку, на охорону їх м'язової системи, а з другого,— на її розвиток і зміцнення. Враховуючи порівняно швидку стомлюваність м'язів і відповідних нервових центрів у дітей, необхідно уникати довготривалих, а тим більше надмірних фізичних напружень, які можуть шкідливо вплинути на розвиток дитячого організму, викликати тяжкі захворювання серця, легень та інших органів. Серце при цьому працює значно інтенсивніше і може бути перевтома серцевого м'яза. Довготривале напруження ще не зміцнених м'язів кистей рук під час гри на фортепіано, при шитті і письмі іноді спричиняє захворювання, яке дістало назву писальної судороги. Все це треба враховувати при проведенні навчально-виховної роботи з дітьми молодшого шкільного віку, зокрема під час занять з фізичної культури, на шкільній навчально-дослідній ділянці, при виконанні суспільно корисної роботи і т. д.

Несприятливо впливають на організм дитини не тільки надмірні тривалі напруження м'язів, але й недостатня їх діяльність. Щоб правильно розвивались м'язи і весь опорно-руховий апарат, діти повинні систематично займатись гімнастикою, спортом, посиленою фізичною працею (відповідно до їх віку і фізичного розвитку). Під час роботи м'язи краще постачаються кров'ю, яка приносить поживні речовини і кисень. Цього досягається посиленням роботи серця та розширенням кровоносних капілярів у працюючому м'язі. Кров, що надходить до працюючого м'яза, живить і кістки, до яких він прикріплений. Цим самим створюються кращі умови і для діяльності органу кровотворення — червоного кісткового мозку. М'язова праця позитивно впливає на весь організм, зокрема на такі органи, як серце і легені, на обмін речовин.

Робота м'язів тісно пов'язана з роботою центральної нервової системи — вони взаємно впливають одне на одного. Діяльність м'язів сприяє розвитку кори великих півкуль головного мозку і органів чуття.

РОЗДІЛ VI

ОСОБЛИВОСТІ КРОВІ ТА АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ І ГІГІЄНА СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ДИТИНИ

§ 1. Кров

Значення крові. Кров разом з лімфою є внутрішнім середовищем організму, з якого клітини одержують все необхідне для свого існування і в яке віддають продукти своєї життєдіяльності. Кров виконує в організмі такі функції:

- приносить до всіх органів і тканин поживні речовини, які всмоктуються в кров з кишечника;
- виносить з органів і тканин продукти розпаду, які виділяються з організму через органи виділення;
- приносить клітинам кисень, яким вона збагачується в легенях, і виносить вуглекислий газ, що утворюється в результаті окислювальних процесів

у клітинах;

- підтримує рідинний (гуморальний) взаємозв'язок між органами, переносячи від одних органів до інших речовини, що їх вони виробляють;

- бере участь у захисті організму від хвороботворних бактерій, які проникли в організм;

- рухаючись безперервно по кровоносних судинах, кров забезпечує постійний перерозподіл тепла, яке утворюється в результаті обміну речовин в органах і тканинах, і збереження сталої температури тіла, бо зайве тепло віддається назовні через шкіру і легені.

Кількість крові. У дорослої людини кров становить близько $\frac{1}{16}$ (6—7%) ваги тіла. Це означає, що в людини вагою 65 кг є близько 4 л крові.

У дітей крові відносно більше, ніж у дорослих. Вага всієї крові в організмі по відношенню до ваги тіла становить у %:

На 1 кг ваги тіла у новонародженої дитини припадає близько 150 мл крові, у дітей 6—10-річних — близько 70 мл, у дорослої людини — 60 мл. Відносна кількість крові зв'язана з рівнем обміну речовин, який є найінтенсивнішим у новонароджених дітей. У хлопчиків крові трохи більше, ніж у дівчаток.

При спокійному стані організму по кровоносних судинах циркулює лише частина крові. Решта крові перебуває в кров'яних депо — в капілярах печінки, селезінки і шкіри. Коли ж виникає потреба в негайному збільшенні циркулюючої крові (при м'язовій роботі і т. п.) депонована кров викидається в кров'яне русло.

Втрата організмом $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ кількості крові загрожує смертю.

Склад крові. Кров — це тканина, що складається з рідкої міжклітинної речовини, або плазми (близько 55—58%), і кров'яних клітин, або формених елементів (42—45%).

Відокремити формені елементи від плазми можна центрифугуванням або відстоюванням крові, додавши до неї речовин, які перешкоджають зсіданню крові. При відстоюванні кров утворює два шари: верхній — жовтувата

напівпрозора рідина — плазма крові і нижній темно-червоний — еритроцити (червоні кров'яні тіลця). Між кров'яною плазмою і шаром еритроцитів лежить тонкий прошарок лейкоцитів (білих кров'яних тілець) (кольор. табл. IV, Г).

§ 2. Плазма крові

Склад плазми. У дітей шкільного віку плазма крові має такий самий склад, як і в дорослих: води — 90—92%; глюкози — 0,1—0,12%; білків — 7—8%; мінеральних солей (переважно NaCl) — близько 1%, а також в невеликій кількості жир, продукти розпаду (азотисті речовини, молочна кислота та ін.) і речовин, що їх виділяють у кров залози внутрішньої секреції. З білків у плазмі є: альбумін, глобулін і фібриноген, який відіграє важливу роль у зсіданні крові. В плазмі крові є ще так звані антитіла, які відіграють захисну роль.

З мінеральних речовин є катіони натрію, калію, кальцію, магнію, заліза, а також аніони хлору, йоду, сульфату, карбонату, фосфату. Найбільше в плазмі іонів натрію і хлору, тому для підтримання роботи серця при великих втратах крові у вени вводять 0,9-процентний розчин кухонної солі. Іони калію і кальцію впливають на збудливість нервових і м'язових клітин. Уже незначний надлишок у плазмі крові іонів калію пригнічує життєдіяльність клітин, послаблює роботу серця. При підвищеному вмісті в крові іонів кальцію частішають скорочення серцевого м'яза, при зниженому — підвищується збудливість нервової системи, внаслідок чого навіть незначні подразнення спричиняють сильні судороги. Дія іонів магнію подібна до дії іонів кальцію. В здоровому організмі склад плазми крові відносно сталий.

Осмотичний тиск плазми. Плазма крові людини замерзає при температурі 0,56—0,58°; отже, осмотичний тиск приблизно 7,8 атм. Зумовлюється осмотичний тиск плазми в основному концентрацією мінеральних солей і білків, а оскільки концентрація мінеральних солей стала, то й осмотичний тиск сталий. Тимчасова зміна осмотичного тиску плазми може статись при надходженні в кров великої кількості води або солей. Але в таких випадках починають посилено працювати органи виділення (нирки, потові залози та ін.),

і осмотичний тиск швидко приходить до норми.

Гемоліз. Різкі зміни осмотичного тиску крові згубно впливають на клітини, особливо на еритроцити. Якщо помістити краплю крові, а отже, і еритроцити в гіпертонічний розчин, то вода еритроцитів виходить, і вони зморщуються. В гіпотонічному розчині вода входить в еритроцити, від чого вони набрякають і лопаються — відбувається гемоліз, при якому гемоглобін виходить з еритроцитів і розчиняється у плазмі. Гемоліз може відбуватись і при додаванні до крові ефіру, хлороформу та інших розчинників жирів. Гемоліз настає також при укусі деяких зміїв, отрута яких руйнує еритроцити.

Фізіологічні розчини. Фізіологічними розчинами називаються штучно виготовлені розчини, які містять у собі мінеральні речовини в тій самій концентрації і такого самого іонного складу, як і в плазмі крові. Ці розчини називаються ізотонічними, бо вони мають однаковий з плазмою осмотичний тиск. Фізіологічне значення має не тільки загальна концентрація іонів, але і співвідношення концентрації окремих іонів у розчині.

При крововтратах, коли немає крові для переливання, її можна замінити фізіологічним розчином. Найпростішим є фізіологічний розчин, який містить у собі 0,9% NaCl . Ближчий до складу плазми розчин Рінгера, який містить: 0,8% NaCl , 0,02% KCl , 0,02% CaCl_2 , 0,01% NaHCO_3 .

Цей розчин застосовують для людини і теплокровних тварин. Розчин, який застосовують для холоднокровних тварин, містить 0,6% NaCl і по 0,01 % решти солей. Фізіологічні розчини застосовують також у дослідах з ізольованими органами і тканинами.

§ 3. Формені елементи крові

Еритроцити. Серед формених елементів крові найбільше червоних кров'яних тілець — еритроцитів. Це без'ядерні клітини, що мають форму двояковгнутого диска з діаметром близько 8 мк і товщиною близько 2 — 2,5 мк.

Утворюються еритроцити в червоному кістковому мозку з особливих

клітин — еритроblastів, які мають ядра. У процесі дозрівання еритроblastи втрачають ядро і перетворюються в еритроцити; останні надходять в кров'яне русло.

В 1 мм^3 крові дорослої людини міститься близько 4,5—5 мільйонів еритроцитів. У немовлят еритроцитів значно більше. Так, у новонародженої дитини 5,5—6,5 мільйонів в 1 мм^3 крові; але з роками кількість їх зменшується, досягаючи уже в 2—3 роки норми дорослої людини. ,

Фізіологічна роль еритроцитів визначається наявністю в їх складі червоного пігменту — гемоглобіну, від якого й залежить червоний колір крові. Гемоглобін — це складна хімічна сполука, що складається з білка — глобіну і барвної речовини — гема, в складі якого є залізо Fe(II) .

Абсолютний вміст гемоглобіну в дорослої людини становить в середньому 14—16% від ваги крові і досягає 17% (17 г гемоглобіну в 100 г крові). При аналізі крові визначають звичайно відносний вміст гемоглобіну. Він показує в процентах відношення фактичної кількості гемоглобіну в 100 г крові до 17 г. У новонароджених дітей відносна кількість гемоглобіну — 110—145%; у дітей шкільного віку — 80—90%.

Гемоглобін легко сполучається з киснем. Коли кров проходить крізь капіляри легень, гемоглобін утворює нетривку сполуку з киснем — оксигемоглобін. Кров, яка має в собі оксигемоглобін (тобто насичена киснем), називається артеріальною. Вона переносить оксигемоглобін з легень у тканини, де він легко віддає тканинній рідині свій кисень і відновлюється в гемоглобін. Кров, у якій оксигемоглобін перейшов у стан відновленого гемоглобіну, називається венозною. Отже, основна функція еритроцитів — перенесення кисню від легень до тканин. Крім того, вони беруть участь і в перенесенні вуглекислого газу від тканин до легень.

Швидкому приєднанню гемоглобіном кисню в легенях і швидкому відщепленню його в тканинах сприяють також порівняно повільна течія крові в капілярах і дуже малі розміри еритроцитів. Відомо, що, чим дрібніші частини, на які подрібнено предмет, тим більша їх загальна поверхня. Тому дуже

маленькі розміри еритроцитів і вгнута форма їх забезпечують їм величезну загальну поверхню — близько 3000м^2 , тобто в 1600 раз більше поверхні тіла в дорослої людини. Загальна кількість еритроцитів у 5 л крові дорослої людини — 25 трильйонів.

Еритроцити людини живуть в середньому 130 днів. Руйнуються вони в селезінці і печінці, де з гемоглобіну утворюються пігменти жовчі. За 1 добу в здорової людини руйнується близько 300 мільярдів еритроцитів.

На місце зруйнованих у кров безперервно надходять молоді еритроцити з кровотворних органів.

Лейкоцити. Білі кров'яні тільця (лейкоцити) — безбарвні клітини, які мають ядро і протоплазму (кольор. табл. IV, Б). Діаметр їх 7—30 мк.

Форма лейкоцитів дуже мінлива, бо протоплазма їх безупинно переливається по відростках, які то випинаються, то втягуються. При цьому вони роблять амебоїдні рухи і можуть протискуватись між клітинами стінок капілярів у міжклітинні простори (кольор. табл. IV, Є).

Лейкоцити здатні до внутрішньоклітинного травлення. Цим і визначається їх основна функція, яка полягає в захисті організму від мікроорганізмів, що проникають у кров і тканини. Активно рухаючись, лейкоцити обволікають своїми відростками різні сторонні органічні частинки (бактерії та ін.), які потрапили в організм, і з допомогою ферментів перетравлюють їх у своїй протоплазмі. Лейкоцити знищують не тільки бактерії, але й зруйновані клітини організму. Іноді вони поглинають цілі органи, які втратили своє значення для організму, — так зникає хвіст у пуголовка жаби.

Значення лейкоцитів в організмі з'ясував видатний російський учений І. І. Мечников, який вперше спостерігав процес поглинання і перетравлювання бактерій лейкоцитами крові — фагоцитоз.

В 1 мм^3 крові дорослої людини міститься 6—8 тис. лейкоцитів. Кількість їх постійно змінюється залежно від стану організму. Після їди, при м'язовій роботі, під час вагітності кількість лейкоцитів у крові значно збільшується. Особливо різко збільшується їх кількість у крові при запальних процесах та

інфекційних захворюваннях. Але при таких захворюваннях як черевний тиф і грип спостерігається зменшення кількості лейкоцитів у крові. Збільшення кількості лейкоцитів називається лейкоцитозом, а зменшення — лейкопенією.

Лейкоцити ділять на дві групи: зернисті і незернисті. Зернисті лейкоцити характеризуються наявністю в їх протоплазмі особливих зерняток, і від того, якими барвниками вони забарвлюються, їх ділять на три підгрупи: нейтрофіли, еозинофіли і базофіли. Серед них найбільше нейтрофілів, що забарвлюються як кислими, так і основними фарбами; еозинофіли забарвлюються кислими фарбами, а базофіли — основними.

Незернисті лейкоцити, протоплазма яких не має специфічної зернистості, діляться на дві підгрупи: лімфоцити і моноцити. Лімфоцити — невеликі клітини з великим ядром, оточеним тонким шаром незернистої протоплазми. Моноцити — найбільші за своїми розмірами клітини крові.

Кількість лейкоцитів у крові зменшується з віком дитини. Так, у ново-народженої дитини їх 10—30 тис. в 1 мм³, а в 5—6-річній дитини—8—9 тис.

У дітей молодшого шкільного віку кількість лейкоцитів в крові приблизно така сама, як і в дорослої людини. Проте фізіологічне значення має не тільки загальна кількість лейкоцитів, але й процентне співвідношення між різними їх формами, яке називається лейкоцитарною формулою. З цієї таблиці видно, що основну масу білих кров'яних тілець становлять лімфоцити і нейтрофіли. Причому процентний вміст цих видів лейкоцитів з віком дитини змінюється: кількість нейтрофілів збільшується, а лімфоцитів — зменшується. Лімфоцити порівняно з іншими формами лейкоцитів мало рухливі, тому нездатні боротись з хвороботворними мікробами, які проникли в організм. Нейтрофіли, навпаки, досить рухливі: випускаючи вирости протоплазми, вони активно пересуваються до місць скупчення мікробів, захоплюють їх і перетравлюють. Тому для опірності організму проти інфекційних захворювань велике значення має співвідношення в крові нейтрофілів і лімфоцитів.

З таблиці бачимо, що в дітей аж до початку молодшого шкільного віку переважає малоактивний вид лейкоцитів — лімфоцити. В дітей молодшого

шкільного віку хоч вже й переважають нейтрофіли, проте ще далеко не досягають норми дорослої людини. Крім того, у дітей молодшого шкільного віку не всі наявні нейтрофіли повністю дозрілі. Цим у певній мірі пояснюється порівняно нижча опірність дитячого організму проти ряду інфекційних захворювань.

Тромбоцити. Серед формених елементів крові тромбоцити, або кров'яні пластинки, найменші. Вони легко руйнуються, тому будова їх вивчена недостатньо. Кількість їх в 1 мм³ крові дітей 115000—425000 (в середньому 230 000—250 000).

Давно вже встановлено, що тромбоцити відіграють важливу роль у процесах зсідання крові. А недавно виявлено, що тромбоцитам належить важлива роль в забезпеченні організму киснем. При інтенсивній м'язовій діяльності відбуваються різкі кількісні і якісні зміни тромбоцитів. Це явище названо міогенним тромбоцитозом. При м'язовій діяльності тромбоцити посилено руйнуються, з них звільняються дихальні ферменти, які сприяють енергійній утилізації кисню. Чим молодший організм, тим яскравіше явище міогенного тромбоцитозу.

Кровотворні органи. Кров'яні клітини постійно руйнуються, проте кількість їх у крові залишається відносно сталою, бо на місце зруйнованих у кров надходять нові, молоді кров'яні тільця. Місцем їх утворення є червоний кістковий мозок, селезінка і лімфатичні вузли. Ці органи називаються кровотворними.

У червоному кістковому мозку утворюються еритроцити, тромбоцити, зернисті форми лейкоцитів. Лімфоцити утворюються в лімфатичних вузлах, а моноцити — переважно в селезінці і печінці.

У новонароджених дітей кровотворення відбувається в кістковому мозку всіх кісток. У дітей грудного віку система кровотворення досить розвинена, проте в крові є молоді, недозрілі еритроцити і лейкоцити.

Після 6 місяців частина червоного кісткового мозку починає перетворюватись у жовтий. Цей процес особливо швидко відбувається в 4—6 років. У

віці 12—15 років червоний кістковий мозок залишається лише в тих частинах скелета, в яких він є і в дорослих (в груднині, ребрах, хребцях, в епіфізах трубчастих кісток).

У дітей процеси кровотворення відбуваються інтенсивніше, ніж у дорослих. З віком інтенсивність утворення формених елементів крові поступово знижується. Відновлення (регенерація) формених елементів крові у дорослих відбувається значно повільніше, ніж у дітей.

Кровотворна система у дітей ще недостатньо стійка проти різних шкідливих впливів, внаслідок чого в них легко може розвинутих недокрів'я.

Недокрів'я. Недокрів'я розвивається у дітей при великому зменшенні кількості еритроцитів або вмісту в них гемоглобіну, в результаті чого клітини організму недостатньо постачаються киснем, настає киснєве голодування тканин.

Різде зменшення кількості еритроцитів буває при крововтратах (поранення, операції та ін.) і при отруєнні отрутами, які спричиняють гемоліз еритроцитів. До таких отрут належать: свинець, ртуть, нітробензол, анілін, а також отрути, які утворюються в організмі при злоякісних пухлинах або виробляються глистами і мікробами. Зниження вмісту гемоглобіну в еритроцитах настає при нестачі в їжі заліза, білків і вітамінів.

При недокрів'ї у дітей блідне шкіра (особливо шкіра обличчя) і слизові оболонки очей, ротової порожнини, знижується опірність організму проти інфекцій, виникає слабкість, швидка стомлюваність, сонливість (іноді безсоння), знижується уважність, працездатність та ін.

Недокрів'я у дітей може розвиватись з різних причин. Але однією з найчастіших причин цієї хвороби є порушення вимог гігієни: недостатнє перебування дітей на свіжому повітрі і на сонці, недостатність рухливих ігор та фізичних вправ, надмірні розумові напруження, недосипання і особливо нераціональне харчування. Тому для збереження нормального складу крові дітей і запобігання виникненню у них недокрів'я необхідно забезпечити всі ці умови.

Кровотворні органи дитини здатні до швидкої заміни загиблих клітин новими. Тому при усуненні причин недокрів'я, при правильному режимі і раціональному харчуванні нормальний склад крові може відновитись у них досить швидко.

Однією з причин недокрів'я є недостатня діяльність червоного кісткового мозку. Для збудження його діяльності застосовують препарати, які добувають із сиров'язки тварин. Кровотворну функцію червоного кісткового мозку стимулюють також вітаміни групи В. Вітамін В₁₂ посилює кровотворну функцію, а фолієва кислота сприяє нормальному дозріванню кров'яних клітин у кістковому мозку і їх надходженню у кров'яне русло.

§ 4. Захисні властивості крові

Фагоцитоз. Як уже згадувалось вище, лейкоцити крові здатні здійснювати самостійні амебоїдні рухи і пересуватись в організмі. Протискуючись крізь стінки капілярів, лейкоцити виходять з кров'яного русла і, рухаючись по міжклітинних проміжках, збираються в місця скупчення сторонніх тіл (бактерій та ін.). Сюди притягують лейкоцитів хімічні речовини — продукти життєдіяльності бактерій, що проникли в організм. Рух клітин або найпростіших організмів в бік хімічного подразника — називається позитивним хемотаксисом.

Зустрівшись з бактерією, лейкоцит охоплює її виростами своєї протоплазми і потім перетравлює. Нерідко в цій боротьбі лейкоцити гинуть самі, внаслідок чого утворюється гній. Таке поглинання лейкоцитами прониклих в організм шкідливих мікроорганізмів називається фагоцитозом, а самі лейкоцити — фагоцитами. Так їх назвав видатний російський учений І. І. Мечников, який перший відкрив роль лейкоцитів в організмі і створив учення про фагоцитоз.

Фагоцитарну, тобто захисну, функцію в організмі здійснюють, крім лейкоцитів, і інші клітини, зокрема особливі клітини сполучної тканини — гістіоцити.

Імунітет. Хвороботворні бактерії, потрапивши в організм, в процесі своєї життєдіяльності виробляють і виділяють отрути, які назвали токсинами. Токсини викликають різні порушення в життєдіяльності організму, що приводить до захворювання. Проти токсинів в організмі виробляються протиотрути — антитоксини (імунні тіла), які нейтралізують токсини. Деякі антитоксини роками зберігаються як постійна складова частина крові, тому людина не захворює вдруге на деякі інфекційні хвороби (кір, скарлатина та ін.). Така несприйнятливість організму до тієї чи іншої інфекційної хвороби називається імунітетом. Імунітет зумовлюється діяльністю фагоцитів і виробленням в організмі імунних тіл. Розрізняють природжений і набутий імунітет.

Природжений імунітет — коли організм людини від народження несприйнятливий до тієї чи іншої інфекційної хвороби. Він зумовлений високорозвиненою фагоцитарною здатністю клітин і наявністю в організмі імунних тіл вже при народженні.

Набутий імунітет виникає в результаті перенесення інфекційної хвороби або введення в організм невеликої дози ослабленого токсину (щеплення). В обох цих випадках в організмі утворюються антитоксини. Вони специфічні, тобто захищають організм від збудника тільки даної хвороби. Це — активний імунітет; він звичайно зберігається багато років. Від активного відрізняють пасивний імунітет, який набувається в результаті введення в організм сироватки крові тварин або людини, що містить у собі імунні тіла. Пасивний імунітет зберігається лише кілька тижнів.

§ 5. Зсідання крові

Процес зсідання. При пораненнях дрібних судин кровотеча звичайно скоро припиняється. Це пояснюється тим, що кров, яка витікає з судин, зсідається, утворюючи згустки, або тромби (пробки). Останні закривають отвори поранених судин і перешкоджають витіканню крові.

Зсідання крові настає в результаті того, що один з білків плазми —

фібриноген переходить в нерозчинний фібрин. Останній випадає в осад у вигляді ниток, у петлях яких затримуються кров'яні клітини (кольор. табл. IV, Д). Процес переходу фібриногену у фібрин відбувається під впливом ферменту тромбіну. В кровоносних судинах кров не зсідается, бо фермент тромбін перебуває в недіяльній формі, у вигляді так званого протромбіну. Протромбін перетворюється в тромбін, якщо на нього діє в присутності іонів кальцію активізуючий фермент тромбокіназа. Остання міститься в тромбоцитах, а також у лейкоцитах і стінках кровоносних судин. У плазмі крові тромбокінази немає.

При пораненнях стінки кровоносних судин і сусідні з судинами тканини пошкоджуються, лейкоцити і тромбоцити руйнуються. При цьому вивільняється тромбокіназа, яка діє на протромбін, перетворюючи його в активний тромбін, а останній викликає зсідання крові.

Схема зсідання крові



Фібриноген можна видалити з крові, якщо збивати випущену з організму кров жмутком тоненьких паличок. На паличках скупчуються нитки фібрину. Дефібринована, тобто позбавлена фібрину, кров уже не зсідается, хоч би як довго вона зберігалась. Не зсідается і так звана сироватка — плазма крові, позбавлена фібриногену.

На холоді зсідання крові сповільнюється. Перешкоджають зсіданню крові і деякі речовини, наприклад гепарин, який добувають із печінки тварин, а також гірудин — препарат із медичних п'явок.

Зсідання крові можливе лише в тих випадках, коли в ній є іони кальцію. Якщо до крові додати лимоннокислого натрію, то іони кальцію зв'язуються. Така кров називається цитратною. Вона вже не зсідається і може довго зберігатись. Такий спосіб зберігання крові називається консервуванням. Консервовану кров широко застосовують у медицині для переливання хворим і пораненим.

Прискорюють зсідання крові висока температура, а також вітамін К.

В нормальних умовах кров у кровоносних судинах не зсідається, але при пошкодженні внутрішньої оболонки судини і при деяких захворюваннях серцево-судинної системи кров зсідається. При цьому в кровоносній судині утворюється згусток — тромб.

У новонародженої дитини здатність крові зсідатись різко підвищена (в 2—3 рази). Але, починаючи вже з другого тижня життя, ця здатність доходить до норми дорослої людини. Отже, тривалість кровотечі в дітей така сама, як і в дорослих.

Значення зсідання. Здатність крові зсідатись має величезне біологічне значення. Це врятовує організм від великих втрат крові при пораненнях. У деяких людей кров не зсідається. Ця хвороба називається гемофілією. Навіть незначні поранення у гемофіліка спричиняють велику втрату крові, що загрожує організмові смертю.

Перша допомога при кровотечах. При незначних пораненнях, коли пошкоджені невеликі судини, кровотеча швидко припиняється завдяки зсіданню крові. Якщо ж кровотеча велика, то доводиться вживати спеціальних заходів. Іноді кровотечу вдається зупинити накладанням найпростішої пов'язки. У випадках пошкодження великих судин застосовують притискну пов'язку, тобто туго бинтують рану, на яку накладають товстий шар стерилізованого бинта. Навколо пораненого місця (але не на саму рану, бо холод сповільнює зсідання крові, що витікає з рани) кладуть пузир з льодом: холод звужує кровоносні судини, цим зменшує крововтрату. Якщо притискна пов'язка і лід не допомагають, притискують пальцями великі артерії, що

несуть кров до рани. Найнадійніший спосіб припинити кровотечу при пораненні великих судин — накласти джгут. Звичайно його накладають на кінцівку. Якщо під руками немає спеціального джгута, то можна використати і звичайну носову хусточку, якою кінцівку перев'язують вище рани і закручують її кінці на паличку. Але слід пам'ятати, що джгут припиняє кровопостачання тій частині кінцівки, яка знаходиться нижче джгута. Тому джгут треба зняти не пізніше, як через годину-півтори після накладання, щоб не змертвіла кінцівка.

§ 6. Переливання крові

Аглютинація. При значних втратах крові, а також при деяких захворюваннях застосовують переливання крові.

Переливання крові поставлено на наукову основу порівняно недавно, коли було встановлено наявність у людей чотирьох різних груп крові. До того часу неодноразові спроби перелити кров від тварини людині або від людини людині звичайно закінчувались невдачею, і хворий найчастіше помирав. Це ставалось тому, що еритроцити влитої крові склеювались у грудочки і закупорювали кровоносні судини.

Явище склеювання, або аглютинації, еритроцитів пояснюється тим, що в плазмі міститься особлива аглютинуюча (склеююча) речовина аглютинін, а в еритроцитах — аглютиноген (речовина, що склеюється). Аглютининів у плазмі є два. Їх позначають першими буквами грецького алфавіту: α (альфа) і β (бета). Аглютиногенів в еритроцитах також два. Вони позначаються буквами латинського алфавіту — А і В. Аглютинація відбувається в тому разі, якщо аглютиноген А зустрінеться з аглютиніном α або аглютиноген В — з аглютиніном β . В інших комбінаціях аглютинації не буває.

Групи крові. Залежно від наявності в крові тих або інших аглютининів і аглютиногенів розрізняють чотири групи крові. В плазмі I-ої групи є обидва аглютинини α і β , але в її еритроцитах немає аглютиногенів. Еритроцити IV групи, навпаки, містять у собі обидва аглютиногени, але в її плазмі немає

аглютинінів. Кров II групи містить аглютиноген A і аглютинін β , а кров III групи — аглютиноген B і аглютинін α .

Групу крові можна визначити, маючи сироватку II і III груп. Для цього на скло капають по краплі сироватки II і III груп і в кожную з них вносять по краплі свіжої крові, групу якої хотять визначити. Внесену кров змішують скляною паличкою з сироваткою і по тому, чи настає аглютинація визначають групу крові. Якщо аглютинація не настає в сироватці ні II, ні III групи, то це кров I групи. Якщо аглютинація настане в сироватці II групи і не буде в сироватці III групи, то це кров III групи; якщо ж, навпаки,— в сироватці II групи аглютинації не буде, а в сироватці III групи буде — це кров II групи. Коли ж аглютинація відбудеться в обох краплях крові, то кров належить до IV групи. Це видно з таблиці 8.

Переливання крові. При переливанні крові особливо важливо, щоб не було аглютинації еритроцитів донора (особи, яка дає кров), бо при цьому відносно невеликий обсяг їх зустрічається з масою плазми, яка містить у собі аглютиніни. Еритроцитам реципієнта (особи, що одержує кров) не загрожує небезпека аглютинації, бо плазма крові донора розводиться в десятки разів кров'ю реципієнта і тим самим знешкоджується.

Щоб переливання крові було безпечним і корисним, слід пам'ятати:

- переливати кров найкраще від людини однойменної групи;
- кров I групи можна переливати людям будь-якої групи; кров II і III груп можна переливати людям однойменної групи, а також людям IV групи;
- кров IV групи можна переливати тільки людям цієї самої групи. За один раз звичайно переливають 100—500 мл крові.

§ 7. Лімфа і лімфообіг

Лімфатична система. Найтонші щілини між клітинами і невеликі порожнини між органами заповнені тканинною рідиною, через яку здійснюється обмін речовин між кров'ю і клітинами. Тканинна рідина не стоїть на одному місці: повільно, але безперервно вона проникає у так звані лімфатичні

капіляри, які беруть початок у дуже вузьких міжклітинних проміжках. Лімфатичні капіляри зливаються між собою і утворюють більші лімфатичні судини, які своєю будовою схожі на дрібні вени. Рідина, що заповнює лімфатичні судини, називається лімфою. Вона трохи відмінна за своїм складом від тканинної рідини.

Як і вени, лімфатичні судини мають всередині клапани, які забезпечують рух лімфи тільки в напрямку до серця. Лімфатичні судини в різних ділянках тіла (в паху, під пахвами, на шії і т. д.) заходять у лімфатичні вузли, де втрачають свою стінку і лімфа надходить в між-тканинні простори — лімфатичні синуси, з яких виходить по виносних лімфатичних судинах. Останні зливаються у більші судини, так звані лімфатичні стовбури (поперекові, підключичні, яремні та ін.), які утворюють дві протоки — праву і ліву. У праву лімфатичну протоку збирається лімфа від правої половини голови, правої руки і органів правої половини грудей. У ліву лімфатичну протоку, яка називається ще грудною, збирається лімфа від інших частин тіла. Обидві лімфатичні протоки впадають у верхню порожнисту вену. По ходу лімфатичних судин лежать особливі потовщення — лімфатичні вузли, діаметр яких 3—30 мм (кольор. табл. V); вони складаються з так званої ретикулярної тканини, в петлях якої міститься скупчення утворюваних тут лімфоцитів.

У лімфатичних вузлах затримуються і знищуються мікроби, які доносяться сюди лімфою. Остання на своєму шляху проходить 2—3 лінії вузлів. Отже, раніш ніж потрапити в кров'яне русло, лімфа знешкоджується в лімфатичних вузлах. При різних захворюваннях лімфатичні вузли дуже збільшуються і болять.

Утворення і склад лімфи. Тканинна рідина, що заповнює міжклітинні проміжки, утворюється з кров'яної плазми внаслідок фільтрації останньої крізь стінки кровоносних капілярів. Вважають, що клітини стінок капілярів беруть активну участь в процесі утворення тканинної рідини, пропускаючи одні речовини і не пропускаючи інші. Надлишок тканинної рідини знову повертається в кров двома шляхами: одна частина її всмоктується в кровоносні

капіляри, а друга проникає в лімфатичні капіляри і у вигляді лімфи повертається в кров'яне русло по лімфатичній системі.

За своїм складом лімфа близька до плазми крові, але білків у ній значно менше, ніж у плазмі. Склад лімфи дітей молодшого шкільного віку, як і дорослої людини, такий: води — 94—95%; білків — 3—4%; глюкози близько 0,1%; мінеральних солей — 0,8—0,9%; невелика кількість жирів та продуктів обміну.

У лімфі завжди є лейкоцити, а також імунні тіла, завдяки чому лімфа, як і кров, відіграє важливу роль у захисті організму від інфекції та в створенні імунітету.

Лімфа разом з кров'ю і тканинною рідиною є внутрішнім середовищем організму.

Рух лімфи. Рухається лімфа дуже повільно (27—30 см за хвилину). Пересуванню лімфи в організмі людини сприяють такі фактори:

- тиск нових порцій лімфи, яка утворюється в тканинах;
- скорочення скелетних м'язів, які здавлюють лімфатичні судини і міжтканинні щілини;
- присмоктувальна дія грудної клітки під час вдиху;
- перистальтичні скорочення стінок лімфатичних судин.

У результаті дуже повільного руху лімфи іноді буває такий стан, коли тканинна рідина утворюється швидше, ніж відпливає. В таких випадках у міжклітинних проміжках скупчується багато рідини, що може спричинити набряк, тобто збільшення об'єму органу або всього тіла.

§ 8. Органи серцево-судинної системи

Кров в організмі безперервно рухається по замкнутій кровоносній системі, яка складається з серця і кровоносних судин. В системі кровоносних судин розрізняють артерії, вени і капіляри. Центральним органом, який спричиняє рух крові по судинах, є серце.

Форма, положення і величина серця. Серце людини за своєю формою

схоже на стиснений в передньо-задньому напрямі конус. Основа серця звернена вверху і вправо, а верхівка — вниз, вліво і вперед. Розташоване серце в грудній клітці між легень. Більша частина його зсунута вліво від середньої площини тіла (кольор. табл. V). Розрізняють передню і задню поверхні серця, правий і лівий краї.

У новонародженої дитини серце майже кулясте, зміщене воно значно більше вправо, ніж у дорослої людини, положення його близьке до поперечного. До дворічного віку, завдяки високому положенню діафрагми, серце набирає горизонтального положення. Тільки в 2—3-річній дитини воно набуває косого положення.

За величиною серце людини дорівнює приблизно величині кулака. У дітей раннього віку маса серця відносно більша, ніж у дорослих. Так у перші роки життя дитини серце важить 0,63—0,89% ваги тіла, тоді як у дорослої людини — тільки 0,48—0,52%. Ростає серце нерівномірно. Найінтенсивніше росте воно на першому році життя і частково на другому. Особливо різке збільшення серця буває в період статевого дозрівання (з 14—15 років). Найповільніше росте серце в молодшому шкільному віці (від 7 до 12 років). Протягом перших восьми місяців життя дитини вага серця подвоюється, до двох років збільшується в три рази, до п'яти років — у чотири рази і до 16 років — більш, ніж у 10 раз. Серцевий м'яз продовжує розвиватись і диференціюватись до 18—20 років. Вага серця у хлопчиків більша, ніж у дівчаток.

Будова серця. Серце являє собою порожнистий мускульний мішок, розділений суцільною перегородкою на дві половини — праву і ліву, кожна з них складається з передсердя і шлуночка. Таким чином, серце людини, як і серце ссавців, має чотири камери: праве передсердя і правий шлуночок, ліве передсердя і лівий шлуночок.

Між передсердям і шлуночком кожної половини серця є перегородка з отвором, який закривається стулковим, або атріовентрикулярним, клапаном. У правій половині серця цей клапан складається з трьох, а в лівій половині — з

двох стулок. Стулкові клапани відкриваються лише в бік шлуночків. У бік передсердь їм перешкоджають відкриватись сухожильні нитки, які одним кінцем прикріплюються до країв стулок, а другим — до сосочкових м'язів стінок шлуночків. Під час скорочення шлуночків сухожильні нитки натягуються і перешкоджають клапанам вивертатись у бік передсердь.

У шлуночках, крім входних отворів із передсердь, є і вихідні отвори: з правого шлуночка в легеневу артерію, а з лівого — в аорту. На межі між правим шлуночком і легеневою артерією, між лівим шлуночком і аортою містяться півмісяцеві клапани, кожен з яких утворений трьома кишеньками. Півмісяцеві клапани побудовані так, що вільно пропускають кров із шлуночків у судини, але перешкоджають зворотній течії крові із судин у шлуночки.

Стінка серця складається з трьох шарів. Внутрішній (епітеліальний) шар називається ендокардом, середній (м'язовий) — міокардом і зовнішній (сполучнотканинний) — епікардом.

Останній біля основи серця переходить у навколосерцеву сумку — перикард, яка оточує все серце й утворює навколо нього щілиноподібну порожнину, заповнену рідиною.

Найтовщим шаром є міокард, від якого в основному і залежить товщина стінки серця. Складається він з поперечносмугастої м'язової тканини, характерною особливістю якої є те, що її волокна з'єднані між собою протоплазматичними містками. Така будова серцевого м'яза зумовлює собою особливість його скорочення: збудження, що виникло в одній точці, охоплює весь м'яз і всі його волокна скорочуються одночасно.

У стінці шлуночків м'язовий шар значно товщий, ніж у стінці передсердь. У стінці лівого шлуночка він товщий, ніж у стінці правого шлуночка. Ця особливість будови міокарда зв'язана з функцією, яку виконують різні відділи серця. Уже в 6-місячної дитини товщина стінок лівого шлуночка серця вдвічі перевершує товщину правого (так само і в дорослої людини).

Між правим і лівим шлуночками міститься масивна перегородка, яка складається з м'язової тканини. Лише верхня її частина побудована з сполучної

тканини. Перегородка між передсерддями має сполучнотканинну будову.

Провідна система серця. Серцевий м'яз складається з поперечносмугастої м'язової тканини (як і скелетні м'язи). Проте серцевий м'яз відрізняється від скелетного значно довшим періодом незбудливості і меншою швидкістю проведення збудження (1—4 м/сек).

В серці є окремі ділянки, які відзначаються високою збудливістю. Складаються вони з нервових і видозмінених м'язових клітин, які разом утворюють провідну систему серця. В окремих ділянках цієї системи є скупчення клітин — вузли.

Перший вузол провідної системи серця міститься у правому передсерді біля місця впадання в нього верхньої порожнистої вени і називається вузлом Кейт-Флака, або синусним. Це провідний вузол; він зумовлює ритм серцевих скорочень. Другий вузол, який називається вузлом Ашоф-Тавара, або передсердно-шлуночковим, міститься в нижній частині перегородки, яка розділяє передсердя. Від цього вузла по перегородці серця іде пучок Пса, який спускається в шлуночки. В перегородці між шлуночками пучок Гіса ділиться на дві ніжки, одна з яких заходить у м'яз правого, а друга — у м'яз лівого шлуночка.

Збудження, яке ритмічно виникає у вузлі Кейт-Флака, поширюється на передсердя, викликаючи їх скорочення. Дійшовши до вузла Ашоф-Тавара, який має меншу збудливість, збудження тут трохи затримується, а потім швидко розходить по пучку Гіса на м'язи шлуночків. Збудження охоплює шлуночки лише після скорочення передсердь. Цим самим забезпечується послідовне ритмічне чергування в роботі відділів серця.

Артерії. Артеріями називаються судини, по яких кров рухається в напрямі від серця. По артеріях кров, виштовхнута серцем, розходить до всіх органів і тканин тіла.

Порівняно товсті стінки артерій складаються з трьох шарів: внутрішнього ендотеліального — шар плоских клітин, які щільно прилягають одна до одної, середнього м'язового і зовнішнього сполучнотканинного. Найтовщий

середній шар, який складається з кільцевих гладеньких м'язів. Крім того, в стінках артерій є багато еластичних волокон, які разом з м'язовими волокнами надають міцності й пружності стінкам судин.

Вени. Венами називаються судини, по яких кров, що відпливає від органів тіла, рухається в напрямі до серця. Стінки вен складаються з таких самих трьох шарів, що й стінки артерій. Але м'язовий шар у стінках вен менш розвинутий, і еластичних волокон у них мало. Ці особливості зв'язані з навантаженням, які виконують різні судини: тиск крові в артеріях значно більший, ніж у венах. Еластичність стінок артерій, крім того, зумовлює безперервність течії крові в артеріях.

На відміну від артерій, всередині вен є кишенькоподібні клапани, які під час руху крові в бік серця притискуються до стінок судин, а при зворотному русі крові розправляються і перегороджують їй шлях.

Капіляри. Капілярами називають найтонші судини, які зв'язують дрібні артерії з найдрібнішими венами. Стінки капілярів складаються з одного шару плоских епітеліальних клітин, які дістали назву ендотелію. Через тонісінькі стінки капілярів відбувається обмін речовин між кров'ю і тканинами. Довжина окремого капіляра близько 0,5 мм, а діаметр 3—25 мк. Капіляри утворюють густу сітку, яка пронизує всі органи і тканини. Тому досить уколоти булавкою в будь-яке місце, щоб пошкодити капіляри і показалась краплинка крові. Загальна кількість капілярів великого кола кровообігу 2 млрд., а загальна довжина їх 100 тис. км. У дітей капіляри мають більший просвіт, ніж у дорослих, тому тканини дитячого організму інтенсивніше постачаються кров'ю, ніж тканини організму дорослої людини.

Велике коло кровообігу. Виштовхнута з лівого шлуночка артеріальна кров по аорті і артеріях рухається до капілярів усіх тканин, де вона віддає свій кисень і перетворюється у венозну. Венозна кров по венах тече до правого передсердя. Шлях крові від лівого шлуночка через тканини тіла до правого передсердя називається великим колом кровообігу (кольор. табл.V).

Велике коло кровообігу починається від лівого шлуночка висхідною

аортою, яка, згинаючись назад і вліво, утворює дугу; остання переходить у низхідну аорту. Від самого початку аорти відходять дві вінцеві артерії, які постачають кров'ю серцевий м'яз. Від верхньої поверхні дуги аорти відходять три великі артерії: безіменна, ліва загальна сонна і ліва підключична. Безіменна артерія зразу ж ділиться на праву загальну сонну і праву підключичну. Обидві загальні сонні артерії (права і ліва) на рівні верхнього краю щитовидного хряща діляться на зовнішню і внутрішню сонні артерії. Зовнішня сонна артерія, розгалужуючись, постачає кров'ю органи ротової порожнини, глотку, гортань, щитовидну і слинні залози, м'язи обличчя і верхньої частини шиї. Внутрішня сонна артерія заходить у порожнину черепа і, розгалужуючись, живить кров'ю головний мозок, очне яблуко та ін. Кожна підключична артерія дає гілки до головного і спинного мозку, м'язів шиї, грудної клітки, діафрагми і всіх частин руки.

Низхідна аорта проходить через грудну і черевну порожнини, віддаючи на своєму шляху численні гілки — артерії до різних органів. В органах артерії діляться на дрібніші гілки, які утворюють сітки капілярів. Із капілярів кров, уже венозна, переходить в дрібні вени, які, зливаючись, утворюють більші вени. Із усіх вен великого кола кровообігу кров збирається у верхню і нижню порожні вени, що відкриваються у праве передсердя.

Від шлунка, підшлункової залози, тонкої і товстої кишок, селезінки, жовчного міхура венозна кров збирається у так звану ворітну вену, яка заходить у печінку. В печінці ворітна вена розпадається на сітку капілярів. Останні зливаються один з одним і утворюють кілька печінкових вен, що впадають у нижню порожнисту вену. Крім порожнистих вен, у праве передсердя відкриваються і вінцеві вени, що несуть кров від м'язової стінки серця.

Мале коло кровообігу. Венозна кров, що збирається з усього тіла в праве передсердя, надходить з нього у правий шлуночок, а звідти виштовхується в легеневу артерію. Легенева артерія ділиться на дві гілки, одна з яких несе кров до лівої, а друга — до правої легені (кольор. табл. V, 6). У легенях артерії

розгалужуються на густу сітку капілярів. Останні переходять у дрібні вени, які поступово, зливаючись одна з одною, утворюють чотири (від кожної легені по дві) легеневі вени, що впадають у ліве передсердя. Шлях крові з правого шлуночка в легені, а звідти у ліве передсердя називається малим колом кровообігу. На відміну від великого, в малому колі кровообігу по артеріях (до легень) рухається венозна кров, а по венах (до серця) артеріальна.

Особливості кровообігу у плода. В утробному періоді організм людини дістає необхідні поживні речовини і кисень з крові матері через дитяче місце (плаценту). Вже під кінець другого місяця життя зародка встановлюється плацентарний кровообіг — через дитяче місце. Із плаценти по пупковій вені в тіло плода надходить артеріальна кров, багата на кисень і поживні речовини. Частина цієї крові надходить у печінку, а частина — в нижню порожнисту вену, де вона змішується з венозною кров'ю, що відтікає з нижньої частини тіла. У правому передсерді до цієї крові домішується ще венозна кров, що надходить верхньою порожнистою веною від верхньої частини тіла.

Із правого передсердя частина змішаної крові попадає в правий шлуночок, а частина через овальний отвір у перегородці між передсерддями — у ліве передсердя, куди вливається і невелика кількість крові з легень. З лівого шлуночка змішана кров виштовхується в аорту, звідки вона по артеріях розходить по всьому тілу і по двох пупкових артеріях потрапляє в плаценту, де вона окислюється і збагачується поживними речовинами.

Частина крові, яка з правого передсердя потрапила в правий шлуночок, виштовхується в легеневу артерію, звідки менша її частина надходить у капіляри легень, які ще не функціонують, а більша частина через боталлову протоку — безпосередньо в аорту. При такому кровообігу найбагатша на кисень кров надходить в печінку; до голови і верхньої частини тулуба надходить кров, багатша на кисень і поживні речовини, ніж до нижньої частини тулуба.

Після народження дитини хід кровообігу різко змінюється. Внаслідок перев'язування пуповини рух крові по пупкових артеріях і вені припиняється.

Під час першого вдиху дуже розширюються легеневі судини і в них надходить вся кров з легеневої артерії, внаслідок чого боталлова протока спадається і вже на першому тижні життя немовляти перетворюється в артеріальну зв'язку. Овальний отвір між передсердями заростає і перетворюється в овальну ямку правого передсердя. Мале коло кровообігу починає виконувати функцію забезпечення газообміну організму з навколишнім середовищем.

§ 9. Робота серця

Цикл серцевої діяльності. Безперервний рух крові по судинах зумовлюється роботою серця, яка складається з правильного чергування скорочень серцевого м'яза — систол і його розслаблень — діастол. Під час діастолі кров через верхню і нижню порожнисті вени надходить у праве передсердя, а через легеневі вени — у ліве передсердя. М'язи серця в цей час розслаблені, стулкові клапани відкриті, і кров, не затримуючись, перетікає з передсердь у шлуночки. В наступний момент відбувається систола одночасно обох передсердь. Скорочення серцевого м'яза починається в синусному вузлі, тому отвори вен закриваються вже на самому початку систолі, і кров з передсердь може виходити лише в бік шлуночків.

Виштовхнувши кров у шлуночки, передсердя розслаблюються. Негайно починається одночасна систола обох шлуночків. Тиском крові стулкові клапани зразу ж закриваються. Натяг сухожильних ниток не дає стулкам вивернутися в бік передсердь, тому шлуночки герметичне закриваються. В результаті скорочення шлуночків у їх порожнинах різко збільшується тиск крові. Коли він стає вищий, ніж тиск в аорті і легеневій артерії, півмісяцеві клапани відкриваються, і кров із шлуночків виштовхується в ці судини.

Слідом за систолою шлуночків настає діастола, тиск у їх порожнинах стає меншим, ніж в аорті і легеневій артерії. Внаслідок цього півмісяцеві клапани закриваються і перешкоджають поверненню крові у серце. Деякий час все серце перебуває в розслабленому стані (загальна пауза серця — мал. 88). За паузою серця знову настає систола передсердь, потім систола шлуночків,

загальне розслаблення серця і так протягом усього життя людини. Період від початку однієї систоли передсердь до початку другої називається серцевим циклом.

У дорослих людей серце скорочується 60—80 раз на хвилину. Один серцевий цикл триває 0,8 с (систола передсердь — близько 0,1 с, систола шлуночків — близько 0,3 с і діастола серця близько 0,4 с). Отже, протягом серцевого циклу передсердя 0,1 с працюють, а 0,7 с відпочивають; шлуночки працюють 0,3 с, а відпочивають 0,5 с.

Частота серцевих скорочень у здорових людей може збільшуватись з різних причин (підвищення температури навколишнього середовища, після їди, при емоціях і особливо при м'язовій роботі). У цих випадках час кожного серцевого циклу зменшується (головним чином за рахунок тривалості діастоли, серця).

Пульс. Періодичні коливання стінок аорти, зумовлені періодичним надходженням у неї крові, поширюються у вигляді хвилі по всіх артеріях. Ці коливання стінок артерій називаються пульсом. Пульс можна промацати у тих місцях, де артерії лежать на кістці безпосередньо під шкірою (променева і вискова артерії, артерії тильної сторони стопи та ін.). З пульсу можна судити про роботу серця, бо кожному ударові пульсу відповідає одне скорочення серця. Пульсова хвиля, що пробігає по артеріях з швидкістю 7—10 м/сек, поступово затухає і в капілярах пульсації зовсім нема.

У дітей серцевий м'яз збуджується швидше, ніж у дорослої людини. Тому в дитини скорочення серця і пульс частіші, ніж у дорослої людини. Чим менша за віком дитина, тим частіший ритм її серцевих скорочень. Це видно з табл. 9.

Частота пульсу в дітей одного й того самого віку коливається в значних межах. У дівчаток пульс майже завжди частіший, ніж у хлопчиків.

Ударний і хвилинний об'єм крові. При кожній систолі лівий і правий шлуночки виштовхують в аорту і легеневу артерію однакову кількість крові. Кількість крові, що виштовхується серцем при одному скороченні, називається

ударним, або систолічним, об'ємом крові, а кількість крові, що виштовхується за 1 хв. — хвилинним об'ємом. Величину ударного об'єму крові дітей різного віку показано в табл. 10.

З таблиці видно, що ударний об'єм крові найбільше зростає протягом першого року життя (в 4 рази) та у період статевого дозрівання.

Ритм серцевих скорочень у дітей частіший, тому й хвилинний об'єм крові в них відносно більший, ніж у дорослих. Це має велике значення, бо в тканинах ростучого організму процеси обміну речовин відбуваються значно інтенсивніше, ніж у дорослої людини. Так, наприклад, в дитини наприкінці першого року життя на 1 кг ваги тіла споживається кисню в 2—3 рази більше, ніж у дорослої людини. Потім у дітей потреба у кисні поступово зменшується і до періоду змужнілості організму наближається до потреб дорослої людини.

Робота тренованого і натренованого серця. При різній діяльності організму, особливо при м'язовій, потреба тканин у кисні і поживних речовинах зростає, тому робота серця в цих випадках посилюється. Серце може збільшувати свою роботу частішими скороченнями і збільшенням ударного об'єму крові. При дуже напруженій фізичній праці частота скорочень серця може подвоїтись, а ударний об'єм крові — потроїтись; вся робота серця збільшується в шість раз порівняно з роботою, яку воно виконує, коли організм перебуває в спокійному стані.

Але так збільшується робота серця тренованої людини, яка систематично займається фізичною працею, фізкультурою, спортом. Нетреноване серце, подвоївши частоту своїх скорочень, може збільшити ударний об'єм крові тільки в 1,5 рази, а вся робота його зросте лише в три рази.

Серце дитини працює так само, як серце нетренованої людини. Через невелику потужність серцевого м'яза і велику частоту скорочень збільшення ударного об'єму крові у дітей майже неможливе. Дитяче серце, подібно до серця нетренованої людини, посилює свою роботу, головним чином за рахунок частіших скорочень. Тому необхідне правильне, систематичне тренування серця дитини. Цю особливість серця дітей необхідно також враховувати при

дозуванні фізичних навантажень (фізичної праці, фізичних вправ і т. д.) для дітей різного віку, бо перевантаження їх серця може викликати значні порушення його діяльності, що шкідливо відіб'ється на розвитку і здоров'ї дитини.

Слід відзначити, що хоч м'язові волокна серця дитини молодшого шкільного віку розвинені ще порівняно слабо, воно порівняно більш виносливе, бо серцевий м'яз дитини краще постачається кров'ю, ніж у дорослої людини. Певне значення має й те, що дитяче серце ще ні? зазнало шкідливого впливу алкоголю, нікотину та інших негативних факторів.

Нервова регуляція серцевої діяльності. Серце іннервується двома блукаючими і двома симпатичними нервами. Блукаючі нерви беруть початок у довгастому мозку, де міститься їх центр, а симпатичні — відходять від шийного симпатичного вузла. Імпульси, які надходять до серця по блукаючому нерву, гальмують діяльність серця, тобто сповільнюють ритм і зменшують силу серцевих скорочень. Імпульси, що надходять по симпатичному нерву, навпаки, прискорюють і посилюють роботу серця.

Подразнюючи окремі гілочки симпатичного нерва, які йдуть до серця, І. П. Павлов ще в 80-х роках XIX ст. виявив спеціальну гілочку, подразнення якої викликає тільки посилення роботи серця, не змінюючи ритму .серцевих скорочень. І. П. Павлов довів, що цей нерв посилює процеси обміну речовин у серцевому м'язі, в результаті чого посилюється і сила його скорочень. Нерви, які посилюють обмін речовин, Павлов назвав трофічними.

Іннерваційний апарат серця є уже в новонародженої дитини. Але розвиток симпатичної іннервації серця випереджає розвиток парасимпатичної іннервації, яка добре проявляється в дітей лише після трьох років, і з віком посилюється. Переважанням симпатичної іннервації пояснюється як більша частота пульсу в ранньому дитинстві і молодшому шкільному віці, так і частіші серцеві скорочення під впливом на дитину зовнішніх подразників.

Розвиток іннерваційного апарата серця в основному закінчується до 7—8 років. Але серцевий м'яз ще не закінчив свого розвитку на цей час, тому у

молодших школярів можливе перевантаження серця при інтенсивній м'язовій роботі.

Робота серця може змінюватись рефлекторно внаслідок впливу факторів зовнішнього і внутрішнього середовища. По доцентрових нервах у центральну нервову систему надходять імпульси від органів чуття, від м'язів, що скорочуються під час роботи, від внутрішніх органів, що працюють. Ці імпульси можуть у головному або спинному мозку перейти на будь-які відцентрові нерви, в тому числі й на волокна блукаючого і симпатичного нервів, які йдуть до серця. В результаті робота серця зміниться відповідно до потреби окремих органів і всього організму.

Діяльність серця зв'язана також з корою великих півкуль. Про це свідчить вплив на роботу серця стану психіки. Такі психічні емоції, як радість, страх, переляк, сором, горе (особливо, коли вони з'являються несподівано), викликають прискорення або сповільнення ритму серцевих скорочень. Тяжкі психічні переживання можуть шкідливо відбитися на серцевій діяльності. Вплив емоцій та інших психічних переживань на діяльність серця особливо сильно проявляється у дітей та підлітків.

Гуморальні впливи на діяльність серця. На роботу серця впливають також різні хімічні речовини, які виділяються в кров різними органами.

Особливо великий вплив має гормон надниркових залоз — адреналін, який спричиняє збільшення частоти і сили серцевих скорочень. Ацетилхолін, в утворенні якого бере участь парасимпатична нервова система, сповільнює і послаблює серцеву діяльність.

На роботу серця впливають іони деяких солей, що надходять у кров. Так, збільшення концентрації іонів кальцію в крові викликає прискорення і посилення серцевих скорочень, а збільшення концентрації іонів калію, навпаки,— гальмує серцеву діяльність.

Аритмія серцевої діяльності у дітей. У дітей молодшого шкільного віку (7—9 років) спостерігається нерівномірний ритм серцебиття в спокої в сидячому положенні. Після короточасних прискорень серцебиття в них

спостерігаються поодинокі різкі сповільнення серцевих скорочень, які співпадають з видихом. Дихальна аритмія серця — нормальне фізіологічне явище. Вона зменшується в 13—15 років і знову посилюється в 16—18 років, а потім поступово зменшується. Аритмії в юнацькому віці, на відміну від аритмії в молодшому шкільному віці, властиве поступове сповільнення і прискорення пульсу, що відповідає фазам дихання. В юнацькому віці під час вдиху тривалість пульсу вкорочується, а під час видиху — збільшується. Сповільнення і прискорення пульсу є результатом змін ритму дихання, які відбиваються на роботі серця, викликаючи зміну тонулу блукаючих нервів.

§ 10. Рух крові в судинах

Кров'яний тиск. Нагнітаючи кров у судини, серце силою скорочення свого м'яза створює в них певний тиск, який коливається в значних межах. Це зумовлюється тим, що шлуночки виштовхують кров у судини окремими порціями, ривками. В результаті при скороченні серця тиск крові підвищується до певного максимуму, а при розслабленні — знижується до мінімуму. Максимальний тиск крові називається систолічним, а мінімальний — діастолічним.

У великому колі кровообігу найбільший кров'яний тиск в аорті. В міру розгалуження артерій і віддалення їх від лівого шлуночка кров'яний тиск зменшується. Це пояснюється тим, що енергія, надана крові роботою серця, поступово витрачається на переборення опору, який чинять стінки судин (тертя об них частинок крові), і на рух крові.

У дорослої людини систолічний тиск крові в аорті — 140—120 мм рт. ст., у великих артеріях — 120—110 мм, у дрібних артеріях — 90—80 мм, в артеріолах — 60—40 мм, у капілярах — 40—20 мм, у великих венах — 15—10 мм, у порожнистих венах — під час видиху 5—2 мм, а під час вдиху (внаслідок присмоктувальної дії грудної клітки) тиск стає негативним — 3—5 мм нижче атмосферного.

У медичній практиці для визначення кров'яного тиску у людини користуються методом Короткова, який ґрунтується на вислуховуванні фонендоскопом звуків у плечовій артерії. Для цього нагнітають повітря в манжетку сфігмоманометра до зникнення пульсу. Прикладають фонендоскоп до нижнього відділу плечової артерії на ліктьовому згині руки і за допомогою вентиля поступово випускають повітря до появи в фонендоскопі характерного звуку. В момент появи звуку манометр покаже величину систолічного тиску. При подальшому випусканні повітря тони нарастають, потім затухають і, нарешті, раптово зникають. В цей момент показання манометра відповідає величині діастолічного тиску крові.

Збільшення систолічного тиску в дорослої людини понад 150 мм (у плечовій артерії) називається гіпертонією, а зменшення нижче 70—80 мм — гіпотонією.

При м'язовій роботі і емоціях кров'яний тиск підвищується, але в здорової людини він швидко повертається до норми після роботи і після припинення емоцій.

У дітей кров'яний тиск нижчий, ніж у дорослих, і збільшується з віком (див. табл. 11).

Як видно з таблиці, кров'яний тиск у дітей молодшого шкільного віку значно нижчий, ніж у дорослих. Це пояснюється тим, що ріст серця в цей період відстає від росту судин, які в дітей відносно ширші і коротші, ніж у дорослих, а тому чинять менший опір течії крові. У 12—14 років, тобто в період статевого дозрівання, кров'яний тиск різко підвищується. Це зумовлюється тим, що в цьому віці темп росту серця перевищує темп росту кровоносних судин, тобто зросла нагнітальна сила серця зустрічає більший опір з боку порівняно вузьких кровоносних судин. Внаслідок підвищеної збудливості нервової системи і порівняно високого кров'яного тиску у підлітків часто буває порушення ритму серцевої діяльності і прискорене серцебиття.

У старших школярів іноді буває так звана «юнацька гіпертонія», коли

максимальний артеріальний тиск замість 110—120 мм доходить до 140 мм і вище. Якщо при цьому нема гіпертрофії серця і це підвищення не постійне, то це результат вікових нервово-гуморальних змін перехідного характеру. Проте ця «юнацька гіпертонія» вимагає обережності при фізичних вправах. Необхідно уникати фізичного перевантаження при стійкому підвищенні кров'яного тиску і гіпертрофії серця в цьому віці. Разом з тим необхідні і корисні раціонально побудовані фізичні вправи.

Причини руху крові. Відомо, що кров'яний тиск у різних судинах не однаковий; найвищий він у аорті, а в міру віддалення від лівого шлуночка поступово зменшується, спускаючись до нуля і навіть нижче у порожнистих венах. Різниця тиску крові у різних частинах судинної системи є основною причиною руху крові по судинах.

У венах, які розташовані нижче від серця, рух крові-утруднений, бо їй доводиться підніматись проти сили власної ваги. Рухові крові по цих венах сприяють додаткові фактори: скорочення скелетних м'язів, які стискають розміщені в них вени; скорочення діафрагми, яка стискає черевні нутрощі та їх вени; негативний тиск у грудній порожнині, який, зменшуючись при кожному вдихові, присмоктує кров до серця.

Кров нагнітається в аорту періодично — під час систоли лівого шлуночка, але тече по судинах безперервною струминою. Це пояснюється тим, що кожна порція крові, викинута лівим шлуночком в аорту, розтягує її стінки; в період діастолі серця розтягнуті стінки внаслідок своєї пружності тиснуть на кров, штовхаючи її далі вперед.

Швидкість руху крові. У різних частинах кровоносної системи кров тече з різною швидкістю. Найшвидше вона тече в аорті (до 50 см/с). В артеріях швидкість руху крові 15—20 см/с, в артеріолах вона різко падає до 5 мм/с, а в капілярах — до 0,5 мм/с. В середніх венах швидкість її збільшується до 6—14 см/с, а в порожнистих венах — до 20 см/сек.

Швидкість руху крові, як і інших рідин, — величина, обернено пропорційна до площі перерізу русла. Якщо ж порівняти окремо взяті суми попе-

речних перерізів усіх артерій, вен і капілярів тіла, то виявиться, що русло вен удвічі, а русло капілярів у сотні разів ширше, ніж русло артерій. Цим і пояснюється різна швидкість течії крові в артеріях, венах і капілярах. Сповільнена течія крові в капілярах має велике значення для обміну газами, поживними речовинами та продуктами розпаду між кров'ю і тканинами.

У дорослої людини повний кровообіг відбувається за 21—22 с (з них на мале коло кровообігу припадає 6—8 с. Швидкість повного кровообігу в дітей видно з таких даних:

Таким чином, повний кровообіг у дітей відбувається швидше, ніж у дорослих. Однією з причин цього є менша довжина кровоносних судин.

Кровопостачання органів при різних умовах. В один і той же час різні органи постачаються кров'ю неоднаково (залежно від інтенсивності їх роботи). Якщо орган перебуває у відносному спокої, то частина його капілярів звужена і кровопостачання даного органа зменшене. При посиленій діяльності органа ці капіляри розширюються і кровопостачання його підсилюється. Так, під час фізичної праці кровопостачання м'язів збільшується в кілька разів; це підвищує працездатність м'язів. Після їди органи травлення, які посилюють свою роботу, дістають більше крові, ніж у періоді спокою; це сприяє кращому перетравлюванню і всмоктуванню поживних речовин і т. д.

У той час, як одні органи в організмі працюють, інші перебувають у стані відносного спокою. Тому за рахунок зменшення припливу крові до одних органів, підсилюється кровопостачання інших, які працюють, тобто в організмі постійно відбувається перерозподіл крові, який має велике фізіологічне значення: при порівняно невеликій загальній кількості крові він дає можливість в достатній кількості постачати кров усім працюючим органам.

§ 11. Регуляція руху крові в судинах

Судиноруховий центр. Артерії і вени можуть звужуватись або розширюватись завдяки скороченню і розслабленню гладеньких м'язів, що містяться у стінках судин. Скорочення або розслаблення м'язових волокон у стінках судин викликається імпульсами, що надходять до них по відцентрових нервах із судинорухового центра, який розташований в довгастому мозку. До складу відцентрових нервів, що передають імпульси від судинорухового центра, входять судинозвужуючі і судинорозширюючі волокна. Судинозвужуючі нервові волокна входять до складу симпатичних нервів. Вони відходять від грудних і поперекових сегментів спинного мозку. Судинорозширюючі нервові волокна містяться у більшості нервових стовбурів і зв'язані з спинним мозком.

Звуження і розширення кровоносних судин може здійснюватись ре-

флєкторно. Так, наприклад, укол пальця може викликати звуження судин і збліднення обличчя. Відбувається це так: збудження, що виникло в рецепторах шкіри, по доцентрових нервах дійшло до судинорухового центра, а звідти по відцентрових судинозвужуючих нервах — до кільцевих м'язів судин і викликало звуження їх.

Поряд із звуженням судин може відбуватись і рефлекторне розширення їх. Так, наприклад, підвищення кров'яного тиску в аорті або сонній артерії подразнює особливі нервові закінчення (барорецептори), що лежать у стінці дуги аорти і в місці розгалуження загальної сонної артерії на зовнішню і внутрішню. Імпульси від цих рецепторів доходять до судинорухового центра, де переходять на відцентрові судинорозширюючі нерви, які спричиняють розслаблення м'язів і розширення судин. В результаті кров'яний тиск у судинах знижується, тобто приходить до норми. Збудження, що виникає в барорецепторах дуги аорти і сонних артерій, передається також і в центр регуляції серцевої діяльності. Внаслідок цього робота серця послаблюється, і кров'яний тиск знижується.

Як на діяльність серця, так і на судинну систему впливає кора великих півкуль головного мозку. Вплив кори головного мозку на стан кровоносних судин видно з такого прикладу: від хвилювання у дітей часто червоніє шкіра на обличчі внаслідок розширення судин шкіри; від переляку шкіра блідне, що є наслідком звуження кровоносних судин шкіри.

Гуморальні впливи на судини. На величину просвіту кровоносних судин впливають також хімічні речовини, що надходять у кров з різних органів. Одні з них звужують, а інші розширюють судини.

До судинозвужуючих речовин належить адреналін, вазопресин та ін. Адреналін (гормон надниркових залоз) спричиняє звуження артерій і капілярів, крім вінцевих судин і судин мозку, які під його дією розширюються. Вазопресин, що виробляється гіпофізом, спричиняє звуження лише капілярів, не впливаючи на просвіт інших судин.

До судинорозширюючих речовин належать ацетилхолін, гістамін та ін.

Ацетилхолін, який утворюється в нервових закінченнях парасимпатичних нервів, спричиняє розширення дрібних артерій, а гістамін — капілярів. Виробляється гістамін у працюючих м'язах, у стінках органів травлення та в деяких інших органах.

У здоровому організмі процес вироблення цих речовин і надходження їх у кров регулюється центральною нервовою системою відповідно до стану і потреб організму.

§ 12. Гігієна серцево-судинної системи дитини

З точки зору гігієни дуже важливо забезпечити умови, необхідні для нормального розвитку і діяльності дитячого серця та правильної циркуляції крові по всьому організму. Для цього слід насамперед уникати надмірних фізичних і психічних напружень дитини, які порушують нормальний ритм роботи серця. Не менш важливою, можна сказати — обов'язковою умовою нормального розвитку серця дитини, є поступове і систематичне його тренування раціональними і доступними для дітей того чи іншого віку фізичними вправами та фізичною працею.

Слід пам'ятати, що розвиток іннерваційного апарата серця дитини закінчується в основному вже до 7—8 років, тоді як серцевий м'яз в молодших школярів ще далеко не досяг повного свого розвитку. По відношенню до маси тіла серце в дітей молодшого шкільного віку росте повільніше, воно ще дуже мале. Тому надмірне навантаження може підірвати сили дитини.

Для гігієни серця велике значення має нормальний сон, під час якого серце працює спокійніше, ніж удень.

Для гігієни органів кровообігу дітей має значення і їх одяг та взуття. Дитячий одяг не повинен бути тісним, щоб не стискував грудну клітку і не утруднював дихання, бо тоді зменшується постачання тканин киснем. Тісні комірці стискають кровоносні судини шиї, погіршуючи кровопостачання мозку. Тугий пояс стискає кровоносні судини черевної порожнини, утруднюючи кровообіг в органах травлення. Тісне взуття і підв'язки для панчіх

порушують нормальний кровообіг у нижніх кінцівках. Отже, гігієні одягу і взуття дітей треба приділяти велику увагу.

РОЗДІЛ VII

АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ І ГІГІЄНА ОРГАНІВ ДИХАННЯ ДИТИНИ

§ 1. Значення органів дихання

У клітинах організму безперервно відбуваються процеси розпаду. Продукти розпаду — складні органічні сполуки, що містять у собі значний запас потенціальної енергії. Вони окислюються в організмі киснем, що надходить з атмосферного повітря через органи дихання і доноситься до клітин кров'ю. Окислювальні процеси супроводжуються звільненням енергії, яка використовується на зігрівання тіла та на різні фізіологічні процеси, що відбуваються в організмі. В результаті окислення складні органічні сполуки — продукти розпаду — розщеплюються на простіші речовини (вуглекислий газ, воду та ін.). Останні виділяються з клітин у тканинну рідину та кров і через органи виділення видаляються з організму. Весь вуглекислий газ і частина води видаляється з організму через органи дихання.

Процеси, зв'язані з вбиранням кисню і виділенням вуглекислого газу, об'єднуються під назвою газообміну. Значення органів дихання і полягає у здійсненні газообміну між організмом і атмосферним повітрям.

У ростучому дитячому організмі процеси обміну речовин, а, отже, і окислювальні процеси, відбуваються значно інтенсивніше, ніж у дорослому. Тому й газообмін у дитячому організмі відбувається значно швидше. Здоровий стан і нормальне функціонування органів дихання має особливо велике значення для нормального росту і розвитку всього організму дитини.

§ 2. Склад атмосферного повітря і його значення для здоров'я.

Значення повітря для здоров'я. Атмосферне повітря є однією з найваж-

ливіших природних умов життя людини. Повітря потрібне людині насамперед для дихання. Крім того, воно відіграє значну роль у тепловому обміні між організмом і навколишнім середовищем. Якісне і гігієнічно повноцінне повітря має величезне значення для нормального росту й розвитку дитячого організму. Відомо, що свіже повітря позитивно впливає на нервову систему дітей: активізує її діяльність, поліпшує самопочуття дітей, бадьорить їх. І навпаки, несприятливі кліматичні умови, різкі зміни в хімічному складі повітря можуть негативно вплинути на здоров'я, спричинити різні захворювання.

Хімічний склад атмосферного повітря. Атмосферне повітря — механічна суміш різних газів: кисню (20,95%), азоту (78,08%), вуглекислого газу (0,03—0,04%) та інертних газів (аргону, гелію, криптону, ксенону, неону та ін.) — близько 1%. Крім того, до складу атмосферного повітря входить водяна пара (близько 0,47%). У повітрі можуть бути невеликі кількості озону, перекису водню та ін. Як зовнішнє повітря, так і повітря закритих приміщень може забруднюватись шкідливими газоподібними і механічними домішками (окис вуглецю, сірчистий газ, сірководень, пил), а також великою кількістю хвороботворних бактерій.

Для життя людини найважливішим елементом повітряного середовища є кисень. Кисень підтримує дихання і бере безпосередню участь в окислювальних процесах, що відбуваються в організмі. Надходячи в кров через органи дихання, кисень сполучається з гемоглобіном еритроцитів, які в процесі кровообігу приносять його тканинам і клітинам організму.

Переробка поживних речовин в організмі, їх окислення, яке супроводжується виділенням енергії, необхідної для життєдіяльності, неможливі без споживання кисню. Утворення тепла в організмі людини і теплокровних тварин і підтримання сталої температури тіла зв'язані з киснем. Життя без кисню неможливе. Без їжі і води людина може певний час жити, а без кисню настає смерть через кілька хвилин. Це пояснюється тим, що в організмі немає запасів кисню і щоб нормально відбувались окислювальні процеси в організмі, кисень повинен надходити в нього систематично і безперервно. Якщо

надходження кисню тільки частково порушується і стає недостатнім, то можуть виникнути значні розлади дихання, діяльності центральної нервової і серцево-судинної систем та ін.

Другою важливою складовою частиною повітря є азот, який займає близько $\frac{4}{5}$ його об'єму. Гігієнічне значення азоту полягає в тому, що він разом з групою інертних газів розбавляє кисень повітря до такого стану, який необхідний для нормального дихання людини. У чистому кисні життя було б неможливе. Фізіологічні дослідження останнього часу показали, що азот не цілком індиферентний газ для організму і що при високому атмосферному тиску він діє як наркотик, що проявляється у запамороченні, провалах пам'яті та інших розладах нервової діяльності у водолазів, які працюють на великій глибині під водою в умовах підвищеного атмосферного тиску.

Підвищений вміст азоту в повітрі навіть при нормальному атмосферному тиску викликає явища кисневої недостатності в зв'язку з відповідним зменшенням парціального тиску кисню (парціальним тиском називається та частина загального тиску, яка припадає на кожний газ у газовій суміші).

Перші ознаки кисневої недостатності настають при підвищенні вмісту азоту до 83%, тяжка форма недостатності вже спостерігається при вмісті азоту 90%, а при наявності в повітрі 93% азоту настає смерть.

До складу атмосферного повітря входить також вуглекислий газ (0,03—0,04%). За своєю фізіологічною дією вуглекислий газ є збудником дихального центра, у великих концентраціях він діє як наркотик, а також подразнює шкіру і слизові оболонки. Вміст вуглекислого газу в повітрі в кількості 8—10% і вище небезпечний для життя. Велика концентрація вуглекислого газу може бути в повітрі ґрунту, в занедбаних колодязях, шахтах, підвалах та ін. Підвищується концентрація вуглекислого газу і в закритих приміщеннях, особливо там, де довгий час перебуває багато людей (в школах, театрах тощо). Вміст вуглекислого газу в повітрі є показником забрудненості повітря в житлових і громадських приміщеннях. Накопичення вуглекислого газу в повітрі закритих приміщень понад 0,1% при одночасній зміні фізичних

властивостей повітря (підвищена температура і вологість і т. д.) пригнічує діяльність нервової системи, викликає головні болі, підвищення кров'яного тиску, втрату апетиту, погіршення настрою і швидке стомлення. Тому вміст 0,1% вуглекислого газу в приміщенні, де перебувають діти, вважається граничним.

В атмосферному повітрі буває озон (O_3), який утворюється у верхніх шарах атмосфери під впливом сонячної радіації. В незначних кількостях озон утворюється в нижніх шарах атмосфери під час грози під впливом електричних розрядів, а також при випаровуванні великої кількості води і смолистих речовин (на березі морів і океанів, у горах і лісах). Концентрація його в повітрі коливається від кількох міліграмів до десятих долей міліграма в 1 м^3 . У забрудненому повітрі озону не буває. Тому наявність в повітрі озону вказує на його чистоту. Проте велика кількість озону в повітрі (що іноді буває в штучних виробничих умовах) спричиняє подразнення слизової оболонки дихальних шляхів.

В атмосферному повітрі буває ще перекис водню (H_2O_2), який має бактерицидні властивості. Утворюється він у повітрі під впливом світла. Незначна кількість перекису водню в повітрі є показником його чистоти.

В атмосферному повітрі можуть бути сліди й таких речовин, як сірчистий газ, хлор, окисли азоту та деякі інші. Це отруйні гази, які забруднюють повітря. Але наявність їх у повітрі — явище тимчасове, найчастіше як результат забруднення повітря відходами хімічних виробництв.

Фізичні властивості повітря та їх значення для здоров'я. На здоров'я дітей певним чином впливають і фізичні властивості повітря: вологість, температура, тиск, рух, електричний стан та ін.

Вологість повітря має велике значення для здоров'я людини. У «сухому» повітрі (з малою кількістю водяної пари) важко дихати, бо таке повітря висушує слизову оболонку дихальних шляхів. Неприятливе для дихання і дуже вологе повітря, в якому багато водяної пари. При диханні таким повітрям утруднюється або зовсім припиняється виділення води через легені. Це

особливо відчувається в жарку літню пору перед грозою, коли буває душно. Тоді утруднюється і тепловіддача через шкіру, а це може спричинити перегрів організму.

Навпаки, при низькій температурі надмірна вологість повітря дуже підвищує його теплопровідність, тому в такому повітрі дуже холодно.

Розрізняють абсолютну вологість повітря і відносну. Абсолютна вологість - це кількість грамів водяної пари, що міститься в 1 м³ повітря. Відносна вологість — відношення наявної кількості водяної пари в 1 м³ повітря до тієї кількості, яка при даній температурі вмістилася б в 1 м³ повітря при насиченні його. Відносну вологість виражають у процентах. При середній температурі і слабкому рухові повітря найсприятливіші умови для людини спостерігаються при відносній вологості повітря в межах 40—60%.

Температура атмосферного повітря має велике значення для здоров'я дитини. Висока температура повітря при високій вологості, особливо коли немає вітру, може спричинити небезпечний для життя тепловий удар. Низька температура повітря також небезпечна для здоров'я дітей, бо може викликати охолодження організму. Короткочасне охолодження всього організму іноді проходить безслідно, якщо після цього організм добре зігріється. Але буває й так, що навіть короткочасне значне охолодження може спричинити різні захворювання (запалення легень, активізацію ревматизму, туберкульозного процесу та ін.). Часткове охолодження окремих частин тіла, наприклад, рук і ніг, може призвести до так званих простудних захворювань. Останнє найчастіше трапляється в тих дітей, які не загартовують свій організм.

Рух повітря — швидкість, сила і напрям вітру — необхідно враховувати у виховній роботі з дітьми, бо вітер може іноді негативно вплинути на здоров'я дітей. Насамперед повітря посилює тепловіддачу організму через теплопроведення та випаровування. Тому в жарку погоду вітер робить позитивний вплив на організм, прискорюючи віддачу зайвого тепла. Але взимку холодний вітер, сприяючи охолодженню організму, може спричинити простудні захворювання і прискорити обморожування. А струмени холодного і

вологого повітря (протяги) можуть спричинити в дітей запалення середнього вуха. Сильний вітер сприяє збільшенню пилу в повітрі.

У повітрі завжди є позитивно або негативно заряджені іони, які є результатом впливу випромінювань радіоактивних елементів земної кори, ультрафіолетової радіації тощо. За сучасними поглядами, негативно заряджені іони благотворно впливають на організм, поліпшують загальне самопочуття і підвищують працездатність. Позитивно заряджені іони впливають на організм негативно. В закритих приміщеннях спостерігається переважання позитивних іонів, значно зменшується кількість негативних, які поглинаються організмом при диханні.

В атмосферному повітрі є також радіоактивні елементи. Але вплив їх на організми ще недостатньо вивчено.

Постійною складовою частиною повітря є пил. Кількість його залежить від ряду причин: характеру ґрунту, наявності зелених насаджень, пори року, близькості промислових підприємств і т. д. Особливо різко зростає запиленість повітря при сильних вітрах в місцевостях, позбавлених рослинності. Багато пилу надходить в атмосферу при виверженні вулканів. Але найбільшим джерелом запилення атмосферного повітря у великих містах і промислових районах є так зване промислове викидання в атмосферу шкідливих газів і частинок пилу у вигляді золи, сажі і диму, що може загрожувати здоров'ю населення.

Супутниками пилу в повітрі є різні мікроорганізми, серед яких багато хвороботворних. У повітрі, в якому більше пилу, більше й мікробів. Особливо багато їх в повітрі закритих, погано провітрюваних приміщень, де довгий час перебуває багато людей. У відкритому атмосферному повітрі мікробів значно менше, бо більшість із них гине від ультрафіолетових променів сонця та від інших факторів. Ось чому боротьба з пилом у закритих приміщеннях, зокрема в шкільних,— одне з найважливіших гігієнічних завдань.

§ 3. Будова органів дихання.

Носова порожнина. Дихальна система починається носовою порожниною, розділеною поздовжньою перегородкою на дві половини, кожна з яких в свою чергу ділиться трьома носовими раковинами — верхньою, середньою і нижньою — на носові ходи. Носові ходи у дітей порівняно вузькі, ніж у дорослих, і остаточно формуються в 14—15 років.

Вдихуване повітря проникає в порожнину носа через два передніх отвори — ніздрі, і, пройшовши по носових ходах, виходить з носової порожнини в носоглотку через два задні отвори — хоани. В носову порожнину відкривається слізний канал, по якому надлишок сліз стікає в носову порожнину і додатково зволожує слизову оболонку. Носова порожнина має багато додаткових порожнин, розміщених у великих кістках, що утворюють ніс, і сполучених з носовою порожниною спеціальними отворами. Ці додаткові порожнини, або пазухи, містяться в тілі верхньої щелепи — верхньощелепна, або гайморова порожнина, в клиновидній кістці — клиновидна пазуха, в решітчастій — решітчастий лабіринт, в лобовій кістці — лобова пазуха. В дітей дошкільного віку всі ці порожнини розвинені недостатньо. А лобова пазуха остаточно формується лише в 15 років. Носова порожнина вистелена слизовою оболонкою, яка має густу сітку кровоносних судин і вкрита миготливим епітелієм. В епітеліальному покриві багато бокаловидних клітин і залозок, які виділяють слиз. Слизова оболонка пронизана густою сіткою кровоносних судин і тому має добре кровопостачання, завдяки чому поверхня слизової оболонки завжди тепла. Проходячи по носових ходах, вдихуване повітря зігрівається, зволожується і частково очищається від пилу та мікроорганізмів. Завдяки коливним рухам війок миготливого епітелію, слиз разом з прилиплими до нього пилинками та мікробами видаляється з носової порожнини у носоглотку.

У слизі носової порожнини є лейкоцити, які виходять на поверхню слизової оболонки з кровоносних судин. Завдяки фагоцитарній здатності, лейкоцити знищують мікробів, що потрапляють в носову порожнину з вдихуванням повітрям. Згубно діє на мікроби наявна в складі слизу речовина —

лізоцим. Пригнічуючи життєдіяльність мікробів, лізоцим зменшує небезпеку їх для організму.

Дихання можливе не тільки через ніс, але й через рот. Проте, проходячи через ротову порожнину, вдихуване повітря не може так очищатись, зігріватись і знешкоджуватись, як у носовій порожнині. Тому дуже важливо дихати через ніс, а не через рот.

Слизова оболонка носової порожнини, як і розміщених нижче частин верхніх дихальних шляхів (носоглотки, гортані, трахеї, бронхів), у дітей дуже ніжна, легко пошкоджується і схильна до запалень. Дихальні шляхи у дітей значно вужчі, ніж у дорослих. Все це сприяє легшому проникненню інфекції в організм дитини. При запальних процесах у носі (при нежиті) 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 мікробів та частинок пилу. З носової порожнини повітря проходить через хоани в порожнину носоглотки.

Носоглоткою називають верхній відділ глотки, по якому проходить повітря в гортань. У носоглотку відкриваються отвори євстахієвих труб, що йдуть з порожнини середнього вуха. Тут же містяться трубні і глоткові мигдалики.

У 4—10-річних дітей нерідко утворюються так звані аденоїдні розрощення, тобто розрощення лімфатичної тканини (аденоїдної) в ділянці глотки, а також у носі. Вони можуть надавати голосу дитини гугнявості і утруднювати дихання. Крім того, аденоїдні розрощення можуть негативно впливати на загальний стан здоров'я і на працездатність дитини, тому їх необхідно лікувати. Зустрічаються аденоїдні розрощення і в підлітків. Із носоглотки повітря надходить в ротову частину глотки і далі в гортань.

Гортань. Гортань є не тільки відділом дихальних шляхів, а і голосовим апаратом. Розміщена гортань на передній поверхні шиї на рівні 4—6 шийних хребців, від яких відокремлена нижньою частиною глотки. Стінка її має

хрящовий скелет, що складається з трьох великих непарних і трьох малих парних хрящів. До непарних хрящів належать щитовидний, персневидний і надгортанник. До парних — черпакуватий, ріжковидний і клиновидний. Найбільший хрящ гортані — щитовидний; його легко промацати на передній поверхні шиї — передній його виступ (кадик) лежить безпосередньо під шкірою. Над щитовидним хрящем міститься другий великий хрящ — надгортанник, який має велике значення для захисту дихальних шляхів від попадання в них їжі під час ковтання. Коли людина робить ковтальні рухи, гортань трохи піднімається, при цьому щитовидний хрящ тисне на нижній конус надгортанника і останній закриває вхід у дихальне горло. Одночасно язичок м'якого піднебіння піднімається і закриває хоани. Таким чином, дихання під час ковтання припиняється і їжа не може потрапити в дихальні шляхи.

Хрящі гортані сполучені один з одним суглобами та зв'язками і приводяться в рух численними м'язами, розміщеними в стінках гортані. В середині гортань вистелена слизовою оболонкою. Сухожильними зв'язками гортань прикріплюється до під'язикової кістки, внаслідок чого вона рухається разом з рухами під'язикової кістки, опускаючись і піднімаючись, як це спостерігається, наприклад, під час ковтання.

В гортані містяться голосові зв'язки, від коливання яких виникає звук голосу. Голосові зв'язки мають вигляд складок, натягнутих в передньо-задньому напрямі і прикріплених кінцями до хрящів гортані. Дві справжні голосові зв'язки натягнуті від внутрішньої стінки щитовидного хряща до відростків черпакуватих хрящів. Вони складаються з еластичних волокон і м'язової тканини. Над ними розміщені дві несправжні голосові зв'язки. Складні рухи гортані, зв'язані з мовою, спричиняються скороченням м'язів, розташованих в її стінках. При напруженні голосових зв'язок щілина між ними звужується, внаслідок чого з силою виштовхуване з легень повітря спричиняє коливання голосових зв'язок, які й утворюють звук. Відтінки голосу залежать як від довжини і товщини голосових зв'язок, так і від будови порожнини рота і

носа, які відіграють роль резонаторів.

У дітей молодшого шкільного віку гортань ще невелика, гортанні хрящі м'які, голосові зв'язки короткі і тонкі, тому голос, як при всяких коротких струнах в музикальному інструменті, високий. Посилений ріст гортані починається з 5—6 років, а найінтенсивніше він відбувається, починаючи з 13—14 років. Гортанні хрящі стають товщі і щільніші. Одночасно із збільшенням гортані ростуть і стають довшими і товщими справжні голосові зв'язки, внаслідок чого голос стає нижчим, а розвиток і зміна форми сусідніх порожнин глотки змінюють його дзвінкість і тембр.

У період статевого дозрівання у підлітків відбувається різка зміна голосу, яка особливо різко проявляється у хлопчиків («злам голосу»). У цей період, поки не встановиться голос, підліткам — хлопчикам і дівчаткам не рекомендується багато співати, щоб не подразнювати і не стомлювати їх голосовий апарат. Для нормального розвитку голосу в дітей необхідно охороняти дихальні шляхи, зокрема гортань, від простуди і перенапружень. Особливо відповідальним є період «зламу голосу». Взагалі для розвитку гортані і вправлення голосу в дітей велике значення має раціональне навчання їх співу, а також читання вголос і декламування з правильними наголосами та інтонацією. Все це сприяє також розвитку грудної клітки та легень. Пройшовши гортань, повітря потрапляє в трахею.

Трахея. Трахея, або дихальне горло, являє собою трубку, що складається з 16—20 неповних хрящових кілець, звернених вільними кінцями назад. Хрящові кільця, що лежать одне над одним, з'єднані між собою перетинкою із сполучної тканини. Кінці кожного незамкненого хрящового кільця на задній стінці трахеї зв'язані гладенькими м'язами. Наявність м'язової смужки в стінці трахеї забезпечує вільне просування харчових грудок по стравоходу, який розташований позаду трахеї і паралельно з нею. Хрящові кільця, обмежуючи трахею спереду і з боків, підтримують сталим її просвіт.

Слизова оболонка, що вистилає внутрішню поверхню трахеї, вкрита багаторядним миготливим епітелієм, в якому багато слизових бокаловидних

клітин, що виділяють слиз. Як і в носовій порожнині, слиз безперервно рухається в напрямі до глотки. Цей рух викликається коливними рухами війок миготливого епітелію. Пилинки, що попадають у трахею, осідають на поверхні слизової оболонки і разом із слизом піднімаються вгору до глотки і заковтуються.

Бронхи. Нижній кінець трахеї на рівні IV—V грудних хребців поділяється на два первинні бронхи, з яких один заходить у праву легеню, а другий — у ліву. Правий бронх коротший і товщий, лівий — довший і тонший. Через лівий бронх перекидається дуга аорти. Всередині легень первинні бронхи поділяються на вторинні, які далі багато разів галузяться, утворюючи так зване бронхіальне дерево. Найтонші розгалуження цього дерева (близько 1 мм в діаметрі) називаються бронхіолами. Останні закінчуються тонкостінними альвеолярними ходами, стінки яких мають випини, що називаються альвеолами. Стінка альвеоли — це дуже тоненька перетинка, вистелена зсередини одношаровим епітелієм. Наявність еластичних волокон у стінці альвеоли сприяє її спаданню під час видиху. Розширення альвеол відбувається внаслідок розширення грудної клітки. Навколо альвеол, щільно прилягаючи до їх стінок, розташована густа сітка кровоносних капілярів. Через стінки альвеол і кровоносних капілярів відбувається обмін газів між кров'ю та альвеолярним повітрям.

У легенях дорослої людини 700 млн. альвеол з загальною поверхнею 60—120 м². Така величезна поверхня забезпечує велику швидкість газообміну в легенях.

У стінках великих бронхів як і в трахеї, є хрящові кільця, побудовані з гіалінового хряща. У стінках бронхіол хряща немає, а є лише кільцевий шар гладеньких м'язів. Внутрішня поверхня бронхів вистелена слизовою оболонкою, яка вкрита миготливим епітелієм.

У дітей трахея і бронхи розвиваються поступово. Вони ростуть в основному паралельно з ростом тулуба. Просвіт трахеї і бронхів у дітей значно вужчий, ніж у дорослих; хрящі їх ще не зміцнілі. М'язові і еластичні волокна

розвинені слабо. Слизова оболонка, що вистилає трахею і бронхи, дуже ніжна і багата на кровоносні судини. Тому трахея і бронхи у дітей легше ушкоджуються, ніж у дорослих. Проникнення в них частинок пилу, а також хвороботворних бактерій для дітей значно небезпечніше, ніж для дорослих.

Легені. Легені розташовані в грудній порожнині, по боках серця. У просторі між легень, який називається середостінням, розміщені трахея, стравохід, зобна залоза, серце, великі судини, лімфатичні вузли і деякі нерви. Форма легень нагадує зрізаний конус, основа якого має вгнутість, що відповідає опуклому куполові діафрагми. Права і ліва легені неоднакові як за розмірами, так і за формою. Права легень коротша і товща, а ліва довша і тонша. Кожна легень закінчується звуженою верхівкою. Глибокими борознами кожна легень ділиться на частки. Ліва легень складається з двох часток, а права — з трьох. Кожна частка в свою чергу ділиться на частинки, яких буває кілька сот.

На вгнутій поверхні, зверненій до середостіння, містяться ворота легень, куди входять бронхи, артерії і нерви і звідки виходять вени і лімфатичні судини. Зовнішня, опукла поверхня легень прилягає до ребер. Нижня, вгнута поверхня кожної легені опирається на купол діафрагми.

Ззовні кожна легень вкрита сполучнотканинною оболонкою — плеврою. Плевра складається з двох листків — легеневого, або вісцерального, який щільно зростається з тканиною легені, і пристінного, або парієтального, який вистилає внутрішню поверхню стінки грудної порожнини. Між обома листками є плевральна щілина, заповнена невеликою кількістю рідини, яка полегшує ковзання листків плеври під час дихальних рухів.

Легені в дітей розвинені ще недостатньо, альвеоли малі, слабо розвинена в них еластична тканина. Кровонаповнення легень у дітей підвищене.

Легені дітей ростуть безперервно, причому спостерігається два періоди особливо енергійного їх росту: від народження до тримісячного віку, коли об'єм їх майже подвоюється, і в період статевого дозрівання (від 12 до 16 років включно). Легені новонародженої дитини важать близько 50 г, в 1 рік — 150 г і

в 12 років — 500 г, у дорослих — майже 1 кг. Дихальна поверхня альвеол у дітей відносно більша, кількість крові, що протікає через легені за одиницю часу, також відносно більша, ніж у дорослих. Все це забезпечує підвищений газообмін, необхідний для посиленого обміну речовин ростучого організму.

§ 4. Механізм дихання

Процес дихання складається з двох фаз — вдиху і видиху.

Вдих. Вдих зумовлюється розширенням грудної порожнини внаслідок скорочення зовнішніх міжреберних м'язів та м'язів діафрагми. Відбувається це так. Коли скорочуються зовнішні міжреберні м'язи, то ребра повертаються і піднімаються, розходячись в обидва боки і заносючи свої передні кінці разом з грудниною трохи вперед. Внаслідок цього об'єм грудної порожнини збільшується в передньозадньому і бічному напрямках. Одночасно з зовнішніми міжреберними м'язами скорочуються і м'язи діафрагми, купол її, звернений у грудну порожнину, опускається і стає більш плоским, від чого збільшується розмір грудної порожнини у вертикальному напрямі. Опускаючись, діафрагма тисне на органи черевної порожнини, відтісняє їх вниз і вперед, що спричиняє випинання стінки черевної порожнини. Тому при диханні черевна стінка ритмічно випинається.

Між грудною стінкою і поверхнею легень (між парієтальним і вісцеральним листками плеври) лежить плевральна щілина з негативним тиском. Плевральна щілина закрыта герметичне, тому при розширенні грудної клітки слідом за її стінками ідуть і легені, які, завдяки еластичності їх тканини, легко розтягуються. В розтягнутих легенях тиск повітря падає нижче від атмосферного. Грудна порожнина герметичне закрыта 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.

Таким чином, вдих — процес активний: він є наслідком скорочення дихальних м'язів.

Видих. На відміну від вдиху, звичайний видих — пасивний процес: він відбувається внаслідок зменшення об'єму грудної порожнини після розслаблення м'язів, що скоротились під час вдиху. При звичайному видиху м'язи, які забезпечили вдих, розслаблюються. Внаслідок розслаблення зовнішніх міжреберних м'язів ребра опускаються, що викликає зменшення об'єму грудної порожнини в передньо-задньому і бічному напрямках. Коли розслаблюються м'язи діафрагми, купол її під тиском черевних органів піднімається і стає опукліше, 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 з легень назовні, поки тиск повітря в легенях не зрівняється з атмосферним.

Глибокий вдих і глибокий видих. Під час глибокого вдиху грудна клітка розширюється більше, ніж при спокійному. Це зумовлюється тим, що під час сильного вдиху, крім зовнішніх міжреберних м'язів і м'язів діафрагми, скорочуються ще й грудинно-ключично-соскові, драбинчасті, зубчасті та інші м'язи шиї і грудей, які сприяють підняттю грудної клітки. Під час глибокого видиху скорочуються внутрішні міжреберні м'язи, а також м'язи черевного пресу та деякі інші. При цьому черевна стінка скорочується, тисне на черевні органи, які в свою чергу тиснуть на діафрагму і сприяють її випинанню в грудну порожнину. Цим зменшується об'єм грудної порожнини у вертикальному напрямі.

Таким чином, глибокий вдих відрізняється від спокійного лише кількістю м'язів, що скорочуються. Глибокий видих відрізняється від спокійного тим, що він є активним, а не пасивним актом.

Типи дихання. Розрізняють грудний, діафрагмальний (або черевний) і мішаний типи дихання. Тип дихання залежить від того, які м'язи переважно беруть участь у диханні.

Тип дихання в процесі розвитку дитячого організму поступово змінюється. В новонароджених хлопчиків і дівчаток тип дихання черевний

(діафрагмальний). Це зв'язано з тим, що грудна клітка новонароджених дітей весь час перебуває в положенні вдиху, ребра розміщені майже перпендикулярно до хребта і збільшення об'єму грудної клітки за рахунок підняття ребер майже неможливе. В перші місяці життя передньо-задній і поперечний діаметр грудної клітки майже однакові. В міру росту дитини передньо-задній діаметр грудної клітки зменшується, а поперечний — збільшується. Таким чином, поперечний переріз грудної клітки з майже круглого у новонародженої дитини з вікон стає овальним. Поступово на першому році життя дитини передні кінці ребер разом з грудниною опускаються, тобто грудна клітка із положення вдиху переходить у положення видиху, і тим самим створюється можливість для переходу до грудного (реберного) типу дихання. На початку другого року життя, у зв'язку з переходом дитини з горизонтального у вертикальне положення, тип дихання стає мішаним (грудочеревним).

З 3-х до 7-річного віку дедалі чіткіше виступає грудний тип дихання, а в 7—14 років починають позначатись статеві відміни: у хлопчиків переважає черевний тип, а в дівчаток — грудний тип дихання.

У дорослих чоловіків переважає черевний тип дихання, а в жінок — грудний. Проте тип дихання може змінюватись залежно від умов. Так, у жінок, які займаються фізичною працею, грудний тип дихання замінюється мішаним або навіть черевним.

§ 5. Легенева вентиляція

Безперервна зміна повітря в легенях під час дихання називається легеневою вентиляцією, показником якої є хвилинний об'єм легень (кількість повітря, що проходить через легені за 1 хв). Кількість повітря, яку людина вдихає і видихає при спокійному диханні, називається дихальним об'ємом.

У новонародженої дитини дихальний об'єм під час сну близько 20 мл, на кінець першого місяця — 25 мл, наприкінці першого року — 50 мл, у 5 років — 215 мл і в 12 років — 375 мл. У дорослих людей — 300—600 мл.

Щоб обчислити хвилинний об'єм легень, треба дихальний об'єм перемножити на кількість дихальних рухів за 1 хв. У новонароджених дітей хвилинний об'єм дорівнює 650—700 мл, на кінець першого місяця — 1400 мл, наприкінці першого року — 2600 мл, в 5 років — 5800 мл і в 12 років — 7000—9000 мл.

У дітей старше п'яти років хвилинний об'єм дихання значно більший, ніж у дорослих. У 12 років він удвічі більший, ніж у дорослих. Але вже у новонароджених (у перерахунку на 1 кг ваги тіла) він більше ніж вдвічі перевершує хвилинний об'єм дихання на 1 кг ваги дорослої людини. Це зумовлено тим, що при майже одному й тому самому дихальному об'ємі в мл на 1 кг ваги частота дихання у дітей в 3—4 рази більша, ніж у дорослих.

Таким чином, легенева вентиляція у дітей на 1 кг ваги значно більша, ніж у дорослих. Зміну частоти дихання у дітей з віком показано в табл. 12.

До 8 років частота дихання у хлопчиків більша, ніж у дівчаток. Перед періодом статевого дозрівання частота дихання у дівчаток стає більшою, ніж у хлопчиків; таке співвідношення зберігається протягом всього життя.

В дорослих спостерігаються також індивідуальні коливання частоти дихання від 7 до 22 на хвилину.

При визначенні легеневої вентиляції слід також враховувати, що під час вдиху частина повітря (близько 150 мл у дорослої людини) затримується в так званому шкідливому просторі, до якого належать порожнини носа, носоглотки, гортані, трахеї і бронхів. Під час видиху це повітря виходить назовні і замінюється повітрям з легень, яке порівняно з атмосферним має більше вуглекислого газу і менше кисню. Під час наступного вдиху це вже використане повітря першим входить у легені.

Життєва ємкість легень. Життєвою ємкістю легень називається та максимальна кількість повітря, яку людина може видихнути після найглибшого вдиху. При спокійному диханні доросла людина вдихає і видихає близько 500 мл повітря (дихальний об'єм). При глибокому диханні об'єм повітря, що змінюється в легенях при кожному дихальному русі, значно

більший. Справді, після звичайного спокійного вдиху людина може зробити сильніший вдих і вдихнути додатково ще 1500 мл повітря. Це повітря називається додатковим.

Так само і після спокійного видиху людина може зробити посилений видих і видихнути ще 1500 мл повітря. Це повітря називається резервним. Сума об'ємів дихального, додаткового і резервного повітря становить життєву ємкість легень.

Величина життєвої ємкості легень коливається залежно від віку, довжини тіла, типу дихання (найбільша при грудочеревному), від статі (більша у хлопчиків). Вона збільшується тренуванням. У дітей життєва ємкість легень поступово збільшується від раннього дитинства і до 18—19 років.

Життєва ємкість легень у дітей повільно нарастає до семи років, поки відбувається диференціювання легень, і енергійно збільшується з 8—9 років, даючи максимальний приріст у період статевого дозрівання. Перебудова життєвих процесів, зумовлена статевим дозріванням, і посилений ріст легень вимагають у перехідному віці особливого піклування про гігієну органів дихання, бо антигігієнічні умови в цьому віці небезпечні щодо захворювання легень, зокрема на туберкульоз. З 18 до 35 років життєва ємкість легень є максимальною (3000—6000 мл), а потім з віком зменшується. Життєва ємкість легень є одним з показників фізичного розвитку організму; її можна збільшити тренуванням дихальних м'язів.

Життєву ємкість легень вимірюють з допомогою спеціального приладу, що називається спірометром.

Залишкове повітря. Після першого вдиху дитини, коли легені вперше наповнюються повітрям, і до кінця життя легені ніколи повністю не звільняються від нього. Навіть після максимального видиху в легенях все ще залишається частина повітря. Цей об'єм повітря, що залишається в легенях і після смерті, дістав назву залишкового повітря. В дорослої людини він дорівнює 1000—1500 мл.

Частина залишкового повітря може вийти з легень лише тоді, коли в

плевральну щілину зайде повітря і створиться там атмосферний тиск, що можливе при пошкодженні грудної клітки з обох боків. У такому випадку легені спадаються. Такий стан легень називається пневмотораксом. Однобічний пневмоторакс (тобто однобічне пошкодження грудної клітки) іноді роблять штучно, коли з лікувальною метою необхідно дати спокій легені, хворій на туберкульоз. Повний двобічний пневмоторакс у людини спричиняє смерть.

Загальна кількість повітря, яка вміщується в легенях, дорівнює сумі життєвої ємкості і залишкового об'єму.

Дихання при м'язовій діяльності. При всякій діяльності, а особливо при м'язовій, потреби організму в кисні значно зростають. У спокійному стані за одну хвилину доросла людина споживає близько 350 мл кисню, а при м'язовій роботі 4000—5000 мл.

Підвищена потреба організму в кисні при м'язовій діяльності забезпечується за рахунок посилення роботи органів дихання: дихальні рухи стають частішими і глибшими, різко збільшується вентиляція легень.

У людей з добре тренованою дихальною мускулатурою і великою життєвою ємкістю легень легенева вентиляція збільшується головним чином за рахунок збільшення глибини дихання (дихального об'єму). У нетренованих людей зростає потреби організму в кисні забезпечуються переважно за рахунок збільшення частоти дихальних рухів.

При глибокому диханні альвеолярне повітря вентилюється на 80—90%, що забезпечує швидкий обмін газів крізь стінки альвеол. Це збільшує витривалість організму до тривалого фізичного навантаження. При неглибокому і частому диханні вентиляція альвеолярного повітря зменшується і більша частина вдихуваного повітря залишається в «шкідливому просторі». При дуже частому диханні кількість змінюваного повітря (дихальний об'єм) зменшується в такій мірі, що людина починає задихатись і змушена припинити роботу.

Таким чином, у тренованих людей кров більше насичується киснем, ніж

у нетренованих. Одночасно, внаслідок викидання в кров'яне русло депонованої крові при м'язовій роботі, збільшується киснева ємкість крові. Збільшення легеневої вентиляції, підвищення кисневої ємкості крові і збільшення хвилинного об'єму крові забезпечують значно зрослі потреби організму в кисні при м'язовій роботі.

У дитини, так само як і в нетренованої людини, при зрослій потребі в кисні різко збільшується частота дихальних рухів і в далеко меншій мірі — їх глибина. Взагалі дихання у дітей неглибоке, поверхнєве, бо слабо розвинена дихальна мускулатура не може достатньо розширювати грудну клітку.

Отже, для нормального фізичного розвитку дитини велике значення має систематичне тренування дихальних м'язів і збільшення життєвої ємкості її легень. Цьому сприяють щоденні прогулянки, посиljena фізична праця, фізкультурні зарядки і такі види спорту, як біг, катання на лижах і ковзанах, веслування, плавання.

Потреба в систематичному тренуванні органів дихання дитини на свіжому повітрі стане ще більш зрозумілою, якщо врахувати, що в дітей порівняно високий рівень обміну речовин. Вони більше, ніж дорослі, споживають кисню на кілограм ваги тіла.

Підвищена потреба дітей в кисні зв'язана з побудовою і розвитком тканин ростучого організму. А якщо врахувати ще й поверхня дихання, внаслідок якого значна частина вдихуваного повітря не доходить до легневих пухирців, то стане зрозумілою необхідність перебування дітей на свіжому повітрі.

§ 6. Газообмін.

Склад вдихуваного і видихуваного повітря. Атмосферне повітря, що його вдихає людина, містить у своєму складі кисню до 21%, вуглекислого газу — 0,03% і азоту та інертних газів — близько 79%. Склад видихуваного повітря такий: кисню — 16,4%, вуглекислого газу — 4,1%, азоту — 79,5%. Наведені цифри є середні і коливаються в значних межах. Несталість складу

видихуваного повітря залежить від інтенсивності обміну речовин, а також від частоти та глибини дихання.

Як видно з наведених даних, вміст кисню у видихуваному повітрі менший, а вуглекислого газу більший, ніж в атмосферному. Ця зміна складу повітря пояснюється газообміном, який відбувається в легенях між кров'ю і альвеолярним повітрям. Кисень з альвеолярного повітря безперервно проникає в кров, яка тече по густій сітці кровоносних капілярів, що обплутують альвеоли, а вуглекислий газ виходить з крові в альвеолярне повітря.

Що ж до азоту, то його вміст у видихуваному повітрі, як і вуглекислого газу, вищий, ніж в атмосферному. Проте азоту вдихається стільки, скільки й видихається, бо азот і інертні гази в газообміні участі не беруть. Ця різниця зумовлена тим, що об'єм вдихуваного повітря більший, ніж видихуваного, бо кисню споживається більше, ніж виділяється вуглекислого газу і тому процентний вміст азоту зростає внаслідок того, що одна й та сама кількість його розподіляється в меншому об'ємі. Так, при відносному спокої людини за добу з альвеолярного повітря у кров переходить до 500 л кисню, а вуглекислого газу з крові в альвеолярне повітря переходить близько 400 л. При м'язовій діяльності ці кількості значно зростають, але приблизно в такому самому співвідношенні.

Газообмін у легенях. Газообмін між альвеолярним повітрям і кров'ю здійснюється через перетинку, яка складається з стінки альвеоли і стінки капіляра. Товщина цієї перетинки, яка складається лише з двох шарів клітин, дуже мала — близько 4 мк. Така незначна товщина перетинки, що відокремлює газ від крові, не перешкоджає вільному проходженню газів.

Перехід кисню з альвеолярного повітря в кров, а вуглекислого газу з крові в альвеолярне повітря відбувається за законом дифузії. За цим законом газ завжди пересувається з того простору, де його парціальний тиск більший, у простір, де він менший. Дифузія кисню з альвеолярного повітря в кров можлива тому, що парціальний тиск кисню в альвеолярному повітрі становить 110 мм рт. ст., а у венозній крові, яка надходить до легень, лише 40 мм.

Таким чином, створюється різниця тиску в 70 мм, а цього цілком досить, щоб забезпечити перехід кисню в кров.

Що ж до вуглекислого газу, то вміст, а отже, 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. Цієї різниці цілком досить для забезпечення дифузії вуглекислого газу з крові в альвеолярне повітря.

Венозна кров, віддавши в легенях вуглекислий газ і збагатившись на кисень, перетворюється в артеріальну. З легень вона повертається до серця і по великому колу кровообігу розноситься до всіх органів і тканин тіла.

Транспортування газів. Кисень та вуглекислий газ переносяться кров'ю. Обидва ці гази перебувають у крові в розчиненому і в хімічно зв'язаному стані.

Із 100 мл артеріальної крові можна виділити близько 20 мл кисню, тоді як у фізично розчиненому стані в 100 мл крові може бути тільки 0,3 мл кисню. Отже, основна частина кисню в крові перебуває в хімічно зв'язаному вигляді. Речовиною, яка хімічно зв'язує кисень у крові, є гемоглобін.

З альвеолярного повітря кисень дифундує в плазму крові, а з плазми надходить в еритроцити і легко вступає в хімічний зв'язок з гемоглобіном. Гемоглобін при цьому перетворюється в оксигемоглобін. Оксигемоглобін — сполука нетривка: якщо оксигемоглобін попадає в середовище, бідне на кисень (наприклад, у тканинах), то кисень легко від нього відщеплюється. В артеріальній крові майже весь гемоглобін перебуває у вигляді оксигемоглобіну, тоді як у венозній крові переважає відновлений гемоглобін.

Вуглекислого газу в 100 мл крові може розчинитися лише 3 мл, тоді як з такої самої кількості венозної крові можна виділити 50 мл CO_2 . Отже, вуглекислий газ, як і кисень, перебуває в крові не тільки у вигляді фізичного розчину, але і в хімічно зв'язаному стані.

Вуглекислий газ у крові сполучається головним чином з лугами, утворюючи з ними двовуглекислі солі, або бікарбонати (переважно бікар-

бонати натрію і калію). Крім цих солей, у перенесенні вуглекислого газу бере участь і гемоглобін. Це вперше встановив ще наприкінці XIX ст. І. М. Сеченов.

Сполука гемоглобіну з вуглекислим газом нетривка і може легко розпадатись, що й відбувається в легенях.

Газообмін у тканинах. У тканинах безперервно відбуваються окислювальні процеси, при яких споживається кисень. Необхідний для цього кисень до тканин приноситься артеріальною кров'ю, яка віддає тканинам кисень і перетворюється у венозну.

Перехід кисню з крові в тканини зумовлюється різницею парціальних тисків його в крові і тканинах. Справді, парціальний тиск кисню в артеріальній крові 100—110 мм рт. ст., а в тканинній рідині — 20—40 мм. Різниця тиску кисню, яка дорівнює 70—80 мм рт. ст., і забезпечує енергійний перехід кисню з плазми крові через стінку капіляра у тканинну рідину.

Оксигемоглобін еритроцитів, який є нетривкою сполукою, віддає кисень у кров'яну плазму, з якої завдяки різниці парціального тиску він дифундує у тканинну рідину, а звідти в клітини, де вступає в окислювальні процеси.

Крім різниці парціального тиску, на ступінь віддачі кисню оксигемоглобіном дуже впливає величина тиску вуглекислого газу, розчиненого в крові. Чим більше в крові CO_2 , тим слабший зв'язок гемоглобіну з киснем, тобто тим більше відщеплюється кисню від оксигемоглобіну.

У тканинах, поряд з дифузією кисню з крові в тканинну рідину, відбувається і дифузія вуглекислого газу з тканинної рідини в кров. Кількість CO_2 в крові збільшується, а це викликає послаблення зв'язку гемоглобіну з киснем і сприяє більшому звільненню кисню.

У легенях відбувається віддача вуглекислого газу, його тиск у крові зменшується, завдяки чому спорідненість гемоглобіну з киснем збільшується, тобто гемоглобін починає енергійніше сполучатися з киснем і перетворюватися в оксигемоглобін.

Крім концентрації CO_2 , на міцність зв'язку гемоглобіну з киснем впливає також реакція крові. Навіть незначне зрушення реакції в бік кислої спричиняє

посилення віддачі кисню. Таке зрушення реакції відбувається в м'язах, де утворена під час роботи молочна кислота надходить у кров. Енергійне звільнення й перехід кисню з крові у м'язи під час їх роботи відповідає зрослій потребі їх у великих кількостях кисню.

Міцність зв'язку гемоглобіну з киснем залежить також і від температури: при підвищенні температури зв'язок слабшає, при зниженні — сильнішає.

Отруєння чадним газом. Багато речовин, зокрема наркотики (ефір, хлороформ, спирти), гальмують процеси дихання. Але особливо небезпечною отрутою є чадний газ — CO, який утворюється в результаті неповного згоряння в печі дров, вугілля тощо. При вдиханні чадного газу в легені він дифундує в кров і утворює стійку хімічну сполуку з гемоглобіном. Внаслідок цього гемоглобін втрачає здатність приєднувати кисень, і його надходження до тканин утруднюється. Досить людині вдихнути 1 л чадного газу, щоб настала смерть від припинення тканинного дихання.

При легкому отруєнні для поліпшення газообміну і прискорення розпаду сполуки чадного газу з гемоглобіном потерпілому необхідно забезпечити доступ свіжого повітря (відкриті двері, вікна, а в теплу погоду винести з приміщення) і робити штучне дихання.

При тяжкому отруєнні чадним газом можна врятувати життя лише переливанням крові, тобто, ввівши в організм гемоглобін, здатний зв'язувати кисень.

Штучне дихання. Штучне дихання застосовують у тих випадках, коли серце ще продовжує працювати, але внаслідок припинення діяльності дихального центра немає природного дихання. Так буває в утоплеників, при ураженні електричним струмом, при отруєнні газами тощо. В цих випадках з допомогою штучного дихання можна поновити діяльність дихального центра і врятувати людину від смерті. Найчастіше застосовують два способи штучного дихання.

Перший спосіб: потерпілого кладуть на спину з трохи закинutoю назад головою. Під лопатки кладуть який-небудь м'який згорток. Той, хто робитиме

штучне дихання, стає на коліна біля голови потерпілого, бере його руки нижче ліктя і протягом 2 сек притискує їх до грудної клітки, зменшуючи тим самим об'єм грудної клітки і витискуючи з неї повітря; так робиться видих. За видихом іде вдих, якого досягають відведенням рук потерпілого догори круговим рухом. Тривалість штучного вдиху 3 сек.

Другий спосіб: потерпілого кладуть униз лицем, повернувши голову набік. Людина, яка робить штучне дихання, стає на коліна так, щоб тулуб потерпілого знаходився між ними. Видих досягається сильним натисканням долонями і всією вагою тіла на нижню частину грудної клітки. Видих здійснюється пасивно, бо після припинення натискування грудна клітка розширюється, повертаючись у вихідне положення.

§ 7. Регуляція дихання

Дихальні м'язи можуть скорочуватись довільно. Проте після навмисного посилення дихання обов'язково настане тимчасова затримка дихання, а після свідомої затримки дихання настає (незалежно від нашої волі) тимчасове посилення дихання. Дихальні рухи відбуваються і під час сну та в інших випадках, коли свідомість виключена. Всі ці факти дозволяють зробити висновок про саморегуляцію дихальних рухів.

Дихальний центр. Ще в XIX ст. експериментальне було доведено, що в довгастому мозку є група нервових клітин, діяльність яких викликає ритмічні скорочення дихальної мускулатури. Ця група нервових клітин дістала назву дихального центра. Російський фізіолог М. О. Миславський довів, що дихальний центр розміщений в середній третині довгастого мозку. Руйнування ділянки довгастого мозку з дихальним центром призводить до припинення дихання і до смерті. Те саме відбувається, коли в тварини зробити переріз на межі між довгастим і спинним мозком. Але коли переріз зроблено вище довгастого мозку, то дихання не припиняється.

Проте, хоч дихання можливе тільки при цілості дихального центра, який міститься в довгастому мозку, відокремлення довгастого мозку, а отже, і

дихального центра, від вищих відділів головного мозку порушує регуляцію дихання. Таким чином, експериментальне доведено, що в регуляції дихання беруть участь вароліїв міст, середній мозок, підгорбикова ділянка та деякі підкорові утворення. Безпосередню участь в регуляції дихання бере також кора головного мозку.

Отже, в поняття «дихальний центр» входять всі ділянки центральної нервової системи, від погодженої діяльності яких залежить нормальне дихання.

Ритмічне скорочення дихальних м'язів залежить від ритму імпульсів, що надходять до них з дихального центра.

Рефлекторна регуляція. Фізіологічним механізмом, який впливає на дихальний центр, а через нього на дихальні м'язи, є рефлекторний механізм. Діяльність дихального центра змінюється під впливом збуджень, що надходять до нього з периферії, та з внутрішньої поверхні легень. Багато зовнішніх подразників, як наприклад різкий неприємний запах, раптовий укол шкіри, постріл та інші; можуть рефлекторно змінити дихання. У кожному з цих випадків збудження з периферії по доцентрових нервах може дійти до дихального центра.

Усяке збудження дихального центра змінює нервові імпульси, які від нього надходять до дихальних м'язів, а це призводить до зміни дихання — збільшення частоти його і глибини або, навпаки, послаблення і сповільнення.

Особливо велике значення в регуляції дихання мають доцентрові нервові волокна, закінчення яких лежать у самих легенях. При спаданні легень під час видиху відбувається механічне подразнення чутливих закінчень блукаючого нерва, які містяться в стінках альвеол. Нервове збудження, що виникає при цьому, надходить у дихальний центр і збуджує його. Від дихального центра 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 центра і викликає гальмування його. Внаслідок цього з дихального центра перестають надходити імпульси до дихальних м'язів, останні розслаблюються і відбувається видих.

Таким чином, відбувається рефлекторна саморегуляція дихання: видих викликає вдих, а вдих викликає видих.

Оскільки в регуляції дихання бере участь і кора головного мозку, людина може до певної міри довільно змінювати частоту і глибину дихання. Дихання змінюється також при різних емоційних станах.

Дихання у дітей молодшого шкільного віку аритмічне. При виконанні м'язової роботи (писання, малювання, фізичні вправи тощо) діти 7—11 років схильні затримувати дихання. Ці особливості зумовлені в основному ще недосконалою координацією дихальних рухів з боку дихального центра. Дихальний центр у дітей легко збуджується, тому дихання у них значно прискорюється при психічних збудженнях, незначних фізичних вправах, невеликому підвищенні температури тіла і навколишнього середовища. У зв'язку з цим дітям особливо корисні співи, фізичні вправи, посильна фізична праця, ігри і доступні види спорту, які зміцнюють дихальну мускулатуру, вправляють нервоворуховий апарат і сприяють виробленню глибшого і більш ритмічного дихання.

Гуморальні впливи на дихальний центр. У стінках кровоносних судин є спеціальні нервові закінчення — хеморецептори, що сприймають зміну хімічного складу крові. Особливо чутливі ці рецептори до концентрації вуглекислого газу і кисню в крові. Підвищення концентрації вуглекислоти в крові подразнює хеморецептори і рефлекторно викликає прискорення і поглиблення дихання. Зниження концентрації кисню в крові так само подразнює ці хеморецептори і рефлекторно підсилює дихання.

Збільшення концентрації вуглекислого газу в крові може і безпосередньо впливати на дихальний центр. Збільшення кількості вуглекислого газу в крові, яка омиває дихальний центр, спричиняє збільшення її і в самих клітинах дихального центра, дихальний центр при цьому збуджується, в результаті чого

дихальні рухи посилюються і прискорюються. Так триває доти, поки внаслідок посиленого дихання концентрація вуглекислоти в крові знову не знизиться до нормального рівня.

Гуморальна регуляція дихання особливо чітко проявляється при посиленій м'язовій діяльності, під час якої в крові збирається багато вуглекислого газу і, як наслідок цього, збільшення частоти і глибини дихання. Після припинення м'язової діяльності кров швидко звільняється від надлишку вуглекислого газу і дихання стає спокійним.

Вплив зміни хімічного складу крові на діяльність дихального центра підтверджується дослідом з перехресним кровообігом у двох собак. У двох собак перерізують сонні артерії і з'єднують їх між собою так, що кров з тулуба першого собаки тече в голову другого собаки, а кров з тулуба другого собаки — в голову першого собаки. Другі сонні артерії затискують. Якщо тепер затиснути трахею першого собаки, то задишка настає в другого собаки, голова якого живиться кров'ю першого собаки. Така зміна дихання пояснюється тим, що затискування трахеї в першого собаки привело до скупчення надлишку вуглекислого газу в його крові, а оскільки його кров омиває головний мозок другого собаки, то вона і впливає на діяльність його дихального центра, викликаючи задишку. Отже, вуглекислий газ є специфічним подразником дихального центра.

Захисні рефлексі. Дуже важливе значення мають захисні рефлексі з слизових оболонок дихальних шляхів. Ці рефлексі перешкоджають попаданню в дихальні шляхи шкідливих речовин або сприяють видаленню подразнюючих речовин, які вже попали туди. Так, при подразненні пилом або слизом чутливих рецепторів у гортані і трахеї повітря судорожно виштовхується з легень при широко розкритій голосовій щілині (кашель). З виштовхнутим повітрям видаляється й подразник. При подразненні слизової оболонки носа виникає чхання. При чханні, як і при кашлі, людина робить глибокий вдих, а потім дуже сильний і швидкий видих при закритому роті.

§ 8. Гігієна органів дихання дитини

Тут слід насамперед вказати на величезне значення для організму дитини правильного глибокого і ритмічного дихання. Таке дихання забезпечує добру вентиляцію легень, а отже, і достатнє постачання організму киснем при невеликій частоті дихальних рухів. Тому необхідно постійно піклуватись про вироблення в дітей звички дихати глибоко і ритмічно не тільки при виконанні фізичних вправ, а й під час занять у класі, ігор, ходіння, фізичної праці і т. д. Дихати треба тільки через ніс. Проходячи через носову порожнину, повітря в значній мірі очищається в ній від пилу і мікробів, а також зігрівається, чого не буває при диханні через рот. Через рот діти звичайно дихають під час нежиті та інших запальних процесів у верхніх дихальних шляхах, а також при аденоїдних розрощеннях у носоглотці. При диханні через рот частинки пилу і хвороботворні бактерії легко потрапляють у дихальні шляхи, а в холодну пору року може статись ще й різке охолодження дихальних шляхів. Все це може спричинити захворювання органів дихання.

Слід мати на увазі, що в дітей, які довгий час змушені були дихати через рот (наприклад, при нежиті), часто виробляється звичка дихати через рот навіть і тоді, коли нежить пройшов. У таких випадках потрібна увага з боку вчителів та батьків і роз'яснення дітям необхідності дихати через ніс.

Органи дихання, як і інші органи ростучого дитячого організму, для свого нормального розвитку потребують вправ. Тому в системі фізичного виховання учнів як молодших, так і старших класів велику увагу треба приділяти дихальній гімнастиці та іншим фізичним вправам, що розвивають мускулатуру, яка спричиняє рухи грудної клітки. Особливо корисні такі види спорту, як ходіння на лижах, катання на ковзанах, плавання, гребля та ін. Сприяє розвитку грудної клітки і правильне положення тіла (правильна поза) під час ходіння, стояння, сидіння за партою в школі і дома під час готування уроків. Правильне положення тіла у всіх цих випадках сприяє розширенню грудної клітки, полегшує діяльність легень і забезпечує глибше дихання. При зігнутому положенні тулуба грудна клітка і легені стиснені, нормальна

життєдіяльність і розвиток їх порушується, дихання стає поверхневим, повітря в легені заходить мало, і тому постачання кисню органам зменшується.

Зважаючи на те, що дихання дітей більш поверхнєве, потреба організму в кисні відносно велика, слизова оболонка дихальних шляхів легко ушкоджується, в приміщеннях, де перебувають діти, повинно бути завжди свіже повітря. Для цього необхідно систематично, кілька разів на день провітрювати шкільні і житлові приміщення. В теплу пору року заняття в класах треба проводити при відкритих вікнах. Дітям необхідні рухливі ігри, посильна фізична праця на відкритому повітрі. Найбільші можливості для цього бувають влітку і під час зимових та весняних канікул. Проте і в дні занять у школі слід забезпечити щоденне перебування дітей на свіжому повітрі. Діти молодшого шкільного віку повинні бути на свіжому повітрі не менше чотирьох годин на добу (звичайно, з перервами), а учні старшого віку — не менше трьох годин. Під час перерв між уроками діти повинні гуляти на шкільному подвір'ї (крім днів з сильними морозами і вітрами). Повітря в класах і квартирах теж повинно бути завжди свіжим.

Якщо діти мало перебувають на свіжому повітрі, вони стають млявими, блідими, часто хворіють на недокрів'я. Діти, які значну частину часу проводять на свіжому повітрі — біля річки, в парку, на городі, в саду, в лісі тощо,— енергійні, бадьорі, життєрадісні; в них, як правило, хороший апетит і міцний, здоровий сон.

Свіже, чисте повітря посилює й активізує процеси дихання, кровообігу, обмін речовин, діяльність м'язово-рухового апарата дитини. Перебування на відкритому повітрі зміцнює нервову систему дитини, загартовує її організм, підвищує опірність організму проти інфекційних захворювань. Відомо, наприклад, що ті діти, яких батьки занадто оберігають від значних коливань температури повітря і завжди надмірно тепло одягають, частіше хворіють на грип, ангіну, бронхіт; такі діти мерзнуть тоді, коли інші почувають себе добре.

Звичайно, перебуванням на свіжому повітрі не можна зловживати на шкоду навчальній роботі в школі і вдома.

РОЗДІЛ VIII

АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ І ГІГІЄНА ОРГАНІВ ТРАВЛЕННЯ

ДИТИНИ

§ 1. Значення і суть процесів травлення

Для нормальної діяльності організму потрібне регулярне харчування. Харчові продукти, які щоденно споживає людина — хліб, м'ясо, картопля, крупи, масло, овочі та ін.,— мають різну кількість поживних речовин — білків, жирів, вуглеводів, а також мінеральні солі і вітаміни. Поживні речовини організм використовує як джерело енергії і як будівельний матеріал для побудови нових клітин в процесі росту і при заміні спрацьованих тканин.

В органах травлення їжа зазнає фізичних і хімічних змін. Фізичні зміни їжі полягають у подрібненні і перетиранні її та в розчиненні речовин, що входять до її складу. Хімічні — у розщепленні складних поживних речовин на прості, які переходять у розчин і легко всмоктуються. Білки розщеплюються на амінокислоти, жири — на гліцерин та жирні кислоти, вуглеводи (крохмаль, буряковий цукор та ін.) — на глюкозу. В незмінному вигляді засвоюються організмом тільки мінеральні солі та вітаміни, а з вуглеводів — глюкоза.

Травлення — фізична та хімічна обробка їжі і перетворення її в форму, зручну для всмоктування у внутрішнє середовище і засвоєння клітинами.

У дітей потреба в їжі відносно більша, ніж у дорослих, внаслідок підвищеного обміну речовин і посиленого росту. Травлення в них відбувається інтенсивніше, ніж у дорослих.

Розщеплення складних поживних речовин на прості відбувається під впливом особливих речовин — ферментів (біологічних каталізаторів), що є в соках травних залоз.

Травний апарат людини складається з кількох відділів: ротової порожнини, глотки, стравоходу, шлунка, тонкої і товстої кишок. До органів травлення належать також слинні залози, печінка і підшлункова залоза.

§ 2. Травлення в ротовій порожнині. Глотка і стравохід

Ротова порожнина. Травний апарат людини починається ротовою порожниною, в якій розрізняють два відділи: переддвер'я рота і власне ротову порожнину.

Переддвер'я рота — це щілиноподібний простір, обмежований спереду і з боків губами і щоками, а ззаду яснами і зубами.

Власне ротова порожнина обмежена спереду і з боків яснами і зубами, зверху — твердим і м'яким піднебінням. Дно ротової порожнини утворене м'язами.

Тверде піднебіння утворене відростками верхньощелепних кісток і піднебінними кістками. М'яке піднебіння складається з м'язів, вкритих слизовою оболонкою. Задня частина м'якого піднебіння звисає у вигляді піднебінної завіси, середина якої витягнута у формі язичка. По обидва боки язичка спускаються вниз дві пари складок — піднебінні дуги, між якими в слизовій оболонці лежать піднебінні мигдалики. Останні складаються з ретикулярної тканини, заповненої лейкоцитами.

Отвір, обмежований передніми піднебінними дужками, називається зівом. Він сполучає ротову порожнину з глоткою. Крім піднебінних, є ще чотири мигдалики, які утворюють навколо зіва лімфоїдне кільце. Мигдалики служать кровотворними органами, в яких розвиваються лімфоцити.

Язик — м'язовий орган, утворений поперечносмугастими м'язами, розміщеними вздовж, впоперек і вертикально. Передня частина — кінчик язика закінчується вільно, а задня — корінь язика прикріплюється до тіла під'язикової кістки. В слизовій оболонці язика є багато смакових сосочків. Язик виконує кілька функцій: пересуває їжу до зубів під час розжовування, бере участь в утворенні харчової грудки, сприяє пересуванню її до глотки, є органом дотику і смаку. В людини язик, крім того, активний орган членороздільної мови.

Зуби. З допомогою зубів подрібнюється і перетирається їжа. Вони зна-

ходяться в альвеолярних ямках верхньої і нижньої щелеп. Кожен зуб складається з коронки, шийки і кореня. Коронкою називається зовнішня частина зуба; шийка — місце прикріплення до зуба ясен; корінь зуба занурений в альвеолярну ямку.

Основну масу зуба становить дентин, вкритий на кінці емаллю, а в корені — цементом. Емаль, як і всі частини зуба,—жива тканина. Всередині зуба є порожнина, заповнена ніжною сполучною тканиною — пульпою, в якій є багато кровоносних судин і нервів.

Велика больова чутливість зубів пояснюється тим, що на площі в 1 мм^2 дентину міститься до 30 000 мікроскопічних каналців, в яких лежать чутливі нервові волокна.

Розрізняють молочні (тимчасові) і постійні зуби. Молочними зубами називаються ті, що існують у дитячому віці. Вони поступово випадають і замінюються на постійні.

У дорослої людини 32 зуби — по 16 у кожній щелепі. За формою і функціями зуби діляться на різці (8), ікла (4), малі кутні (8) і великі кутні (12).

Кількість зубів прийнято позначати формулою, в якій чисельник означає кількість зубів однієї половини верхньої щелепи, а знаменник — кількість зубів на одній половині нижньої щелепи.

Формула показує, що в кожній половині верхньої і нижньої щелеп є по 2 різці, 1 іклу, 2 малих кутніх і 3 великих кутніх зуби.

Дитина народжується без зубів. Молочні зуби прорізаються звичайно в період 6-місячного віку дитини до 2 років. Першими прорізаються нижні середні різці, потім верхні середні, а далі решта. Всього молочних зубів 20, по 10 зубів у верхній і нижній щелепі, їх формула:

Заміна молочних зубів на Постійні здебільшого починається після 6 років. Звичайно прорізування постійних зубів починається з першого великого кутнього зуба. Прорізування постійних зубів закінчується до 12—14 років (крім третього великого кутнього зуба, який називається зубом мудрості і прорізується після 18—25 років).

У дівчаток зуби прорізаються трохи раніше, ніж у хлопчиків. Відомі випадки, коли зуби прорізувались ще в утробі матері і діти народжувались з зубами.

Гігієна порожнини рота і зубів. Наявність у дітей з 5—6- до 12—14-річного віку одночасно постійних і молочних зубів, вимагає підвищеного гігієнічного догляду за ними. Як молочні, так і постійні зуби у дітей вкриті тоншою емаллю, ніж у дорослих, внаслідок чого вони легко пошкоджуються. Особливо легко псуються і гниють молочні зуби, від яких можуть захворіти сусідні здорові постійні зуби.

Догляд за зубами насамперед полягає у полосканні ротової порожнини і зубів теплою перевареною водою після кожної їди. Крім того, щодня ввечері, перед сном, необхідно чистити зуби щіткою з зубним порошком, щоб видалити всі залишки їжі, які застрягли між зубами і є сприятливим ґрунтом для розмноження в роті гнильних і хвороботворних мікробів. Зубну щітку при цьому треба водити згори вниз і знизу вгору, як ззовні, так і зсередини, і захоплюючи не тільки передні, а й задні зуби. Вранці можна тільки прополоскати рот і зуби. Більше одного разу на добу не рекомендується чистити зуби зубною щіткою, бо це шкідливо для зубної емалі. Тільки в тому разі, коли за ніч на зубах осяде значний нальот, можна і вранці почистити зуби щіткою, але вже без порошку. Слизова оболонка, яка вистилає порожнину рота, в тому числі і ясна, у дітей ніжніша, має багато кровоносних судин, тому вона легко ушкоджується. Зважаючи на це, дитяча зубна щітка не повинна бути жорсткою. Тримати її треба в чистоті. Нову щітку перед користуванням необхідно добре вимити теплою водою з милом і зберігати протягом доби в наміленому вигляді, після чого добре вимити водою.

Якщо на зубах утворюються камені або сіруватий нальот, від якого зуби втрачають властивий їм блиск, необхідно звертатися до лікаря.

Не можна давати дітям дуже гарячу або дуже холодну їжу, особливо якщо такі страви чергуються, бо це спричиняє тріскання емалі і поступове руйнування зуба. При вживанні липких цукерок, залишки їх застряють між

зубами і з них утворюється молочна кислота, що руйнує емаль. Не можна також дозволяти дітям розкушувати зубами горіхи або інші тверді речі, бо від цього також псується зуби.

З метою охорони зубів у дітей в дитячих садках та школах проводиться так звана санація порожнини рота і зубів. Вона полягає в тому, що через кожних півроку лікар оглядає зуби дітей і тих, у кого пошкоджені зуби, лікують.

Необхідно стежити і за станом ясен дитини. Здорові ясна мають блідо-рожевий колір, щільно прилягають до зубів, не кровоточать. Якщо ясна стають пухкими, опухають і кровоточать, це свідчить про недостачу в організмі вітамінів і насамперед вітаміну С; поява на зубах каменю — ознака порушення обміну речовин. Діти, у яких кровоточать ясна і відкладається зубний камінь, повинні перебувати під наглядом лікаря. Щоб були здорові постійні зуби, треба добре доглядати за молочними.

Слинні залози. В слизовій оболонці рота є багато дрібних залоз, що виділяють слину. В порожнину рота відкриваються ще три пари великих слинних залоз: привушні, підщелепні і під'язикові.

Привушна залоза — найбільша слинна залоза; вага її 20—30 г. Лежить вона спереду, трохи нижче від вушної раковини. Вивідна протока її знаходиться під шкірою щік і відкривається у переддвер'я рота на внутрішній поверхні щік, проти другого верхнього великого кутнього зуба.

Підщелепна залоза, вагою 10—15 г, розміщена в підщелепній ямці, тобто в трикутнику між нижнім краєм нижньої щелепи і м'язами, що утворюють дно ротової порожнини. Вивідна протока її відкривається на дні рота під передньою частиною язика.

Під'язикова залоза — найменша з парних слинних залоз — лежить під язиком (під його слизовою оболонкою). Вона має кілька вивідних проток; найбільша з них відкривається в ротову порожнину разом з протокою підщелепної залози. Всі слинні залози іннервуються волокнами лицевого і язиково-глоткового нервів.

Слина, що виділяється слинними залозами,— прозора рідина. В ній 98,5—99% води, а решта — неорганічні (солі калію, кальцію та ін.) і органічні (ферменти — птіалін і мальтаза, а також білкова слизова речовина — муцин) речовини. Муцин має велике значення при ковтанні їжі: харчова грудка, змочена слиною, завдяки муцину стає слизькою і легко проходить по стравоходу.

У дітей слинні залози сформовані вже на день народження, але виділення слини в перші місяці життя незначне, внаслідок чого слизова оболонка порожнини рота в них відносно суха. Але з чотирьох—шестимісячного віку слиновиділення в дітей значно посилюється. Виділення слини залежить від кількості їжі та тривалості подразнення нею ротової порожнини. Тому треба привчати дітей добре, не поспішаючи, пережовувати їжу.

У дітей 11—12 років виділяється під час їди за добу 200 мл слини. В проміжки між прийманням їжі —400—600 мл (більше в середині дня і менше вранці та ввечері). Ця величина відносно стала в однієї й тієї самої дитини і неоднакова у різних дітей.

Різне збільшення кількості виділюваної слини буває з 9 до 12 місяців та з 9 до 11 років.

Змінювання їжі в ротовій порожнині. Завдяки жувальним рухам їжа в роті подрібнюється і перетирається зубами.

Добре пережована їжа легко піддається хімічній обробці і краще засвоюється. У ротовій порожнині під впливом ферментів слини починається хімічна переробка вуглеводів їжі. Фермент птіалін розщеплює крохмаль (полісахарид) на дисахарид мальтозу (солодовий цукор). Під впливом ферменту мальтози молекули мальтози розщеплюються на виноградний цукор — глюкозу. Ці ферменти є вже в слині новонародженої дитини, але сила їх з віком збільшується. Реакція слини слабколужна, цим створюється сприятливе середовище для дії ферментів на вуглеводи.

Їжа в порожнині рота перебуває 15—18 сек. За такий короткий час ферменти не встигають розщепити весь крохмаль. Він розщеплюється і в шлунку, але недовго — поки всередину харчової грудки не просочиться

соляна кислота, яка пригнічує ферментативну дію птіаліну і мальтази.

Методи вивчення роботи слинних залоз. Робота слинних залоз як і всіх інших відділів травного апарата, добре вивчена завдяки фістульному методу, розробленому І. П. Павловим. За цим методом протоку залози разом з кусочком слизової оболонки виводять через розріз в щоці назовні, де і пришивають до шкіри. Для збирання слини до шкіри проти отвору протоки приклеюють маленьку лієчку, до якої підвішують пробірку. Зібрану в пробірку слину аналізують щодо її кількості і якості.

Для збирання слини в людини користуються спеціальною капсулою, запропонованою М. І. Красногорським. Вона складається з двох концентричних камер. Отвір внутрішньої камери знаходиться над отвором протоки слинної залози, а із зовнішньої через трубочку відсмоктується повітря, в результаті чого капсула притискується до слизової оболонки. Збирається слина по трубочці, що відходить від внутрішньої камери.

Механізм слиновиділення. До кожної слинної залози підходять волокна нервів симпатичного і парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи. Ці волокна є секреторними.

У здоровому організмі слина виділяється внаслідок безпосереднього подразнення харчовими речовинами рецепторів слизової оболонки порожнини рота і язика. Нервові імпульси, що виникають у рецепторах, надходять по доцентрових нервах до слиновидільного центра, що знаходиться в довгастому мозку. Звідти імпульси по відцентрових (секреторних) нервах йдуть до слинних залоз і збуджують їх діяльність. Перерізування секреторних нервів слинних залоз припиняє слиновиділення. Це свідчить про рефлексний, а не гуморальний характер секреції слинних залоз. Збудниками секреції слини є хімічні, механічні і температурні подразнення рецепторів ротової порожнини.

Крім описаного безумовно-рефлексного виділення слини, може бути і умовно-рефлексне на вигляд їжі, її запах та інші подразники, що кілька разів поєднувалися в часі з їдою.

На відміну від тварин, у людини слина може виділятися не тільки на

вигляд, запах їжі, а навіть і при розмові або думці про їжу.

Вивчаючи роботу слинних залоз, І. П. Павлов установив, що кількість виділеної слини та її склад залежать від тих речовин, які потрапляють, у рот тварини, їстівні речовини викликають виділення в'язкої слини з відносно великим вмістом органічних речовин. Неїстівні, наприклад кислота,— виділення рідкої слини з невисокою в'язкістю і з меншим вмістом органічних сполук. Під впливом різних їстівних і неїстівних речовин виділяється неоднакова кількість слини різного складу.

Основні закономірності слиновиділення, встановлені в дослідях на тваринах, застосовні і до людини. Проте були виявлені і деякі особливості, основна з яких та, що в людини слиновиділення відбувається безперервно, а в тварин тільки під час дії подразника.

Ковтання. Розжована і змочена слиною харчова грудка рухами язика пересувається в глотку. В цей час піднімається вгору м'яке піднебіння і закриває вхід в носову порожнину. Одночасно піднімається під'язикова кістка і підтягує догори гортань; корінь язика притискує надгортанник, який закриває вхід у гортань. Таким чином, дихальні шляхи закриваються, і їжа в них не попадає. Харчова грудка проштовхується у відкритий отвір стравоходу.

Ковтання — складний рефлекторний акт; у ньому бере участь багато м'язів, рухи яких добре узгоджені. Харчова грудка подразнює рецептори слизової оболонки зіву і глотки. Збудження, що виникло в них, передається в довгастий мозок (у центр ковтання), а звідти по відцентрових нервах—до м'язів, які беруть участь у ковтанні, і викликає їх скорочення. В результаті акту ковтання харчова грудка з глотки потрапляє в стравохід.

Довжина стравоходу у новонародженої дитини 10 см, у дворічної до 20 см, а в дорослої людини — 25—30 см. Шийна частина стравоходу лежить між хребтом і трахеєю, а грудна — в задньому середостінні. Пройшовши грудну порожнину, стравохід через спеціальний отвір у діафрагмі входить у черевну порожнину, де і переходить у шлунок. Стінка стравоходу складається з трьох основних оболонок — слизової, м'язової і сполучнотканинної. Характерною

особливістю слизової оболонки стравоходу є наявність у ній великої кількості слизових залоз. М'язова оболонка складається з кільцевих і поздовжніх м'язів. У верхній частині стравоходу — поперечносмугасті м'язи, а в нижній — гладенькі.

Проковтнута харчова грудка рефлекторними скороченнями кільцевих м'язів стравоходу просувається в шлунок. Рідка їжа проходить по стравоходу за 2—3 с, а густа — за 6—8 с.

У дітей стравохід значно коротший і вужчий, ніж у дорослих, а слизова оболонка дуже ніжна і легко ушкоджується. Тому дітям не можна давати страв з костистих риб (окунь, лящ та ін.), бо маленькі кісточки легко можуть застрягти в ніжній слизовій оболонці стравоходу і викликати запалення, а іноді й смерть.

§ 3. Травлення в порожнині шлунка

Будова шлунка. Шлунок за своєю формою нагадує хімічну реторту. Проте в залежності від фази травлення форма шлунка змінюється. Складається шлунок з трьох відділів: вхідна (кардіальна) частина, в яку відкривається стравохід, тіло (середня частина) і пілорична частина, яка сполучається з дванадцятипалою кишкою. Частина шлунка, розміщена вліво від місця впадання в нього стравоходу і вище горизонтальної площини, проведеної через це місце, називається дном шлунка.

Слизова оболонка шлунка (товста і багата на кровоносні судини) утворює численні поздовжні звивисті складки. В ній містяться численні трубчасті залози. Але в дітей їх відносно мало. Залози вхідної частини шлунка виділяють слиз, середньої і дна шлунка — травний сік.

М'язова (середня) оболонка шлунка складається з гладеньких м'язів, які утворюють тут три шари: зовнішній — з поздовжніми, середній — з коловими і внутрішній — з косими волокнами. У місцях сполучення шлунка з стравоходом і дванадцятипалою кишкою є міцні кільцеві м'язи—затягачі або сфінктери. Ззовні шлунок вкритий сполучнотканинною оболонкою

(очеревиною). Іннервується шлунок гілочками блукаючого і симпатичного нервів.

Місткість шлунка у дітей збільшується з віком. У новонародженої дитини місткість його 7 мл, на 10-й день життя — до 80 мл, наприкінці першого місяця — 100 мл, під кінець третього року — 600 мл. З 4 до 7 років збільшення місткості шлунка трохи сповільнюється. В 10—12 років вона досягає 1500 мл, а в дорослої людини — до 3000 мл.

Форма шлунка також змінюється з віком. У дітей до 1,5 року він круглий, до 2—3 років — видовжений (грушовидний), в 7 років не відрізняється від форми шлунка дорослої людини і займає в черевній порожнині таке саме положення. Іноді в 11 років набуває форми шлунка дорослої людини. Слизова оболонка шлунка у дітей молодшого віку дуже ніжна і багата на кровоносні судини, але залоз менше, ніж у дорослих, і вони недорозвинені.

Травлення в шлунку. В шлунку їжа довго затримується і зазнає дальшої механічної і хімічної обробки. Механічна обробка полягає в розтиранні і перемішуванні їжі завдяки скороченню гладеньких м'язів стінок шлунка, хімічна — в дії шлункового соку, який виробляється залозами, розміщеними в слизовій оболонці шлунка. Шлунковий сік, що являє собою прозору рідину кислої реакції, має в своєму складі ферменти, соляну кислоту, слиз та інші органічні і неорганічні речовини. Ферментами шлункового соку є пепсин, сичужний фермент і ліпаза.

Пепсин розщеплює білки на проміжні речовини — пептони і альбумози. Соляна кислота, концентрація якої 0,3—0,5%, активує пепсин, викликає набухання білків, що полегшує їх перетравлювання. Крім того, вона має бактерицидні властивості, тобто здатність убивати бактерії. При зниженні кислотності шлункового соку білки перетравлюються дуже повільно, а розвиток бактеріальної флори викликає в шлунку процеси бродіння.

Під дією сичужного ферменту зсідается молоко, завдяки чому воно довше затримується в шлунку і перетравлюється. Це має особливо велике значення для дітей грудного віку.

Шлункова ліпаза розщеплює жири на гліцерин і жирні кислоти. Проте вона діє тільки на емульговані жири, наприклад на жир молока, який перебуває в стані дуже дрібних крапельок.

Особливості шлункової секреції у дітей. Шлунковий сік новонародженої дитини містить в собі мало пепсину, хлоридів і соляної кислоти. У шлунку грудних дітей відбувається інтенсивне всмоктування, яке поступово зменшується з віком, але добре виражене ще й у 10-річних дітей. У дитини всмоктуються не тільки амінокислоти, але й поліпептиди.

Секреція шлункового соку і його кислотність підсилюються з віком дитини. Внаслідок слабкої кислотності в шлунку грудної дитини під дією пепсину перетравлюється тільки 20—30% білків, а більша частина білків перетравлюється в кишечнику. Через низьку кислотність та малий вміст травних ферментів травна і бактерицидна сила шлункового соку недостатня, тому при неправильному харчуванні у дітей можливі шлункові розлади та захворювання.

Методи дослідження роботи шлунка. Механізм діяльності шлункових залоз, як і всі процеси, що відбуваються в шлунку, були добре вивчені тільки після того, як І. П. Павлов розробив методику хронічних дослідів (накладання фістул), завдяки яким в будь-який час можна добути в чистому вигляді травні соки здорової тварини.

Вперше операцію накладання фістули на шлунок собаки зробив у 1842 р. московський хірург проф. В. О. Басов. Тепер цю операцію роблять так: у тварини під наркозом і в стерильних умовах розрізають стінки живота і шлунка, в отвір вставляють пластмасову фістульну трубку, один кінець якої відкривається в шлунок, а другий — назовні; рану навколо трубки старанно зашивають. Отвір трубки закривають корком; коли його відкрити, то можна зібрати й дослідити вміст шлунка. Проте такий спосіб накладання фістули має істотний недолік: сік, добутий із шлунка через фістульну трубку, завжди змішаний з їжею. Тому важко визначити його склад і дію. Метод добування чистого шлункового соку розробив І. П. Павлов. Операцію накладання фістули

на шлунок він доповнив перерізуванням стравоходу, кінці якого виводив назовні і вшивав на шиї. Проковтнута оперованою собакою їжа випадає через отвір переднього відрізка стравоходу і в шлунок не попадає. Годують таких тварин через шлункову фістулу. Чистий шлунковий сік одержують через 18—20 год. після годування собаки. Щоб добути сік, відкривають фістульну трубку і промивають шлунок теплою водою, а потім застосовують удавану годівлю, при якій проковтнута їжа випадає із перерізаного стравоходу і в шлунок не попадає. Виділення шлункового соку починається через 5—8 хв. після початку удаваної годівлі і триває 1,5—2 год. після його припинення, поступово зменшуючись.

Але дослід з удаваною годівлею не дає можливості простежити за ходом шлункової секреції при нормальному травленні їжі в шлунку. Для розв'язання цього завдання І. П. Павлов розробив операцію, вирізуючи в ділянці великої кривизни шлунка кусок його стінки і зшиваючи з неї мішечок, зовсім відокремлений від порожнини шлунка, який дістав назву ізольованого шлуночка. Отвір мішечка виводиться назовні. Сік, що виробляється в ньому шлунковими залозами, зовсім чистий, не змішується з їжею. Ізольований шлуночок зберігає зв'язок з організмом як через кровоносну, так і через нервову системи.

Розроблений І. П. Павловим метод ізольованого шлуночка дав можливість вивчити вплив різних їстівних і неїстівних речовин на діяльність шлункових залоз, дослідити якість виділюваного соку і визначити його кількість.

Завдяки методам ізольованого шлуночка і удаваної годівлі І. П. Павлов встановив дві фази у нормальній діяльності шлункових залоз.

Перша фаза секреції шлункового соку починається через 5—8 хв. після того, як їжа почала надходити в ротову порожнину. Вона зумовлюється рефлекторним механізмом: збудження, що виникло в рецепторах ротової порожнини, проводиться по доцентрових нервах у головний мозок; звідти по відцентрових нервах досягає шлункових залоз і викликає їх діяльність.

Збудниками першої фази можуть бути також вигляд і запах їжі, які діють на зорові і нюхові рецептори. Шлункова секреція при подразненні рецепторів ротової порожнини і глотки є безумовним рефлексом. Виділення шлункового соку на вигляд і запах їжі є умовним рефлексом, що утворюється з участю кори великих півкуль в результаті постійного поєднання цих подразників з годівлею. Тому першу фазу шлункової секреції І. П. Павлов назвав складнорефлекторною.

Друга фаза секреції викликається механічними і хімічними подразненнями слизової оболонки шлунка. Починається вона через 30—40 хв. після надходження їжі в шлунок. Хімічними подразниками шлункових залоз є м'ясні, рибні і овочеві відвари, продукти перетравлення білків (пептони, альбумози і деякі амінокислоти), а також вода і солі. Ці подразники діють на шлункові залози як через хеморецептори шлунка, так і через кров. Шлунковий сік, що виділяється в другу фазу, має меншу кислотність і меншу травну силу, ніж сік, що виділяється рефлекторно. Але со-ковиділення в другу фазу триває значно довше. Тому для процесів травлення однаково важливі як рефлекторна, так і хімічна секреція шлункового соку.

Значення апетиту, вигляду і складу їжі для секреції шлункових залоз. Дуже сильним подразником секреторних нервів шлунка є апетит, тобто відчуття потреби введення їжі в організм. Для появи апетиту велике значення мають різноманітні умовні подразники: обстановка, сервіровка стола, приємний вигляд і запах їжі і т. ін. Підкреслюючи це, І. П. Павлов, разом з тим, твердив, що першим поштовхом до діяльності харчового центра, який примушує тварину рухатись, брати їжу, виділяти слину і шлунковий сік, є зміна хімічного складу крові голодної тварини.

Добре приготовлена, смачна їжа посилює секреторну діяльність шлункових залоз. Навпаки, їжа несмачна, брудний стіл в їдальні гальмують шлункову секрецію.

Секреція шлункового соку залежить також від складу і кількості споживаної їжі. Так, на м'ясну їжу вона швидко зростає, досягаючи максимуму

наприкінці першої години або на другій годині; потім виділення шлункового соку поступово зменшується, але триває до 8 год. На вуглеводи секреція шлункового соку триває до 10 год, максимум її припадає на кінець першої години, а вже з другої години починає зменшуватись. На молоко — до 6 год, максимум — на 3—4-й год. Шлунковий сік, що виділяється на різну за складом їжу, має неоднакову травну силу (неоднакова кислотність і кількість ферментів).

§ 4. Травлення в тонкій кишці

Будова тонкої кишки. Тонка кишка починається від пілоричної частини шлунка і тягнеться до сліпої кишки. Вона займає весь середній і нижній відділи черевної порожнини і переходить у ділянці правої клубової ямки в товсту кишку. Тонка кишка утворює численні петлі, які зверху вкриті великим сальником і лежать між частинами ободової кишки. Довжина її в немовляти досягає 340 см (перевершує довжину тіла в 5—7 раз), а в дорослої людини 5—6 м (перевершує довжину тіла в 3—4 рази). Кишечник у дітей збільшується рівномірно протягом усього періоду розвитку, але особливо інтенсивно він росте до 3 років. Від верхнього кінця товщина тонкої кишки зменшується.

Стінка тонкої кишки і стінка шлунка складається з трьох шарів: внутрішнього, середнього і зовнішнього. Внутрішній шар складається з слизової оболонки, яка утворює численні колові зморшки, що заповнюють майже весь просвіт кишки. Середній шар утворений гладенькими м'язами, скорочення яких викликає перистальтичні рухи кишок. Зовнішнім шаром є очеревина, яка нагадує напівпрозору тонку плівку.

У дітей м'язовий шар тонкої кишки менш розвинений, ніж у дорослих. Слизова оболонка кишки розвинена добре, хоч вона в дітей ніжна і пронизана численними кровоносними та лімфатичними судинами, просвіт яких ширший, ніж у дорослих. Це сприяє кращому всмоктуванню в кров та лімфу поживних речовин.

Очеревина в дітей розвинена слабо і легко розтягується, що іноді при-

зводить до захворювань, зв'язаних з випаданням петель тонкої кишки у вигляді гриж. Цим же пояснюються і часті в дітей випадки завороту кишок та втискування кишки в кишку, що супроводжується різким болем та порушенням роботи кишечника у вигляді непрохідності.

У тонкій кишці розрізняють три відділи: дванадцятипалу кишку, порожню і клубову. Дванадцятипала кишка є верхньою і найширшою частиною тонкої кишки. Вона названа так тому, що довжина її дорівнює приблизно товщині дванадцяти пальців. Порожня кишка є продовженням дванадцятипалої. Називається вона так тому, що в трупа вона звичайно буває порожньою, без їжі. Вона займає $\frac{2}{6}$ всієї довжини тонкої кишки. Клубова кишка названа так тому, що міститься в правій клубовій ямці, де вона переходить у товсту кишку.

Травлення в дванадцятипалій кишці. Із шлунка їжа надходить в дванадцятипалу кишку, де на неї діють соки підшлункової залози, печінки і кишкових залоз.

Сік підшлункової залози. Підшлункова залоза має видовжену форму і лежить впоперек задньої черевної стінки на рівні першого поперекового хребця, її вага у дітей 5—10 років 23—30 г, в 15 років до 60 г, а в дорослої людини до 100 г. У підшлунковій залозі розрізняють головку, тіло і хвіст. Головка її охоплюється «підковою» дванадцятипалою кишкою, а хвіст досягає селезінки і лівої нирки. Від залози відходять дві протоки, які відкриваються своїми отворами в дванадцятипалу кишку.

У новонародженої дитини підшлункова залоза розміщена косо, форма її тригранна, довжина 3—7 см. З віком вона збільшується, на кінець першого року набуває такого положення, як у дорослої людини, а форми — в 5—6 років.

Сік підшлункової залози — безбарвна рідина, що має лужну реакцію. В його складі є ферменти: трипсин, ерепсин, ліпаза, амілаза, мальтоза, лактаза та деякі інші. Трипсин діє як на білки, так і на продукти їх розпаду (пептони і альбумози), які утворюються в шлунку під дією пепсину. Трипсин розщеплює

білки до амінокислот — кінцевих продуктів їх розпаду в кишечнику. Ерепсин розщеплює пептони і альбумози до амінокислот. Ліпаза розщеплює жири їжі на гліцерин і жирні кислоти. Амілаза розщеплює полісахарид крохмаль до дисахаридів. Мальтоза розщеплює дисахарид мальтозу до глюкози. Лактаза розщеплює дисахарид лактозу (молочний цукор) до глюкози.

Трипсин виробляється підшлунковою залозою в неактивній формі і білка не розщеплює. В активну форму трипсин переходить під дією ферменту ентерокинази, яка є в кишковому соку.

Ліпаза виділяється в слабкодійчій формі, її дію різко підсилює жовч, яка виробляється печінкою і виливається в дванадцятипалу кишку.

Ерепсин, амілаза і мальтаза виробляються підшлунковою залозою в активній формі.

Секреторна діяльність підшлункової залози, як це довів І.П.Павлов, регулюється рефлекторно. В дослідях на собаках з перерізанним стравоходом і фістулою протоки підшлункової залози секреція останньої спостерігається і при удаваній годівлі. Отже, імпульси, які збуджують діяльність підшлункової залози, виникають у тих рецепторах ротової порожнини, подразнення яких спричиняє рефлекторне виділення слини і шлункового соку.

Крім того, збудником секреторної діяльності підшлункової залози є особлива речовина — секретин, що виробляється в дванадцятипалій кишці під дією соляної кислоти, яка надходить з шлунка разом з харчовою масою. Секретин діє на симпатичну нервову систему і через неї викликає секрецію підшлункового соку.

Підшлунковий сік починає виділятися через 2—3 хв. після початку приймання їжі і виділяється тільки під час травлення. На різні харчові продукти підшлунковий сік (як і шлунковий) виділяється в різних кількостях і з різним вмістом ферментів.

У дітей молодшого шкільного віку підшлункова залоза цілком розвинена як за будовою, так і за функцією. Підшлунковий сік в основному має всі складові частини (в тому числі й ферменти), як і в дорослих.

Жовч. Роль жовчі в травленні. В дванадцятипалу кишку вливається також жовч, яка виробляється в печінці. Печінка — найбільша залоза людського організму. Міститься вона в правому підрібер'ї і займає всю праву верхню частину черевної порожнини (кольор. Табл. VII). Садіться потроюється. В період статевого дозрівання печінка росте особливо інтенсивно і до 25 років досягає норми дорослої людини — до 1500 г. У дітей печінка багата на кров, а клітини її ще недостатньо розвинені. Це зумовлює велику ніжність її тканини, можливість виникнення застійних явищ і слабку опірність до інфекцій. Хоч розміри печінки у дітей відносно великі, проте кількість виділюваної нею жовчі у перші місяці життя порівняно незначна. Розлади травлення у дітей та інфекційні захворювання порушують утворення і виділення жовчі і інші її функції.

Жовч безперервно виділяється клітинами печінки і збирається у жовчному міхурі. У дванадцятипалу кишку жовч надходить лише під час травлення їжі під впливом подразнення харчовою масою рецепторів, що містяться в слизовій оболонці шлунка і кишечника. Цей рефлекс є безумовним. Умовнорефлекторне виділення жовчі в кишечник буває при розмові про їжу.

У складі жовчі є близько 90% води і 10% неорганічних та органічних речовин (жовчні кислоти, холестерин, лецитин, муцин і жовчний пігмент — білірубін). Останній утворюється з гемоглобіну, який звільняється після руйнування еритроцитів. З неорганічних речовин у жовчі є солі калію, магнію, кальцію.

Значення жовчі в процесі травлення дуже велике. Жовч підсилює дію всіх ферментів підшлункового соку, особливо ліпази, жовч емульгує жири, тобто сприяє розпаданню їх на найдрібніші часточки, розчиняє жирні кислоти, нейтралізує кислу реакцію, припиняє дію пепсину.

Під впливом ліпази жир розщеплюється на гліцерин і жирні кислоти. Гліцерин розчиняється у воді і легко всмоктується, а жирні кислоти не розчиняються у воді і не всмоктуються. Жовчні кислоти, сполучаючись з жирними кислотами, утворюють легко розчинні сполуки.

Жовч підсилює рухи кишечника, чим сприяє пересуванню харчової маси. Надходячи в тонку кишку, жовч підсилює секрецію підшлункового соку. Регуляція виділення жовчі здійснюється через блукаючий і симпатичний нерви.

Кишковий сік. У слизовій оболонці тонкої кишки (починаючи з дванадцятипалої) є багато дрібних кишкових залоз, які виділяють кишковий сік.

До складу кишкового соку входять ферменти: ерепсин, що спричинює розпад пептонів і альбумоз до амінокислот; ліпаза, яка розщеплює жири; амілаза, що розщеплює крохмаль до дисахаридів; кілька вуглеводних ферментів: мальтоза — розщеплює мальтозу, інвертаза — розщеплює тростинний цукор, лактаза — розщеплює молочний цукор. Ці ферменти закінчують розщеплення решток складних вуглеводів, доводячи їх до глюкози; нуклеаза — розщеплює складні білки — нуклеїни.

Основними факторами, які спричинюють секрецію кишкового соку, є механічні і хімічні подразнення кишкових залоз. У нормальних умовах кишковий сік виділяється, головним чином, внаслідок пересування харчової маси, яка подразнює слизову оболонку кишки. Хімічними подразниками кишкових залоз є шлунковий і підшлунковий соки, продукти розщеплення білків та деякі інші речовини.

Склад кишкового соку залежить від їжі, що надходить у кишечник. Так, на жирну їжу виділяється сік з великим вмістом ліпази, крохмаль збільшує в кишковому соку вміст ферментів, які діють на вуглеводи, і т. д.

Рухи тонкої кишки (перистальтика). У стінках кишечника є два шари гладеньких м'язів — зовнішній шар поздовжніх м'язів і внутрішній шар кільцевих м'язів. Завдяки їх скороченню харчова маса переміщується, чим створюються кращі умови для перетравлювання і пересування її в напрямі до товстих кишок. Одним із збудників кишкових рухів є механічне подразнення, яке виникає при розтягуванні стінок кишки харчовою масою. Ось чому груба їжа (багата на клітковину) підсилює перистальтичні рухи кишок.

Шлунковий сік, слабкі розчини кислот, луги, мила, продукти пере-

травлення білка, екстрактивні речовини м'яса, овочів і особливо жовч, підсилюють рухи кишок.

Регулюючий вплив центральної нервової системи на рухи кишечника здійснюється через блукаючий і симпатичний нерви. Збудження, що йдуть по блукаючому нерву, підсилюють, а збудження, що йдуть по симпатичному нерву, гальмують перистальтику кишок.

Особливості кишечника у дітей. Довжина кишечника у дітей відносно більша, ніж у дорослих. У дорослої людини довжина кишечника більша за довжину тіла в 4 рази, а в грудної дитини — в 6 раз. Найінтенсивніше росте кишечник від 1 до 3 років (що зв'язано з переходом від молочної до мішаної їжі) та від 10 до 15 років (що зумовлено ростом всього організму). Товсті кишки ростуть швидше, ніж тонкі. Слизова і м'язова оболонки кишечника та залози у дітей раннього віку менш розвинуті, ніж у дорослих, але відносно більше розвинуті кровоносні та лімфатичні судини кишечника.

Через недостатній розвиток у дітей м'язового шару і еластичних волокон кишечника, перистальтичні рухи слабші, ніж у дорослих. Цим частково пояснюються запори, що нерідко бувають у дітей. Тому їжа дитини як у шкільному, так і в дошкільному віці має бути простою і помірною, а не надмірною і вишуканою. Надто ніжна й легко перетравлювана їжа ослаблює м'язи кишечника і не сприяє вправлянню його. У меню дитини шкільного і дошкільного віку повинні бути рослинні продукти, що містять у собі клітковину, яка хоч і не перетравлюється, але збуджує роботу м'язів кишечника. З 2—3-річного віку у помірній кількості слід давати дітям чорний хліб, картоплю, овочі і в сирому вигляді овочі і фрукти (добре помиті) тощо.

§ 5. Всмоктування

У процесі травлення, яке починається в ротовій порожнині і закінчується в тонкій кишці, їжа зазнає дії ферментів і готується до всмоктування (проникнення речовин із травного тракту у внутрішнє середовище організму— кров і лімфу).

Апарат всмоктування. У дітей грудного віку всмоктування відбувається у шлунку і кишках, які мають густу сітку кровоносних і лімфатичних судин. З віком всмоктування у шлунку зменшується, але у 8—10-річних дітей ще добре проявляється. У дорослих в шлунку добре всмоктується лише алкоголь, менше вода і мінеральні солі. Основним місцем всмоктування поживних речовин є тонка кишка, яка має особливий всмоктувальний апарат у вигляді кишкових ворсинок.

Кишкові ворсинки — це мікроскопічні вирости слизової оболонки тонкої кишки, загальна кількість яких досягає 4 млн. Зовні ворсинка вкрита одношаровим епітелієм, а порожнина її заповнена сіткою кровоносних і лімфатичних судин. Висота ворсинки 0,2—1 мм. На 1 мм² слизової оболонки тонкої кишки міститься до 40 ворсинок. Внаслідок такої будови внутрішня поверхня тонкої кишки досягає 4—5 м², тобто приблизно в два рази більше від поверхні тіла.

Продукти розпаду поживних речовин, що перебувають у порожнині кишки, відгороджені від крові і лімфи дуже тонкою перетинкою. Вона складається з одношарового епітелію ворсинок і шару клітин стінки капілярів. Велика поверхня тонкої кишки і тонкість перетинки, через яку відбувається всмоктування, дуже полегшують і прискорюють цей процес. Механізм всмоктування. Всмоктування — це складний фізіологічний процес переведення продуктів травлення із порожнини шлунково-кишкового тракту через живі клітини ворсинок, стінки капілярів і стінки лімфатичних судин у кров і лімфу; в цьому процесі діють в основному два механізми: фільтрація і дифузія. Проте перехід продуктів розщеплення поживних речовин з кишечника у кров і лімфу не можна пояснити одними фізичними законами фільтрації і дифузії. Так, доведено, що епітелій кишкової ворсинки має односторонню проникність, тобто пропускає багато речовин тільки в один бік — з кишечника у кров. Другою особливістю ворсинок є проникність їх тільки для деяких, а не для всіх речовин. Нарешті, встановлено, що гліцерин і жирні кислоти, проходячи крізь стінку ворсинки, синтезуються і утворюють жири. Усе це

свідчить про те, що всмоктування — це фізіологічний процес, який зумовлюється активною діяльністю клітин кишкового епітелію.

Всмоктуванню сприяють також скорочення ворсинок, у стінках яких є гладенькі м'язові волокна, що йдуть від основи ворсинки до її вершини. При скороченні цих волокон скорочується і ворсинка, видавлюючи з себе лімфу в лімфатичні судини кишкової стінки. Поверненню рідини у ворсинку перешкоджають клапани лімфатичних судин. Тому при розслабленні м'язових волокон тиск лімфи зменшується, і це сприяє проходженню поживних речовин із порожнини кишечника в лімфатичні судини ворсинки. Періодично повторюючись, скорочення і розслаблення м'язових волокон ворсинки перетворюють її в постійно діючий всмоктувальний насос. Таких ворсинчастих насосів дуже багато; вони створюють потужну силу, яка сприяє надходженню продуктів розщеплення в лімфу.

Всмоктування вуглеводів. Вуглеводи в процесі травлення розщеплюються до моносахаридів. Із вуглеводів залишається неперетравленою тільки клітковина (целюлоза). Вуглеводи всмоктуються головним чином у вигляді глюкози і лише частково у вигляді інших моносахаридів (фруктози, галактози). Всмоктування вуглеводів стимулюють вітаміни груп В і С. Всмоктані вуглеводи надходять у кров капілярів ворсинки і разом з кров'ю, що відтікає від тонкої кишки, попадають у ворітну вену, з якої вона надходить у печінку. Якщо в цій крові буває понад 0,12% глюкози, то в печінці затримується надлишок глюкози і перетворюється в складний вуглевод — глікоген (тваринний крохмаль), який відкладається в клітинах печінки. Коли ж у крові глюкози менше 0,12%, то відкладений у печінці глікоген перетворюється в глюкозу і виділяється у кров. Глікоген може відкладатись також і в м'язах.

Перетворенню глюкози в глікоген сприяє інсулін — гормон підшлункової залози. Зворотний процес перетворення глікогену в глюкозу відбувається під дією гормону надниркових залоз — адреналіну. Інсулін і адреналін — продукти залоз внутрішньої секреції і надходять у печінку з кров'ю.

Всмоктування білків. Білки в тонкій кишці розщеплюються до аміно-

кислот, які в розчиненому стані легко всмоктуються ворсинками. Як і вуглеводи, амінокислоти всмоктуються в кров крізь стінки венозної капілярної сітки ворсинок.

Всмоктування жирів. Жир під впливом ферменту ліпази розщеплюється на гліцерин і жирні кислоти. Гліцерин розчиняється і легко всмоктується, а жирні кислоти нерозчинні у воді і тому не можуть всмоктуватись. Жирні кислоти сполучаються з лугами і утворюють мила, які розчиняються в кислому середовищі при наявності жовчних кислот і легко всмоктуються. Але, на відміну від амінокислот і глюкози, продукти розщеплення жирів всмоктуються не в кров, а в лімфу, при цьому гліцерин і мила під час проходження клітинами ворсинки знову сполучаються і утворюють так званий нейтральний жир. Тому в лімфатичні судини ворсинки надходять крапельки знову синтезованого жиру, а не гліцерин і жирні кислоти.

Всмоктування води і солей. Всмоктування води починається в шлунку, але в основному відбувається у тонкій кишці і закінчується в товстій кишці. Деякі розчинені у воді мінеральні солі всмоктуються в кров у незміненому вигляді. Солі кальцію всмоктуються в сполучі з жирними кислотами. Всмоктуються солі як у тонкій, так і в товстій кишках.

Захисна (бар'єрна) функція печінки. В процесі травлення в кишечнику утворюються отруйні речовини. Особливо багато їх утворюється в товстій кишці, де під впливом бактерій відбувається гниття неперетравлених білків. Утворювані при цьому отруйні речовини (індол, скатол, фенол та ін.) всмоктуються стінками товстої кишки і надходять у кров. Але вони не отруюють організм, бо вся кров, яка відтікає від шлунка, кишечника, селезінки і підшлункової залози збирається у ворітну вену і через неї у печінку, в якій отруйні речовини знешкоджуються. В печінці ворітна вена розпадається на сітку капілярів, які збираються в печінкову вену. Отже, кров, що відтікає від органів черевної порожнини, надходить в загальне кров'яне русло тільки пройшовши через печінку.

§ 6. Зміна харчових решток у товстій кишці

Будова товстої кишки. Неперетравлені і незасвоєні частини харчової маси з тонкої кишки переходять у товсту. У дорослої людини довжина товстої кишки 1,5—2 м і ширина 5—7 см. В ній розрізняють три відділи: сліпу кишку, ободову і пряму. Ободова кишка в свою чергу ділиться на висхідну, поперечну, низхідну, сигмовидну. Стінки товстих кишок складаються з тих самих трьох шарів, що й тонких кишок, тільки будова їх трохи інша.

Сліпа кишка (довжина 6—8 см) розміщена на самому початку товстих кишок (у правій клубовій ямці) і є найширшим їх відділом. В нижній частині сліпої кишки є отвір, який веде в червоподібний відросток, або апендикс, довжина якого 5—20 см. Проникнення в порожнину апендикса твердих часток може викликати його запалення (апендицит). Продовженням сліпої кишки є висхідна частина ободової кишки. Остання лежить у правій частині черевної порожнини. Піднімаючись вгору, вона торкається нижньої поверхні печінки, робить тут правий згин і переходить у поперечну ободову кишку. На початку висхідної ободової кишки в неї впадає тонка кишка. На місці її впадання є так звана баугінієва заслінка, завдяки якій вміст тонкої кишки може вільно проходити у товсту кишку, але не може повертатись назад у тонку кишку. Поперечна ободова кишка у лівій частині черевної порожнини робить лівий згин і переходить у низхідну, остання переходить у сигмовидну, а сигмовидна — у пряму кишку.

Пряма кишка (довжиною 15—20 см) є кінцевою частиною товстої кишки і всього травного тракту. Закінчується вона анальним отвором. У ділянці анального отвору кільцеві гладенькі м'язи значно потовщуються і утворюють внутрішній сфінктер анального отвору. Він стискується і розслаблюється мимовільно (рефлекторно). Трохи нижче від нього, біля самого анального отвору, міститься довільний зовнішній сфінктер, утворений поперечносмугастими м'язовими волокнами.

Процеси, що відбуваються в товстій кишці. В товстій кишці відбувається всмоктування головним чином води. Через це харчові рештки згу-

щуються і перетворюються в калові маси. В товстій кишці є величезна кількість бактерій, які спричиняють бродіння вуглеводів і гниття білків. Перехід харчових решток з тонкої кишки у товсту здійснюється поступово, порціями. Рухи тонких і товстих кишок схожі за характером, але перистальтика товстої кишки значно повільніша і слабша. Поряд з перистальтикою в товстій кишці спостерігається антиперистальтика, тобто червоподібні скорочення мускулатури, що йдуть у бік тонких кишок. В результаті антиперистальтики вміст товстої кишки краще перемішується і довше затримується в її верхніх відділах. Це сприяє всмоктуванню води і згущенню неперетравлених решток їжі, які обволікаються густим слизом і в результаті перистальтичних рухів переміщуються в сигмовидну кишку, де формуються калові маси. Останні надходять у пряму кишку, а звідти видаляються назовні.

РОЗДІЛ IX

ОБМІН РЕЧОВИН І ЕНЕРГІЇ В ДИТЯЧОМУ ОРГАНІЗМІ.

ФІЗІОЛОГІЧНІ І ГІГІЄНІЧНІ ОСНОВИ

ХАРЧУВАННЯ ДИТИНИ

§ 1. Обмін білків, жирів, вуглеводів, води і мінеральних солей

Асиміляція і дисиміляція. Між організмом і навколишнім середовищем безперервно відбувається обмін речовин і енергії. Речовини зовнішнього середовища через органи дихання і травлення проникають у кров і доносяться нею до клітин всіх органів. В клітинах ці речовини засвоюються. В процесі засвоєння, або асиміляції, відбувається синтез складних органічних сполук. Енергія, необхідна для синтезу, а також для діяльності органів, звільняється в організмі під час розпаду, тобто дисиміляції, складних органічних сполук, з яких складаються клітини. Звільнення енергії під час дисиміляції можливе завдяки перетворенню складних, багатих хімічною енергією речовин на простіші. В процесі дисиміляції утворюється багато отруйних речовин, які

окислюються і, як кінцеві продукти обміну, виводяться з організму.

Таким чином, асиміляція і дисиміляція взаємно зв'язані. Це дві сторони одного процесу — обміну речовин і енергії, що є основою життя. Всі біологічні явища (живлення, дихання, кровообіг, виділення, ріст, розмноження) зв'язані з обміном речовин. В ростучому дитячому організмі обмін речовин відбувається інтенсивніше, ніж у дорослому організмі. Асиміляція в дітей переважає над дисиміляцією, тобто щодня речовин в організмі синтезується більше, ніж їх руйнується. В результаті цього дитина росте. З припиненням росту процеси асиміляції і дисиміляції зрівноважуються: в організмі, як правило, утворюється стільки ж речовин, скільки їх руйнується.

Основними поживними речовинами, що беруть участь у обміні речовин, є білки, жири і вуглеводи. Немалу роль в обміні речовин відіграє обмін води і мінеральних солей.

Обмін білків. Білок їжі використовується в організмі дитини головним чином як пластичний матеріал для побудови живої речовини, чим забезпечується ріст організму, і для синтезу ферментів, гормонів та інших речовин, необхідних для його життєдіяльності. Білки, які споживаються з їжею, в органах травлення розщеплюються на амінокислоти. Останні всмоктуються в кров і розносяться по всіх органах і тканинах, де з них під впливом ферментів синтезуються нові білки, властиві людському організмові. В кожному органі і тканині синтезуються специфічні білки, тобто різні в різних органах і тканинах. Особливо великий синтез білків у періоді росту — в дитячому і юнацькому віці. Під старість синтез білків зменшується.

На відміну від жирів і вуглеводів білки не відкладаються в організмі про запас. Амінокислоти, не використані для синтезу білка, розпадаються із звільненням енергії. При цьому від амінокислоти в печінці відщеплюється аміногрупа NH_2 (дезамінування), з якої утворюється аміак. Останній тут же синтезується в сечовину і виводиться з організму в складі сечі і поту. Безазотний залишок амінокислоти перетворюється в глюкозу.

Білки їжі не можна замінити ніякими іншими поживними речовинами, бо

синтез білків в організмі можливий лише з амінокислот.

Кінцевими продуктами розпаду білків є сечовина, гіпурова кислота, креатинін, холін та інші продукти. Рівень білкового обміну визначають за величиною азотного балансу, тобто за кількістю азоту, засвоєного організмом і виведеного з нього. Засвоєння азоту визначають з його різниці в спожитій їжі і в калі, а виведення — за кількістю в сечі.

Для дитячого організму, який росте, властивий позитивний азотний баланс, тобто засвоюється організмом білків більше, ніж руйнується. При голодуванні або захворюванні, яке супроводжується великим розпадом білків, азотний баланс стає негативним. У дорослому здоровому організмі при звичайних умовах харчування кількість азоту, що вводиться в організм і виводиться з нього, однакова, тобто має місце азотна рівновага. Це зумовлено тим, що білки не відкладаються в організмі в запас.

Найменшу кількість споживаного білка, при якій ще зберігається азотна рівновага, називають білковим мінімумом. Для дорослої людини білковий мінімум 70—80 г на добу. Кількість білка, яка цілком забезпечує ріст і життєдіяльність організму, називається білковим оптимумом. Він дорівнює для дорослої людини при легкій роботі 70—100 г білка на добу, а при важкій — до 130 г.

Для забезпечення нормального росту діти потребують білкового оптимуму, а не мінімуму. При недостатці білків затримується ріст дитини, розвивається недокрів'я, порушується перетравлювання вуглеводів та ін. Проте і надмірна кількість білка шкідлива: порушується травлення, погіршується апетит, а при одночасній недостатці в їжі овочів і фруктів — носіїв лужних радикалів —• порушується і лужно-кислотна рівновага в організмі.

Для забезпечення синтезу специфічного для даного організму білка необхідне надходження всіх або найбільш важливих амінокислот. Із 20 амінокислот, що входять до складу білків їжі, абсолютно необхідні десять: валін, лейцин, аргінін, гістидин, ізолейцин, лізин, метіонін, треонін, фенілаланін, триптофан. Вони називаються незамінними, а білки, які містять в

собі всі ці амінокислоти, називаються повноцінними. Білки ж, в складі яких немає всіх незамінних амінокислот, дістали назву неповноцінних. Проте повноцінний білок можна замінити двома або кількома неповноцінними білками, які, доповнюючи один одного, дають в сумі всі необхідні амінокислоти. Продукти тваринного походження багатші на повноцінні білки, ніж продукти рослинного походження.

Для побудови дитячого організму потрібні повноцінні білки. У грудному віці діти одержують 100% білків тваринного походження, в дошкільному — 70% і в шкільному — не менше 50%. Абсолютна потреба в білках з віком збільшується, а відносна дещо зменшується.

Добова потреба дітей в білках на 1 кг ваги тіла: 1—4 років — 3—3,5 г, 4—7 років — 2,5 г, після 7 років — близько 2 г. В період статевого дозрівання кількість білків повинна бути збільшена.

Отже, залежно від віку і ваги діти 1—4 років повинні одержувати 40—50 г білка на добу, 4—7 років — біля 60 г, 7—11 років — 75—80 г, 11—14 років — 95—100 г.

Обмін жирів. Жири харчових продуктів розщеплюються в шлунку й кишечнику на гліцерин і жирні кислоти.

При проходженні через клітини ворсинок тонкої кишки з гліцерину і жирних кислот знову синтезується жир, але не такий, а вже специфічний для даного організму. Він надходить в лімфу і по лімфатичній грудній протоці — в кров. З кров'ю жир доноситься до всіх органів і тканин.

В організмі дитини він використовується головним чином як джерело енергії і лише частина жиру — як пластичний матеріал: він є обов'язковою складовою частиною протоплазми, ядра і оболонки. Жири потрібні також для утворення в організмі антитіл, вони входять і до складу вітамінів. Крім того, жири захищають травний тракт дитини від пошкодження грубою їжею, вони необхідні для формування калу. З калом виводиться 5—10% не використаних організмом лишків жиру. В ранньому дитинстві і в молодших школярів в кишечнику всмоктується 95—97% харчових жирів. Лишок жиру, що надійшов

в організм, після покриття всіх потреб, відкладається як жировий запас у підшкірній клітковині, сальнику, навколо нирок, а також у деяких інших органах. Запасний жир мобілізується організмом при голодуванні і використовується як джерело енергії. В цьому разі жир окислюється до кінцевих продуктів розпаду — вуглекислого газу і води. Частина запасного жиру може надходити в кров, розщеплюватись ферментами на гліцерин і жирні кислоти і доноситись кров'ю до печінки, де гліцерин перетворюється у вуглевод — глікоген. Таким чином, між жировим і вуглеводним обміном існує тісний зв'язок.

Жир в організмі може утворюватись з вуглеводів і білків. Якщо, наприклад, повністю виключити жир із їжі, він все ж таки утворюється і в значній кількості може відкладатись в організмі. Але, незважаючи на це, жир повинен бути обов'язковою складовою частиною їжі дитини. Дітям до 6-місячного віку треба давати 6—7 г жиру на 1 кг ваги; з 6 місяців, до 4 років — 3,5—4 г на 1 кг ваги, дітям дошкільного і шкільного віку - 2—2,5 г на 1 кг ваги. Важливо забезпечити не тільки кількість, але і якість жирів. Діти повинні споживати як тваринні, так і рослинні жири. В складі харчових жирів повинні бути вітаміни. Зайвина жирів шкідлива і для дітей, і для дорослих.

Важливе значення для дитячого організму мають жироподібні речовини — ліпіди (фосфоліпіди і стероїди). Фосфоліпіди входять до складу нервової тканини. Із них утворюється ацетилхолін — основний передатчик (медіатор) нервового збудження. Із стероїдів утворюються гормони корового шару надниркових залоз, статеві гормони і вітамін В.

Обмін вуглеводів. Вуглеводи — основне джерело енергії. В організм вони надходять у вигляді складних полісахаридів (крохмаль), дисахаридів і моносахаридів. Вуглеводи легко перетравлюються і добре засвоюються дитячим організмом (на 98—99%). В органах травлення під впливом ферментів вуглеводи їжі розщеплюються до глюкози, яка всмоктується в кров. Натощак у грудних дітей міститься у крові 0,07—0,09% цукру, у старших — 0,08—0,1% і в 12—14 років — 0,09—0,12%, тобто досягає норми дорослої людини.

У підтриманні постійної кількості цукру в крові основну роль відіграє печінка. Зайвий цукор, що надійшов в організм, затримується в печінці, і під дією ферменту підшлункової залози — інсуліну перетворюється в глікоген, який відкладається в печінці (і частково в м'язах та інших тканинах) в запас. Кількість цукру в крові зменшується при м'язовій роботі та при недостатньому надходженні його в організм. В цих випадках глікоген печінки під впливом гормону надниркових залоз — адреналіну перетворюється в глюкозу, яка надходить у кров. При недостатньому надходженні вуглеводів з їжею вони утворюються в організмі з жирів і білків. Таким чином, підтримання постійного вмісту глюкози в крові у великій мірі залежить від нормальної внутрішньосекреторної діяльності підшлункової і надниркових залоз. При гіпофункції підшлункової залози (коли зменшується виділення нею інсуліну) настає захворювання, відоме під назвою цукрової хвороби, або діабету. При цій хворобі печінка втрачає здатність синтезувати глікоген, вміст цукру в крові підвищується і починається посилене виділення його з сечею.

Вуглеводи, на відміну від жирів і білків, легко розщеплюються, і тому вони швидко мобілізуються організмом при великих затратах енергії (при м'язовій роботі, при емоціях, болю, страху, гніву і т. д.). Вуглеводи є основним джерелом енергії м'язів. Глюкоза входить до складу цитоплазми клітин, і, отже, необхідна при утворенні нових клітин, особливо в період росту. Вона необхідна для нормального функціонування нервової системи. При зменшенні вмісту глюкози в крові до 0,04% настають судороги, марення, втрата свідомості, зниження температури тіла, слабкість і стомлення м'язів і т. д. Досить такому хворому ввести в кров глюкозу або дати поїсти цукру, як усі порушення зникають.

У дітей шкільного віку 50—60% всіх калорій звільняється при розщепленні вуглеводів, а кількість споживаних вуглеводів коливається від 8—9 до 12—15 г на 1 кг ваги на добу. Потребу дитячого організму в вуглеводах слід покривати за рахунок овочів, фруктів, каш, компотів, киселів тощо.

Обмін води. Наскільки важлива вода для людського організму видно

вже з того, що в тілі дорослої людини води приблизно 65% ваги, а в дітей — до 80% і більше, залежно від віку. В організмі новонародженої дитини води 84%. В різних органах і тканинах вміст води не однаковий: в кістках дорослої людини 22%, у м'язах — 76%, у сірій речовині мозку — 86%, у плазмі крові — 92% і т. д. Без їжі, але при вживанні води, людина може жити до 40—50 днів, а без води помре за кілька днів.

Вміст води в крові підтримується на постійному рівні, а в тканинах збільшується або зменшується залежно від надходження води в організм та її втрат. Дитина втрачає значну кількість води з сечею, через легені. Ці втрати повинні компенсуватись щоденним введенням в організм води.

Необхідну кількість води організм одержує з їжею і різними напоями. Крім того, частина води утворюється в самому організмі при окисленні поживних речовин. При окисленні 100 г жиру утворюється води 107 г ; 100 білків- 41 г ; 100 вуглеводів - 55 г.

У кишечнику дітей вода всмоктується значно швидше, ніж у дорослих. У дитячому, організмі вода легко перерозподіляється між кров'ю і тканинами. Недостача води викликає в дітей різкі порушення обміну речовин. Ріст дитини залежить від кількості води, яка забезпечує інтенсивний обмін речовин. У хлопчиків потреба у воді більша, ніж у дівчаток.

Обмін мінеральних речовин. У тілі людини є різні мінеральні солі, до складу яких входять: натрій, калій, кальцій, магній, залізо, сірка, фосфор, хлор, йод та інші елементи.

У мішаній їжі тваринного і рослинного походження є достатня кількість мінеральних солей, крім кухонної солі, яку добавляють в їжу. Інших мінеральних речовин може не вистачати лише в тих випадках, коли людина споживає який-небудь одноманітний продукт. Найчастіше буває одноманітна їжа у дітей.

Мінеральні речовини в організмі становлять близько 4,5% ваги тіла ($\frac{5}{6}$ в загальної їх кількості входить до складу кісток). Мінеральні солі забезпечують нормальні функції організму. Вони підтримують осмотичний тиск в крові і

тканинах, сприяють збереженню цитоплазмовою колоїдного стану, впливають на збудливість тканин (іони калію і кальцію), беруть участь у зв'язуванні газів кров'ю і необхідні для її зсідання і т. д.

У ростучому дитячому організмі переважно затримуються іони натрію, калію, кальцію, фосфору, хлору, сірки. Особливе значення для росту дитини має кальцій: він потрібний для побудови і росту кісткової і зубної тканин, підтримання тонуусу нервової системи, іони кальцію необхідні для зсідання крові. Добова потреба в кальції у грудних дітей 0,15—0,18 г.

З віком потреба дітей в кальції зростає. Дітям шкільного віку потрібно не менше 1 г кальцію на добу. Підвищена потреба в кальції на першому році життя і в період статевого дозрівання.

Для ростучого організму дуже велике значення має також фосфор, який входить до складу кісток, бере участь у ферментативних процесах, секреції залоз, діяльності нервової системи, забезпеченні сталості активної реакції крові. В добовому раціоні дітей шкільного віку повинно бути 1,5—4 г фосфору. На кальцій і фосфор багаті молоко, сир, горох, квасоля, вівсяна крупа, шоколад та інші продукти.

Залізо потрібне для кровотворення, бо воно входить до складу гемоглобіну і бере участь в окислювальних процесах. Дитині шкільного віку на добу потрібно 15—30 мг заліза. Джерелом заліза є рослинна їжа, м'ясо і яєчний жовток.

Натрій потрібний для дихання (газообміну), травлення, діяльності нервової системи. Він надходить в організм у складі їжі та з кухонною сіллю. Добова потреба школярів в натрії 4—5 г, в калії 2—3 г. Для ростучого організму особливо велике значення має співвідношення іонів натрію, калію, кальцію та ін., яке змінюється в різні вікові періоди. Кухонної солі діти повинні споживати не менше 0,5 г на 1 кг ваги.

Крім кальцію, фосфору, заліза, натрію та ін. які потрібні в порівняно великих кількостях і тому називаються макроелементами, дітям потрібні ще дуже незначні кількості (тисячні частки грама) марганцю, кобальту, міді,

цинку, броду, йоду та ін., які називаються мікроелементами. Вони необхідні для синтезу гормонів, ферментів, обміну речовин, кровотворення, дихання та ін.

Марганець необхідний для росту кісток, кобальт — для кровотворення, мідь — для кровотворення і внутрішньотканинного дихання, цинк, сірка — для синтезу гормона підшлункової залози, бром — для синтезу гормона гіпофіза, йод — для синтезу гормона щитовидної залози.

§ 2. Вітаміни та їх значення для організму дорослих і дітей

Вітаміни та авітамінози

Для нормального росту і розвитку дитячого організму не досить надходження в організм достатньої кількості білків, жирів, вуглеводів, а також води і мінеральних солей. В їжі повинні бути ще особливі речовини, які дістали назву вітамінів. Це додаткові фактори харчування. Вони складають окрему групу органічних речовин, які не мають енергетичного значення. Вітаміни, подібно до ферментів і гормонів, мають велику фізіологічну активність: у дуже незначних кількостях вони впливають на ріст, обмін речовин і загальний стан організму.

Вітаміни містяться головним чином в рослинній їжі, а також у рибних і м'ясних продуктах, у молоці, яйцях.

Відсутність або недостача вітамінів у їжі викликає тяжкі розлади в обміні речовин і захворювання — *авітамінози* (цинга, рахіт, затримання росту, крововиливи та ін.). В організмі вітаміни швидко руйнуються, тому їх треба щоденно вводити в організм з їжею. Деякі вітаміни легко руйнуються під впливом світла, високої температури, кисню. Тому організм може відчувати недостачу вітамінів і при вживанні їжі, в якій вітаміни зруйнувались під час її готування.

Відомо до двадцяти вітамінів, різних за своєю будовою і фізіологічною дією, їх позначають буквами латинського алфавіту. За розчинністю вітаміни ділять на дві групи: розчинні в жирах і розчинні в воді. До розчинних у жирах

належать вітаміни А, О, Р, Е і К, а до розчинних у воді — вітамін С і вітаміни групи В.

Вітамін А. Вітамін А називають вітаміном росту, бо при недостатчі його в їжі затримується ріст молодого організму. Крім того, послаблюється стійкість організму проти інфекційних захворювань, спостерігається погане заживання ран, втрачається здатність бачити в сутінках («куряча сліпота»), бо вітамін А бере участь в утворенні зорових речовин. У тяжких випадках цього авітамінозу розвивається ксерофтальмія — рогова оболонка ока мутніє і вкривається виразками, що призводить до втрати зору. Авітаміноз цей виліковується, якщо в їжі буде забезпечена необхідна кількість вітаміну А.

Як розчинний у жирах, вітамін А є в достатній кількості у вершковому маслі, молоці, печінці, яєчному жовтку, нирках. Особливо багато його в риб'ячому жирі, який одержують з печінки тріски. Вітамін А ($C_{20}H_{30}O$) може утворюватись і в організмі людини з розщеплення рослинного пігменту каротину ($C_{40}H_{56}$) і приєднання води. На каротин багаті овочі 5 фрукти, які мають оранжеве забарвлення: морква, помідори, абрикоси, червоний перець, а також шпинат та ін.

Вітамін А дуже стійкий до високої температури і не руйнується при нетривалому нагріванні до 200° . Якщо в їжі достатня кількість вітаміну А, то запаси його відкладаються в печінці, нирках і деяких інших органах. Але надмірна кількість вітаміну А (гіпервітаміноз) шкідлива, бо вона спричиняє розлади обміну речовин і травлення, недокрів'я і т. д.

До 4—6-річного віку дитині потрібно на добу 1 мг вітаміну А або 3 мг каротину, з 7 років — 1,5 мг вітаміну А або 5 мг каротину.

Вітамін D. Вітамін D впливає на обмін солей кальцію і фосфору. При відсутності в їжі вітаміну В у дітей раннього віку виникає рахіт. При цьому захворюванні затримується заростання тім'ячок на черепі і прорізування зубів. Кістки ніг стають гнучкими і під вагою тіла викривляються. На ребрах з'являються потовщення, грудна клітка змінює форму, в тяжких випадках виникає горб. Вітамін D стійкий проти високої температури. Хімічна природа

його встановлена, тому його, як і багато інших вітамінів, добувають у промисловості. Добова потреба в ньому — 15—25 мкг або 500—1000 міжнародних одиниць.

Дуже багатий на вітамін D жир печінки тварин, особливо тріски (риб'ячий жир). Багато його і в яєчному жовтку, в баклажанах, шпинаті. В м'ясі, молоці, тваринному жирі, а також у шкірі людини міститься провітамін — ергостерин, який під впливом ультрафіолетових променів перетворюється у вітамін D. Тому для запобігання і лікування рахіту застосовують освітлення сонцем або кварцовою лампою. У зв'язку з цим стає зрозумілим благотворний вплив літнього сонця на дітей, хворих рахітом. Влітку діти значну частину дня перебувають на сонці і при тому часто напівроздягнуті, тому посилюється утворення вітаміну D у шкірі, що сприяє видужанню. А здорових дітей це гарантує від захворювання на рахіт.

Вітамін Р. Необхідний для росту, корисний при неокрів'ї. Добова норма не встановлена. Міститься в зелених частинах рослин, особливо в листі салату, плодах шипшини.

Вітамін Е. Необхідний для розвитку м'язової тканини і її функції в ранньому дитячому віці. При недостатці вітаміну Е спостерігаються також крововиливи у мозок, запалення, шкіри, біль м'язового і нервового походження. Вітамін Е запобігає розвитку атеросклерозу і гіпертонії. При кип'ятінні не руйнується. Добова потреба невідома. Він у достатній кількості є як у тваринних, так і в рослинних продуктах. Багато його в печінці, яєчному жовтку, зародках пшениці, в рослинній олії та в овочах.

Вітамін К. Потрібний для синтезу ферменту крові протромбіну, при нестачі якого знижується здатність крові зсідатись. Добова норма не встановлена. Він є у багатьох харчових продуктах. Добувають його і синтетичним шляхом. Синтетичний препарат — вікасол застосовують при кровотечах (до 2 мг на добу).

Вітаміни групи В. До цієї групи належить до десяти вітамінів, які в харчових продуктах містяться найчастіше разом.

Вітамін В₁. Цей вітамін відіграє важливу роль в обміні вуглеводів, входячи до складу ферментів, які забезпечують їх повне окислення до вуглекислого газу і води. При відсутності вітаміну виникає захворювання, відоме під назвою бері-бері (поліневрит). Цей авітаміноз є наслідком порушення обміну речовин у нервовій тканині. Спочатку хвороба проявляється в розладі рухів, швидкому стомленні, втраті апетиту. Потім настає різке схуднення, судороги, параліч рук, ніг. І, нарешті, смерть від паралічу дихальних м'язів. Хвороба проходить при введенні в організм вітаміну В₁, якого багато в пивних дріжджах, рисових висівках, бобах, зерні жита і пшениці, чорному хлібі, грецьких горіхах, картоплі, зародках і оболонках насіння злаків, в печінці і нирках ссавців, в мозку, яєчному жовтку. При варінні їжі вітамін В₁ зберігається, але при температурі 120° він повністю руйнується. Тепер цей вітамін виготовляється і промисловим способом. На добу потрібно дітям до 7 років — 1 мг, від 7 до 14 років — 1,5 мг, після 14 років — 3 мг вітаміну В₁.

Вітамін В₂. При відсутності в їжі вітаміну В₂ затримується і зменшується ріст дитячого організму. Вітамін цей входить до складу так званого жовтого дихального пігменту, який є в клітинах, і бере участь у клітинному диханні.

Вітамін В₂ є майже в усіх продуктах рослинного і тваринного походження, особливо в пшеничних висівках, печінці, серці, молоці, яйцях, помідорах, капусті, шпинаті, пивних дріжджах, фруктах. Добова потреба: до 1 року — 1 мг, 3 роки — 1,5 мг, 4—6 років — 2,5 мг, 7—15 років — 3 мг, 16 років і старше — 3,5 мг вітаміну В₂.

Вітамін В₃, В₄, В₅, В₇. Вітаміни росту. Містяться в тих самих продуктах, що й вітамін В₂.

Вітамін В₆. Необхідний для нормального обміну шкіри. Добова потреба 1,5 мг.

Вітамін В₁₂. Це складна органічна сполука, яка містить у собі кобальт. Вітамін В₁₂ дуже стимулює роботу кровотворних органів. На вітамін В₁₂ багаті внутрішні органи тварин, особливо нирки і печінка.

Вітамін РР. При відсутності вітаміну РР розвивається хвороба пелагра, тому цей вітамін називають антипелагричним. Захворювання починається почервонінням шкіри і появою на ній пухирців, які швидко лопаються і на їх місці виникають маленькі виразки. Після заростання останніх шкіра темніє, особливо на ділянках, освітлених сонцем. При пелагрі ушкоджується також слизова оболонка кишково-шлункового тракту, що спричиняє проноси; порушується діяльність нервової системи: появляются галюцинації, психози. Після вживання вітаміну РР хвороба швидко проходить. За хімічною природою вітамін РР являє собою нікотинову кислоту. Він є в багатьох продуктах рослинного і тваринного походження. Добова потреба: до 1 року — 5 мг, 1—6 років — 10 мг, 7—12 років — 15 мг, 13—15 років — 20 мг, 16 років і старше — 25 мг вітаміну.

Вітамін С (протицинготний). При відсутності або нестачі в їжі вітаміну С розвивається хвороба цинга. Захворювання настає поступово. Спочатку появляются виразки на слизових оболонках, опухають і кровоточать ясна, зуби розхитуються і випадають; відбуваються крововиливи під шкіру, у м'язи, суглоби. Кістки стають крихкими і легко ламаються. Розвивається недокрив'я, різко знижується опірність організму проти інфекційних захворювань. В тяжких випадках настає смерть. Хвороба проходить, якщо в організм вводити достатню кількість вітаміну з їжею або ж у вигляді препарату.

За хімічною природою вітамін С являє собою аскорбінову кислоту ($C_6H_8O_6$). Розчиняється у воді. При тривалому кип'ятінні руйнується. При нагріванні на повітрі легко окислюється. Цинга розвивається тоді, коли організм людини позбавлений свіжих овочів і фруктів, які є основним джерелом вітаміну С. Руйнується вітамін С також на світлі і при доступі кисню. Тому варити овочі рекомендується в закритих каструлях. Особливо швидко руйнується вітамін С при повторному кип'ятінні, а також у лужному середовищі (наприклад, коли додати соди).

Багато вітаміну С є у свіжих лимонах, апельсинах, ягодах чорної смородини, шипшини, агрусу, суниць, в яблуках сорту Антонівка, в капусті,

помідорах, зеленій цибулі, зеленому горошку, червоному перці, петрушці, хвої сосни і ялини, в нестиглих волоських горіхах та інших продуктах. Тепер вітамін С (аскорбінову кислоту) добувають синтетичним способом.

Потреба в вітаміні С на добу: для дітей до 7 років — 50 мг, від 7 до 14 років — 60 мг, понад 14 років — 70 мг (норма дорослого). При інфекційних захворюваннях, а також при важкій фізичній праці добова потреба в вітаміні С значно зростає. Вітамін С в організмі не відкладається в запас, тому його потрібно вводити щоденно.

Вітамін Р (цитрин). Практика лікування цинги аскорбіновою кислотою показала, що остання не дає такого повного видужання, як природні джерела вітаміну С, наприклад натуральні овочеві і фруктові соки. Виявилось, що в природних продуктах вітамін С міститься разом з вітаміном Р, який являє собою галову кислоту. Добова потреба — 50—150 мг. Найбільше вітаміну Р в лимонах та червоному перці.

Недавно вдалось синтезувати сукупність обох цих вітамінів (СР), і названо цю сукупність галоскорбіном. Випробування показали, що при застосуванні галоскорбіну рани заживають у два-три рази швидше, він знімає біль, стимулює вуглеводно-фосфорний обмін та утворення гемоглобіну, знімає втому.

Отже, цинга є подвійним авітамінозом, тому що при цьому захворюванні організм терпить від нестачі не тільки вітаміну С, але й вітаміну Р.

§ 3. Основний і загальний обмін речовин і енергії. Звільнення і перетворення енергії в організмі

Одночасно з обміном речовин в організмі відбувається і обмін енергії. Обидва ці процеси невіддільні один від одного; не буває обміну речовин без обміну енергії або навпаки.

Поживні речовини що надходять в організм, в клітинах розщеплюються і окислюються. При цьому звільняється вся або майже вся їх потенціальна енергія. Звільнена енергія використовується організмом на процеси асиміляції,

на діяльність серця, мозку, органів травлення, виділення, на виконуваних м'язами механічну роботу.

При процесах розпаду складних сполук і окислення продуктів їх розпаду енергія звільняється у різних видах: у вигляді хімічної, механічної, теплової, електричної і променевої. Частина звільненої енергії у вигляді хімічної енергії використовується організмом на процеси синтезу. Найбільша частина звільнюваної енергії використовується у формі тепла, і тільки $\frac{1}{4}$ частина переходить у кінетичну енергію. В електричну і променеву енергію перетворюється незначна частина звільненої енергії.

Але зрештою всі види звільнюваної в організмі енергії перетворюються переважно в теплову і в такому вигляді віддаються організмом в навколишнє середовище. Отже, щоб мати уявлення про кількість затраченої організмом енергії, досить виміряти кількість тепла, яке виділяється організмом у зовнішнє середовище.

Основний обмін. Організм витрачає енергію навіть і тоді, коли перебуває в повному спокої. В цьому разі енергія витрачається на роботу внутрішніх органів (серця, нирок, органів дихання та ін.) і на підтримання температури тіла. Кількість енергії, яку витрачає організм при повному спокої, натщесерце і температурі середовища близько $20\text{--}22^\circ$, називається основним обміном. Величина основного обміну змінюється залежно від віку, статі, зросту і поверхні тіла, пори року і кліматичних умов.

У дорослої людини основний обмін в середньому дорівнює 1 ккал на 1 кг ваги протягом 1 год. У людини вагою 70 кг за добу основний обмін становить близько 1700 ккал. У чоловіків величина основного обміну трохи більша, ніж у жінок тієї самої ваги.

У дітей основний обмін на 1 кг ваги вищий, ніж у дорослих. У новонароджених він дорівнює $40\text{--}50$ ккал на 1 кг ваги за добу. До 1—1,5-річного віку основний обмін поступово збільшується до максимальної величини — $55\text{--}60$ ккал на 1 кг ваги, а потім поступово зменшується, наближаючись до основного обміну дорослої людини.

У дівчаток і хлопчиків основний обмін однаковий лише протягом першого півроку життя, а починаючи з другої половини року і до 12—13 років, він вищий у хлопчиків, ніж у дівчаток. З 12—13 років до кінця періоду статевого дозрівання основний обмін вищий у дівчаток, а після статевого дозрівання знову вищий у хлопців.

У людей тропічних країн основний обмін на 10—20% нижчий, ніж у людей помірної смуги, а на півночі в холодну пору року — вищий.

Загальний обмін. Протягом доби організм перебуває як у спокійному стані, так і в стані виконання різних видів роботи. Тому витрати енергії за добу як у дорослої людини, так і в дітей значно перевищують величину основного обміну. Найбільші витрати енергії зумовлені м'язовою роботою. Чим важча м'язова робота, тим більше енергії витрачає людина.

При м'язовій роботі близько 20% хімічної енергії перетворюється в кінетичну енергію, а 80% — в теплову. Відношення енергії, затраченої на м'язову роботу, до всієї енергії, звільненої під час роботи, називається коефіцієнтом корисної дії. Цей коефіцієнт коливається від 16 до 25%. При тренуванні коефіцієнт корисної дії збільшується до 25—30 % і навіть до 35%.

На м'язову роботу витрачаються калорії понад основний обмін. Вони позначаються як «моторні» калорії. «Моторних» калорій тим більше, чим інтенсивніша фізична праця. Ці зміни витрат енергії мають значення для харчового режиму при фізичному вихованні школярів.

Розумова праця підвищує витрати енергії проти основного обміну на 20—30%, але коли розумова праця супроводжується м'язовою діяльністю (оратор, лектор, артист і т. д.), затрата енергії підвищується на 50—60%. Додаткова витрата енергії залежить від професії. Це треба враховувати при організації харчування молоді юнацького віку під час трудового виховання.

Приймання їжі, особливо білкової, також підвищує витрати енергії. Це зв'язано з посиленою роботою органів травлення і з дією продуктів розщеплення білків на обмін речовин у клітинах.

У дітей добова витрата енергії на 1 кг ваги тіла більша, ніж у дорослих.

Пояснюється це насамперед тим, що в них близько 15% енергії витрачається на ріст. З віком витрата енергії на 1 кг ваги в дітей поступово зменшується.

Регуляція обміну речовин. Обмін речовин і енергії регулюється вищими центрами вегетативної нервової системи, розміщеними в проміжному мозку та в корі великих півкуль. З цих центрів по нервових волокнах імпульси йдуть безпосередньо до м'язів, печінки та інших органів. Вегетативні центри проміжного мозку впливають також на діяльність залоз внутрішньої секреції, змінюючи інтенсивність виділення ними гормонів. Останні, надходячи в кров і розносячись по всьому організму, впливають на процеси обміну речовин. Особливо велике значення в обміні речовин мають гормони гіпофіза, щитовидної, надниркових і підшлункової залоз. Надходження в кров гормонів цих залоз викликає значні зміни білкового, жирового, вуглеводного, мінерального та водного обміну.

Отже, в організмі існує нейрогуморальна регуляція обміну речовин і енергії, при провідній ролі нервової системи.

§ 4. Харчування

Калорійність та засвоюваність їжі. При організації харчування враховують насамперед добову витрату енергії дітьми різних вікових груп чи робітниками різних професій. Крім того, необхідно враховувати й калорійність та засвоюваність їжі. Визначаючи калорійність їжі, виходять з того, що 1 г білків при повному окисленні звільняє 4,1 ккал енергії, 1 г вуглеводів при повному окисленні звільняє 4,1 ккал енергії, 1 г жирів при повному окисленні звільняє 9,3 ккал енергії. Знаючи кількість білків, жирів і вуглеводів у харчовому продукті, можна обчислити його енергетичну цінність.

Калорійність харчових продуктів можна обчислювати у брутто- і нетто-калоріях. Брутто-калорійністю називають загальну валову кількість калорій, що надходять з їжею в організм, без врахування її засвоюваності. Нетто-калорійність означає кількість калорій, які засвоюються організмом при надходженні в нього харчових продуктів.

Їжа, яка надходить в організм, не вся перетравлюється і всмоктується в кров. Неперетравлена частина їжі викидається з організму з калом.

Засвоюваність різних харчових продуктів не однакова. Продукти тваринного походження засвоюються в середньому на 95%, а рослинного — на 70—80%, бо клітковина не перетравлюється в органах травлення. Мішана їжа засвоюється на 85—90%.

Норми харчування дітей різного віку. Для ростучого організму дитини велике значення має правильно організоване, повноцінне харчування. Таке харчування зберігає здоров'я дитини, робить її міцною і витривалою, сприяє правильному розумовому і фізичному розвитку і підвищує опірність проти різних захворювань.

Організовуючи харчування дітей, необхідно виходити з потреб організму в їжі, які залежать від багатьох факторів: добових витрат енергії, віку, ваги, фізичного навантаження, розумової діяльності, кліматичних умов, стану здоров'я тощо.

У дітей обмін речовин відбувається енергійніше. На 1 кг ваги в них припадає більша площа поверхні тіла. В результаті тіло швидше охолоджується. Тому енергетичні витрати в дітей відносно більші, ніж у дорослих. Якщо, наприклад, доросла людина витрачає за добу на 1 кг ваги 42 ккал, то десятирічна дитина — 70 ккал, а місячна дитина — 91 ккал. Отже, щоб компенсувати відносно великі енергетичні витрати, в їжі дітей повинна бути достатня кількість жирів і вуглеводів, як основного джерела енергії. А щоб забезпечити нормальний ріст дитячого організму, в їжі повинні бути в достатній кількості повноцінні білки. Фізіологічна потреба організму в білках, жирах і вуглеводах залежить від віку дітей (див. табл. 18, 19).

В кількість жирів входить не тільки той жир, який додається до їжі, але й жир, який міститься в харчових продуктах.

Вуглеводів у добовому раціоні школяра повинно бути приблизно в 6 раз більше, ніж жирів або білків.

В їжі дітей в достатній кількості повинна бути клітковина для рухової

діяльності травного тракту. Різноманітність їжі сприяє виробленню всіх ферментів травного тракту та виділенню травних соків.

Споживання надмірної кількості їжі шкідливе для організму дитини, бо це може викликати розлади в діяльності кишково-шлункового тракту, втрату апетиту, погіршення самопочуття та ін. їжу для дітей треба готувати з високоякісних продуктів; вона повинна бути різноманітною, мати приємний вигляд, запах і смак і викликати в дитини апетит. Така їжа краще перетравлюється і засвоюється.

Режим харчування дітей. Щоб органи травлення дитини нормально функціонували, їжа повинна надходити в них невеликими порціями через правильні проміжки часу (через кожні 3—4 год). Найсприятливіші умови для травлення створюються при чотириразовому харчуванні дитини, причому на перший сніданок повинно припадати 20—25% денної норми на другий сніданок — 15—20%, на обід 40—50%, на вечерю — 15—20%.

Дуже важливо, щоб їжа споживалась щодня в одні й ті самі години і щоб проміжки часу між кожною їдою були приблизно однаковими, тоді травний апарат «готується» до надходження в організм їжі, дитина їсть з апетитом. Безладне ж харчування порушує діяльність органів травлення і шкідливо впливає на засвоюваність їжі. На вечерю не треба давати багато і ситної їжі. Не слід давати дітям на вечерю м'ясні та «гострі» страви, каву, чай, шоколад, бо вони збуджують нервову систему і порушують сон. Вечеряти діти повинні не пізніше, як за 1,5—2 год. до нічного сну, тоді сон буде спокійний, і організм добре відпочине.

Організація харчування дітей у школах та інших дитячих закладах. Учні молодших класів знаходяться в школі 4—5 год., а іноді й більше. Звичайно, одного ранкового сніданку вдома (або в шкільній їдальні—в школах-інтернатах, дитячих будинках) мало. Дослідження по вивченню харчування учнів у школі показали, що гарячі сніданки й обіди позитивно впливають на фізичний і розумовий розвиток дітей та підлітків, на їх здоров'я і успішність. Харчування дітей в школі зменшує їх стомлюваність. Неприймання їжі

протягом п'яти-шести годин є однією з причин розвитку в дітей недокрів'я та зниження опірності організму до хвороб.

Шкільні сніданки повинні становити 15—20% всього добового раціону. Для учнів молодшого віку сніданок повинен становити не менше 300— 400 кал, а для учнів старшого шкільного віку — не менше 400—500, але не більше 600 кал.

Сніданок повинен бути поживним і смачним і містити в собі всі повноцінні для дитячого організму продукти. Сніданок не можна замінити чаєм і день у день повторювати одну й ту саму страву, наприклад, кашу або страву з одного і того ж продукту (картопля), бо одноманітні страви швидко набридають, і діти неохоче їх їдять. У шкільних сніданках діти повинні одержувати всі необхідні для них продукти: м'ясо, молоко, вершкове масло, овочі, зелень, фрукти.

До кожного сніданку слід давати 100 г хліба. Рекомендується до нього давати склянку теплого молока, кави (не натуральної), компот. Крім гарячих страв, у школі можливий холодний сніданок у вигляді бутербродів, тоді необхідно давати гарячі напої: чай, молоко, кава, какао, компот, їх калорійність така:

Бутерброд з сиром	290 нетто-кал
Бутерброд з маслом	335
Ватрушка з сиром	230
Пиріг з яблуками	245
Кава на молоці	190
Кава з молоком	110
Чай солодкий	80
Молоко (склянка)	130
Компот з сушених фруктів	106
Здобна булочка (50г)	110
Хліб білий (100г)	217

В меню для дітей необхідно вводити вінегрети, салати, фрукти (як джерела вітамінів).

Шкільні обіди повинні складати не менше 35—40% добового раціону, готуватися не менш як з двох гарячих страв і за своєю поживністю давати не менше 700—900 нетто-кал. Меню на обіди і сніданки складають на тиждень і вивішують на видному місці.

Вживання прянощів у дитячому харчуванні: гірчиці, перцю, оцту та інших гострих збуджуючих речовин — не допускається. Не можна продавати в шкільних буфетах цукерок, печива, фруктових вод та інших солодощів, які містять в собі одні лише вуглеводи і тому не забезпечують потреби дитячого організму в поживних речовинах.

Найзручнішим часом для їди в школі є велика перерва.

В шкільній їдальні під час їди повинні бути організованість і порядок, бо галас, надмірна метушня, голосні розмови погіршують процес їди та засвоєння їжі. Вчителі і вихователі повинні прищеплювати дітям санітарно-гігієнічні навички, пов'язані з їдою (миття рук, поведінка за столом та ін.). Фізично ослаблені діти, а також ті, що перебувають в санаторіях, санаторно-лісних школах чи піонерських таборах, повинні одержувати посилене додаткове харчування. Діти й підлітки, які хворіють на хронічні шлунково-кишкові хвороби або на порушення обміну речовин, повинні за призначенням лікаря одержувати харчі з дієтичних їдалень.

Профілактика харчових отруєнь. Харчовими отруєннями називаються хвороби гострого або підгострого характеру, які виникають як поодинокі або групові захворювання внаслідок споживання їжі, що має в собі шкідливі або отруйні речовини. Харчові отруєння можуть бути хімічного або бактеріального походження. Перші виникають внаслідок попадання в продукти або готові страви міді, свинцю з погано луджених мідних котлів (мідь), з посуду, лудженого низькоякісним оловом.

Отруїтися можна також грибами (бліда поганка, мухомор та деякі інші),

рибами (мінога, марена), деякими бур'янами, що потрапляють в зерно злаків (кукіль, гірчак та ін.).

Харчові отруєння бактеріального походження зумовлені вживанням зіпсованих рибних, м'ясних, молочних продуктів.

Однією з причин харчових отруєнь бактеріального характеру є вживання в їжу недостатньо термічно оброблених продуктів харчування, заражених мікробами паратифозної групи, ботулінусом, кишковою паличкою.

Щоб запобігти харчовим отруєнням, слід обережати харчові продукти від забруднення бактеріями під час їх перевезення і зберігання в буфетах та їдальнях, добре прожарювати і проварювати.

Необхідно також провадити суворий санітарний нагляд за станом здоров'я обслуговуючого персоналу як у шкільних їдальнях, так і в буфетах. Не допускати, щоб в їжу потрапляли хімічні отрути, важкі метали, сторонні речі при виготовленні бутербродів і в готову страву.

Р О З Д І Л Х

АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ І ГІГІЄНА ШКІРИ ДИТИНИ

§ 1. Будова шкіри

Шкіра складається з двох шарів: епідермісу, або надшкір'я, і власне шкіри.

Епідерміс утворений багат шаровим епітелієм і поділяється на два шари: поверхневий і глибокий. Поверхневий шар складається з плоских клітин, які поступово роговіють і злущуються. Отже, поверхневий шар епідермісу — роговий. Він непроникний для мікробів, води та шкідливих для організму речовин. Клітини, що злущуються, замінюються новими, з глибшого шару епідермісу; вони мають великі ядра і здатні до розмноження (ростовий шар). В міру наближення до поверхні шкіри клітини епідермісу стають більш плоскими і прозорими. В епідермісі немає кровоносних судин. Товщина епідермісу в дорослої людини 0,3—4 мм, залежно від місця його на тілі. У

дітей, особливо в ранньому віці, епідерміс значно тонший і ніжніший, тому шкіра може легко поранитись, що створює сприятливі умови для шкірних захворювань (парші, стригучого лишая, корости та ін.).

Власне шкіра складається з щільної сполучної тканини, в якій є багато колагенових і еластичних волокон, які зумовлюють міцність і еластичність шкіри. У власне шкірі багато кровоносних судин, причому капіляри утворюють судинні сітки. В них може депонуватись значна кількість крові. Багата власне шкіра і на лімфатичні судини. На межі з епідермісом власне шкіра утворює виступи — сосочки (сосочковий шар шкіри). У власне шкірі, особливо в її сосочковому шарі, є багато чутливих нервових закінчень. В епідермісі їх значно менше.

У дітей власне шкіра також тонша, ніж у дорослих. Капілярів у ній відносно більше і просвіти їх ширші, тому кровопостачання шкіри в дітей краще, ніж у дорослих.

Власне шкіра без різкої межі переходить у розміщену глибше підшкірну жирову клітковину, що складається з пучків сполучнотканинних волокон, проміжки між якими заповнені часточками жирової тканини. Підшкірний жировий шар захищає розміщені глибше органи (м'язи та ін.) від механічних пошкоджень (ушибів, ударів) та від охолодження. Жир, що відкладається в підшкірній клітковині, є запасним поживним матеріалом.

У дітей до 6 місяців підшкірний жировий шар розвинений добре. Він захищає їх від ушибів при падінні. З шестимісячного до трирічного віку розвиток його зменшується. З трьох до восьми років жировий шар майже не збільшується, після восьми років він знову починає наростати, особливо у дівчаток. Індивідуальні коливання кількості жирового шару залежать від здоров'я, умов харчування. З початком періоду статевого дозрівання настає звичайно наростання жирового шару, особливо у дівчаток. Надмірне відкладання жиру шкідливе, бо при рухах збільшує навантаження на м'язи і серце. Колір шкіри залежить від пігменту, що утворюється в особливих пігментних клітинах. Затримуючи ультрафіолетові промені, пігмент шкіри захищає розмі-

щені глибше органи і тканини від їх шкідливої дії. Під впливом ультрафіолетових променів (опромінення сонцем, ртутно-кварцовою лампою) відкладання пігменту в шкірі посилюється — утворюється «загар».

Залози шкіри. В шкірі є багато сальних і потових залоз. Сальні залози розміщені у власне шкірі навколо волосяних сумок, в які вони відкриваються своїми протоками. Клітини цих залоз виділяють шкірне сало, яке зволожує і пом'якшує волосся і шкіру: волосся від цього стає неламке, а роговий шар епідермісу шкіри злущується значно повільніше. У дітей сальні залози добре розвинені з першого року життя. Потові залози містяться у власне шкірі і підшкірній жировій клітковині. Вони мають вигляд трубочок, нижній кінець яких згорнутий у клубочок. У стінках цих залоз є шар кубічних епітеліальних клітин, зовні яких містяться гладенькі м'язові волокна. Скорочуючись, волокна сприяють виведенню поту на поверхню. Вивідна протока потової залози у власне шкірі прямолінійна, а в епідермісі покручена у вигляді штопора. На поверхні шкіри протока відкривається невеличким отвором — порою. Потових залоз у людини до 2 млн. Особливо багато їх на долонях і підшвах.

Функція потових залоз полягає у виділенні рідкого секрету — поту, разом з яким виводяться з організму кінцеві продукти обміну речовин. На випаровування поту з поверхні шкіри витрачається тепло, а це сприяє зниженню температури тіла при його перегріві. Розвиток більшості потових залоз закінчується ще до народження дитини.

Придатки шкіри. Придатками шкіри є волосся і нігті.

Волосся є похідним від зовнішнього шару шкіри — епідермісу. Волосина складається з двох частин: стебла, що вільно виступає над поверхнею шкіри, і зануреного в шкіру кореня. Нижній кінець кореня має потовщення, яке називається волосяною цибулиною. В заглибині цибулини міститься волосяний сосочок, утворений сполучною тканиною. За рахунок кровоносних капілярів сосочка живиться волосяна цибулина. Корінь волосини оточений волосяною сумкою, яка складається з шкірного епітелію і сполучної тканини. До волосяної сумки прикріплюються гладенькі м'язи, які починаються у

власне шкірі. Коли ці м'язи скорочуються, то шкіра стає шершавою (гусяча шкіра), а волосся піднімається. Скорочуються м'язи рефлекторно (наприклад, на холоді).

Волосина складається з видозміненого зроговілого шкірного епітелію. Тільки в клітинах волосної цибулини немає рогової речовини; вони постійно розмножуються. Ростає волосина за рахунок волосної цибулини.

Колір волосся залежить від особливого пігменту. Протягом життя одні волосини відмирають і випадають, а на їх місце виростають нові. Під старість волосся поступово втрачає пігмент — сивіє. Добре розвинений волосняний покрив у людини є лише в окремих місцях. Більша ж частина поверхні тіла вкрита лише рудиментарним волоссям, яке все ж нагадує про суцільний волосняний покрив наших далеких тваринних предків.

Нігті. На кінцях пальців рук і ніг є нігті — тверді рогові пластинки. Нігті захищають кінцеві фаланги пальців, де найбільша чутливість. Нігті ростуть все життя.

§ 2. Функції шкіри

Найважливіші функції шкіри такі: захисна, видільна, дихальна, чутлива, терморегуляційна.

Захисна функція шкіри полягає в тому, що вона захищає організм від різних шкідливих впливів навколишнього середовища. Завдяки роговому шару епідермісу шкіри бактерії не можуть проникнути крізь шкіру в організм. Цим самим організм захищений від багатьох можливих захворювань. У шкірі утворюється лізоцим — білкова речовина, антибіотик тваринного походження. Лізоцим має здатність руйнувати деякі мікроби. Чиста шкіра добре виділяє лізоцим і тому в багато разів краще знезаражує мікроби, ніж немита шкіра.

Шкіра захищає організм від різних пошкоджень, ультрафіолетових променів (завдяки тому, що в ній розміщені особливі пігментні клітини, які виробляють під впливом сонячних променів особливий пігмент, здатний затримувати ультрафіолетове проміння).

Видільна функція шкіри здійснюється через сальні і потові залози. Сальні залози виділяють шкірне сало, яке зволожує і пом'якшує волосся і шкіру. При порушенні діяльності сальних залоз шкіра стає сухою, тріскається і може стати «воротами» інфекції. Потові залози виділяють піт, до складу якого входять: вода (до 98%), мінеральні солі (хлористий натрій і калій та ін.), органічні продукти розпаду: сечовина, аміак, різні кислоти (молочна, оцтова, мурашина та ін.). Потовиділення — процес рефлекторний і регулюється центральною нервовою системою.

Дихальна функція шкіри людини становить не більше 1 % від всього газообміну.

Важливу роль виконує, шкіра як орган чуття, завдяки розміщенню в ній численних рецепторів (див. стор. 82). Надзвичайно важлива роль шкіри в теплорегуляції.

§ 3. Теплорегуляція

Утворення тепла в організмі. Тепло утворюється в усіх органах, але найбільше в скелетних м'язах, печінці, нирках та деяких інших органах. Теплопродукція залежить від інтенсивності обміну: у стані спокою людини вона невелика, під час роботи підвищується. Так, під час ходьби теплопродукція в м'язах підвищується на 60—80%, а під час бігу і фізичної праці — в 4—5 раз. Інтенсивність обміну речовин (а, отже, і теплопродукція) залежить і від температури: на холоді вона вища, ніж у теплі.

Проте температура тіла людини залишається відносно сталою (на поверхні шкіри близько 36,5°), бо утворення тепла в організмі супроводиться його віддачею. Скільки тепла утворюється в організмі, стільки його й віддається в навколишнє середовище. Коли б тепло затримувалось в організмі, то він перегрівся б і настала смерть.

Тепловіддача. Основна частина тепла — близько 82% — віддається організмом через шкіру.

Процентні співвідношення тепловіддачі людини

Через шкіру	82
Через органи дихання	12,1
На зігрівання прийнятої їжі і води	4,6
З сечею і калом	1,3

Віддача організмом тепла здійснюється теплопроведенням, тепловипромінюванням і випаровуванням поту з поверхні шкіри. Теплопроведення і випромінювання можливі тільки тоді, коли температура середовища нижча від температури поверхні тіла. Чим вища температура шкіри, тим більша тепловіддача. Температура шкіри залежить від надходження до неї тепла: вона тим вища, чим більший приплив крові. Кровообіг шкіри регулюється рефлекторно. У шкірі є багато рецепторів, які сприймають теплове і холодове подразнення. Збудження, що виникає в рецепторах, іде в судиноруховий центр головного мозку, який регулює кровообіг шкіри розширенням і звуженням її судин. Імпульси від судинорухового центра до кровоносних судин шкіри передаються по вегетативних нервах.

При високій температурі навколишнього середовища, а також при посиленій теплопродукції (наприклад, при енергійній м'язовій діяльності) судини нутрощів звужуються, а судини шкіри розширюються, внаслідок чого кров швидко «переносить тепло» з місць теплопродукції до місця тепловіддачі. При низькій температурі і невисокій теплопродукції, навпаки, шкіра блідне, її судини звужуються, основна маса крові циркулює по внутрішніх органах, і тепловіддача різко зменшується.

Тепловіддача відбувається і через випаровування поту з поверхні шкіри. На випаровування 1 г поту при температурі повітря 30° з поверхні шкіри витрачається близько 580 кал. Ось чому людина може відносно довго перебувати в середовищі, температура якого вища від температури її тіла. Остання зберігається сталою завдяки посиленому потовиділенню. В умовах високої температури може виділитись до 12 л поту за добу, а в звичайних умовах близько 500—600 г.

Кількість виділюваного поту залежить від температури повітря і інтенсивності утворення тепла в організмі. Так, при важкій м'язовій роботі піт може виділятися і при температурі повітря нижче нуля. Потовиділення посилюється з підвищенням температури середовища і вживанням великої кількості води.

Діти потіють швидше, ніж дорослі. Втрата тепла при випаровуванні поту в дітей більша, ніж у дорослих, бо в них більша поверхня шкіри на 1 кг ваги тіла. Тому під час потовиділення в них більше знижується температура тіла, ніж у дорослих. Потовиділення під пахвами при підвищенні температури настає в дітей приблизно з 7 років, а при розумовому напруженні воно починається в середньому шкільному віці, поступово збільшуючись з віком.

Непомітне потовиділення відбувається безперервно, при цьому піт випаровується з поверхні шкіри зразу після виділення. Коли поту утворюється багато, він скупчується на поверхні шкіри у вигляді краплин (помітне потовиділення).

У дітей до чотирьох місяців помітне потовиділення виражене слабо, а непомітне, навпаки, в перші місяці виражене більше, потім поступово зменшується. На деяких ділянках тіла потовиділення з віком збільшується.

При підвищенні температури навколишнього середовища потовиділення у дітей віком до 1 року недостатнє для віддачі тепла через випаровування. Тому в них підвищується в таких умовах температура тіла. Тільки з 2—3-річного віку тепловіддача при перегріванні стає достатньою внаслідок значного потовиділення. При охолодженні шкіри піломоторний рефлекс («гусяча шкіра») з'являється тільки після 1,5-річного віку і стає помітним з двох років. Ці явища зумовлені недостатнім розвитком в перші роки життя дитини підгорбикової ділянки проміжного мозку, яка регулює механізм підтримання сталої температури, тепловіддачу потовиділенням та піломоторний рефлекс.

Центр теплорегуляції. Стала температура тіла людини зумовлюється тим, що центральна нервова система регулює, з одного боку, інтенсивність утворення тепла, а з другого,— інтенсивність тепловіддачі.

Експериментами на теплокровних тваринах встановлено, що в підгорбиковій ділянці проміжного мозку є окремі ядра, які контролюють теплоутворення і тепловіддачу,— це центр теплорегуляції.

Збудниками центра теплорегуляції є температура крові та рефлекторні впливи. Якщо температура крові, що проходить по проміжному мозку, підвищена, то центр теплорегуляції збуджується, і в діяльності організму настають зміни, які сприяють зниженню температури. При зниженні температури крові центр теплорегуляції реагує підсиленням інтенсивності процесів, які зумовлюють підвищення температури. Під дією різних змін температури на шкіру в її рецепторах виникають збудження, які надходять у центр теплорегуляції. Звідти імпульси йдуть по відцентрових нервах до органів, зв'язаних з теплоутворенням (м'язи, печінка тощо) і тепловіддачею, і викликають зміну їх діяльності. Імпульси з центра теплорегуляції до органів теплоутворення і тепловіддачі передаються по симпатичних нервах. Центр теплорегуляції підгорбикової ділянки головного мозку перебуває під контролем кори великих півкуль.

Температура тіла людини. Нормальна температура тіла людини 36,5—36,9°. Відхилення температури тіла дитини (як і дорослої людини) від норми протягом доби буває в межах 0,5°. Найнижча температура тіла буває о 3—4-й годині ночі; потім вона поступово підвищується, досягаючи найвищої точки о 16-й год. після чого знову починає спадати.

При посиленій м'язовій роботі температура тіла може різко підвищитись (до 38—39°). Після припинення роботи вона швидко спадає і доходить до норми.

Теплорегуляція порушується при захворюванні, під час роботи в гарячих цехах або при тривалому перебуванні на морозі тощо. При цьому порушується сталість температури (вона або підвищується, або знижується). Підвищення температури понад норму називається гарячкою. Підвищення температури в людини понад 42—43° спричиняє смерть. Смерть настає і при значному зниженні температури.

При зниженні температури тіла різко сповільнюються всі життєві процеси в ньому. Це явище становить великий інтерес для медицини, особливо для клінічної практики. Завдяки штучному охолодженню організму — гіпотермії лікарям вдалося вивести багатьох людей з стану клінічної смерті. Холод полегшує роботу хірурга, коли треба на деякий час спинити серце людини, і в багатьох інших випадках.

У дітей теплорегуляція має свої особливості порівняно з дорослими. Тонкий епідерміс шкіри і недосконала регуляція просвіту кровоносних судин у дітей сприяють швидшому охолодженню їх організму. Швидкому охолодженню організму дітей сприяє також відносно більша поверхня шкіри у них порівняно з дорослими. Чим менша за віком дитина, тим більша поверхня шкіри припадає у неї на 1 кг ваги тіла. У зв'язку з цим і теплоутворення в дітей (на одиницю ваги тіла) відносно більше, ніж у дорослих, тобто обмін речовин у дітей відбувається інтенсивніше, ніж у дорослих.

У дітей менш досконала і теплорегуляція. Тому на холоді дітям треба одягатися тепліше, ніж дорослим, але не надмірно, щоб вони могли вільно рухатись, не потіти під час рухів.

Крім описаних вище основних функцій, шкіра є місцем утворення деяких ферментів, імунних тіл і специфічних начал росту — вітастеринів. Через шкіру відбуваються впливи на весь організм гуморальне, і рефлекторно. Через кору головного мозку подразнення шкіри впливає на рівновагу вегетативної нервової системи, на морфологічні особливості крові, її фізико-хімічний склад, на функції внутрішніх органів і т. д.

§4. Гігієна шкіри дитини

Шкіра дитини значно гірше захищає організм від коливань температури навколишнього повітря, впливу сонячних променів, різних травм і механічних пошкоджень, а також від впливу різних бактерій, ніж шкіра дорослої людини. Тому дуже важливо для нормального стану шкіри дитини і її функцій є додержання її чистоти, щоденний догляд за нею та запобігання можливим її

пошкодженням.

На поверхні шкіри скупчуються рештки поту, шкірного сала, відмерлі клітини епідермісу, бактерії, пил. Всі ці нашарування забруднюють шкіру, закупорюють отвори сальних і потових залоз. Шкірне сало і органічні рештки поту, розкладаючись, створюють неприємний запах. На забрудненій шкірі створюються сприятливі умови для розвитку хвороботворних бактерій, наслідком чого є різні хвороби шкіри, екземи тощо. Бактерії, а також яйця глистів, що містяться на поверхні шкіри, легко можуть потрапити, особливо з шкіри рук, у рот і викликати тяжкі захворювання (дизентерію, скарлатину, черевний тиф, глистяні зараження і т. д.). Особливо багато хвороботворних бактерій скупчується у складках шкіри. Ось чому так важливо дбати про чистоту шкіри як відкритих її частин, так і прикритих натільною білизною. Щотижня міняти постільну білизну.

Необхідно навчити дітей правильно вмиватися. Під час ранкового вмивання спочатку треба мити руки, вимиваючи не тільки кисті рук, але й передпліччя. Потім мити обличчя, шию, вуха. Вмиватися треба з милом, бо однією водою не можна повністю видалити бруд із шкіри. Мило розчиняє жирні кислоти, які скупчуються на поверхні шкіри внаслідок діяльності сальних і потових залоз. Мило також пом'якшує епідерміс і полегшує процес видалення його відмерлих тканин. Умиватися треба водою звичайної кімнатної температури. Перед сном треба умиватися і мити ноги теплуватою водою з милом. Руки треба мити завжди перед їдою, після роботи, зокрема, повернувшись додому з школи, а також після відвідування вбиральні.

Не рідше одного разу на тиждень діти повинні відвідувати лазню або обмивати все тіло під гарячим душем. Лише гарячою водою з милом і мочалкою або губкою можна повністю очистити шкіру від бруду, пилу, часток злущуваного епідермісу, зайвин шкірного сала і продуктів розпаду, що виділяються з потом, а також очистити вивідні протоки шкірних залоз. На чистій шкірі мікроби гинуть далеко швидше, ніж на брудній. Миття тіла гарячою водою з милом поліпшує кровообіг у шкірі. При цьому підсилюється

робота серця і органів дихання, підвищується обмін речовин. Але користуватись гарячою водою для миття тіла більш як два рази на тиждень недоцільно, бо це приводить до надмірного знежирювання шкіри і призводить до її сухості.

За волоссям і нігтями також необхідно старанно доглядати. У волоссі скупчується багато пилу. Змішуючись з потом і шкірним салом, волосся є сприятливим ґрунтом для розвитку хвороботворних бактерій. У брудному волоссі легше заводяться паразити (воші). Тому волосся і шкіру на голові необхідно старанно мити гарячою водою з милом не рідше одного разу на тиждень. Дівчаткам, які мають довге волосся, влітку треба мити голову двічі на тиждень. Для миття волосся найкраще користуватися так званою «м'якою» водою (дошовою або річковою), у якій мало вапняних та магnezієвих солей. У м'якій воді краще миється мило і легше видаляється бруд із шкіри та волосся.

Волосся на голові краще стригти коротко, наголо (у хлопчиків). Тоді в ньому менше скупчується пилу і його легше мити. Коли є зачіска у хлопчиків або коси у дівчаток, треба щодня їх прочісувати густим гребінцем і акуратно зачісувати.

Нігті на руках і ногах треба коротко зрізувати і старанно мити, щоб не збирався під ними бруд. Треба боротися з шкідливою звичкою дітей гризти нігті, бо це часто буває причиною зараження глистами та інфекційними хворобами.

Шкіру треба оберігати від обмороження та опіків. Шкіра найчастіше обморожується на носі, вухах, пальцях рук і ніг. При обмороженні першого ступеня шкіра блідне, виникає сильний біль; при обмороженні другого ступеня шкіра припухає, утворюються темно-червоні плями і втрачається чутливість; при обмороженні третього ступеня починається змертвіння обмороженого органу.

Щоб запобігти обмороженню, не слід гріти руки біля грубок, мити їх дуже теплою або холодною водою. У великі морози діти повинні одягати шапки з навушниками, а на руки теплі рукавиці. В дуже сильні морози

рекомендується перед виходом з приміщення змащувати відкриті частини обличчя тонким шаром гусячого жиру або вазеліну. Корисно випити теплого чаю, молока або кофе.

При виявленні ознак обмороження, треба негайно звернутись до лікаря. Але перед цим корисно самому обережно потерти обморожену ділянку шкіри пухким, м'яким снігом. Відновивши в такий спосіб кровообіг, треба м'якою тканиною витерти обморожену частину обличчя і обгорнути теплою тканиною чи хутром.

При обмороженні ступні треба негайно зняти (в захищеному від вітру приміщенні) взуття, панчохи і розтерти підошву снігом або холодною водою чи ваткою, змоченою спиртом і якнайшвидше звернутись до лікаря.

При обмороженнях другого і третього ступенів розтирання не слід робити, а треба негайно звернутись до лікаря.

Слід пам'ятати, що обмороження найчастіше буває при порівняно невеликому морозі, але при сильному вітрі. Через це в морозну, вітряну погоду треба бути дуже обережним, особливо дітям, своєчасно вживати запобіжних заходів проти обморожень.

При будь-якому ступені обмороження корисна гаряча їжа, чай.

Опіки. Обпектись можна полум'ям, кип'ятком, гарячим металом, промінням сонця, лугом, кислотою тощо. Опік першого ступеня супроводиться почервонінням, невеликим припуханням шкіри і болями. При опіках другого ступеня утворюються пухирі, при опіках третього ступеня — змертвіння органу.

При опіках першого ступеня уражене місце треба присипати содою, тальком, пудрою; можна класти примочки з розчину соди або з 5-процентного розчину марганцевокислого калію. Корисно змазати шкіру вазеліном, маслом, кольдкремом. При опіках другого і третього ступеня треба накласти пов'язку із стерильного бинта і звернутися до лікаря.

§ 5. Загартовування дитячого організму

Під загартовуванням слід розуміти систему заходів, які підсилюють здатність організму приходити в рівновагу з мінливими умовами середовища, підвищують стійкість організму проти холоду, дії жару та проти так званих простудних захворювань. Загартовування — складний рефлекторний і умовнорефлекторний процес. Під впливом загартовування відбуваються функціональні зміни всього організму. Удосконалюються безумовні рефлекси, виробляються нові корові тимчасові зв'язки — все це сприяє тоншому і точному зрівноважуванню організму дитини з умовами зовнішнього середовища.

У здійсненні зв'язків організму з середовищем велику роль відіграє шкіра з її численними нервовими закінченнями, які сприймають вплив зовнішніх подразників. Систематичний вплив факторів зовнішнього середовища (повітря, води, сонця) на шкірні рецептори сприяє вправленню центрів терморегуляції. Отже, суть загартовування полягає в тренуванні організму, його терморегуляторних механізмів систематичним подразненням.

Для загартовування використовуються природні фактори — свіже повітря, сонце, вода. Велике значення мають заняття фізичною працею, а також ігри, гімнастика і спорт на свіжому повітрі. Проте слід пам'ятати, що в загартовуванні дуже велике значення має додержання певних умов. Насамперед загартовувати організм треба постійно, починаючи з раннього дитинства і до глибокої старості. Не менш важлива поступовість, починаючи з вищої температури, поступово знижувати її. Також поступово повинна наростати і тривалість процедур. Але перш ніж почати загартовування, треба порадитись з лікарем щодо процедур загартовування і методики їх проведення, бо не кожную процедуру можна рекомендувати тій чи іншій людині, а тим більше дитині.

При правильному і систематичному використанні таких могутніх факторів природи, як свіже повітря, сонце і вода, в поєднанні з фізичною працею і спортом, в організмі людини відбуваються такі зміни.

Поліпшуються стан і функція кори великих півкуль. Стійкішими стають

моральні і вольові якості. Врівноважуються збудливе-гальмівні процеси. Школяр стає більш урівноваженим, спокійним, уважним і працездатним.

Підвищується трофічна функція нервової системи. Підвищується обмін речовин. Поглиблюється дихання. Об'єм дихального повітря зростає на 25—30%, що сприятливо впливає на окислювальні процеси. Поліпшується кровообіг, збільшується ударний об'єм крові. Поліпшується склад крові. В крові збільшується кількість еритроцитів, поновлюється їх склад за рахунок утворення молодих клітин і відмирання старих, підвищується процент гемоглобіну. Зникає (якщо воно було) недокрів'я мозку.

Виробляється «неспецифічний імунітет», тобто несприйнятливість організму до простудних, інфекційних захворювань і хвороб обміну речовин.

Виробляється вітамін D — кальциферол, під впливом якого підвищується мінеральний обмін в організмі дитини (обмін кальцію і фосфору). Підвищення мінерального обміну викликає швидшу реакцію нервової системи, підвищення тону м'язів тощо. Підсилюється ріст кісток, зникають явища рахіту. Все це сприяє повноцінному розвитку організму і формуванню нормальної постави школяра.

Загартовування дітей повітрям проводиться старанним провітрюванням і деяким зниженням температури повітря (на 1—3°) приміщень, де перебувають діти; перебуванням в приміщеннях з постійним надходженням свіжого повітря через фрамуги, квартирки, відкриті вікна; полегшенням одягу для прогулянок, екскурсій; проведенням ранкової гігієнічної гімнастики, ігор на відкритому повітрі; прийманням повітряних ванн.

Повітряні ванни ділять на теплуваті — при температурі повітря вище +19°, прохолодні — від +18 до +11° і холодні — при температурі повітря + 10° і нижче.

Приймання повітряних ванн діти повинні починати з теплуватих і дуже поступово переходити до прохолодних, а потім до хол одних. Загартовування дитини повітрям у всіх випадках потребує індивідуального підходу. Необхідно поступово знижувати температуру повітря, полегшувати одяг, збільшувати

тривалість впливу (починаючи з 10—15 хв.) і т. д. Влітку школярі приймають повітряні ванни під час ранкової гімнастики і перед купанням. Дітям молодшого шкільного віку влітку рекомендується протягом цілого дня ходити в напівоголеному стані (в трусах). Рекомендується враховувати і дуже цінний вплив сну дітей на повітрі. Сон школярів як у літній, так і в зимовий період на відкритому повітрі є одним з цінних засобів профілактики захворювань на туберкульоз.

Загартовування дітей сонцем слід застосовувати лише з дозволу лікаря. Сонячні ванни треба суворо дозувати і проводити з врахуванням індивідуальних особливостей школяра, стану його здоров'я і обов'язково в добре організованих умовах (наявність піднавісів, кип'яченої води, тапчанів або підстилок, аптечки та ін.). Сонячна радіація робить різноманітний вплив на організм людини. Найбільш біологічно активним є ультрафіолетове проміння, яке робить бактерицидний, антирахітичний і загарний вплив.

Від сонячного проміння на шкірі дитини гине багато хвороботворних мікробів.

Антирахітичний вплив сонячної радіації полягає в тому, що під впливом ультрафіолетових променів ергостерин — провітамін, який міститься в підшкірній жировій клітковині, перетворюється в активно діючий вітамін Δ . Збільшення в організмі вмісту вітаміну Δ підвищує функцію нервової системи, при цьому врівноважуються збудливо-гальмівні процеси в корі великих півкуль. Зникають явища рахіту, зміцнюється кісткова система, підвищується тонус, сила і розвиток скелетних м'язів.

Під дією ультрафіолетових променів на шкіру виникає загар. Це зумовлено тим, що в клітинах глибокого шару епідермісу шкіри відкладається пігмент меланін. Пігментація шкіри (загар) захищає розміщені глибше тканини організму від шкідливого впливу сонця. Пігментація шкіри є показником доброго функціонування захисних систем організму проти шкідливих впливів. При цьому важливо пам'ятати, що при загартовуванні сонцем не слід добиватися сильного загару, особливо в дітей з дуже ніжною, мало

пігментованою шкірою. Шкіра таких дітей важко піддається загару, бувають опіки, що дуже шкідливо для здоров'я.

Найкращий час дня для опромінення сонцем дітей — 9—11 год. ранку для середньої смуги Радянського Союзу і 8—10 год. ранку для південних районів. В ці години повітря менш нагріте і чистіше, а промені сонця не такі палючі, як вдень, більше ультрафіолетових променів. При заході сонця ультрафіолетових променів майже немає. Тривалість перших сонячних ванн 4—5 хв. Тривалість кожної наступної ванни збільшується на 2—3 хв., і так поступово доводять їх до 25—30 хв. Сонячні ванни слід приймати не менш як за 1,5—2 год. до їди і через такий же проміжок часу після їди (але не натщесерце). Після перебування на сонці необхідно перейти на 5—10 хв. в тінь, а потім викупатись або прийняти душ.

Недодержання правил поступовості при прийманні сонячних ванн може спричинити опіки шкіри, які супроводяться підвищенням температури, головним болем, безсонням і загальним неприємним самопочуттям. Негативний вплив довготривалих сонячних ванн проявляється і в надмірній дратливості, збудженні, втраті апетиту. Шкідливі наслідки довготривалих сонячних ванн можуть проявитись і значно пізніше (восени або взимку) у швидкому стомлюванні і підвищеній нервовості дітей.

Сонячний опік, що стається внаслідок впливу ультрафіолетових променів, проявляється не відразу, а через кілька годин після їх дії. Сонячний опік викликає ряд хворобливих явищ у шкірі (зуд, почервоніння і припухання шкіри, пухирі); при цьому pojawiaються головний біль, загальне нездужання, порушується сон, підвищується температура тіла.

Під час приймання сонячних ванн на голову треба одягати білу панамку. При перебуванні на сонці з відкритою головою може статись сонячний удар.

Сонячний удар — результат прямого впливу на головний мозок переважно інфрачервоних променів, які при відкритій голові проходять крізь кістки черепа. Початкова стадія сонячного удару супроводжується сильним головним болем, різким почервонінням, запамороченням. В тяжких випадках —

утруднене дихання, блювота, втрата свідомості, судороги, і може настати смерть.

Тепловий удар буває внаслідок загального перегріву організму і нерідко співпадає з сонячним ударом.

Воду, як фактор загартовування, застосовують у вигляді обтирання, обливання (душ), купання та миття ніг. Обтирання роблять рушником або клаптем не дуже м'якої тканини, змоченої у воді. Температура води для перших обтирань повинна бути близько 32° , а потім кожні два-три дні знижують її до кімнатної температури, але не нижче $12\text{—}13^{\circ}$. Після обтирання мокре тіло зразу розтирають сухим рушником до почервоніння. Щоб не сталось переохолодження тіла під час водних процедур, температура повітря в приміщенні повинна бути не нижче 15° .

Обливання викликає сильніші фізіологічні зрушення в організмі, тому при обливанні температуру води треба знижувати обережніше. Спочатку температура води при обливанні повинна бути близько 34° , через кожні три дні її знижують на один градус; пізніше, коли температура води дійде до 25° , зниження її слід робити повільніше — на градус через кожні 4—5 днів, довівши її до $18\text{—}20^{\circ}$.

Якщо обливання проводять після обтирань, коли в школярів виробилась стійкість до холодного подразника, то початкову температуру води можна знизити на $2\text{—}3^{\circ}$, починаючи обливання водою з температурою $28\text{—}27^{\circ}$.

Просте обливання проводиться з глечика, графина тощо. Душ діє сильніше, ніж просте обливання, бо при цьому приєднується ще й механічний вплив струмин води. Температура води повинна бути такою самою, як і при простому обливанні. Душ учні приймають 40—60с, підставляючи спину, боки, груди (голову під душ підставляти не слід).

З місцевих водних процедур можна рекомендувати ножні ванни, полоскання горла (температура води така сама, як і при обливанні).

Дуже ефективним загартовуючим засобом є купання. Школярам можна починати купатись при температурі води не нижче 20° , а повітря не нижче 22°

(в затінку). Тривалість перших купань 4—5 хв., потім поступово збільшувати до 10 хв. молодшим і до 15 хв. старшим школярам.

Велике значення для збереження сталої температури тіла має одяг. Взимку він оберігає тіло від охолодження, а влітку — від дії сонячних променів. Зимовий одяг дітей повинен мати малу теплопровідність, щоб зменшити тепловіддачу. Проте і взимку не слід дуже кутати дітей, бо занадто теплий одяг зніжує організм дитини і робить його нестійким до простудних захворювань. Літній одяг, навпаки, повинен добре проводити тепло. Найкраще зберігає тепло шерстяний одяг, добре його проводить — льняний одяг. Літній одяг найкраще шити з тканини білого кольору, який добре відбиває сонячні промені. Для зимового одягу, навпаки, кращими будуть тканини темних розцвіток, які добре вбирають тепло.

Розміри і покрій дитячого одягу і взуття повинні бути такими, щоб не заважати рухам під час ходьби і роботи та не порушувати кровообіг і дихання.

РОЗДІЛ XI

АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ І ГІГІЄНА ОРГАНІВ ВИДІЛЕННЯ ДИТИНИ

§ 1. Будова і функції нирок

Кінцеві продукти обміну речовин та виведення їх з організму. В результаті обміну речовин в організмі утворюється значна кількість продуктів, які вже непотрібні клітинам і навіть шкідливі для нього, а тому повинні бути видалені з організму. Кінцевими продуктами обміну жирів і вуглеводів є вуглекислий газ і вода. При розпаді білків, крім вуглекислого газу і води, утворюється сечовина, сечова кислота, креатинін, фосфорна і сірчаноокислі солі та інші сполуки. Кінцеві продукти обміну надходять у кров і виносяться нею до органів виділення (нирок, легень, потових і слинних залоз та ін.), через які виділяються назовні.

Вуглекислий газ виділяється з організму через легені. Кінцеві продукти білкового обміну, до складу яких входить азот, виводяться з організму переважно з сечею, а також потовими залозами. Мінеральні речовини та вода виділяються з сечею, потом, через залози травного тракту та товстої кишки.

Основними органами виділення є нирки. При захворюванні нирок ніякі інші органи не можуть повністю замінити їх функцію. Нирки не тільки видаляють з організму непотрібні та шкідливі продукти дисиміляції, але й регулюють водний та сольовий обмін, забезпечуючи сталість осмотичного тиску та іонного складу внутрішнього середовища. При видаленні обох нирок через кілька днів настає смерть організму.

Будова нирок. Нирки — це парні органи, які містяться в черевній порожнині по обох боках хребта, приблизно на рівні від 11-го грудного до 3-го поперекового хребців. Форма нирки бобовидна. В нирці розрізняють передню і задню поверхні, внутрішній (вгнутий) і зовнішній (опуклий) краї та верхній і нижній полюси (кінці). На верхньому полюсі містяться надниркові залози. Внутрішній край нирки, звернений до серединної лінії тіла, є місцем входження кровоносних і лімфатичних судин, нервів, сечовода і називається воротами нирки.

Кожна нирка міститься в капсулі з щільної сполучної тканини. Зовні вона оточена ще жировою капсулою (з жирової тканини). Вся нирка, разом

з жировою капсулою, оточена фасцією нирки. Права нирка здебільшого міститься нижче від лівої, що зв'язано з розміщенням печінки.

На поздовжньому розрізі нирки видно невелику порожнину — ниркову миску, оточену двома шарами ниркової речовини. Зовнішній шар називається коровим, а внутрішній — мозковим.

У мозковому шарі помітно окремі ділянки, що мають форму пірамід, які своєю основою звернені до корового шару, а верхівками — до ниркової миски.

Ниркова тканина складається з дуже великої кількості складних мікроскопічних утворень — нефронів.

Починається нефрон у коровому шарі нирковим тільцем, яке складається

з капсули Шумлянського (вперше описана російським ученим О. Л. Шумлянським) і клубочка капілярів (мальпігіїв клубочок). Капсула Шумлянського — це мікроскопічної величини чашечка, стінки якої складаються з двох шарів епітеліальних клітин (кольор. табл. VIII). Між цими шарами лежить щілиновидний простір, від якого починається сечовий каналець, що має стінку з одного шару циліндричного епітелію. На початку сечовий каналець скручується і потім переходить у мозковий шар. Ця частина каналця називається звивистим каналцем першого порядку. У мозковому шарі каналець випрямляється і, утворюючи в ньому петлю Генле, повертається в коровий шар, в якому каналець знову скручується, утворюючи звивистий каналець другого порядку, який впадає в збірну трубку.

У кожен збірну трубку впадає багато каналців. Збірні трубки проходять через мозковий шар і на верхівці пірамідки відкриваються в ниркову миску.

Нирка дуже багата на кровоносні судини. Безпосередньо від аорти відходить ниркова артерія, яка всередині нирки розгалужується на багато дрібних артерій. В кожен капсулу входить артерія, так звана приносна судина, яка в порожнині капсули розпадається на капіляри, утворюючи мальпігіїв клубочок. Капіляри клубочка зливаються в артерію, яка називається виносною судиною. Вийшовши з капсули, виносна судина знову розпадається на сітку капілярів, які густо обплітають сечовий каналець. Таким чином, кров у нирці проходить через подвійну сітку капілярів, з яких одна утворює мальпігіїв клубочок, а друга обплітає сечовий каналець і дає початок венозній системі. Приносна судина ширша, ніж виносна. Завдяки цьому (а також внаслідок близькості нирок до аорти) кров проходить через капіляри клубочків під великим тиском (60—70 мм). Це має велике значення для процесу сечоутворення.

В обох нирках 2—4 млн. нефронів, сумарна довжина каналців яких досягає 100—150 км.

У дітей нирки відносно більші, ніж у дорослих. У новонародженої дитини вага нирки становить $\frac{1}{100}$ ваги тіла, а у дорослої людини — $\frac{1}{200}$ —

Нирка новонародженої дитини важить 11—12 г, у однорічної дитини — 36 г, в 12-річної — 100 г, а у дорослої людини — 150 г. У новонародженої дитини нирки мають часточкову будову (яка зникає до 2 років), сечові канальці слабо розвинені, коровий шар мало виявлений. До трирічного віку нирки сильно ростуть, з 3 до 5 років формується корова речовина, в 9—10-річних дітей за своєю будовою корова речовина нирки не відрізняється від нирки дорослої людини. Мозкова речовина нирки росте нерівномірно, повільніше за корову речовину. Найінтенсивніше росте мозкова речовина до 3 років, в 5—6 років та в 9—12 років. До 12 років нирки остаточно сформовуються.

Механізм сечоутворення. Процес утворення сечі відбувається в дві фази. Перша фаза — фільтраційна; полягає вона в тому, що в мальпігієвому клубочку під впливом високого тиску крові рідка її частина фільтрується крізь стінки капілярів і збирається в порожнині між стінками капсули Шумлянського. Тут утворюється первинна сеча, яка за своїм складом схожа на плазму крові: всі речовини містяться в ній в такій самій концентрації, як і в крові, нема тільки білків, жирів і формених елементів. Друга фаза — всмоктувальна. Проходячи по ниркових каналцях, більша частина профільтрованої рідини — первинної сечі — повертається знову в кров. Відбувається це внаслідок життєдіяльності клітин стінок каналців, які всмоктують воду і деякі розчинені в ній речовини. Одні речовини (глюкоза) всмоктуються повністю, другі частково, а треті, наприклад сечовина, креатинін, сульфати, зовсім не всмоктуються. Завдяки такому вибіркового всмоктуванню в кінцевій сечі, яка збирається в нирковій мисці, залишаються лише ті сполуки, які організм не може використати, а потрібні речовини повертаються в кров. Всмоктана вода разом з розчиненими в ній речовинами передається у венозну частину капілярів, які обплітають ниркові канальці.

Крім зворотного всмоктування, в ниркових каналцях відбувається і виділення деяких речовин, або секреція. Зокрема, клітини епітелію каналців виділяють у сечу сірчаноокислі солі і деякі фарби, що попадають в організм.

Кінцева сеча за своїм складом різко відрізняється від первинної сечі. В

ній немає цукру, амінокислот, менша концентрація кухонної солі тощо, а концентрація сечовини більша майже в 70 раз. Концентрація сечовини у плазмі крові 0,03%, а в кінцевій сечі —2%.

Регуляція роботи нирок. Робота нирок регулюється нервовою системою, а також гуморальне. Нирки іннервуються волокнами симпатичної нервової системи і блукаючим нервом. По цих волокнах з 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. При больових подразненнях сечовиділення різко зменшується. Акад. К. М. Биков довів, що на діяльність нирок впливає кора великих півкуль.

Сечоутворення може збільшуватись або зменшуватись під впливом різних речовин, які надходять у кров. Так, під впливом гормону задньої частки гіпофіза — вазопресину — виділення сечі різко зменшується. Збільшення виділення сечі (до 20 л за добу) спостерігається при недостатньому надходженні в кров антидіуретичного гормону, що виділяється задньою часткою гіпофіза. Під впливом гормону щитовидної залози — тироксину — сечоутворення підсилюється, а під впливом гормону надниркових залоз — адреналіну — зменшується. Виділення всіх цих гормонів у свою чергу регулюються центральною нервовою системою.

В медицині при деяких захворюваннях застосовують сечогінні засоби: сечовину, кофеїн та інші речовини, під впливом яких підсилюється сечоутворення.

§ 2. Сеча, її склад та виведення з організму

Кількість сечі. За добу 5—6-річна дитина виділяє близько 1 л сечі, 12—13-річна дитина — 1,9 л, дорослі чоловіки — 1—1,5 л, а жінки — 0,9— 1,2 л. Ці цифри свідчать про інтенсивність обміну речовин. При захворюванні на цукровий діабет за добу може виділятися до 20 л сечі.

Склад сечі. В середньому за добу в дорослої людини з сечею виділяється 25г неорганічних речовин, з них кухонної солі до 15 г і 35 г органічних (з них

до 30 г сечовини).

Сеча здорової людини — прозора рідина світло-жовтого кольору. Забарвлення сечі залежить від наявності пігментів — уробіліну та урохром. Склад сечі дітей відрізняється від складу сечі дорослих і відбиває особливості їх обміну речовин. У сечі дітей молодшого шкільного віку значно більше креатину, ніж креатиніну. В сечі 11—12-річних дітей менше креатину, ніж креатиніну.

В 14—15 років, після статевого дозрівання, вміст креатину в сечі незначний, а в деяких дітей його немає. В 17—18-річному віці виділення креатину з сечею припиняється, а вміст креатиніну в сечі в 1,5 раза більший, ніж у 7—8-річних дітей.

Креатин в сполучі з фосфатом міститься головним чином в скелетних м'язах. Він є важливою складовою частиною обміну речовин при м'язовій роботі. При розщепленні фосфокреатину, як кінцевий продукт, утворюється креатинін. Тому збільшення з віком креатиніну в сечі дітей відбиває ріст скелетних м'язів і м'язової роботи.

Під час фізичних вправ кількість і склад сечі змінюється. Для дітей і підлітків шкідлива тяжка фізична праця, при якій в складі сечі з'являється білок.

Під час хвороб склад сечі різко змінюється: в ній з'являються білок, цукор, ацетон, жовчні кислоти і кров'яні тільця.

Сечовивідні органи. Сеча з ниркової миски по сечоводах надходить в сечовий міхур. Сечоводи мають вигляд трубочок, які сполучають нирку з сечовим міхуром. Стінки сечоводів складаються з трьох оболонок: внутрішньої слизової, середньої м'язової (гладенькі м'язи) і зовнішньої сполучнотканинної.

Сечовий міхур — це порожнистий орган, місткість якого досягає в дитини 1 року — 200 мл, в 10-річної дитини — 600—900 мл і в дорослої людини — 2000—2800 мл. Розташований сечовий міхур у порожнині таза. Стінка його складається з таких самих шарів, як і стінка сечоводів, тільки значно товщий м'язовий шар. Слизова оболонка утворює численні складки, які

при наповненні міхура розправляються.

Сеча в нирках утворюється безперервно, але по сечоводах надходить у сечовий міхур внаслідок перистальтичних скорочень м'язового шару стінок сечоводів невеликими порціями. Тому сеча проходить по сечоводах навіть і тоді, коли людина лежить у горизонтальному положенні. Через стінку сечового міхура сечоводи проходять в косому напрямку, внаслідок чого біля їх отворів утворюється складка слизової оболонки, яка виконує функцію клапана, що перешкоджає зворотній течії сечі з міхура в сечоводи. Біля виходу з сечового міхура в сечовипускний канал є два сфінктери. Внутрішній (розташований ближче до міхура) сфінктер складається з гладеньких, а зовнішній — з поперечносмугастих м'язів. Обидва вони в звичайних умовах перебувають в стані скорочення і щільно закривають вихід з сечового міхура.

У дітей грудного віку сечовий міхур розташований у тазі трохи вище, ніж у дорослих людей, і щільно прилягає до черевної стінки. Поступове опускання його відбувається до 22 років. Слизова оболонка сечового міхура у дітей добре розвинена, але м'язовий шар розвинений ще слабо. Паралельно з ростом міхура розвивається і його м'язовий шар.

Механізм сечовиведення. Спорожнювання сечового міхура відбувається рефлекторно. Наповнення міхура сечею і розтягування його стінок подразнює численні рецептори його слизової оболонки і стінок. Збудження, що виникає в рецепторах, йде по доцентрових нервах у центр сечовипускання, розміщений у крижовому відділі спинного мозку, переходить там на відцентрові нерви і надходить по них до м'язів міхура і до сфінктерів. Стінка міхура скорочується, а сфінктери в цей час розслаблюються—відбувається сечовипускання. Регулюється скорочення сечового міхура і сфінктерів симпатичними і парасимпатичними нервами.

Центр сечовипускання, розміщений у крижовому відділі спинного мозку, перебуває під контролем кори головного мозку. Тому людина може затримати (загальмувати) рефлекторно викликаний акт сечовипускання або, навпаки, викликати його навіть тоді, коли сечовий міхур недостатньо наповнений і

рефлекторного позиву до сечовипускання немає.

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

Нерідко діти дошкільного і молодшого шкільного віку хворіють на нічне нетримання сечі — енурез. Частіше цей недуг зустрічається у хлопчиків, ніж у дівчаток і здебільшого буває восени і взимку. Причиною енурезу можуть бути різні нервові захворювання, захворювання нирок або хребта, але найчастіше він настає при травмах і виснаженні нервової системи в результаті психічних переживань або якої-небудь хвороби. У всіх випадках енурезу необхідно звернутись до лікаря і лікуватись за його вказівками. Тепер у розпорядженні медицини є досить ефективні засоби боротьби з нічним нетриманням сечі (наприклад, атропін).

Проф. М. І. Красногорський розробив спеціальний дієтичний метод лікування енурезу в дітей, який у багатьох випадках виявляється досить ефективним. До третьої години дня дитині дозволяють пити рідину досхочу, після цього вживання рідини забороняють. О 6-й годині вечора дитині дають вечерю, що містить у собі невелику кількість води; наприклад, несолоне м'ясо, свіжу рибу, яйце, трохи хліба, але не дають овочів, фруктів, каші, солі і солоних страв. Сіль і солоні страви не дають, щоб не затримувати введену в організм воду. Перед самим сном дитині дають солону їжу: бутерброд з шинкою, оселедцем або 5 г солі. Ліжко хворої дитини повинно стояти так, щоб частина його, де лежать ноги дитини, була трохи вища. Рекомендується також регулярно, в один і той самий час (не частіше ніж 2 рази за ніч) будити дитину для випускання сечі. Перед сном корисно зігрівати ноги дитини (теплі ножні

ванни, грілки до ніг) і тепло вкривати нижню половину тіла дитини.

Енурез виліковується, але для цього потрібно багато уваги і терпіння. Ні в якому разі не можна докоряти дитину або застосовувати покарання за нічне нетримання сечі, бо цим її тільки залякують і пригнічують, дитина стає більш нервовою, сором'язливою, малотовариською, дратливою і важче виліковується. Треба всіляко підтримувати в дитини впевненість, що при дотриманні певних правил можна позбутись цього недугу.

РОЗДІЛ XII

АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ І ГІГІЄНА ЗАЛОЗ ВНУТРІШНЬОЇ СЕКРЕЦІЇ

§ 1. Значення залоз внутрішньої секреції та методи їх дослідження

До залоз внутрішньої секреції (або ендокринних) належать залози, які не мають вивідних проток,— щитовидна, паращитовидні, зобна (або вилочкова), надниркові залози, гіпофіз, епіфіз, підшлункова та статеві залози; речовини, які вони виробляють (гормони), надходять безпосередньо в кров.

Залози внутрішньої секреції складають систему органів, які роблять надзвичайний вплив як на фізичний, так і на психічний розвиток дитини і підлітка. Найменші порушення функції (виділення гормонів) цих залоз проявляються в різких порушеннях нормального розвитку дитини, що спричиняється до виродливості.

Від діяльності залоз внутрішньої секреції в значній мірі залежить ріст, вага тіла, сила м'язів, ожиріння або схуднення, обмін білків, жирів, вуглеводів і мінеральний обмін; виділювані ними гормони впливають на розвиток вторинних статевих ознак і на такі реакції організму, як, наприклад, запалення.

Гормони залоз внутрішньої секреції мають дуже велику фізіологічну активність: вони можуть діяти в надзвичайно малих концентраціях. Так, адреналін (гормон надниркових залоз) в розведенні 1 : 30 млн може помітно впливати на діяльність серця, прискорюючи і підсилюючи його скорочення, на

артеріальні судини (викликаючи їх звуження) та інші органи. Хімічний склад деяких гормонів добре вивчений і їх тепер добувають синтетичним способом у лабораторіях.

Вивчення залоз внутрішньої секреції має велике практичне значення для медицини. Знання функцій цих залоз дає можливість лікарям лікувати захворювання, які раніше здавались загадовими, а насправді є результатом порушення нормальної діяльності тієї або іншої залози внутрішньої секреції.

Функції окремих залоз внутрішньої секреції і значення гормонів, які вони виробляють, вивчають різними методами, з яких найважливіші такі: видалення в тварини тієї чи іншої ендокринної залози; годівля тварини препаратом, добутим із залози, а також введення його в кров або під шкіру тварини; пересаджування залози від однієї тварини того самого виду до іншої; дослідження властивостей крові, що надходить до залози і виходить від неї; спостереження над захворюваннями людини, які виникають при недостатній або, навпаки, надмірній функції тієї чи іншої залози.

Найкращі наслідки дає поєднання кількох методів. Так, при видаленні у тварини підшлункової залози збільшується вміст цукру в її крові; при введенні препарату цієї залози в кров або під шкіру, а також при пересаджуванні залози, взятої від іншої тварини, кількість цукру в крові падає до норми або навіть буває нижче норми. Наслідки всіх цих дослідів свідчать про те, що гормон підшлункової залози впливає на обмін цукру в організмі.

Дослідженням властивостей крові, що проходить через надниркові залози, встановлено, що кров, яка відпливає від залози, має інший вплив на різні органи, ніж кров, яка припливає до залози. Спостереженнями над хворими в клініці було встановлено зв'язок між різними захворюваннями та ураженнями тієї чи іншої залози.

Ендокринні залози мають густу сітку кровоносних судин, велику кількість нервових волокон. Вся їх діяльність регулюється нервовою системою.

При порушеннях діяльності ендокринних залоз виникають різні захворювання. Ці порушення бувають двоякого роду: а) посилення діяльності

залози — гіперфункція, коли утворюється і виділяється в кров надмірна кількість гормону; б) послаблення діяльності залози — гіпофункція, коли утворюється і виділяється в кров мало гормону.

§ 2. Щитовидна залоза

Щитовидна залоза розташована на передній поверхні шиї під шкірою і тонким шаром м'язів, трохи нижче гортані. Складається вона з двох бічних часток, з'єднаних між собою перешийком, і пірамідної частки, яка відходить від перешийка вгору в напрямку до під'язикової кістки.

У новонародженої дитини щитовидна залоза важить в середньому 1 г, під кінець першого року життя — 1—2 г, в 2 роки — 3 г, з 5 до 7 років її вага швидко збільшується з 6 до 10 з. У період статевого дозрівання вага залози продовжує збільшуватись і в дорослих чоловіків вона важить до 25 г, а в жінок — до 30 г.

Щитовидна залоза складається з міхурців, або фолікулів, стінки яких утворені епітеліальними клітинами, а порожнини заповнені особливою речовиною — колоїдом. Фолікули оточені сполучнотканинними оболонками, в яких проходять численні кровоносні і лімфатичні судини.

Щитовидна залоза дітей має дуже ніжну сполучнотканинну оболонку, багато кровоносних судин і малі за розміром фолікули. Функціональна активність щитовидної залози змінюється в певні періоди життя. Вона особливо активно функціонує в 5—7 років, в 13—15 років, а також у дорослої людини. Під старість залоза поступово атрофується, і її функція зменшується. Якщо в ранньому віці порушується діяльність щитовидної залози, то затримується або й зовсім припиняється ріст, прорізування зубів, розвиток внутрішніх органів і головного мозку.

Щитовидна залоза виділяє два гормони: тироксин і тиреоїдин, до складу яких входить йод. Під впливом цих гормонів збуджується центральна нервова система, прискорюється скорочення серця, підсилюється обмін речовин. Збільшене надходження в кров гормонів щитовидної залози потрібне людині

при фізичній праці, підніманні на гору або перебуванні на морозі. Зміна діяльності щитовидної залози (збільшене або зменшене виділення нею гормонів) допомагає людині пристосовуватись до нових кліматичних умов, до зміни трудової обстановки.

При надмірному виділенні гормонів (гіперфункції) людина захворює на базедову хворобу, а при недостатчі гормонів (гіпофункції) — на мікседему та кретинізм.

Базедова хвороба. Основними ознаками цієї хвороби є збільшення щитовидної залози і з'явлення на шиї зоба, витрішкуватість, прискорене серцебиття, підвищена збудливість нервової системи, різка емоціональність. Людина стає дуже дратливою, лякливою, неспокійною. Підсилюється обмін речовин, причому особливо активізуються окислювальні процеси, в результаті чого людина худне. Людина швидко стомлюється і дуже пітніє. При різко виражених формах базедової хвороби вдаються до видалення частини щитовидної залози.

Гормони щитовидної залози впливають на організм дорослої людини і на ростучий організм протилежно. У дорослих вони викликають втрату ваги, а в дітей підсилений ріст, збільшення ваги і прискорене формування організму.

Мікседема. Мікседема, або слизовий набряк, розвивається при зниженні функції щитовидної залози, тобто при недостатньому виділенні в кров гормонів. У хворих на мікседему тіло стає одутлим і набряклим, шкіра стає сухою і грубою, волосся випадає, обмін речовин різко падає. Збудливість нервової системи зменшується, психічна діяльність порушується, спостерігається розумова відсталість, працездатність різко падає. Дитина, хвора на мікседему від народження, повільно росте, довго (іноді до чотирьох років) не ходить, має товсті набряклі кінцівки і обличчя, в напіввідкритому роті видно товстий язик, шкіра воскоподібна і бліда, волосся сухе, ламається. У психічному відношенні — це дитина — ідіот: нікого не пізнає, не просить їсти, не рухається, до всього байдужа. Тіло не має пропорцій нормальної дитини, вигляд його виродливий.

Якщо мікседема розвивається пізніше (з 2—3 років), то ознаки захворювання виражені тим менше, чим пізніше з'явилося захворювання.

При слабо вираженій формі мікседеми діти мляві, апатичні, люблять спокій, а не ігри і рухи, лагідні, слухняні, вчаться погано і неохоче. Загальна ознака — недостатній і запізнений статевий розвиток.

Завдяки успіхам науки ендокринології, яка вивчає залози внутрішньої секреції, мікседему тепер успішно лікують препаратами щитовидної залози, які виготовляють в спеціальних лабораторіях.

Кретинізм. У гірських місцевостях зустрічається хвороба — кретинізм, схожа на мікседему. Щитовидна залоза при цьому захворюванні перероджується і, дуже збільшуючись, звисає на шиї у вигляді зоба. Незважаючи на великі розміри залози, її функція, тобто секреція гормонів, дуже знижена. Вигляд хворої дитини такий самий, як і при мікседемі: карликовий зріст, розумова відсталість, непропорційна будова тіла — короткі кінцівки, велика голова, шкіра товста і груба. Вторинні статеві ознаки недорозвинуті.

Для утворення гормонів щитовидної залози потрібний йод. В організм людини йод надходить з питною водою, м'ясом, молоком, овочами, хлібом та іншими продуктами. Всмоктуючись у кишечнику, йод течією крові доноситься до щитовидної залози, де й затримується. Захворювання на кретинізм та деякі інші хвороби, пов'язані з порушенням діяльності щитовидної залози, зустрічаються переважно в гірських районах; це пояснюється нестачею йоду в ґрунті, воді, а отже, і в продуктах харчування. В таких місцевостях, з метою запобігання кретинізму та зобу, населення вживає в їжу кухонну сіль з домішками солей йоду.

§ 3. Паращитовидні, зобна і надниркові залози

Паращитовидні залози розміщені на задній поверхні щитовидної залози у вигляді чотирьох маленьких тілець овальної форми. Загальна вага їх всього 0,1—0,13 г. Зовні вони вкриті сполучнотканинною оболонкою. Довгий час ці залозки вважали складовими частинами щитовидної залози і тому при

видаленні переродженої щитовидної залози нерідко видалялись Паращитовидні. Видалення всіх чотирьох залозок спричиняє смерть при сильних судорогах.

Дослідами на тваринах встановлено, що тільця — це окремі залози, видалення яких веде до різкого підвищення збудливості нервової системи, спричиняє сильні судороги всіх м'язів, у тому числі й дихальних, внаслідок чого настає смерть від задухи. Встановлено також, що після видалення паращитовидних залоз різко зменшується кількість кальцію в крові. Якщо ввести в кров солі кальцію, то судороги припиняються.

Паращитовидні залози виділяють у кров особливий гормон, який називається паратгормоном (або паратиреоїдином). Хімічний склад його ще невідомий. Паратгормон підтримує вміст кальцію в крові на нормальному рівні, регулює відкладання кальцію в кістках і сприяє зв'язуванню кальцію білками та фосфатами.

У дітей паращитовидні залози ростуть повільно. У перші два роки життя вони мало активні, далі активність їх поступово розвивається, а повністю починають функціонувати вони лише в період змужнілості. Під впливом паратгормона в дітей відбувається окостеніння скелета.

Гіперфункція паращитовидних залоз спричиняє надмірне окостеніння, підвищення вмісту кальцію в крові, тимчасове підвищення збудливості великих півкуль головного мозку, а потім гальмування. При гіпофункції паращитовидних залоз у дітей (рідше і в дорослих) спостерігається захворювання — тетанія, при якій з'являються судороги м'язів передпліччя, глотки і дихальних м'язів. Спостерігаються й інші явища: розм'якшення кісток, випадання волосся, руйнування зубів, схуднення, м'язова і розумова млявість. Гіпофункція паращитовидних залоз може з'явитись після інфекційних захворювань (скарлатини, висипного тифу, дифтерії та ін.).

Зобна (вилочкова) залоза міститься в грудній порожнині зразу за грудниною, зверху вона прилягає до трахеї, внизу — до аорти. Функція зобної залози досі ще цілком не з'ясована, гормон її в чистому вигляді не виділено.

Проте встановлено, що вона значно впливає на ріст організму і обмін кальцію, затримуючи солі кальцію в кістковій тканині. Недостатній її розвиток спричиняє сповільнення росту і порушення розвитку кісткової тканини (кістки стають крихкими, викривляються і легко ламаються).

Зобна залоза пригнічує розвиток статевих залоз, які в дітей молодшого віку перебувають у стадії бездіяльності. Після її видалення відбувається сильний ріст статевих залоз. Крім того, вона впливає на обмін речовин у ростучому організмі, зменшує кров'яний тиск, підсилює процес утворення білих кров'яних тілець, впливає, на функцію інших залоз внутрішньої секреції. Найбільше значення має зобна залоза в перші шість років життя. З початком періоду статевого дозрівання вона поступово зменшується і замінюється жировою тканиною. В 40 років вона має таку вагу, як у новонародженої дитини.

Надниркові залози розміщені над нирками, з якими вони зв'язані лише прошарком пухкої сполучної тканини. За своїм походженням, будовою і функціями ці залози є цілком самостійними органами. У новонародженої дитини вага обох надниркових залоз відносно велика — 6—8 г, в 1—2-річній дитини — 5г, 3—5-річній — 5,5 г, 6—10-річній — 7г, 11—15-річній — 8,5 г, 16—20-річній людини — 10 г, у дорослої — 14—15 г.

Кожна надниркова залоза складається з двох шарів: зовнішнього — корового і внутрішнього — мозкового. Обидва шари відрізняються між собою як за походженням, так і за будовою та функціями.

У новонародженої дитини коровий шар більш розвинений, ніж мозковий. З восьми років ріст мозкового шару значно підсилюється, у дорослої людини обидва шари приблизно однакові, а в літніх людей мозковий шар удвічі більший за коровий. У людей похилого віку надниркові залози атрофуються.

Функція надниркових залоз підсилюється з початком статевого дозрівання. Частина статевих гормонів виробляється в коровому шарі надниркових залоз. Тому порушення функції кори надниркових залоз відбивається на статевому розвитку. Гіперфункція кори надниркових залоз супроводжується

передчасним утворенням статевих гормонів, що викликає ранню статеву зрілість. Відомі випадки у 4—6-річних хлопчиків виростання бороди, появи статевого потягу і розвитку статевих органів. Описані також випадки настання менструацій у 2-річних дівчаток. При гіперфункції кори надниркових залоз іноді у дорослих жінок з'являються вторинні чоловічі статеві ознаки, а в чоловіків розростаються грудні залози і атрофуються статеві органи.

Гормони корового шару надниркових залоз — кортикостероїди — регулюють білковий, вуглеводний і водно-сольовий обмін, беруть участь в рості організму, в обміні речовин під час м'язової діяльності, в регуляції вмісту лейкоцитів у крові.

Мозковий шар надниркових залоз виділяє гормон адреналін, хімічний склад якого добре вивчено і тепер його виготовляють у промисловості. Адреналін впливає майже на всі функції організму так само, як і симпатична нервова система. Він збуджує симпатичну нервову систему. В малих дозах адреналін збуджує розумову діяльність, а в великих — гальмує.

Під впливом адреналіну підсилюються і прискорюються скорочення серця, звужуються судини (крім судин серця та мозкових судин), внаслідок чого підвищується кров'яний тиск. Адреналін пригнічує перистальтику кишечника, а діючи на поперечносмугасті м'язи, підвищує їх працездатність. На вуглеводний обмін адреналін діє протилежно до інсуліну — гормона підшлункової залози. Під впливом адреналіну глікоген печінки перетворюється в глюкозу і надходить у кров.

Надходження адреналіну в кров особливо підсилюється при різких емоціях (гніві, страху, хвилюванні тощо). Це свідчить про вплив кори півкуль головного мозку на діяльність надниркових залоз.

При гіпофункції надниркових залоз у дитини виникає загальна слабкість, пригнічений стан, нерухомість, іноді сильний біль в животі, блювання, холонуть кінцівки. У дорослої людини гіпофункція надниркових залоз спричиняє захворювання — аддісонову (бронзову) хворобу. При цьому захворюванні різко падає кров'яний тиск, дуже ослаблюються м'язи, шкіра

набуває бронзового забарвлення, хворий худне, втрачає апетит. Хвороба закінчується смертю. Основною причиною цих розладів є розлади вуглеводного та сольового обміну, а також порушення співвідношення між-кількістю калію і натрію в організмі.

§ 4. Гіпофіз

Гіпофіз, або нижній мозковий придаток,— це невеликий орган, що міститься в заглибині клиновидної кістки, яка називається турецьким сідлом. Анатомічне гіпофіз зв'язаний з основою головного мозку (точніше, з проміжним мозком), але функціонально він є окремим органом — залозою внутрішньої секреції. Він регулює обмін речовин і утворення гормонів у всіх залозах внутрішньої секреції.

Гіпофіз поділяють на три частки: передню, проміжну (або середню) і задню. Передня і проміжна частки складаються з залозистої тканини, а задня — з нервової. Проміжна частка гіпофіза більше розвинена у дітей, а в дорослої людини її майже немає. Більшість гормонів утворюється в передній частці гіпофіза. В задній його частці гормони не утворюються, тут депонуються гормони, які виробляються в клітинах нейроглії гіпоталамічної ділянки («нейросекреція»).

Вага гіпофіза дорослого чоловіка 0,55—0,8 г (з них на передню частку припадає 70—80%, проміжну — 2—10% і задню — 15—20%). Вага гіпофіза жінок трохи більша (в середньому 0,75 г), у вагітних під кінець вагітності доходить до 1,65 г. Вага гіпофіза новонародженої дитини 0,1—0,15 г, добре виражена проміжна частка; в 10 років — 0,3 г, а в період статевого дозрівання досягає ваги гіпофіза дорослої людини.

Гормони, що їх виділяє гіпофіз, надходять частково в кров, а частково в спинномозкову рідину через третій мозковий шлуночок. Порушення діяльності гіпофіза у дітей спричиняє цілий ряд серйозних розладів в організмі, зокрема в рості.

Серед гормонів, що їх виділяє передня частка гіпофіза, особливе зна-

чення має гормон росту. Недостатнє виділення гіпофізом цього гормона (гіпофункція) в ранньому віці призводить до карликового зросту. Ріст дитини при цьому дуже сповільнюється або й зовсім припиняється, обмін речовин послаблюється, вторинні статеві ознаки не розвиваються, розвиток статевих органів припиняється. Гіпофізарний карлик відрізняється від карлика-кретина правильними пропорціями тіла і нормальним розвитком психіки.

При надмірному розростанні передньої частки гіпофіза і посиленій секреції гормону росту (гіперфункції) дитина росте ненормально швидко і виростає гігантом заввишки до 260 см. Ріст відбувається в основному за рахунок нижніх кінцівок, але грудна клітка відстає в своєму розвитку, плечі вузькі, діти кволі. Іноді кисті і ступні ненормально великі; кінцівки холодні, але серце часто збільшене внаслідок розширення шлуночків, пульс прискорений, травлення в шлунку утруднене. Розумова робота, яка вимагає уваги, швидко стомлює хворого, часті головні болі заважають шкільним заняттям.

Якщо розростання передньої частки гіпофіза настає в дорослої людини, то виникає захворювання — акромегалія. У людини непропорційно збільшуються і потовщуються кисті рук, ступні, язик, губи, ніс і нижня щелепа; збільшуються також внутрішні органи, порушується функція статевих органів, спостерігається слабкість м'язів, значне сечовиділення. При швидкому збільшенні пухлини гіпофіза її успішно видаляють хірургічним способом. Акромегалія частіше зустрічається у чоловіків.

Передня частка гіпофіза, крім гормону росту, виділяє ще інші гормони, які впливають на утворення молока, обмін речовини, а також на діяльність інших залоз внутрішньої секреції — щитовидної, паращитовидної, підшлункової, статевих та надниркових. Гіпофункція передньої частки гіпофіза спричиняє припинення розвитку статевих органів. При гіперфункції, навпаки, настає передчасна статева зрілість.

Вироблення і виділення гормонів гіпофіза регулюється корою півкуль головного мозку.

§ 5. Епіфіз

Епіфіз, або верхній мозковий придаток,— це невеличка непарна залоза вагою до 0,2 г. Розташована вона в головному мозку: своїм переднім потовщеним кінцем вона прилягає до третього шлуночка, а задній, вільний кінець її лежить між верхніми горбиками чотиригорбикового тіла. У дітей епіфіз відносно більший, ніж у дорослих.

Функція епіфіза ще недостатньо з'ясована, бо його важко досліджувати. Гадають, що епіфіз виділяє в кров гормон, який гальмує секрецію статевих залоз. При захворюванні епіфіза в дитячому віці, яке спричиняє припинення секреції гормона, настає рання зрілість. У 8—10-річних хлопчиків з'являються всі статеві ознаки дорослих чоловіків.

Епіфіз, разом із зобною залозою, впливає також на ріст.

Найбільш активний епіфіз до 7-річного віку дитини. Після 7 років діяльність його зменшується. Тому в наступні роки, які передують періодові статевого дозрівання, прискорюється процес розвитку статевих залоз. Цьому сприяє стимулюючий вплив на них гіпофіза і щитовидної залози. Гормон епіфіза не виділено.

§ 6. Підшлункова залоза

Підшлункова залоза складається з двох видів тканин. Одна з них виділяє травний сік, який надходить через протоку в дванадцятипалу кишку, а друга, так звана інсулярна тканина, виконує ендокринну функцію. Інсулярна тканина розкидана в залозі у вигляді окремих острівців, які називаються острівцями Лангерганса. Ці острівці добре розвинені в тримісячного плода людини, і навіть раніше.

Острівці виділяють у кров гормон інсулін, який бере участь в обміні вуглеводів: він підсилює окислення вуглеводів у клітинах і підтримує здатність печінки відкладати глікоген. При порушенні діяльності підшлункової залози, коли перестає виділятися інсулін, виникає тяжке захворювання — діабет

(цукрова хвороба). При діабеті в крові дуже збільшується кількість цукру, бо коли немає інсуліну, то здатність організму використовувати (окислювати) цукор різко знижується, а печінка перестає утворювати глікоген.

У здорової людини цукру в крові 0,1—0,12%. При цьому нирки не пропускають цукор і в сечі його немає. При діабеті вміст цукру в крові різко збільшується і тому нирки починають виділяти його з сечею — настає глюкозурія. Хворі на діабет відчувають спрагу і вимушені випивати щодня 6—8 л води, бо видалення цукру з організму супроводиться виведенням великої кількості сечі (цукрове сечовиснаження).

Крім вуглеводного, при діабеті порушується також білковий і жировий обмін, що нерідко приводить до смерті. Тепер хворих на діабет лікують спеціальною дієтою та введенням у кров інсуліну, який добувають з підшлункової залози рогатої худоби. Введений у кров інсулін викликає зменшення цукру в ній і збільшення кількості глікогену в печінці, тобто його дія протилежна дії адреналіну.

Утворення інсуліну регулюється нервовою системою (через блукаючий нерв) і надходженням цукру в кров. Коли вміст цукру в крові збільшується, інсуліну виробляється більше, і навпаки.

§ 7. Статеві залози і статевий розвиток

Статеві залози (яєчники у дівчат і сім'яники у хлопців) є одночасно залозами внутрішньої і зовнішньої секреції. Такі залози називають мішаними. Як залози внутрішньої секреції вони виділяють у кров гормони, які впливають на появу і розвиток вторинних статевих ознак, тобто тих особливостей, які відрізняють чоловіка від жінки. Вторинними статевими ознаками є: особливості будови скелета (наприклад, форма таза), розміри і форма гортані і голосових зв'язок, які зумовлюють особливості чоловічого і жіночого голосу, появу волосся під пахвами і в області зовнішніх статевих органів, а у чоловіків і на обличчі (вуса і борода), розвиток у жінок грудних залоз, інтенсивніше відкладання жиру у підшкірній клітковині у жінок з характерним розподілом у

певних місцях тіла та ін. Як залози зовнішньої секреції статеві залози мають функцію органів розмноження. В яєчниках утворюються яйцеклітини, а в сім'яниках — сперматозоїди.

У дитини в перші роки життя обидві функції статевих залоз перебувають у зародковому стані. Лише з 10-річного віку починається посилений ріст статевих органів, в тому числі статевих залоз (у дівчаток в середньому з 11—12 років, а у хлопчиків з 12—13 років починається період статевого дозрівання). Для цього періоду характерний інтенсивний розвиток обох функцій статевих залоз: з одного боку, розвиваються і виявляються вторинні статеві ознаки, а з другого,— нормально дозрівають статеві клітини. У дівчат статеве дозрівання супроводжується появою місячних кровотеч, або менструацій.

Нормальний розвиток статевих органів, і, зокрема, перебіг нормального менструального циклу в значній мірі залежить від загального стану організму, а також від трудового і гігієнічного режиму. Нерідко менструації супроводжуються хворобливими відчуттями (болі в животі і попереку, головні болі, нудота, блювання, відсутність апетиту і сну), які часто залежать від неправильного положення матки. Неправильне положення матки (наприклад, викривлення шийки) може розвиватися внаслідок загального ослаблення організму, частого порушення нормального режиму дня, неправильного положення тулуба (наприклад, при носінні взуття на високих каблуках) та від інших причин. Якщо в дівчини хворобливі, часті або тривалі менструації, їй слід негайно звернутися до лікаря.

Матері, вчителі, шкільний лікар повинні дуже тактовно і уважно ставитись до дівчат у період статевого дозрівання. 11—12-річним дівчаткам треба обов'язково розповісти, що менструації, які в них можуть незабаром з'явитись,— це природне явище, яке, проте, потребує спеціальних гігієнічних заходів.

Під час менструального періоду треба дбати про чистоту зовнішніх статевих органів і прилеглих до них ділянок шкіри, підмиватися два рази на день (вранці та ввечері), уникати сильних і різких рухів (дівчат під час

менструації треба звільняти від занять з фізкультури, зокрема від гімнастики з предметами, на снарядах, стрибків, бігу, катання на ковзанах, ходіння на лижах та ін.), важкої фізичної праці (наприклад, миття підлоги і прання білизни), більше бувати на свіжому повітрі і своєчасно лягати спати.

Взаємодія залоз внутрішньої секреції (ендокринних). Гормони, які виділяються тією чи іншою ендокринною залозою, впливають на діяльність інших органів, у тому числі і на деякі залози внутрішньої секреції. Дослідами встановлено тісний взаємозв'язок між гіпофізом і статевими залозами, щитовидною і паращитовидною залозами, наднирковими і підшлунковою залозою і т. д. Причому, взаємодія залоз внутрішньої секреції починається вже на ембріональних стадіях розвитку організму. Тому видалення однієї залози з організму або порушення її функції неминуче відбивається на діяльності майже всіх інших залоз.

Регуляція діяльності ендокринних залоз. Діяльність залоз внутрішньої секреції регулюється нервовою системою. Майже до всіх залоз внутрішньої секреції підходить багато нервів вегетативної нервової системи.

У центральній нервовій системі є центри, які регулюють роботу ендокринних залоз.

У залозах внутрішньої секреції є як секреторні, так і рецепторні нервові закінчення. Отже, діяльність залоз може змінюватись рефлексорно. Завдяки наявності рецепторів і самі залози можуть бути місцем утворення рефлексів.

Велика роль у регуляції діяльності ендокринних залоз належить корі півкуль головного мозку. Значна частина розладів у діяльності ендокринних залоз і зв'язаних з ними захворювань є результатом певних порушень у центральній нервовій системі. Гадають, що виділювані залозами гормони діють насамперед на нервові закінчення, розміщені в різних органах, і рефлексорно викликають зміну діяльності цих органів.

Регулюючи діяльність ендокринних залоз, нервова система об'єднує їх у єдину систему як безпосереднім впливом на їх секрецію, так і посиленням діяльності тієї чи іншої залози, гормони якої впливають на діяльність інших

залоз. Гормони, виділені ендокринними залозами, у свою чергу впливають на діяльність кори півкуль головного мозку. Деякі розлади в діяльності ендокринних залоз спричиняють порушення нормальних функцій центральної нервової системи аж до психічних розладів. Отже, гормони залоз внутрішньої секреції впливають на нервову систему, а остання регулює діяльність цих залоз.

Внутрішня секреція настільки тісно зв'язана з нервовою системою, що в цілому організмі функції обох систем можна вважати невіддільними. У зв'язку з цим виникло вчення про нейрогуморальну регуляцію, яка характеризує їх зв'язок при провідній ролі кори півкуль головного мозку.

Екзаменаційні питання з курсу «Вікова фізіологія та шкільна гігієна»

1. Предмет та завдання вікової фізіології та шкільної гігієни.
2. Визначення змісту вікової фізіології та шкільної гігієни.
3. Значення дисципліни «Вікова фізіологія та шкільна гігієна» для правильної організації навчально-виховної роботи, трудового навчання, фізичного виховання.
4. Зв'язок вікової фізіології з психологією, педагогікою, методикою навчання, екологією.
5. Поняття про структурну та функціональну організацію організму. Види клітин та тканин.
6. Будова і життєві функції клітини.
7. Поняття про органи і системи органів. Види систем органів людини. Взаємозв'язок органів та систем.
8. Загальна характеристика видів і принципів регуляції функцій в організмі
9. Основні життєві процеси: обмін речовин, самовідтворення, саморегуляція гомеостазу.
10. Загальна характеристика принципів саморегуляції функцій в організмі.
11. Онтогенез – як життєвий цикл індивідуума.
12. Анатомо-фізіологічна характеристика періодів онтогенезу.
13. Характеристика основних закономірностей росту і розвитку людини.
14. Спадковість і вплив середовища на розвиток організму.
15. Вікова періодизація людини за А.А. Маркосяном.
16. Анатомо-фізіологічна характеристика систем організму в різні вікові періоди постнатального онтогенезу.
17. Біологічні, психологічні і соціально-педагогічні критерії періодизації онтогенезу.
18. Поняття про біологічний та паспортний вік.
19. Шкідливий вплив нікотину, алкоголю та наркотиків на ріст і розвиток.
20. Анатомо-фізіологічна характеристика кісткової системи людини: розвиток і ріст, будова, форма, склад.

- 21.Анатомо-фізіологічна характеристика опорно - рухового апарату: активна та пасивна частини, відділи, сполучення кісток.
- 22.Анатомо – фізіологічні та вікові особливості скелету дитини.
- 23.Анатомо-фізіологічні та вікові особливості хребтового стовпа і грудної клітини.
- 24.Анатомо-фізіологічна характеристика формування вигинів хребта.
- 25.Викривлення хребта: чинники виникнення, засоби та профілактика.
- 26.Анатомо-фізіологічні та вікові особливості черепа
- 27.Гігієна кісткової системи дитини.
- 28.Анатомо-фізіологічні та вікові особливості м'язів людини.
- 29.Анатомо-фізіологічні та вікові особливості основних груп м'язів. Будова, розвиток м'язів. Розвиток моторики у дітей.
- 30.Функціональні властивості м'язів дитини: швидкість, сила, витривалість
- 31.Гігієна м'язової системи дитини
- 32.Внутрішнє середовище організму: кров, лімфа, тканина рідина.
- 33.Анатомо – фізіологічні та вікові особливості крові: значення, кількість, склад
- 34.Анатомо-фізіологічні та вікові особливості плазми: склад, осмотичний тиск, гемоліз, види гемолізу.
- 35.Групи крові. Резус фактор. Переливання крові.
- 36.Захисні властивості крові: фагоцитоз, імунітет, зсідання.
- 37.Анатомо-фізіологічні та вікові особливості серцево-судинної системи.
- 38.Анатомо-фізіологічні та вікові особливості серця. Робота серця. Серцевий цикл. ЕКГ. Провідна система серця.
- 39.Регуляція серцевої діяльності.
- 40.Велике та мале коло кровообігу. Особливості кровообігу плоду.
- 41.Пульс і його характеристика. Ударний і хвилинний об'єм крові. Вікові особливості.
- 42.Рух крові по судинах: кров'яний тиск, швидкість руху крові, регуляція руху крові.

43. Вікові і функціональні особливості серцево-судинної діяльності при фізичних навантаженнях.
44. Гігієна серцево-судинної системи дитини.
45. Загальна характеристика органів дихання.
46. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості порожнини носу.
47. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості гортані. Гігієна голосового апарату
48. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості трахеї та бронхів.
49. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості легень.
50. Механізм вдиху та видиху. Регуляція.
51. Види та типи дихання, їх вікові особливості.
52. Вікові особливості легеневої вентиляції: дихальний об'єм, життєва ємність, залишковий об'єм.
53. Особливості процесів дихання та газообміну при м'язовій діяльності.
54. Газообмін у легенях і тканинах. Транспортування газів. Склад вдихуваного і видихуваного повітря.
55. Нервово-гуморальна регуляція дихання.
56. Гігієна органів дихання дитини. Гігієнічні вимоги до мікроклімату приміщення.
57. Загальна характеристика та вікові особливості процесів травлення. Ферменти.
58. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості порожнини роту.
59. Гігієна порожнини роту і зубів.
60. Травлення в порожнині роту. Регуляція слиновиділення. Механізм ковтання.
61. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості шлунку. Травлення у шлунку. Регуляція шлункової секреції. Шлунковий сік.
62. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості тонкого та товстого кишечника. Травлення в кишечнику. Вікові особливості.
63. Гігієна травлення.
64. Загальна характеристика обміну речовин і енергії в дитячому організмі.

65. Вікові особливості процесів асиміляції та дисиміляції.
66. Обмін білків, жирів, вуглеводів, води і мінеральних речовин в організмі дитини. Вікові норми споживання.
67. Загальна характеристика вітамінів: значення, класифікація, норми споживання, авітамінози.
68. Гігієна харчування дітей різного віку: норми, режим, калорійність. Засвоєння. Профілактика харчових отруєнь.
69. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості шкіри.
70. Вікові особливості процесів терморегуляції: утворення тепла, регуляція, температура тіла.
71. Гігієна шкіри дитини. Профілактика опіків та відморожувань.
72. Загартування дитячого організму.
73. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості органів виділення: будова та функції.
74. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості нирок.
75. Сеча. Утворення сечі. Склад сечі.
76. Гігієна органів виділення дитини. Енурез.
77. Залози внутрішньої секреції, їх значення та класифікація.
78. Гомони: класифікація, фізіологічна дія, регуляція.
79. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості гіпоталамуса та гіпофіза. Гіпоталамо-гіпофізарна система.
80. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості щитовидної та паращитоподібних залоз.
81. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості підшлункової залози.
82. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості статевих залоз. Статевий розвиток. Стадії статевого дозрівання.
83. Вплив екологічних та стресових факторів на діяльність залоз внутрішньої секреції.
84. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості тимуса.
85. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості надниркових залоз. Їх вплив на

ріст та розвиток, статеве дозрівання та імунітет організму.

86. Функції нервової системи, її роль в морфологічному і фізіологічному розвитку організму.
87. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості ЦНС
88. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості периферичної нервової системи.
89. Будова і функції нервових клітин. Їх розвиток.
90. Загальні властивості нервової тканини: подразливість, збудливість, провідність.
91. Синапси, передача збудження через синапси.
92. Загальне уявлення про гальмування в нервовій системі, його значення.
93. Рефлекс як принцип нервової діяльності. Рефлекторна дуга. Принцип зворотного зв'язку.
94. Умовні та безумовні рефлекси. Механізм їх утворення. Динамічний стереотип.
95. Умовні рефлекси дітей. Гальмування умовних рефлексів.
96. Стомлення та перевтома, їх значення для організму дітей.
97. Сон. Гігієнічне значення сну. Гігієна сну у дітей.
98. Гігієна нервової системи дитини.
99. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості соматичної та вегетативної нервової системи.
100. Вчення І.П. Павлова про вищу нервову діяльність. Типи ВНД.
101. Іррадіація, індукція, домінанта. Особливості цих процесів у дітей.
102. Показники готовності дітей шестирічного віку до систематичних занять у школі.
103. Анатомо-фізіологічні особливості спинного мозку.
104. Анатомо-фізіологічні особливості головного мозку.
105. Функціональне значення ретикулярної формації та лімбічної системи.
106. Структурно-функціональна організація кори великих півкуль.
107. Поняття про автономну нервову систему.
108. Розвиток соматичної та вегетативної системи.

109. Вікові зміни структури і функціональних можливостей різних відділів центральної нервової системи.
110. Вчення І.П. Павлова про аналізатори. Загальна характеристика органів чуття людини.
111. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості органу зору. Гігієна органів зору дитини.
112. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості органу нюху. Гігієна органів нюху дитини.
113. Анатомо-фізіологічні та вікові особливості органу слуху. Гігієна органів слуху дитини.
114. Гігієнічні вимоги до земельної ділянки, будинку школи і окремих приміщень.
115. Гігієнічні вимоги до освітлення учбових приміщень.
116. Гігієнічні вимоги до повітряного середовища учбових приміщень, до опалення шкіл.
117. Парта Ф.Ф. Ерісмана. Конструктивні особливості парти.
118. Санітарно-гігієнічні вимоги до класної дошки.
119. Гігієнічні основи до режиму дня школярів.
120. Гігієнічні вимоги до шкільного режиму. Навчальний рік, чверть, навчальний день, тиждень. Тривалість уроків і перерв.