

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

В. І. Антонік
І. П. Антонік
В. Є. Андріанов

АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ ДІТЕЙ З ОСНОВАМИ ГІГІЄНИ ТА ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

*Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів
вищих навчальних закладів*

Видавничий дім “Професіонал”
“Центр учбової літератури”
Київ – 2009

УДК 612.66+613.9:796

ББК 57.31:75

А 72

*Гриф надано
Міністерством освіти і науки України
(Лист № 14/18–448 від 26.02.2007)*

Рецензенти:

Мокія С. О. — доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри педіатрії та лабораторної діагностики Дніпропетровської медичної академії;

Шевцова В. М. — доктор медичних наук, професор, завідувач лабораторією фізіології праці Криворізького НДІ промислової медицини;

Ткаченко В. Т. — кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізичного виховання Уманського педагогічного університету, заслужений працівник фізичної культури і спорту України.

Антонік В. І., Антонік І. П., Андріанов В. Є.

А 72 **Анатомія, фізіологія дітей з основами гігієни та фізичної культури.** Навчальний посібник. — К.: «Видавничий дім «Професіонал», Центр учбової літератури, 2009. — 336 с.

ISBN 978-966-370-112-7 (Професіонал)

ISBN 978-966-364-956-6 (ЦУЛ)

В навчальному посібнику представлений науково обґрунтований сучасними даними матеріал, що стосується анатомії і фізіології дитячого організму та окремих його систем від моменту народження до юнацького віку.

Навчальний посібник рекомендується викладачам та студентам вищих і середніх педагогічних навчальних закладів, закладів фізичної культури, вчителям шкіл, вихователям дошкільних закладів та позашкільних спортивно-тренувальних організацій, а також всім тим, хто цікавиться проблемами оптимізації розвитку дітей.

УДК 612.66+613.9:796

ББК 57.31:75

ISBN 978-966-370-112-7 (Професіонал)

ISBN 978-966-364-956-6 (ЦУЛ)

© Антонік В. І., Антонік І. П., Андріанов В. Є., 2009.

© «Видавничий дім «Професіонал», 2009

ЗМІСТ

Вступ	5
Частина I. Особливості анатомії та фізіології дитячого організму.	
(Навчальний модуль 1)	7
1. Загальні закономірності росту та розвитку дітей	7
2. Надійність біологічної системи, як загальний закон індивідуального розвитку. Природа спадковості.....	16
3. Акселерація і ретардація розвитку	20
4. Будова, функціональний стан та розвиток основних систем організму дітей	23
4.1. Розвиток нервової системи у дітей і підлітків.....	24
4.2. Вікові особливості органів чуття.....	51
4.3. Розвиток вищої нервової діяльності (ВНД)	94
4.4. Розвиток інтегративної діяльності нервової системи	101
4.5. Вікові особливості ендокринної системи та статевого дозрівання.....	105
4.6. Розвиток опорно-рухового апарату	129
4.7. Будова та функції органів травлення	142
4.8. Вікові особливості обміну речовин та енергії. Режим раціонального харчування дітей	155
4.9. Вікові особливості серцево-судинної системи та імунного захисту організму	177
4.10. Вікові особливості системи дихання.....	197
4.11. Вікові особливості системи виділення.....	205
Контрольні питання та тести до матеріалу частини I (модуля 1)	214
Частина II. Гігієна та фізіологія фізичного виховання.	
(Навчальний модуль 2)	221
5. Фізіологічні вимоги до фізичного виховання дітей	221
5.1. Критерії оцінки фізичного розвитку та стану здоров'я дітей ..	221

5.2. Особливості реакцій організму дітей на фізичне навантаження.....	236
5.3. Фізіолого-гігієнічні рекомендації по розвитку рухових здібностей у дітей	250
5.4. Загальні гігієнічні вимоги до фізичного виховання дітей	254
5.5. Шляхи оздоровлення дітей та критерії оцінки рівня їх фізичної підготовленості	262
Контрольні питання та тести до матеріалу частини II (модуля 2)	270
Частина III. Основи фізичного виховання дітей.	
(Навчальний модуль 3).....	275
6. Загальні основи теорії фізичного виховання дошкільнят та школярів.....	275
6.1. Основні поняття фізичного виховання. Система фізичного виховання	275
6.2. Фізичне виховання як елемент суспільного життя	279
6.3. Рухова активність — необхідна умова розвитку дитячого організму	280
6.4. Мета, завдання, засоби та принципи фізичного виховання ...	283
6.5. Класифікація фізичних вправ	284
6.6. Основні методики виховання життєво важливих рухових якостей у дітей	286
6.7. Теорія впливу рухових якостей ігор на організм дітей	290
6.8. Вплив рухових ігор на характер і поведінку дітей	293
6.9. Методика розвитку фізичних якостей у дітей молодшого шкільного віку	294
6.10. Зміст найбільш типових рухливих ігор для учнів молодших класів	299
7. Загальні умови організації позакласної роботи з фізичного виховання	301
7.1. Загальні умови організації позакласної роботи з фізичного виховання дітей	303
7.2. Фізкультурно-масові заходи у позанавчальний час	308
8. Загальні положення про проведення спортивних змагань	312
Контрольні питання та тести до матеріалу частини III (модуля 3)	314
Література	317
Додатки	320

ВСТУП

Соціально-біологічна та педагогічна ефективність виховання і навчання дітей, забезпечення їх нормального фізичного розвитку, формування соматичного і психічного здоров'я безпосередньо залежить від того, в якій мірі враховуються анатомо-фізіологічні особливості дитячого організму. Саме знання найважливіших періодів росту, розвитку і диференціації в онтогенезі дітей дає вчителям та вихователям різного рівня реальні важелі ефективного впливу на хід цих процесів з метою виховання молодого покоління здоровим, фізично розвиненим, готовим до активного життя і праці.

Знання фізіології дитячого організму та особливостей проходження дітьми різних етапів свого розвитку особливо необхідно враховувати при організації всіх форм фізичного виховання, як основного заходу забезпечення оптимізації фізичного розвитку дітей і створення передумов їх майбутнього міцного здоров'я. Глибоке знання особливостей анатомії і фізіології дітей дає можливість свідомо обирати ефективні засоби фізичного вдосконалення дітей як на уроках фізичної культури, так і в позашкільних умовах, сприяє розробці найбільш ефективних методів формування рухових навичок та якостей, в тому числі з використанням ігор. Важливо також враховувати, що фізичне навчання і виховання дітей завжди повинно орієнтуватись на гігієнічні вимоги до організації і проведення цих заходів, що сприятиме не тільки формуванню гігієнічної культури у самих дітей, а і є запорукою нормалізації їх фізичного розвитку, здоров'я і активної життєвої позиції.

Навчальний посібник має три частини, кожен з яких можна розглядати окремим навчальним модулем, що відповідає сучасним

Стандартам вищої освіти з педагогіки та фізичного виховання. В кінці кожної частини приведені контрольні питання та завдання до тестового контролю знань.

Посібник рекомендується викладачам та студентам педагогічних університетів та навчальних закладів фізичної культури, вчителям шкіл, вихователям дошкільних закладів, всім, хто цікавиться проблемами виховання здорових та гармонійно розвинутих дітей.

Частина I

ОСОБЛИВОСТІ АНАТОМІЇ ТА ФІЗІОЛОГІЇ ДИТЯЧОГО ОРГАНІЗМУ

1. Загальні закономірності росту та розвитку дітей

Як відомо, організм людини являє собою найвищий рівень організації живої матерії. Водночас склад та будова людського організму має багато спільного з організмами інших високоорганізованих живих істот. Останнє, перш за все, стосується аналогій у структурних одиницях, наявності окремих систем, об'єднаних загальною будовою та функціями, тощо.

Найдрібнішими елементами людського організму, як і інших живих істот, є *клітини*, кількість яких у однієї людини перебільшує 100 трильйонів.

Сукупність клітин, схожих за походженням, будовою та функціями, утворює *тканину*. Із тканин формуються *органи* та *системи органів*, з яких і складається *цілісний організм*. Але організм це не просто сума окремих органів і систем, а єдине ціле, кожен з елементів якого забезпечує (на різних етапах періоду життя) неперервний розвиток, підтримку життєдіяльності та зв'язок з оточуючим середовищем. Вказане здійснюється під контролем та за допомогою систем саморегуляції, які у людини поділяються на нервову та гуморальну. Саме ці дві системи призначені регулювати постійність та сталість внутрішнього середовища організму (*гомеостазу*) за будь-яких умов життя та зовнішньої діяльності, а також регулювати всі процеси поведінки та психоемоційного статусу. Крім цього, гуморальна система забезпечує ще і контроль та управління реалізацією генетичної програми життя організму людини в онтогенезі.

Онтогенез це індивідуальний розвиток організму, який включає всю сукупність морфологічних, фізіологічних та біохімічних змін, що відбуваються в організмі від моменту його зародження до смерті. Онтогенез проявляється ростом та диференціацією (спеціалізацією) тих чи інших органів, систем і процесів. Онтогенез, крім іншого, тісно пов'язаний з *філогенезом*, тобто з історією (еволюцією) розвитку всього живого на землі і особливо з філогенезом виду тварин *homo sapiens* — людини розумної.

Однією з важливих загально біологічних властивостей будь якої живої матерії є процеси росту та розвитку. Для більшості структурних елементів організму людини цей процес починається з моменту запліднення яйцеклітини і триває до моменту смерті.

Під *розвитком*, у широкому сенсі цього поняття, слід розуміти кількісні та якісні зміни в організмі людини, які приводять до підвищення рівня складності організації та взаємодії всіх систем організму. Розвиток включає три фактори: ріст, диференціювання (спеціалізацію) органів і систем та формоутворення.

В процесі *росту* в організмі відбуваються, перш за все, кількісні зміни: збільшується чисельність або розміри окремих клітин і органів, наростає маса тіла, формуються антропометричні показники. *Диференціювання* приводить до створення і дозрівання окремих функцій та якостей в організмі (наприклад, розумове, статеве або фізичне дозрівання). Процеси *формоутворення* обумовлюють особливості внутрішніх та зовнішніх форм жіночого або чоловічого організму, індивідуальні риси зовнішнього вигляду окремих частин тіла, інтонацію голосу та ін.

Розвиток кожної людини підкорюється певним загальним *закономірностям*, до яких відносяться:

- *безперервність* і *нерівномірність* росту і розвитку. Якщо відбулось запліднення яйцеклітини, то водночас «включається» генетична програма безперервності одно направленого життєвого циклу організму від зародження до його смерті. Нерівномірність росту і розвитку полягає в тому, що в різні періоди життя ці процеси йдуть з різною швидкістю, прискорюючись і уповільнюючись, дають ефект прогресу або регресу та ін. Наприклад, під час прогресивного розвитку дитини виділяють два періоди *прискореного росту*.

Перший — від моменту народження до віку одного року. В продовж цього тільки одного року життя довжина тіла у дитини може збільшуватися майже у 2 рази (від 50–55 до 90–95 см); маса тіла за цей рік може зростати у 2–2,5 рази (з 3–4 до 8,5 кг). Другий період *прискороного росту* відбувається під час статевого дозрівання (з 11 до 15 років), коли довжина тіла тільки за один з цих років може збільшуватися на 10–15 см. Між вказаними періодами, а саме у віці 1–11 років, процеси росту звично уповільнюються (довжина тіла може зростати лише на 1–4 см за рік), за то інтенсифікуються процеси *диференціації*, наприклад, розумової.

- *гетерохронія*, яка полягає в тому що окремі функціональні системи ростуть, дозрівають або старіють в різний час, іноді поетапно, взаємо впливаючи одна на одну, забезпечуючи організму найкраще пристосування до умов життя у різні періоди онтогенезу. Наприклад, кістки скелету можуть рости до 20–24 років; м'язова система в основному розвивається до 30–35 років; прогрес статевої функції починається з 10–12 років, а її регрес — після 50 років та ін. На підставі цієї закономірності П. К. Анохін розвинув вчення про системогенез;
- *системогенез* це випереджаюче дозрівання життєво важливих, або більш навантажених функціональних систем. Наприклад, дитина народжується з добре розвинутими коловими м'язами роту, тоді як інші м'язи лиця дозрівають лише у 1,5–2 роки. Таке обумовлене тим, що дитина з першого дня свого життя винна смоктати молоко матері, що і забезпечують саме колові м'язи роту. Системогенез лежить в основі усіх фізичних тренувань, коли йде, наприклад, прискорене дозрівання найбільш навантажених груп м'язів, розвиток певних органів, систем і так далі;
- *енергетичне правило скелетних м'язів* (запропоноване І. А. Аршавським) говорить про те, що особливості енергетичного обміну, а також особливості змін та перетворень в діяльності серцево-судинної і дихальної систем знаходяться в залежності від розвитку і активності скелетних м'язів. Це правило розкриває взаємо обумовленість ходу розвитку як окремих функціональних систем, так і всього організму в цілому;

- *закономірність надійності* біологічних систем свідчить про те, що весь шлях розвитку любого організму від запліднення до смерті проходить з утворенням певних запасів життєвих сил та функціональних резервів, що забезпечує можливість широкого пристосування живих істот до різних умов життя. Наприклад, кістка стегна витримує навантаження у 1,0–1,5 тони, тоді як маса тіла людини значно менша, але під час стрибків навантаження на ці кістки може значно зростати;
- *акселерація* — прискорений ріст, а також прискорене фізичне, розумове (психічне) або статеве дозрівання людей сучасного періоду життя на Землі відносно попередніх поколінь (у ретроспективі 50–100 і більше років). Причиною сучасної акселерації вважається збільшення рівня сонячної (*геліогенної*) та земної (*літогенної*) радіації, що пов'язано з екологічними негараздами, із зменшенням товщини озонового прошарку атмосфери і так далі. Серед інших причин акселерації називають *урбанізацією* населення (перехід до проживання у великих містах з їх високим рівнем інформаційного навантаження на людей); поширення *міграційних* процесів серед населення (гіпотеза *гетерозії*), згідно якої збільшується кількість міжнаціональних шлюбів і це позитивно впливає на генофонд людства. *Аліментарна* та *нутривна* гіпотези пов'язують процеси акселерації із зміною складу їжі, з розширенням вживання вітамінів, біологічно-активних речовин (стимуляторів, гормонів та ін.). Новітні досягнення у медицині, а також покращення соціально-побутових умов життя та впровадження нових форм виховання і освіти також можуть сприяти процесам акселерації. Більш детально феномен акселерації розглянуто у розділі 3.

Розвиток людини після народження, тобто у постнатальний період, проходить через низку етапів, виділення яких має важливе значення для медицини, фізіології, психології та педагогіки.

Перш за все вік людини умовно поділяють на хронологічний та біологічний. *Хронологічний вік* — це прожитий у роках, місяцях і днях період часу від дати народження до певного моменту. *Біологічний вік* визначається сукупністю розвитку анатомічних, морфологічних і фізіологічних показників у порівнянні з віковими нормами. Біологічний вік дітей характеризується, наприклад, зрілістю скелета (ходом процесів окостеніння),

рівнем розвитку вторинних статевих ознак, зрілістю зубів (строками появи молочних і постійних зубів, потертістю зубів), функціональною, морфологічною (особливостями тіла, його частин або органів) та психічною зрілістю. Біологічний вік не завжди збігається з хронологічним. У людей, що дотримуються здорового способу життя, біологічний вік може відставати від хронологічного (вони виглядають молодшими свого віку, мають більшу м'язову силу, активнішу психіку та ін.). Навпаки, у людей, що вживають алкоголь або наркотики, багато палять, нервують, не дотримуються раціонального режиму праці і відпочинку біологічний вік може випереджати хронологічний: вони виглядають старшими за свій вік, мають мляві м'язи, уповільнені розумові процеси та емоції. Існує декілька методів визначення біологічного віку людини, в тому числі з використанням складних інструментальних підходів. Приблизно біологічний вік (*БВ*, років) можна визначити за формулами, запропонованими В. Г. Грібан (2005):

- для чоловіків: $БВ = 27,0 + 0,22 \cdot AT_c + 0,72 \cdot СЗ - 0,15 \cdot СБ$;
- для жінок: $БВ = 1,46 + 0,42 \cdot AT_n + 0,25 \cdot М + 0,7 \cdot СЗ - 0,14 \cdot СБ$,

де: AT_c — артеріальний тиск, систолічний; AT_n — артеріальний тиск, пульсовий; $СЗ$ — самооцінка стану здоров'я, в балах від 1 до 5; $СБ$ — статичне балансування із закритими очима на лівій нозі без взуття, с; $М$ — маса тіла, кг.

Сучасна вікова фізіологія та організації охорони здоров'я виділяють наступні біологічні періоди у життєвому циклі людини:

- I. Новонароджений від 1 до 28 днів (ранній 0–7 днів, пізній 8–28 днів).
- II. Грудний вік з 29 дня до 1 року.
- III. Раннє дитинство від 1 до 3 років.
- IV. Перше дитинство від 4 до 7 років.
- V. Друге дитинство:
 - хлопці від 8 до 12 років;
 - дівчата від 8 до 11 років.
- VI. Підлітковий вік:
 - хлопці від 13 до 16 років;
 - дівчата від 12 до 15 років.

VII. Юнацький вік:

- хлопці від 17 до 21 року;
- дівчата від 16 до 20 років.

VIII. Зрілий вік, 1-й період (молодість):

- чоловіки від 22 до 35 років;
- жінки від 21 до 35 років.

IX. Зрілий вік, 2-й період (середній вік):

- чоловіки від 36 до 60 років;
- жінки від 36 до 55 років

X. Похилий вік:

- чоловіки від 61 до 74 років;
- жінки від 56 до 74 років.

XI. Літній вік (старці), чоловіки і жінки 75–90 років.

XII. Довгожителі 91 і більше років.

Крім цієї класифікації існує інша, за станом розвитку репродуктивної функції: I–V вище вказані періоди (від народження до 11–12 років) об'єднують у *предпубертатний* (ювенільний) період; підлітковий вік називають *пубертатним* періодом, а починаючи з юнацького віку — *післяпубертатним* періодом.

За соціальними ознаками діти у віці від 1 до 3-х років відносяться до дошкільного (ясельного) періоду, у 3–7 років вважаються дошкільного віку; з 7 до 10 років (1–4 класи) — молодшими школярами, з 11 до 14 років (5–8 класи) — школярами середнього віку, а з 15 до 17 років (9–11 класи) — школярами старшого віку.

Лазюк Г.І. (1979) пропонує систему більш детальної періодизації початкових стадій розвитку організму людини. Автор саме виділяє:

I. *Аntenатальний* (*преднатальний*) період, який об'єднує всі етапи розвитку до народження дитини і поділяється на:

1. *Орогенез* (*гаметогенез*) — етап, який пов'язаний з утворенням і дозріванням статевих чоловічих та жіночих клітин (гамет);
2. *Кліматогенез* — етап життя від запліднення до народження, в тому числі:
 - *бластогенез* — період з моменту запліднення до 15 днів вагітності;

- *ембріогенез* — період з 16 по 56-й день вагітності;
- *фетогенез* — період плоду, а саме з 56 до 280-ого дня вагітності, який у свою чергу поділяється на *ранній* (до 196-го дня), *середній* (до 259 дня) та *пізній* (до 280 дня) півперіоди розвитку організму.

II. *Постнатальний* період розвитку, який охоплює весь період життя від народження до смерті і поділяється на:

1. *Натальний* етап, тобто момент народження.
2. *Перинатальний* етап, який триває з 28 тижня антенатального періоду розвитку до 10 дня постнатального періоду розвитку.
3. Етап *новонародженості*, що триває до кінця 1-го місяця життя дитини.

Далі етапи цієї класифікації аналогічні тим, що описані вище для загально прийнятої біологічної періодизації.

Кожний віковий період характеризується своїми особливостями, а перехід від одного з них до іншого вважається *критичним періодом* у житті дитини. Критичність переломних етапів онтогенезу полягає у тому, що в ці моменти найбільш гостро проявляються явища гетерохронії, найбільш напружено працюють регулюючі та компенсаторні системи організму. Діти у цей період можуть перебувати у стані дисбалансу функціональних та регулюючих систем, що потребує особливої уваги оточуючих та вихователів. Слід також зазначити, що наведені вікові періоди можуть мати суттєву індивідуальну варіабельність, яка у найбільшій мірі обумовлена спадковими або соціальними факторами.

Характерною особливістю процесу росту дитини є його *нерівномірність (хвилеподібність)*, коли періоди прискореного росту змінюються на періоди уповільненого росту і навпаки.

Найбільш інтенсивно дитина росте, як вказувалось вище, в перший рік життя і в період статевого дозрівання (з 11 до 15 років). Так, за перший рік життя зріст і маса тіла дитини збільшується більш ніж у 2 рази. У наступні роки (з 1 до 10 років, тобто до початку періоду статевого дозрівання) темпи росту значно знижуються і не перебільшують щорічного приросту довжини тіла на 2–4 см, а маси тіла — на 1,5–2 кг. Але в цей період дуже активізуються процеси диференціації органів і систем

організму, особливо нервово-м'язової, травної, аналізаторної. Значного розвитку набувають також процеси, пов'язані з вищою нервовою діяльністю: формуються основні рухові стереотипи, розвивається мислення (в тому числі абстрактне), свідомість, риси характеру. Наприкінці цього періоду (в 10–11 років) активізуються процеси формування, які набувають значної сили у пубертатний період.

Другий підйом швидкості росту дітей відбувається у період статевого дозрівання: у підлітків довжина тіла за один рік може зростати на 7–15 см. У віці з 11 до 12 років дівчата в деякій мірі випереджають у рості хлопців (що пов'язане з більш раннім початком статевого дозрівання дівчат). З 13–14 років дівчата і хлопці ростуть майже з однаковою швидкістю, а з 14–15 років хлопці (юнаки) починають випереджати у рості дівчат і це перебільшення росту чоловіків над жінками далі зберігається протягом усього життя.

З віком у дітей також значно змінюються пропорції частин тіла. З моменту народження і до зрілого віку довжина тіла взагалі збільшується в середньому в 3,5 рази, довжина тулуба — у 3 рази, довжина рук — у 4 рази, а довжина ніг — у 5 разів. Висота голови у новонародженого становить 1/4 частину довжини тулуба, а у дорослого — 1/7 частину. В предпубертатний період статеві відмінності у пропорціях і формах тіла хлопців і дівчат відсутні, тоді як у пубертатний період у юнаків кінцівки стають більш довгими, тулуб більш коротким, а таз вужчим, ніж у дівчат.

Виділяють три етапи відзнаки пропорцій між довжиною та шириною тіла: від 4 до 6 років, від 6 до 15 років та з 15 років до дорослого стану. У предпубертатний період загальний зріст дитини збільшується за рахунок росту ніг, а у пубертатний — за рахунок росту тулуба. Наведені вікові характеристики розвитку дітей в окремих випадках можуть мати індивідуальні особливості, які залежать від стану здоров'я, умов життя, ступеню розвитку нервової системи, тощо.

Фізичний розвиток дітей характеризується трьома групами показників: соматометричними, фізіометричними та соматоскопічними. *Соматометричні* (сома — тіло) показники характеризуються довжиною тіла, масою тіла, довжиною кола грудної клітини та іншими метричними показниками. Нормативи основних соматометричних показників для дітей різного віку, приведені у табл. 1.

Таблиця 1

Середні значення соматометричних показників для дітей різного віку (для новонароджених за Л. А. Артішевською, 1976)

Вік, років	Значення показників					
	Хлопці			Дівчата		
	Зріст (L), см	Маса тіла (M), кг	Окружність грудної клітини (K), см	Зріст (L), см	Маса тіла (M), кг	Окружність грудної клітини (K), см
Новонароджені	53,5–54,1	3,53–3,63	34,1–34,5	52,7–53,3	3,32–3,51	33,7–34,1
8	119–139	19–35	55–67	118–137	16–37	51–68
10	127–148	23–47	57–73	126–151	20–43	54–75
12	135–163	25–54	61–82	138–168	27–58	59–84
14	148–171	34–66	65–84	151–170	37–67	68–87
17 і більше (дорослі)	164–189	49–81	75–97	152–173	42–68	70–89

Фізіометричні показники характеризуються життєвою ємністю легень, кистьовою силою, показниками пульсу та іншими функціональними параметрами.

Соматоскопічні показники характеризуються розвитком кістковою м'язовою системою, рівнем жировідкладення, рівнем статевого розвитку, станом розвитку форм тіла, постави та осанки тулуба, типом тілоскладення та іншими показниками.

Постать тіла може бути *правильною* і *неправильною*. Осанка тіла буває *нормальною*, *випрямленою*, *кіфатичною*, *лордотичною* або *сколіотичною* (опис цих відхилень, пов'язаних з формою хребта, наведений у підрозділі 4.6.). Виділяють також три типи тілоскладення: *нормотонічний* (пропорційний зріст, розвиток скелету та м'язів), *астенічний* (перебільшення повздовжніх розмірів тіла), *гіперстенічний* (перебільшення поперечних розмірів тіла). Для визначення типу тілоскладення прийнято розраховувати індекси ширини плеч, довжини тулуба і довжини ноги та

порівнювати ці індекси з існуючими критеріями. Індекси визначаються у відсотках від довжини тіла за формулами:

- індекс ширини плеч (*iШП*): $iШП = \frac{\text{ширина плеч (см)}}{\text{довжина тіла (L) (см)}} \cdot 100 \%$;
- індекс довжини тулуба (*iДТ*): $iДТ = \frac{\text{довжина тулуба (см)}}{\text{довжина тіла (см)}} \cdot 100 \%$;
- індекс довжини ноги (*iДН*): $iДН = \frac{\text{довжина ноги (см)}}{\text{довжина тіла (см)}} \cdot 100 \%$.

де ширина плечей визначається між умовними перпендикулярами на рівні плечових суглобів; довжина тулуба вимірюється в межах від верхньої точки плеча до центру кульшового суглоба стегна; довжина ніг вимірюється від центру кульшового суглоба до п'яток.

На підставі розрахунків відповідних індексів тип тілоскладення визначають за наступними критеріями П. Н. Башкирова (1951):

	<i>iШП</i>	<i>iДТ</i>	<i>iДН</i>
Астенічний	≤ 21,5	≤ 29,5	> 56,0
Нормотонічний	21,6–24,4	29,6–33,4	55,0–52,0
Гіперстенічний	≥ 24,5	≥ 33,5	≤ 51,0

Остаточну оцінку відповідності фізичного розвитку дітей існуючим нормативам на практиці проводять по місцевим або регіональним таблицям, які містять стандарти відповідних показників (порівнюють фактичні дані з нормативами), або шляхом розрахунку інтегральних показників, наприклад, індексу маси тіла, індексу стану дихання, індексу м'язової сили та інших. Розрахунки індексів проводяться за формулами, що описані у підрозділі 5.1.

2. Надійність біологічних систем, як загальний закон індивідуального розвитку. Природа спадковості

Відомо, що в основі як філогенетичного (видового) так і онтогенетичного (індивідуального) розвитку лежать три якості: обмін речовин, енергії та інформації, відтворювання (розмноження) і надійність біологічних систем.

Обмін речовин є найважливішою властивістю живої матерії: поки є обмін речовин — доти є і життя. Під обміном речовин розуміють непереривний процес обміну між організмом і зовнішнім середовищем білків, жирів, вуглеводів, води, мікроелементів та енергії.

Відтворення — основа продовження життя, накопичення та закріплення еволюційних якостей. Відтворення властиво як окремим клітинам організму (у вигляді поділу клітин) так і цілому організму (у формі вегетативного або статевого розмноження).

Надійність біологічної системи — це такий рівень запасу функціональних і регуляторних резервів всіх елементів організму, який забезпечує оптимально сталу діяльність цього організму в динамічних умовах оточуючого середовища. Надійність є основою виживання, адаптаційно-приспосувальних властивостей та багатьох надмірних можливостей організму, в тому числі що до розумового та фізичного вдосконалення.

Усі живі істоти, окремі органи, тканини і навіть клітини розвиваються із запасом надійності. Наприклад, стегнова кістка людини, як вказувалось вище, витримує навантаження 1,5 тони, а велика гомілкорова кістка — 1,65 тони, що в 30 разів перебільшує звичні поточні навантаження на ці кістки. Альвеолярна система легень здатна засвоювати за 1 хв. до 17000 мл кисню, в той час як навіть при самому потужному фізичному навантаженні потреби організму не перебільшують 5000 мл. Потенціальні можливості нервової системи за все життя використовуються лише на 7–15 %, і ці приклади можна продовжувати.

За даними А. А. Маркосяна (1974) існує чотири рівня надійності біологічних систем:

- надмірність елементів управління та окремих структур організму;
- взаємозаміна засобів регулювання чи елементів окремих структур коли, наприклад, відбувається нервова або гуморальна регуляція; коли одна нирка може взяти на себе функції другої нирки та ін.;
- здатність швидкого повернення рівня діяльності органів і систем після активності до стану сталості;
- динамічність взаємодії ланцюгів всіх систем організму.

Надійність живих систем в основному закріплена генетично і передається у спадщину. Разом з цим, деякі елементи надійності можуть набуватись в онтогенезі, що особливо властиво людям і відбувається шляхом тренування м'язової сили, витривалості, рухових якостей, створення трудових стереотипів та ін. Увагу фізичним тренуванням та їх якості слід надавати з самого дитинства людини.

В кінці цього розділу доцільно коротко розглянути механізм передачі спадкової, детермінованої генами, інформації що до розвитку людини. Як відомо, людина отримує у спадщину від батька і матері весь свій біологічний фонд, тобто усі вроджені якості свого організму: колір очей та волосся, форму тіла та окремих його частин, властивості нервової системи і т. д. Вся спадкова інформація у більшості живих істот на Землі, в тому числі і у людей, передається *генами* і закодована за допомогою *дезоксірибонуклеїнової кислоти (ДНК)*. В свою чергу *ДНК* є видоспецифічною сполукою і несе *генетичну інформацію* у вигляді певної послідовності азотистих основ (*нуклеотидів*) пурінового [аденін (*A*) і гуанін (*G*)] та піримідинового [тимін (*T*) і цитозін (*C*)] хімічних рядів. Спарювання азотистих основ відбувається суворо по схемі: $A - T$ і $G - C$, що називається принципом *комплементарності* (взаємодорівнюваності). Кожен *ген* (від грецького *genos* — родина, походження) є елементарною одиницею спадковості і представляє собою частку молекули *ДНК*, яка на раховує 1000–1500 нуклеотидів. Окремі гени визначають будову окремих білків живої клітини і, таким чином, приймають участь у створенні характерних ознак, або властивостей певного організму. Сукупність генів, що передають всю спадкову інформацію про видові та індивідуальні особливості конкретного організму, називається *генотипом*.

Різні види тварин та рослин мають різний порядок розташування і молекулярний набір азотистих основ в *ДНК*, але завжди молярне співвідношення $A - T$ і $G - C = 1$, що називається принципом Чаргафа, а відношення $\frac{G + C}{A + T}$ відображає видову специфічність структури *ДНК* (наприклад, для людини це співвідношення становить 0,66; для миші — 0,81 і так далі). Сама *ДНК* складається з двох, спрямованих у протилежні боки ланцюгів. Пуринові (*A*, *G*) і піримідинові (*T*, *C*) основи розміщуються перпендикулярно до осі молекули *ДНК* таким чином, що *аденін* одного

ланцюга з'єднується нестійкими водневими зв'язками тільки з *тиміном* протилежного ланцюга, а *гуанін* тільки з *цитозіном*. Таким чином, молекула *ДНК* представляє собою спіраль із двох ланцюгів, відстань між якими становить всього 10 ангстрем (1 ангстрем — 1/100000000 см).

ДНК, разом з гістоновими та не гістоновими білками та молекулами рибонуклеїнової кислоти (*РНК*) утворює тяж дезоксирибонуклеопротеїд (*ДНП*), який називається *хроматином*. У структурі хроматину, *ДНК* становить 30–40 %, а білки 60–70 % всієї маси. До складу хроматину входить також 3–4 % ліпідів та іони кальцію, магнію і заліза, які потрібні для роботи ферментів, здійснюючих процеси *транскрипції* (відтворення, повторення) *ДНК* при поділі клітин. Під час поділу клітин хроматин стає компактним і формується у *хромосоми* (товщина кожної до 100 ангстрем) по схемі: два хроматинових тяжа утворюють *фібрилу*; дві фібрили складають *полухроматиду*; дві полухроматиди складають *хроматиду* і, нарешті, дві хроматиди складають одну *хромосому*. Набір усіх хромосом у кожній клітині організму містить повну генетичну інформацію (генотип), що до розвитку та функцій цієї клітини, а в статевих клітинах — всю інформацію, що до розвитку всього організму.

Відомо, що всі клітини в організмі вищих тварин, у тому числі і людини, поділяються на *соматичні*, що мають подвійний (*диплоїдний*) набір хромосом (2п) і є клітинами тіла та всіх органів, і на *статеві* (гамети), що під час свого дозрівання створюють одинарний (*гаплоїдний*) набір хромосом (1п). Індивідуально специфічний хромосомний комплекс усіх клітин кожного виду тварин або рослин називається *каріотипом*. У людини каріотип соматичних клітин налічує 46 хромосом, а статевих, відповідно, 23 хромосоми. У жіночих клітинах є дві *XX* хромосоми, а у чоловічих дві *XV* хромосоми. При заплідненні, жіноча і чоловіча гамети зливаються, утворюючи *зиготу* (зародок) в якому подвійний набір хромосом складається з гаплоїдного набору цих хромосом від батька і матері, що і обумовлює спільні якості майбутнього організму дитини. При цьому можливо, що особливості одного із батьків будуть переважати і тоді відповідні якості більш проявляються у дитини. Процес точної передачі генотипу від батьків до дитини здійснюється за допомогою інформаційної рибонуклеїнової кислоти (*i-РНК*), яка здатна створювати *копії*

з ДНК і цей процес називається *реплікацією*. Інші РНК, що називаються транспортними (*m-РНК*) здатні переносити цю інформацію новостворюваним білкам нового організму у вигляді певної послідовності амінокислот цих білків і цей процес називається *транскрипцією*. Гени під дією різних фізичних, хімічних та інших факторів можуть змінювати свої певні ділянки, що називається *мутацією*. Мутації пов'язані з порушеннями нормальної послідовності нуклеотидів в ДНК (наприклад, із заміною однієї пари нуклеотидів іншою парою, з випадінням деяких нуклеотидів (явище *діляції*), або з їх подвоєнням (явище *дуплікації*). В результаті можуть виникати нові *алелі* (лінії) нащадків, з ознаками, яких не мали батьки і які можуть бути *домінантними* (переважаючими) або *рецесивними* (пригніченими). Домінантні ознаки (наприклад, від одного із батьків) і визначають перевагу ознак відповідного предка у дитини (тобто у *фенотипі*). Спонтанні (випадкові) позитивні мутації обумовлюють генетичну мінливість, що є основою прогресивних еволюційних змін у природі. Негативні мутації стають основою різноманітних вроджених вад розвитку дітей або, навіть, основою дитячої смертності.

Після народження діти ростуть та розвиваються в різноманітних умовах природного та соціального середовища, що майже завжди значно впливає на хід реалізації їх генотипу і формування індивідуальних якостей фенотипу.

3. Акселерація і ретардація розвитку

Проблема акселерації, або прискореного розвитку, є дуже актуальною для сучасних науковців, педагогів та соціологів. Це явище було зафіксоване та спостерігається на протязі останніх 100 років і має місце майже серед усіх народів земної кулі. На сьогодні є підстави говорити про біологічну та соціальну акселерацію.

Біологічна акселерація стосується усіх тих змін, котрі пов'язані з біологією розвитку людини. Безумовно, що сама по собі біологія розвитку завжди реалізується в певних соціальних умовах і таким чином соціально детермінована.

Під чисто *соціальною акселерацією* розуміють збільшення об'єму знань та прискорення розумового розвитку сучасних дітей відносно їх однолітків, які жили 50–70 років і більше тому назад.

Біологічна акселерація торкнулась, перш за все, збільшення показників морфологічного і функціонального розвитку людства. Наприклад, у наш час діти народжуються з більшою довжиною тіла, ніж у 1930–40 роках в середньому на 1,5–2,0 см; у віці одного року московські діти на 2 см вищі, ніж їх однолітки 1930 року, і на 5 см вище однолітків 1901–1905 років. У трьохрічних хлопчиків це перебільшення (відносно дітей 1901–1905 років) досягає 15,5 см. У польських та німецьких трьохрічних дітей тільки за останні 30 років зріст збільшився на 4–5 см.

Довжина тіла семирічних хлопчиків Росії більше ніж у однолітків 1901–1905 років в середньому на 9 см, у 12-річних дітей це перебільшення становить 6–7 см. У 11-річних дітей Північної Ірландії за 15 останніх років довжина тіла зросла на 5 см; у хлопчиків та дівчаток Англії (у віці 8–12 років), за останні 40 років довжина тіла збільшилась на 7,5–13 см. Зріст 14–17 річних підлітків та юнаків Москви, Санкт-Петербургу та Києва (відносно 1925 року) збільшився на 10–13 см. Ці приклади можна продовжувати і всі вони яскраво свідчать про акселерацію росту: якщо у 1925 році юнаки східної Європи (Росія, Білорусь, Україна, Польща, Угорщина) мали в середньому зріст 167–172 см, то у 1980 році він становив 175–180 см. Таким чином спостерігається наближення середньої довжини тіла до верхнього рівня норми (180–182 см), яка склалась в віках для гармонічно розвинутих пропорцій тіла людини.

Має місце також акселерація строків росту довжини тіла людей: якщо у 1940 році зростання росту закінчувалось для дівчат у 20 років, а для юнаків — у 25, то тепер (2000 рік) — відповідно у 17 і 20 років. Серед сучасних дітей відмічається також прискорене дозрівання *сили* м'язів, більш раннє формування зорових, слухових, емоційних та мовних функцій. Так, наприклад, підлітки 2001–2005 років в середньому на 2–5 % швидше бігають, вище і далі стрибають, мають більшу силу м'язів кісті, ніж їх однолітки 30-х років минулого століття.

Маса тіла сучасних дітей також наростає значно швидше, чим це може бути обумовлено збільшенням довжини тіла. Вважається, що це

явище може бути пов'язане, перш за все, зі змінами якості їжі: вона стала більш калорійною і різноманітною як для вагітних жінок, так і для самих дітей. Маса тіла сучасних новонароджених, відносно однолітків 1940 року, збільшилась майже на 200 г, тоді як на 1 см приросту довжини тіла це збільшення повинно становити всього 6–7 г. Сучасні діти у віці 1 року на 1,5–2,0 кг важчі, ніж їх однолітки 50 років тому назад. За даними ряду міст Європи, за останні 90–100 років маса тіла 13-річних хлопців зросла на 12 кг, а дорослих людей — в середньому на 9 кг. Безумовно, що таке значне збільшення маси тіла людей може бути обумовлене не тільки акселерацією, а і збільшенням кількості їжі, що вживається. Результатом цього є поширення явищ ожиріння серед сучасних людей, що особливо несприятливо для дітей. Ожиріння сприяє формуванню значних змін обмінних процесів у клітинах, обумовлює виникнення багатьох, пов'язаних з цим, захворювань: цукрового діабету, атеросклерозу, гіпертонії, відхилень у роботі серця і т. д. Проблеми боротьби з ожирінням дітей дуже актуальні для багатьох держав світу: у Європі нараховується до 6 % дітей з ожирінням, у США — 10–40 %, в Україні — до 8 %.

Дуже важливе значення мають явища акселерації при розвитку та при дозріванні багатьох фізіологічних систем. Так, наприклад, окостеніння кісток у сучасних дітей завершується на 1–2 роки раніше, ніж у їх однолітків в 1940 році. На ці ж строки змістилась і зміна молочних зубів на постійні.

Статеве дозрівання у сучасних підлітків також завершується на 2–3 роки раніше, ніж на початку минулого століття. Наприклад, початок місячних у сучасних дівчат реєструється в 12,5–14 років, тоді як у 1940 р. це відбувалося у 16–17 років, до того ж у міських дівчат статеве дозрівання починається на 2–3 роки раніше, ніж у сільських.

У сучасних жінок також на 7–8 років збільшився дітородний період (Так, якщо у 1940 році він тривав до 43–44 років, то тепер — до 48–50 років).

Виділяється декілька гіпотез акселерації, серед яких можна назвати, як вказувалось вище: *геліогенну гіпотезу* (зростання інтенсивності сонячного випромінювання), гіпотезу *гетерозії* (розширення кордонів

шлюбних стосунків, що змінило спадкоємність), гіпотезу *урбанізації* (перехід значної частини населення до проживання у великих містах), *нутривну гіпотезу* (зміну складу їжі, її вітамінізацію) та ін.

Наявність акселерації треба враховувати при складанні та вдосконаленні навчальних програм освіти та фізичного виховання дітей різного віку.

Як свідчать М.М.Безруких із співавт. (2002); І.М.Маруненко із співавт. (2004) акселерація має тимчасовий характер і у філогенезі людства може змінюватись на протилежні процеси затримки розвитку, що має назву *ретардація*. Відомо, наприклад, що в стародавні та середні віки людство в основному мало невеликі розміри тіла. Приблизно у II–VI ст. нашої ери фізичні розміри людей наближались до сучасних. З VIII до XVI ст. мала місце певна стабільність та ретардація параметрів розвитку, а з кінця XIX ст. знову почалася хвиля акселерації, підйом якої на сьогодні (2006 рік) практично припинився, про що свідчать антропометричні дослідження останніх 5–10 років в Росії, країнах Європи і Америки. Встановлено також певні територіальні та популяційні особливості процесів акселерації. Наприклад, у південних країнах (у Японії, Кореї, Китаї та інших) акселерація почалася значно пізніше, ніж на заході і зараз активно триває, а у деяких країнах Південної Америки проявів акселерації у XIX–XX ст. взагалі не спостерігалось.

4. Будова, функціональний стан та розвиток основних систем організму дітей

В цьому розділі розглянуто вікові особливості анатомії та функціонального стану систем організму дітей, в тому числі тих, які найбільш задіяні в процесі фізичного виховання.

Фізичне виховання має за мету стимулювати, прискорювати та вдосконалювати природний хід фізичного розвитку дітей. В процесі фізичного виховання найбільший вплив здійснюється на розвиток регулюючих систем та на вдосконалення опорно-рухового (м'язового) апарату. Але, згідно закономірності «енергетичне правило скелетних м'язів» (див. розділ 1), фізичне вдосконалення безумовно впливає на

розвиток всіх інших функціональних систем організму і особливо на нервову, ендокринну, серцево-судинну, дихальну, видільну, травну та систему обміну речовин. Тому, враховуючи напрямок запропонованого посібника, доцільно зосередитись на уважному розгляданні особливостей розвитку та функціонування саме названих систем організму дітей.

4.1. Розвиток нервової системи у дітей і підлітків

Нервова система — це сукупність клітин та створених ними структур організму, що в процесі еволюції живих істот досягли високої спеціалізації в регуляції адекватної життєдіяльності організму у постійно змінних умовах навколишнього середовища. Структури нервової системи здійснюють прийом та аналіз різноманітної інформації зовнішнього та внутрішнього походження, а також формують відповідні реакції організму на цю інформацію. Нервова система також регулює та координує взаємну діяльність різноманітних органів організму в будь-яких умовах життя, забезпечує фізичну і психічну діяльність, та створює феномени пам'яті, поведінки, сприйняття інформації, мислення, мови та ін.

У функціональному відношенні вся нервова система поділяється на *анімальну (соматичну), вегетативну та інтрамуральну*. Анімальна нервова система у свою чергу поділяється на дві частини: центральну та периферійну.

Центральна нервова система (ЦНС) представлена головним та спинним мозком. *Периферійна нервова система (ПНС)* центрального відділу нервової системи об'єднує рецептори (органи чуття), нерви, нервові вузли (сплетіння) та ганглії, розташовані по всьому тілу. Центральна нервова система і нерви її периферійної частини забезпечують сприйняття всієї інформації від зовнішніх органів чуття (*екстерорецепторів*), а також від рецепторів внутрішніх органів (*інтерорецепторів*) та від рецепторів м'язів (*пропріорецепторів*). Отримана інформація у ЦНС аналізується та у вигляді імпульсів моторних нейронів передається виконуючим органам або тканинам і, перш за все, скелетним руховим м'язам та залозам. Нерви, що здатні передавати збудження з периферії

(від рецепторів) у центри (у спинний або головний мозок), називаються *чутливими, доцентровими* або *аферентними*, а такі, що передають збудження від центрів до виконуючих органів називаються *моторними, центробіжними, руховими, або еферентними*.

Вегетативна нервова система (ВНС) іннервує роботу внутрішніх органів, стан кровообігу та лімфообігу, трофічні (обмінні) процеси у всіх тканинах. Ця частина нервової системи включає два відділи: *симпатичний* (прискорює життєві процеси) і *парасимпатичний* (переважно знижує рівень життєвих процесів), а також периферійний відділ у вигляді нервів вегетативної нервової системи, які найчастіше об'єднуються з нервами периферійного відділу ЦНС в єдині структури.

Інтрамуральна нервова система (ИНС) представлена окремими сполученнями нервових клітин в певних органах (наприклад, клітини Ауербаха в стінках кишок).

Як відомо, структурною одиницею нервової системи є нервова клітина — *нейрон*, який має тіло (*сому*), короткі (*дендрити*) та один довгий (*аксон*) відростки. Мільярди нейронів організму (18–20 млрд.) утворюють безліч нейронних ланцюгів та центрів. Між нейронами у структурі мозку є також мільярди клітин *макро-* та *мікронейроглії*, які виконують для нейронів опорну та трофічну функції. Новонароджена дитина має таку ж кількість нейронів, як і доросла людина. Морфологічний розвиток нервової системи у дітей включає збільшення кількості дендритів і довжини аксонів, наростання числа кінцевих нейронних відростків (*шпиків*) і між нейронних сполучних структур — *синапсів*. Відбувається також інтенсивне вкриття відростків нейронів мієліновою оболонкою, що називається процесом *мієлінізації*. Тіла і всі відростки нервових клітин первинно вкриті шаром дрібних ізолюючих клітин, що мають назву *шваннівських*, так як були свого часу вперше відкриті фізіологом І. Шванном. Якщо відростки нейронів мають тільки ізоляцію із шваннівських клітин то вони називаються *безм'якітними* і мають сірий колір. Такі нейрони найчастіше зустрічаються у вегетативній нервовій системі. Відростки нейронів, особливо аксони, центральної нервової системи додатково до шваннівських клітин вкриваються мієліновою оболонкою, яка утворюється тонкими волосками — *нейролемами*, що

проростають від шваннівських клітин і мають білий колір. Нейрони, що мають мієлінову оболонку називаються *м'якітними*. М'якітні нейрони, на відміну від безм'якітних, мають не тільки кращу ізолюваність проведення нервових імпульсів, а ще і значно більшу швидкість їх проведення (до 120–150 м за сек, тоді як по безм'якітним нейронам ця швидкість не перебільшує 1–2 м за сек.). Останнє обумовлено тим, що мієлінова оболонка не суцільна, а через кожні 0,5–15 мм має так звані перехвати Ранв'є, де мієлін відсутній і через які нервові імпульси перескакують по принципу розряду конденсатора. Процеси мієлінізації нейронів найбільш інтенсивні у перші 10–12 років життя дитини. Розвиток між нейронних структур (дендритів, шипиків, синапсів) сприяє розвитку розумових здібностей дітей: зростає об'єм пам'яті, глибина і всебічність аналізу інформації, виникає мислення, в тому числі абстрактне. Мієлінізація нервових волокон (аксонів) сприяє підвищенню швидкості і точності (ізолюваності) проведення нервових імпульсів, що покращує координацію рухів, дає можливість ускладнювати трудові і спортивні рухи, сприяє формуванню остаточного почерку письма. Мієлінізація нервових відростків відбувається у наступній послідовності: спочатку мієлінізуються відростки нейронів, що формують периферійну частину нервової системи, потім відростки власних нейронів спинного мозку, довгастого мозку, мозочка, а пізніше всіх — відростки нейронів великих півкуль головного мозку. Відростки рухових (еферентних) нейронів мієлінізуються раніше чутливих (аферентних).

Нервові відростки багатьох нейронів зазвичай об'єднуються у спеціальні структури, що мають назву *нерви* і які за будовою нагадують багато провідний провід (кабель). Найчастіше нерви змішані, тобто містять відростки як чутливих так і рухових нейронів або відростки нейронів центральної та вегетативної частин нервової системи. Відростки окремих нейронів ЦНС у складі нервів дорослих людей ізолювані один від другого мієліновою оболонкою, що обумовлює ізолюване проведення інформації. Нерви на базі мієлінізованих нервових відростків, так як і відповідні нервові відростки, називаються м'якітними. Разом з цим зустрічаються і безм'якітні нерви та змішані коли у складі одного нерва проходять як мієлінізовані так і не мієлінізовані нервові відростки.

Найважливішими властивостями та функціями нервових клітин та в цілому всієї нервової системи є її подразливість та збудливість. *Подразливість* характеризує здатність елементів нервової системи сприймати зовнішні або внутрішні подразнення, що можуть бути створені подразниками механічної, фізичної, хімічної, біологічної та іншої природи. *Збудливість* характеризує здатність елементів нервової системи переходити від стану спокою до стану активності, тобто відповідати збудженням на дію подразника порогового, або більшого рівня).

Збудження характеризується комплексом функціональних та фізико-хімічних змін, що відбуваються у стані нейронів або інших збудливих утворень (м'язів, секреторних клітин та ін.), а саме: змінюється проникливість клітинної мембрани для іонів Na^+ , K^+ , змінюється концентрація іонів Na^+ , K^+ в середині та зовні клітини, міняється заряд мембрани (якщо в стані спокою в середині клітини він був від'ємним то при збудженні стає позитивним, а зовні клітини — навпаки). Збудження, що виникає, здатне розповсюджуватись вздовж нейронів та їх відростків і, навіть, переходити за їх межі на інші структури (найчастіше у вигляді електричного біопотенціалу). Порогом подразника вважається такий рівень його дії, що здатний змінювати проникливість клітинної мембрани для іонів Na^+ і K^+ з усіма наступними проявленнями ефекту збудження.

Наступна властивість нервової системи — здатність до проведення збудження між нейронами завдяки елементів, що їх зв'язують і мають назву *синапсів*. Під електронним мікроскопом можна розглянути будову синапсу (рис.1), який складається з розширеного закінчення нервового волокна, що має форму лійки, всередині якої є пухирці овальної або круглої форми, які здатні виділяти речовину, що має назву *медіатор*. Потовщена поверхня лійки має *пресинаптичну мембрану*, а *постсинаптична мембрана* міститься на поверхні іншої клітини і має багато складок з рецепторами, які чутливі до медіатора. Між цими мембранами є *синаптична щілина*. Залежно від функціональної спрямованості нервового волокна медіатор буває збуджувальним (наприклад, *ацетілхолін*), або гальмівним (наприклад, *гаммааміномасляна кислота*). Через це синапси поділяються на збуджувальні та гальмівні. *Фізіологія синапсу* полягає у наступному: коли збудження 1-го нейрону досягає пресинаптичної мембрани, її проникливість для синаптичних пухирців значно зростає і вони

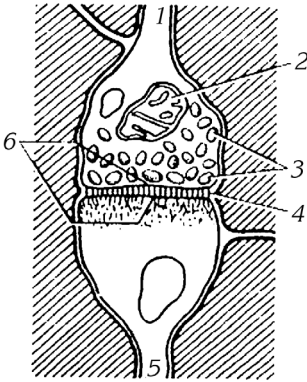


Рис. 1. Схема будови синапсу:
 1 — нейрит; 2 — мітохондрія; 3 — синап-
 тичні пухирці; 4 — синаптична щілина;
 5 — дендрит; 6 — пресинаптична мембрана
 1-го нейрону і постсинаптична мембрана
 2-го нейрона

виходять у синаптичну щілину, лопаються та виділяють медіатор, який діє на рецептори постсинаптичної мембрани і визиває збудження 2-го нейрону, а сам медіатор при цьому швидко розпадається. Таким чином здійснюється передача збудження з відростків одного нейрону на відростки чи тіло іншого нейрону або на клітини м'язів, залоз та ін. Швидкість спрацьовування синапсів дуже висока і сягає 0,019 мс. З тілами та відростками нервових клітин завжди контактують не тільки збуджуючі синапси, але і гальмівні, що створює умови диференційованих відповідей на сприйнятий сигнал. Синаптичний апарат ЦНС формується у дітей до 15–18 років постнатального періоду життя. Найважливіший вплив на формування синаптичних структур створює рівень зовнішньої інформації. Першими в онтогенезі дитини дозрівають збуджуючі синапси (найбільш інтенсивно в період від 1 до 10 років), а пізніше — гальмівні (в 12–15 років). Ця нерівномірність проявляється особливостями зовнішньої поведінки дітей: молодші школярі мало здатні стримувати свої дії, не вгамовані, не здатні до глибокого аналізу інформації, до концентрації уваги, підвищено емоційні і так далі.

Основною формою нервової діяльності є *рефлекторні акти*, матеріальною основою яких виступає *рефлекторна дуга* (рис. 2). Найпростіша двонейронна, моносинаптична рефлекторна дуга складається мінімум з п'яти елементів: рецептора, аферентного нейрону, ЦНС, еферентного нейрону та виконуючого органу (ефектора). У схемі полісинаптичних

рефлекторних дуг між аферентними та еферентними нейронами є один і більше вставних нейронів (рис. 2). В багатьох випадках рефлекторна дуга замикається у рефлекторне кільце за рахунок чутливих нейронів зворотного зв'язку, які починаються від інтеро- або пропріорецепторів робочих органів і сигналізують про ефект (результат) виконаної дії.

Центральну частину рефлекторних дуг утворюють *нервові центри*, які фактично є сукупністю нервових клітин, що забезпечують певний рефлекс або регуляцію певної функції, хоча локалізація нервових центрів в багатьох випадках умовна. Нервові центри характеризуються низкою властивостей, серед яких найважливіші: *однобічність проведення збудження*; *затримка проведення збудження* (за рахунок синапсів, кожен з яких затримує імпульс на 1,5–2 мс, завдяки чому швидкість руху збудження скрізь синапс у 200 разів нижча, ніж вздовж нервового волокна); *сумація збуджень*; *трансформація ритму збудження* (часті подразнення не обов'язково викликають часті стани збудження); *тонус нервових центрів* (постійна підтримка певного рівня їх збудження);

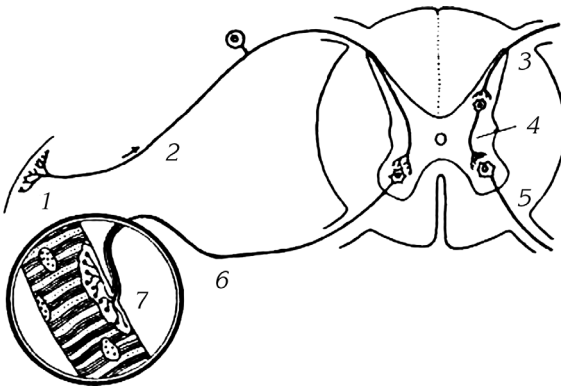


Рис. 2. Схема рефлекторної дуги:

ліворуч — двонейронна (моносинаптична); праворуч — трьохнейронна (бісинаптична): 1 — рецептор; 2, 3 — аферентний (чутливий) нейрон; 4 — вставний нейрон; 5, 6 — еферентний, нейрон; 7 — нервова закінченна у пошмугованому м'язі

післядія збудження, тобто продовження рефлекторних актів після припинення дії збудника, що пов'язано з рециркуляцією імпульсів на замкнених рефлекторних або нейронних ланцюгах; *ритмічна активність* нервових центрів (здатність до спонтанних збуджень); *столбованість*; чутливість до хімічних речовин та нестачі кисню. Особливою властивістю нервових центрів є їх пластичність (генетично обумовлена здатність компенсувати втрачені функції одних нейронів і, навіть, нервових центрів, іншими нейронами). Наприклад, після хірургічної операції по видаленню окремої частини мозку згодом поновлюється іннервація частин тіла за рахунок проростання нових провідних шляхів, а функції втрачених нервових центрів можуть взяти на себе сусідні нервові центри.

Нервові центри, та проявлення на їх базі процесів збудження і гальмування, забезпечує найважливішу функціональну якість нервової системи — *координацію функцій* діяльності усіх систем організму, у тому числі при змінних умовах зовнішнього середовища. Координація досягається взаємодією процесів збудження та гальмування, які у дітей до 13–15 років, як вказувалось вище, не врівноважені з переважанням збуджуючих реакцій. Збудження кожного нервового центру майже завжди поширюється на сусідні центри. Цей процес називається *іrrадіацією* і обумовлений безліччю нейронів, що зв'язують окремі частини мозку. Іrrадіація у дорослих людей обмежується гальмуванням, тоді як у дітей, особливо в дошкільному та молодшому шкільному віці, іrrадіація мало обмежується, що проявляється нестриманістю їх поведінки. Наприклад, при появі гарної іграшки діти одночасно можуть розкривати рота, кричати, стрибати, сміятися та ін.

Завдяки наступній віковій диференціації і поступового розвитку гальмівних якостей у дітей з 9–10 років формуються механізми і здатність до концентрації збудження, наприклад, здатність до концентрації уваги, до адекватних дій на конкретні подразнення і так далі. Це явище має назву *від'ємної індукції*. Розсіювання уваги під час дії сторонніх подразників (шуму, голосів) слід розглядати як послаблення індукції і поширення іrrадіації, або як результат індуктивного гальмування завдяки виникненню ділянок збудження в нових центрах. У деяких нейронах після припинення збудження виникає гальмування і навпаки. Це явище

називається *послідовною індукцією*, і саме воно пояснює, наприклад, посилену рухову активність школярів під час перерв після рухового гальмування впродовж попереднього уроку. Таким чином, гарантією високої працездатності дітей на уроках є їх активний руховий відпочинок на перервах, а також чергування теоретичних та фізично активних занять.

Функція координації у ЦНС забезпечує різноманітність зовнішньої діяльності організму в тому числі рефлексорні рухи, які міняються і з'являються у різних сполуках, а також найдрібніші м'язові рухові акти під час роботи, письма, в спорті та ін. Координація у ЦНС забезпечує також виконання усіх актів поведінки та психічної діяльності. Здатність до координації є вродженою якістю нервових центрів, але в значній мірі її можна тренувати, що фактично і досягається різноманітними формами навчання, особливо в дитячому віці.

Важливо виділити основні принципи координації функцій в організмі людини:

- *принцип загального кінцевого шляху* полягає в тому, що з кожним ефекторним нейроном контактують не менше 5 чутливих нейронів від різних рефлексогенних зон. Таким чином, різні стимули можуть викликати однакову відповідну реакцію, наприклад, відведення руки і все залежить тільки від того, яке подразнення буде сильнішим;
- *принцип конвергенції* (сходження імпульсів збудження) схожий з попереднім принципом і полягає в тому, що імпульси, які приходять у ЦНС по різних аферентних волокнах, можуть сходиться (конвергувати) до одних і тих самих проміжних або ефекторних нейронів, що обумовлено тим, що на тілі і дендритах більшості нейронів ЦНС закінчується безліч відростків інших нейронів, що дозволяє аналізувати імпульси за значенням, здійснювати однотипні реакції на різні подразники та ін.;
- *принцип дивергенції* полягає в тому, що збудження, яке приходить навіть до одного нейрону нервового центру, миттєво розповсюджується по всім ділянкам цього центру, а також передається у центральні зони, або в інші, функціонально залежні нервові центри, у чому полягає основа всебічного аналізу інформації.

- *принцип реципроктної іннервації* м'язів-антагоністів забезпечується тим, що при збудженні центру скорочення м'язів-згиначів однієї кінцівки гальмується центр розслаблення тих же м'язів та збуджується центр м'язів розгиначів другої кінцівки. Ця якість нервових центрів обумовлює циклічні рухи під час праці, ходьби, бігу та ін.;
- *принцип віддачі* полягає в тому, що при сильному подразненні будь якого нервового центру відбувається швидка зміна одного рефлексу іншим, протилежного значення. Наприклад, після сильного згинання руки відбувається швидке і сильне її розгинання і так далі. Здійснення цього принципу лежить в основі ударів рукою або ногою, в основі багатьох трудових актів;
- *принцип іррадіації* полягає в тому, що сильне збудження будь якого нервового центру визиває розповсюдження цього збудження через проміжні нейрони на сусідні, навіть неспецифічні центри, що здатне охоплювати збудженням весь мозок;
- *принцип оклюзії* (закупорки) полягає в тому, що при одночасному подразненні нервового центру однієї групи м'язів від двох і більше рецепторів, виникає рефлекторний ефект, який за своєю силою менше, ніж арифметична сума величин рефлексів цих м'язів від кожного рецептора окремо. Це виникає за рахунок наявності спільних нейронів для обох центрів.
- *принцип домінанти* полягає у тому, що в ЦНС завжди є пануючий очаг збудження, який підкорює та змінює роботу інших нервових центрів і, перш за все, гальмує активність інших центрів. Цей принцип обумовлює цілеспрямованість дій людини;
- *принцип послідовної індукції* обумовлений тим, що біля ділянок збудження завжди є нейроні структури гальмування і навпаки. Завдяки цьому після збудження завжди виникає гальмування (*від'ємна або негативна послідовна індукція*), а після гальмування — збудження (*позитивна послідовна індукція*)

Як вказувалося раніше, ЦНС складається із спинного та головного мозку.

Спинний мозок (див. рис.3) розташовується у порожнині хребетного каналу, має форму довгого тяжа (до 45 см з діаметром 10–13 мм),

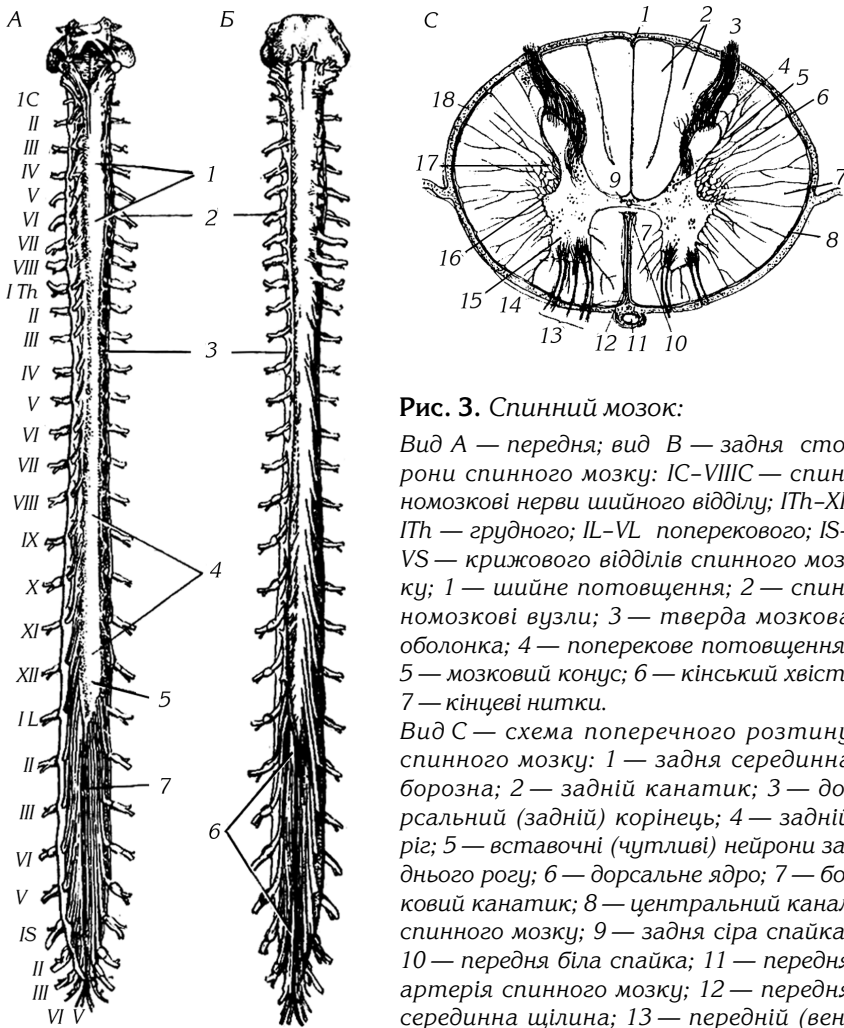


Рис. 3. Спинний мозок:

Вид А — передня; вид В — задня сторони спинного мозку: IC-VIIIС — спинномозкові нерви шийного відділу; ITh-XI Th — грудного; IL-VL поперекового; IS-VS — крижового відділів спинного мозку; 1 — шийне потовищення; 2 — спинномозкові вузли; 3 — тверда мозкова оболонка; 4 — поперекове потовищення; 5 — мозковий конус; 6 — кінський хвіст; 7 — кінцеві нитки.

Вид С — схема поперечного розтинку спинного мозку: 1 — задня серединна борозна; 2 — задній канатик; 3 — дорсальний (задній) корінець; 4 — задній ріг; 5 — вставочні (чутливі) нейрони заднього рогу; 6 — дорсальне ядро; 7 — боковий канатик; 8 — центральний канал спинного мозку; 9 — задня сіра спайка; 10 — передня біла спайка; 11 — передня серединна щілина; 12 — передня серединна борозна; 13 — передній (вентральний) корінець; 14 — передній канатик; 15 — нейрони переднього рогу (моторні або еферентні); 16 — боковий ріг; 17 — ретикулярна речовина; 18 — м'яка мозкова оболонка

який в продовж своєї довжини умовно поділяється на 31 сегменти, від кожного з яких відходить одна пара спинномозкових нервів (всього 31 пара). У центрі спинного мозку знаходиться спинномозковий канал та сіра речовина (скопичення тіл нервових клітин), а на периферії — біла речовина, представлена відростками нервових клітин (аксонами, вкритими мієліновою оболонкою), які утворюють *висхідні* та *низхідні* провідні шляхи спинного мозку між сегментами самого спинного мозку, а також між спинним та головним мозком.

Основні функції спинного мозку це *рефлекторна* та *провідна*. У спинному мозку знаходяться рефлекторні центри м'язів тулуба, кінцівок та шиї (рефлексів на розтягування м'язів, рефлексів м'язів-антагоністів, сухожилкових рефлексів), рефлексів підтримки пози (ритмічних і тонічних рефлексів), та вегетативних рефлексів (сечовиділення та дефекації, статевої поведінки). Провідна функція здійснює взаємозв'язок діяльності спинного та головного мозку і забезпечується висхідними (від спинного до головного мозку) та низхідними (від головного мозку до спинного) провідними шляхами спинного мозку.

Спинний мозок у дитини розвивається раніше головного, але його ріст та диференціація продовжуються до юнацького віку. Найбільш інтенсивно спинний мозок росте у дітей в період перших 10 років життя. Моторні (еферентні) нейрони розвиваються раніше, ніж аферентні (чутливі), впродовж всього періоду онтогенезу. Саме з цієї причини дітям значно легше копіювати рухи інших, ніж виробляти власні рухові акти.

У перші місяці розвитку зародка людини довжина спинного мозку співпадає з довжиною хребта, але пізніше спинний мозок відстає у рості від хребта і у новонародженого нижній кінець спинного мозку знаходиться на рівні III, а у дорослих — на рівні I поперекового хребця. На цьому рівні спинний мозок переходить у конус та кінцеву нитку (складається частково із нервової, а в основному із сполучної тканини), яка тягнеться вниз і закріплюється на рівні II куприкового хребця). Внаслідок вказаного корінці поперекових, крижових та куприкових нервів мають довгу протяжність у каналі хребта навколо кінцевої нитки, утворюючи цим так званий кінський хвіст спинного мозку. В верхній частині (на рівні основи черепа) спинний мозок сполучається з головним мозком.

Головний мозок (рис. 4) керує всією життєдіяльністю цілісного організму, містить вищі нервові аналітико-синтетичні структури, які координують життєво важливі відправлення організму, забезпечують пристосувальну поведінку і психічну діяльність людини. Головний мозок умовно поділяється на такі відділи: довгастий мозок (місце приєднання спинного мозку); задній мозок, який об'єднує варолієв міст і мозочок; середній мозок (ніжки мозку та дах середнього мозку); проміжний мозок, основною частиною якого є зоровий горб або таламус та під горбкові утворення (гіпофіз, сірий горб, перехрест зорових нервів, епіфіз та ін.); кінцевий мозок (дві великі півкулі, вкриті корою мозку). Проміжний та кінцевий мозок іноді об'єднують у передній мозок.

Довгастий мозок, міст, середній та частково проміжний мозок разом утворюють *стовбур мозку*, з яким пов'язаний мозочок, кінцевий та спинний мозок. У середині головного мозку розташовані порожнини, що є продовженням спинномозкового каналу і називаються *шлуночками*. На рівні довгастого мозку розташований IV-й шлуночок;

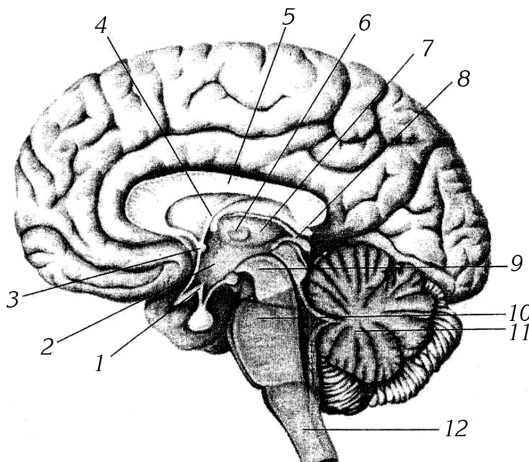


Рис. 4. Поздовжній розтин головного мозку:

1 — гіпоталамус; 2 — порожнина третього шлуночка; 3 — передня (біла) спайка; 4 — підзгір'я мозку; 5 — мозолисте тіло; 6 — міжталамічне зрощення; 7 — таламус; 8 — епіталамус; 9 — середній мозок; 10 — варолієв міст мозку; 11 — мозочок; 12 — довгастий мозок

порожниною середнього мозку є *сільвієва* протока (водопровід мозку); проміжний мозок містить III шлуночок, від якого в сторону правої і лівої великих півкуль відходять протоки та бокові шлуночки.

Як і спинний, головний мозок складається із сірої (тіл нейронів та дендритів) і білої (із відростків нейронів, вкритих мієліновою оболонкою) речовини, а також із клітин нейроглії. У ствольній частині головного мозку сіра речовина розташована окремими плямами, утворюючи цим нервові центри та вузли. У кінцевому мозку сіра речовина переважає у корі великих півкуль, де розташовані найвищі нервові центри організму та в деяких підкоркових відділах. Решта тканин великих півкуль та ствольної частини головного мозку білого кольору, що представляє собою висхідні (до зон кори), низхідні (від зон кори) та внутрішні нервові провідні шляхи головного мозку.

Головний мозок має XII пар черепно-мозкових нервів (рис. 5). На дні (основі) IV-го шлуночка розташовані центри (ядра) IX–XII пари нервів, на рівні варолієва моста V–XIII пари; на рівні середнього мозку III–IV пари черепно-мозкових нервів. I пара нервів розташована в області нюхових цибулин, що містяться під лобними долями півкуль головного мозку, а ядра II пари — в області проміжного мозку.

Окремі частини головного мозку мають наступну будову:

- **Довгастий мозок** фактично є продовженням спинного мозку, має довжину до 28 мм і спереду переходить у *вароліїв міст* мозку. Ці структури в основному складаються з білої речовини, що утворює провідні шляхи. Сіра речовина (тіла нейронів) довгастого мозку і моста міститься в товщі білої речовини окремими острівцями, що називаються *ядрами*. Центральний канал спинного мозку, як вказувалось, в області довгастого мозку і моста розширюється утворюючи IV-й шлуночок, задня сторона якого має заглибину — *ромбовидну ямку*, яка у свою чергу переходить у сільвієв водопровід мозку, що з'єднує IV-й і III-й шлуночки. Більшість ядер довгастого мозку і мосту розташовані в стінках (на дні) IV-го шлуночка, чим досягається їх найкраще забезпечення киснем та споживчими речовинами. На рівні довгастого мозку і мосту розташовані найголовніші центри вегетативної і,

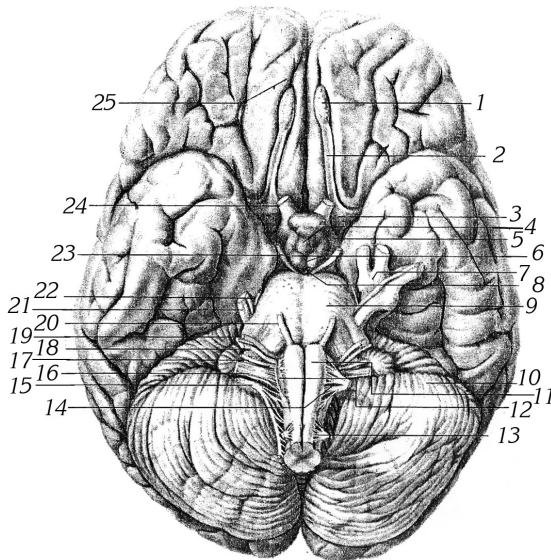


Рис. 5. Основа головного мозку і місця виходу корінців черепних нервів:

1 — нюхова цибулина; 2 — нюховий тракт; 3 — передня дірчаста речовина; 4 — сірий пагорбок; 5 — зоровий тракт: 6 — соскоподібні тіла; 7 — трійчастий вузол; 8 — задній дірчастий простір; 9 — міст; 10 — мозочок; 11 — піраміда; 12 — оліва; 13 — спинномозковий нерв; 14 — під'язиковий нерв (XII пара черепних нервів), 15 — додатковий нерв (XI пара), 16 — блукаючий нерв (X пара); 17 — язикоглотковий нерв (IX пара); 18 — присінково-завитковий, або слуховий нерв (VIII пара); 19 — лицьовий нерв (VII пара); 20 — відповідний нерв (VI пара); 21 — трійчастий нерв (V пара); 22 — блоковий нерв (I пара); 23 — окоруховий нерв (III пара); 24 — зоровий нерв (II пара); 25 — нюхова борозна і нюховий нерв (I пара).

частково, соматичної регуляції, а саме: центри іннервації м'язів язика і шиї (*під'язиковий нерв*, XII пара черепно-мозкових нервів); центри іннервації м'язів шиї та плечового пояса, м'язів горла і гортані (*додатковий нерв*, XI пара). Іннервацію органів шиї, грудної клітини (серця, легень), черева (шлунку, кишок), залоз внутрішньої секреції здійснює *блукаючий нерв* (X пара),

який є головним нервом парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи. Іннервацію язика, смакових рецепторів, актів ковтання, певних частин слинних залоз здійснює *язикоглотковий нерв* (IX пара). Сприйняття звуків та інформації про положення тіла людини в просторі від вестибулярного апарату здійснює *присінково-завитковий нерв* (VIII пара). Іннервацію слізних та частини слинних залоз, мімічних м'язів лица забезпечує *лицьовий нерв* (VII пара). Іннервацію м'язів ока і повік здійснює *відвідний нерв* (VI пара). Іннервацію жувальних м'язів, зубів, слизової ротової порожнини, ясен, губ, деяких мімічних м'язів та додаткових утворень ока здійснює *трійчастий нерв* (V пара). Більшість ядер довгастого мозку дозрівають у дітей до 7–8 років.

- **Мозочок** є відносно відокремленою частиною головного мозку, має дві півкулі, з'єднані *черв'ячком*. За допомогою провідних шляхів у вигляді нижніх, середніх та верхніх ніжок мозочок сполучається з довгастим мозком, варолієвим мостом і середнім мозком. Аферентні шляхи мозочка йдуть від різних відділів головного мозку та від вестибулярного апарату. Еферентні імпульси мозочка спрямовані до рухових відділів середнього мозку, зорових горбів, кори великих півкуль, і до рухових нейронів спинного мозку. Мозочок є важливим адаптаційно-трофічним центром організму, приймає участь у регуляції серцево-судинної діяльності, дихання, травлення, терморегуляції, іннервує гладенькі м'язи внутрішніх органів, а також відповідає за координацію рухів, підтримку пози, тонус м'язів тулуба. Після народження дитини мозочок інтенсивно розвивається, і вже у віці 1,5–2 роки його маса та розміри досягають розмірів дорослої людини. Остаточна диференціація клітинних структур мозочка завершується у 14–15 років: з'являється здатність до довільних тонко координованих рухів, закріплюється почерк письма та ін.
- **Середній мозок** складається з двох ніжок мозку, що виходять із моста і чотиригорбикової пластинки *даху* (рис. 6). В області ніжок мозок містить ядро чорної субстанції (багатої на *меланін*)

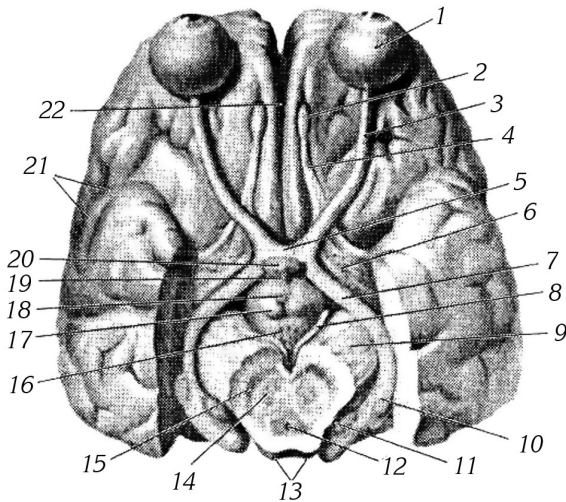


Рис. 6. Розташування частин головного мозку з нижньої сторони великих півкуль. Перехрестя (хіазм) зорових шляхів:

1 — очне яблуко; 2 — нюхова цибулина; 3 — зоровий нерв; 4 — нюховий шлях; 5 — перехрестя (хіазма) зорових нервів; 6 — передня пронизана речовина; 7 — зоровий шлях; 8 — окоруховий нерв; 9 — ніжка мозку; 10 — бічне (латеральне) колінчасте тіло; 11 — присереднє (медіальне) колінчасте тіло; 12 — водопровід великого мозку; 13 — чотиригорбикове тіло; 14 — червоне ядро; 15 — чорна речовина; 16 — задня пронизана речовина; 17 — соскоподібне тіло; 18 — сірий горбик; 19 — лійка; 20 — гіпофіз; 21 — бічна і 22 — поздовжня щілина великого мозку.

та червоне ядро. Дах середнього мозку складається з двох верхніх та двох нижніх горбиків, ядра яких пов'язані з орієнтувальними рефlekсами на зорові (верхні горбики) та слухові (нижні горбики) подразнення. Горбики середнього мозку називають, відповідно, первинними зоровими та слуховими центрами (на їх рівні відбувається переключення з других на треті нейрони відповідно зорового та слухового трактів, за якими зорова інформація далі направляється у зоровий центр, а слухова інформація — у слуховий центр кори головного мозку). Центри середнього мозку тісно пов'язані з

мозочком і забезпечують виникнення «сторожових» рефлексів (повернення голови, орієнтація в темноті, в новій обстановці і таке інше). Чорна субстанція та червоне ядро беруть участь у регуляції пози і рухів тіла, підтримують тонус м'язів, координують рухи під час їжі (жування, ковтання). Важлива функція червоного ядра полягає в *рецепторній* (з'ясованій) регуляції роботи м'язів-антагоністів, що обумовлює узгоджену дію згиначів і розгиначів опорно-рухового апарату. Таким чином, середній мозок разом з мозочком є основним центром регуляції рухів та підтримки нормального положення тіла. Порожниною середнього мозку є сільвієва протока (водопровід мозку), на дні якої розташовані ядра *блокового* (IV пара) та *окорухового* (III пара) черепно-мозкових нервів, які іннервують м'язи ока.

- **Проміжний мозок** складається з епіталамусу (*надгір'я*), таламусу (*згір'я*), мезаталамусу та гіпоталамусу (*нидгір'я*). *Епіталамус* сполучається з залозою внутрішньої секреції, що називається *епіфізом*, або шишкоподібною залозою, яка регулює внутрішні біоритми людини з оточуючим середовищем. Ця залоза є також своєрідним хронометром організму, що визначає зміну періодів життя, активність в продовж доби, в продовж сезонів року, стримує до певного періоду статеве дозрівання таке ін.

Таламус, або *зорові горби* об'єднує близько 40 ядер, які умовно поділяються на 3 групи: специфічні, неспецифічні та асоціативні. *Специфічні* (або ті що *переключають*) ядра призначені передавати висхідними проєкційними шляхами зорову, слухову, шкіряно-м'язово-суглобну та іншу (крім нюхової) інформацію у відповідні сенсорні зони кори великих півкуль. Низхідними шляхами скрізь специфічні ядра передається інформація від моторних зон кори до нижче розташованих відділів головного та спинного мозку, наприклад, до рефлекторних дуг, керуючих роботою скелетних м'язів. *Асоціативні* ядра передають інформацію від специфічних ядер проміжного мозку в асоціативні відділи кори великих півкуль. *Неспецифічні* ядра утворюють загальний фон активності кори великих півкуль, що підтримує бадьорий стан

людини. При зменшенні електричної активності неспецифічних ядер людина засинає. Крім того, вважається, що неспецифічні ядра таламусу регулюють процеси не довільної уваги, приймають участь у процесах формування свідомості людини. Аферентні імпульси від усіх рецепторів організму (за винятком нюхових), перш ніж досягнути кори великих півкуль, потрапляють у ядра таламусу. Тут інформація первинно обробляється та кодується, отримує емоційне забарвлення і далі направляється в кору великих півкуль. В таламусі розташований також центр больової чутливості і є нейрони, які координують складні рухові функції з вегетативними реакціями (наприклад, координацію м'язової активності з активізацією роботи серця та дихальної системи). На рівні таламусу здійснюється частковий перехрест зорових і слухових нервів. Перехрест (*хвізма*) здорових нервів (рис. 6) розташований попереду гіпофіза і сюди приходять від очей чутливі *зорові нерви* (II пара черепно-мозкових нервів). Перехрест полягає в тому, що нервові відростки світлочутливих рецепторів лівої половини правого і лівого ока об'єднуються далі в лівий зоровий тракт, що на рівні *латеральних колінчастих тіл* таламуса переключається на другий нейрон, який через зорові пагорбки середнього мозку направляється у центр зору, розташований на медіальній поверхні потиличної долі кори правої півкулі головного мозку. В одно час нейрони від рецепторів правих половин кожного ока створюють правий зоровий тракт, який направляється у центр зору лівої півкулі. Кожен зоровий тракт містить до 50 % зорової інформації відповідної сторони лівого і правого ока (детальніше див. підрозділ 4.2).

Перехрест слухових шляхів здійснюється аналогічно зоровим але реалізується на базі *медіальних колінчастих тіл* таламуса. Кожен слуховий тракт містить 75 % інформації від вуха відповідної сторони (лівого чи правого) і 25 % інформації від вуха протилежної сторони.

Підзгір'я (*гіпоталамус*) є частиною проміжного мозку, що керує вегетативними реакціями, тобто здійснює координативно-інтеграційну діяльність симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи, а також забезпечує взаємодію нервової та

ендокринної регулюючих систем. В межах гіпоталамусу нараховують 32 нервових ядра, більшість із яких, використовуючи нервові та гуморальні механізми, здійснюють своєрідну оцінку характеру та ступеню порушень гомеостазу (сталості внутрішнього середовища) організму, а також утворюють «команди», що здатні впливати на виправлення можливих зрушень гомеостазу як шляхом змін у вегетативній нервовій та ендокринній системах, так і (через ЦНС) шляхом змін поведінки організму. Поведінка, в свою чергу, базується на відчуттях з числа яких ті, що пов'язані з біологічними потребами, називаються *мотиваціями*. Відчуття голоду, спраги, ситості, болю, фізичного стану, сили, статевої потреби пов'язані з центрами, розташованими в передніх і задніх ядрах гіпоталамуса. Одне із найбільших ядер гіпоталамуса (сірий горбик, рис. 6) приймає участь у регуляції функцій багатьох ендокринних залоз (через гіпофіз), та у регуляції обміну речовин, в тому числі обміну води, солей та вуглеводів. У гіпоталамусі розташований також центр регуляції температури тіла.

Гіпоталамус щільно пов'язаний з залозою внутрішньої секреції — гіпофізом, утворюючи гіпоталамо-гіпофізарний шлях, за рахунок якого здійснюється, як вказувалось вище, взаємодія та координація нервової та гуморальної систем регуляції функцій організму.

На момент народження більша частина ядер проміжного мозку добре розвинута. В подальшому розміри таламусу зростають за рахунок росту розмірів нервових клітин і розвитку нервових волокон. Розвиток проміжного мозку також полягає в ускладненні його взаємодії з іншими мозковими утвореннями, що вдосконалює загальну координаційну діяльність. Остаточна диференціація ядер таламусу та гіпоталамусу закінчується у період статевого дозрівання.

У центральній частині стовбура мозку (від довгастого до проміжного) знаходиться нервове утворення — сітчастий утвір (ретикулярна формація). Ця структура налічує 48 ядер і велику кількість нейронів, що утворюють безліч контактів один з одним (явище *полі сенсорної конвергенції*). Через колатеральний шлях у ретикулярну формацію надходить вся чутлива інформація від рецепторів периферії. Встановлено,

що сітчастий утвір приймає участь у регуляції дихання, діяльності серця, судин, процесів травлення та ін. Особлива роль сітчастого утвору полягає у регуляції функціональної активності вищих відділів кори головного мозку, що забезпечує стан бадьорості (разом з імпульсами від неспецифічних структур таламусу). У сітчастому утворі відбувається взаємодія аферентних та еферентних імпульсів, циркуляція їх по кільцевим шляхам нейронів, що необхідно для підтримки певного тону або ступеню готовності всіх систем організму до змін стану або умов діяльності. Низхідні шляхи ретикулярної формації здатні передавати імпульси від вищих відділів ЦНС до спинного мозку, регулюючи швидкість проходження рефлекторних актів.

Кінцевий мозок включає підкоркові базальні ганглії (ядра) та дві великі півкулі, вкриті корою головного мозку. Обидві півкулі, з'єднані між собою пучком нервових волокон, утворюючих мозолисте тіло.

Серед базальних ядер слід назвати бліду кулю (*палідум*) де розташовані центри складних рухових актів (письма, спортивних вправ) та мімічних рухів, а також смугасте тіло яке контролює бліду кулю і діє на неї гальмуючи. Такий самий вплив смугасте тіло здійснює і на кору мозку, викликаючи сон. Встановлено також, що смугасте тіло приймає участь у регуляції вегетативних функцій, таких як обмін речовин, судинні реакції та теплоутворення.

Над мозковим стовбуром в товщі півкуль розташовані структури, які обумовлюють емоційний стан, спонукають до дії, приймають участь у процесах навчання і запам'ятовування. Ці структури утворюють лімбічну систему. До складу вказаних структур належать такі зони головного мозку, як закрутка морського коника (*гіпокамп*), поясна закрутка, нюхова цибулина, нюховий трикутник, мигдалеподібне тіло (*мигдалина*) і передні ядра таламуса та гіпоталамуса. Поясна закрутка разом з закруткою морського коника і нюховою цибулиною утворюють лімбічну кору, де формуються акти поведінки людини під впливом емоцій. Встановлено також, що нейрони, розташовані у закрутці морського коника, приймають участь у процесах навчання, пам'яті, пізнання, тут же утворюються емоції гніву та страху. Мигдалеподібне тіло впливає на поведінку та активність при задоволенні потреб харчування, статевого зацікавлення та ін. Лімбічна

система тісно пов'язана з ядрами основи півкуль, а також з лобними та скроневими долями кори мозку. Нервові імпульси, які передаються по низхідним шляхам лімбічної системи координують вегетативні та соматичні рефлекси людини відповідно до емоційного стану, а також здійснюють зв'язок біологічно значущих сигналів із зовнішнього середовища з емоційними реакціями організму людини. Механізм цього полягає в тому, що інформація зовнішнього середовища (від скроневих та інших сенсорних зон кори) та від гіпоталамусу (про стан внутрішнього середовища організму), конвергує на нейронах мигдалини (частині лімбічної системи), здійснюючи синаптичні зв'язки. Це формує відбитки короткочасної пам'яті, які порівнюються з інформацією, що міститься у довгостроковій пам'яті та з мотиваційними задачами поведінки, що, нарешті, і обумовлює виникнення емоцій.

Кора великих півкуль представлена сірою речовиною товщиною від 1,3 до 4,5 мм. Площа кори досягає 2600 см² за рахунок великої кількості борозен та завитків. В корі нараховується до 18 млрд нервових клітин, утворюючих безліч взаємних контактів.

Під корою розташована біла речовина, в якій виділяють асоціативні, комісуральні та проєкційні провідні шляхи. *Асоціативні* провідні шляхи зв'язують між собою окремі зони (нервові центри) в межах однієї півкулі; *комісуральні* шляхи зв'язують симетричні нервові центри та частини (закрутки і борозни) обох півкуль, проходячи через мозолисте тіло. *Проекційні* шляхи виходять за межі півкуль та з'єднують нижче розташовані відділи ЦНС з корою півкуль. Ці провідні шляхи поділяються на низхідні (від кори на периферію) та висхідні (із периферії до центрів кори).

Вся поверхня кори умовно ділиться на 3 типи корових зон (областей): сенсорні, моторні і асоціативні.

Сенсорні зони є частками кори, в яких закінчуються аферентні шляхи від різних рецепторів. Наприклад, I сомато-сенсорна зона, що сприймає інформацію від зовнішніх рецепторів усіх частин тіла, розташована в області задньо-центральної закрутки кори; зорова сенсорна зона розташована на медіальній поверхні потиличних долів кори; слухова – в скроневих долях і т. д. (детальніше див. підрозділ 4.2).

Моторні зони забезпечують еферентну іннервацію робочих м'язів. Ці зони локалізовані в області передньоцентральної закрутки і мають тісні зв'язки з сенсорними зонами.

Асоціативні зони є значними областями кори півкуль, які за допомогою асоціативних провідних шляхів пов'язані з сенсорними та моторними зонами інших частин кори. Ці зони складаються в основному із полісенсорних нейронів, які здатні сприймати інформацію із різних сенсорних зон кори. В цих зонах розташовані центри мови, в них здійснюється аналіз всієї поточної інформації, а також формуються абстрактні уявлення, приймаються рішення що до виконання інтелектуальних задач, створюються складні програми поведінки на підставі попереднього досвіду та передбачень на майбутнє.

У дітей на момент народження кора великих півкуль має таку ж будову, як і у дорослих людей, однак її поверхня з розвитком дитини збільшується за рахунок формування дрібних закруток та борозен, що триває до 14–15 років. У перші місяці життя кора півкуль росте дуже швидко, дозрівають нейрони, йде інтенсивна мієлінізація нервових відростків. Мієлін виконує ізоляційну роль та сприяє зростанню швидкості проведення нервових імпульсів, тому мієлінізація оболонки нервових відростків сприяє підвищенню точності та локалізації проведення тих збуджень, що потрапляють у мозок, або команд, які йдуть на периферію. Процеси мієлінізації найбільш інтенсивно відбуваються у перші 2 роки життя. Різні коркові зони мозку у дітей дозрівають нерівномірно, а саме: сенсорні та моторні зони завершують дозрівання у 3–4 роки, тоді як асоціативні зони лише з 7 років починають інтенсивно розвиватись і цей процес триває до 14–15 років. Найбільш пізно дозрівають лобні долі кори, відповідальні за процеси мислення, інтелекту та розуму.

Периферійна частина нервової системи в основному іннервує по-смуговані м'язи опорно — рухового апарату (за виключенням серцевого м'яза) та шкіру, а також відповідає за сприйняття зовнішньої і внутрішньої інформації та за формування всіх актів поведінки та психічної діяльності людини. На відміну від цього вегетативна нервова система іннервує всі гладенькі м'язи внутрішніх органів, м'язи серця, кровоносні судини та залози. Слід пам'ятати, що це ділення достатньо умовне, так як вся нервова система в організмі людини не роздільна і цілісна.

Периферійна частина соматичної нервової системи складається із спинномозкових і черепно-мозкових нервів, рецепторних закінчень органів чуття, нервових сплетінь (вузлів) та гангліїв. *Нерв* є ниткоподібним утворенням переважно білого кольору у якому об'єднані нервові відростки (волокна) багатьох нейронів. Між пучків нервових волокон розташовані сполучна тканина та кровоносні судини. Якщо нерв містить лише волокна аферентних нейронів, то він має назву *чутливого нерву*; якщо волокна еферентних нейронів — то має назву *моторного нерву*; якщо містить волокна аферентних і еферентних нейронів — то має назву *змішаного нерва* (таких в організмі найбільше). Нервові *вузли* та *ганглії* розміщені в різних частинах тіла організму (поза ЦНС) і представляють собою місця розгалуження одного нервового відростку на багато інших нейронів або місця переключення одного нейрона на інший з метою продовження нервових шляхів. Дані щодо рецепторних закінчень органів чуття дивись у підрозділі 4.2.

Виділяють 31 пару спинномозкових нервів: 8 пар шийних, 12 пар грудних, 5 пар поперекових, 5 пар крижових і 1 пара куприкових. Кожен спинномозковий нерв утворюється передніми та задніми корінцями спинного мозку, дуже короткий (3–5 мм), займає проміжок міжхребетного отвору і зразу ж за межами хребця розгалужується на дві гілки: задню і передню. Задні гілки усіх спинномозкових нервів *метамерно* (тобто невеличкими зонами) іннервують м'язи і шкіру спини. Передні гілки спинномозкових нервів мають декілька розгалужень (*відвідну гілку*, що йде до вузлів симпатичного відділу вегетативної нервової системи; *оболонкову гілку*, що іннервує оболонку самого спинного мозку та основну *передню гілку*). Передні гілки спинномозкових нервів мають назву нервових *стволів* і, за винятком нервів грудного відділу, йдуть до нервових сплетінь де переключаються на другі нейрони, що направляються до м'язів і шкіри окремих частин тіла. Виділяють: *шийне сплетіння* (утворюють 4 пари верхніх шийних спинномозкових нервів, а від нього йде іннервація м'язів і шкіри шиї, діафрагми, окремих частин голови і так далі); *плечове сплетіння* (утворюють 4 пари нижніх шийних 1 пара верхніх грудних нервів, іннервують м'язи і шкіру плечей та верхніх кінцівок); 2–11 пара грудних спинномозкових нервів іннервують дихальні

міжреберні м'язи та шкіру грудної клітини; *поперекове сплетіння* (утворюють 12 пара грудних та 4 пари верхніх поперекових спинномозкових нервів, іннервують нижню частину черева, м'язи стегна та сідничні м'язи); *крижове сплетіння* (утворюють 4–5 пари крижових та 3 верхніх пари куприкових спинномозкових нервів, іннервують органи малого тазу, м'язи та шкіру нижньої кінцівки; серед нервів цього сплетіння найбільший в організмі — сідничний нерв); *соромітне сплетіння* (утворюють 3–5 пара куприкових спинномозкових нервів, іннервують статеві органи, м'язи малого та великого тазу).

Черепно-мозкових нервів, як вказувалося раніше, виділяють дванадцять пар і їх поділяють на три групи: чутливі, рухові та змішані. До *чутливих нервів* належать: I пара — нюховий нерв, II пара — зоровий нерв, VIII пара — присінково-завитковий нерв.

До *рухових нервів* належать: IV пара — блоковий нерв, VI пара — відвідний нерв, XI пара — додатковий нерв, XII пара — під'язиковий нерв.

До *змішаних нервів* належать: III пара — окоруховий нерв, V пара — трійчастий нерв, VII пара — лицевий нерв, IX пара — язикоглотковий нерв, X пара — блукаючий нерв. Периферійна нервова система у дітей розвивається в основному до 14–16 років (паралельно з розвитком ЦНС) і це полягає у рості довжини нервових волокон та їх мієлінізації, а також в ускладненні міжнейронних зв'язків.

Вегетативна (автономна) нервова система (ВНС) людини регулює роботу внутрішніх органів, обмін речовин, пристосовує рівень роботи організму до поточних потреб існування. Ця система має два відділи: *симпатичний* та *парасимпатичний*, які мають паралельні нервові шляхи до всіх органів та судин організму і найчастіше діють на їх роботу з протилежним ефектом. Симпатичні іннервації звично прискорюють функціональні процеси (збільшують частоту і силу серцевих скорочень, розширюють просвіт бронхів легень та усіх кровоносних судин і т. д.), а парасимпатичні іннервації гальмують (знижують) хід функціональних процесів. Виключенням є дія ВНС на гладенькі м'язи шлунку і кишок та на процеси сечоутворення: тут симпатичні іннервації гальмують скорочення м'язів та утворення сечі тоді як парасимпатичні — навпаки прискорюють. В деяких випадках обидва відділи можуть підсилювати один

одного у своєму регулюючому впливі на організм (наприклад, при фізичних навантаженнях обидві системи можуть підсилювати роботу серця). В перші періоди життя (до 7 років) у дитини перебільшує активність симпатичної частини ВНС, що обумовлює дихальні та серцеві аритмії, підвищену пітливість та ін. Переважання симпатичної регуляції у дитячому віці обумовлено особливостями дитячого організму, що розвивається і потребує підвищеної активності всіх процесів життєдіяльності. Остаточний розвиток вегетативної нервової системи та встановлення балансу активності обох відділів цієї системи завершується у 15–16 років. Центри симпатичного відділу ВНС (рис. 7) розташовані з обох боків вздовж спинного мозку на рівні шийного, грудного та поперекового відділів. Парасимпатичний відділ має центри у довгастому, середньому та проміжному мозку, а також у крижовому відділі спинного

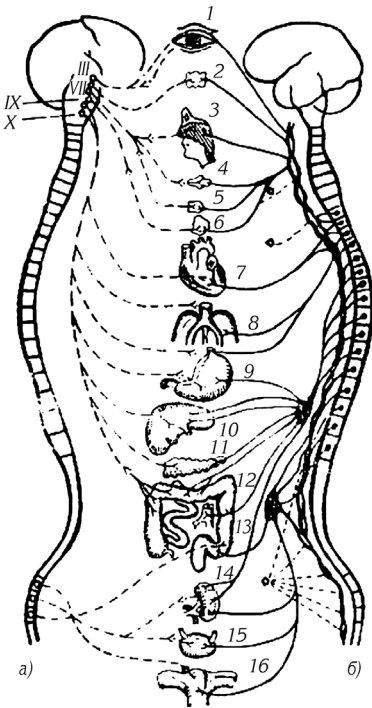


Рис. 7. Схема автономної нервової системи:

а — парасимпатична частина; б — симпатична частина; 1 — око; 2 — слинна залоза; 3 — верхні дихальні шляхи; 4 — піднижньощелепна слинна залоза; 5 — під'язикова слинна залоза; 6 — привушна слинна залоза; 7 — серце; 8 — трахея; 9 — стравохід; 10 — печінка; 11 — підшлункова залоза; 12 — тонка кишка; 13 — товста кишка; 14 — нирка; 15 — сечовий міхур; 16 — матка. Римськими цифрами позначено ядра черепно-мозкових нервів: III — окоруховий; VII — присінково-завитковий; IX — язико-глотковий; X — блукаючий

мозку. Найвищий центр вегетативної регуляції розташований в області гіпоталамуса проміжного мозку.

Периферійна частина ВНС представлена нервами та нервовими сплетіннями (вузлами). Нерви вегетативної нервової системи звично сірого кольору, так як відростки нейронів, що їх формують, не мають мієлінової оболонки. Дуже часто волокна нейронів вегетативної нервової системи включаються до складу нервів соматичної нервової системи, утворюючи *змішані нерви*.

Аксони нейронів центральної частини симпатичного відділу ВНС входять спочатку до складу корінців спинного мозку, а потім *відвідною гілочкою* ідуть до *превертебральних* вузлів периферичного відділу, що розташовані ланцюгами (рис.7) з обох боків спинного мозку. Це так звані *передвузлові волокна*. У вузлах збудження переключаються на інші нейрони і йде *після вузловими* волокнами до робочих органів. Низки вузлів *симпатичного відділу* ВНС утворюють вдовж спинного мозку лівий та правий *симпатичні стовбури*. Кожен стовбур має три шийних симпатичних вузли, 10–12 грудних, 5 поперекових, 4 крижових і 1 куприковий. У куприковому відділі обидва стовбури з'єднуються між собою. Парні *шийні вузли* поділяються на *верхні* (найбільші), *середні* і *нижні*. Від кожного з цих вузлів відгалужуються серцеві гілки, які доходять до *серцевого сплетення*. Від шийних вузлів ідуть також гілочки до кровоносних судин голови, шиї, грудної клітини та верхніх кінцівок, утворюючи навколо них судинні сплетення. Уздовж судин симпатичні нерви доходять до органів (слинних залоз, глотки, гортані та зіниць ока). Нижній шийний вузол часто об'єднується з першим грудним, внаслідок чого утворюється великий *шийно-грудний вузол*. Шийні симпатичні вузли зв'язані з шийними спинномозковими нервами, які утворюють шийне та плечове сплетення.

Від вузлів грудного відділу відходять два нерви: *великий нутрощевий* (від 6–9 вузлів) і *малий нутрощевий* (від 10–11 вузлів). Обидва нерви проходять крізь діафрагму в черевну порожнину і закінчуються в *черевному (сонячному) сплетенні*, від якого відходять численні нерви до органів черевної порожнини. З черевним сплетенням з'єднується правий

блукаючий нерв. Від грудних вузлів також відходять гілки до органів заднього середостіння, аортального, серцевого і легеневого сплетень.

Від крижового відділу симпатичного стовбура, який складається з 4 пар вузлів, відходять волокна до крижових і куприкових спинномозкових нервів. У ділянці малого таза є *підчервоне сплетення* симпатичного стовбура, від якого відходять нервові волокна до органів малого таза.

Парасимпатична частина автономної нервової системи складається з нейронів, які розташовані в ядрах окорухового, лицьового, язикоглоткового і блукаючих нервів головного мозку, а також з нервових клітин, розміщених у II–IV крижових сегментах спинного мозку (рис. 7). У периферійній частині парасимпатичного відділу автономної нервової системи не дуже чітко виражені нервові вузли і тому іннервація в основному здійснюється за рахунок довгих відростків центральних нейронів. Схеми парасимпатичної іннервації в більшості своїй паралельні таким же схемам від симпатичного відділу, але є і особливості. Наприклад, парасимпатична іннервація роботи серця здійснюється гілочкою блукаючого нерва через *сіноатріальний вузол* (водій ритму) провідникової системи серця, а симпатична іннервація здійснюється багатьма нервами, що йдуть від грудних вузлів симпатичного відділу вегетативної нервової системи і підходять безпосередньо до м'язів пересердя та шлуночків серця.

Найважливішими парасимпатичними нервами є правий та лівий блукаючі нерви, багато чисельні волокна яких іннервують органи ший, грудної клітини, черева. У багатьох випадках гілочки блукаючих нервів утворюють сплетення з симпатичними нервами (серцеві, легеневі, черевні та інші сплетення). У складі III пари черепно-мозкових нервів (окорухового) є парасимпатичні волокна, що йдуть до гладеньких м'язів очного яблука і при збудженні визивають звуження зіниці, тоді як збудження симпатичних волокон — розширює зіницю. У складі VII пари черепно-мозкових нервів (лицьових) парасимпатичні волокна іннервують слинні залози (знижують виділення слини). Волокна крижового відділу парасимпатичної нервової системи приймають участь в утворенні підчеревного сплетіння, від якого ідуть гілочки до органів малого таза, чим регулюють процеси сечовиділення, дефекації, статевих відправлень, тощо.

4.2. Вікові особливості органів чуття

Одними із елементів периферійної частини нервової системи є *органи чуття*, або *сенсорна система* (від лат. *sensus* — сприйняття, відчуття). У загальному вигляді сенсорна система забезпечує сприймання, передачу та перероблення інформації про явища навколишнього середовища, а також інформації про стан і роботу внутрішніх органів. Найбільш повно фізіологію сенсорної системи свого часу вивчив І. П. Павлов, який дав йому назву вчення про *аналізатори*. Кожний аналізатор, за вченням І. П. Павлова, складається з трьох нерозривно зв'язаних відділів:

- *рецептора* або периферичного сприймального апарату, що сприймає подразнення і перетворює його в нервовий процес збудження;
- *провідника збудження* або доцентрового нервового волокна яке передає збудження в спинний та головний мозок;
- *нервового центру* або ділянки кори головного мозку, в якій відбувається аналіз збудження і виникають відчуття.

Периферичний відділ кожного аналізатора представляють органи чуття з закладеними в них *рецепторами*. За місцем розташування всі рецептори поділяються на три групи:

- *Екстерорецептори* (від лат. *exter* — зовнішній, *receptor* — той, що сприймає) або *органи зовнішнього чуття*, за допомогою яких людина пізнає навколишній світ та одержує інформацію про нього. До таких рецепторів належать, наприклад, чутливі клітини сітківки ока, вуха, рецептори шкіри, органів нюху, смаку та ін.
- *Інтерорецептори* (від лат. *interior*- внутрішній), які є чутливими утвореннями, що сприймають зміни внутрішнього середовища організму. Інтерорецептори розташовані в тканинах різних внутрішніх органів (серця, печінки, нирок, кровоносних судин та ін.) і постійно контролюють стан внутрішніх органів та хід процесів, що в них відбуваються. В результаті надходження імпульсів від рецепторів внутрішніх органів відбувається саморегуляція дихання, артеріального тиску, діяльності серця та ін.
- *Пропріорецептори* (від лат. *proprius* — власний, особливий), які є чутливими утвореннями, що сигналізують про положення і

рух тіла. Такі рецептори містяться в м'язах, суглобах, фасціях і сприймають скорочення або розтягнення м'язів чи сухожилків.

У людини є наступні органи чуття: зору, слуху, відчуття положення тіла в просторі, смаку, нюху, м'язово-суглобового чуття та шкіряної чутливості.

За характером взаємодії з подразником рецептори умовно поділяються на *контактні* і *дистантні*; за видом (походженням) подразника, що сприймається рецепторами, вони поділяються на *механорецептори*, *хеморецептори*, *фоторецептори* та ін.

Контактні рецептори здатні сприймати інформацію про властивості предметів та явищ тільки при безпосередньому контакті (стиканні) з факторами середовища. Такими рецепторами є хеморецептори язика, дотикові рецептори шкіри та ін.

Дистантні рецептори здатні сприймати інформацію на відстані, наприклад, хвильову енергію світла, звуку; кванти теплової енергії сонця або нагрітих предметів і так далі. До дистантних рецепторів слід віднести рецептори зору, слуху, тиску, температури та ін. Деякі дистантні рецептори (наприклад, терморецептори) здатні сприймати інформацію як з відстані, так і при безпосередньому контакті з подразником.

Механорецептори налаштовані трансформувати механічну енергію в біоелектричну енергію нервового збудження (наприклад, рецептори дотику); *хеморецептори* здатні сприймати хімічну структуру подразників (наприклад, рецептори нюху, смаку); *фоторецептори* здатні сприймати світлові хвилі різної довжини (наприклад, рецептори органа зору); *фонорецептори* налаштовані сприймати звукові хвилі різної довжини та частоти (наприклад, рецептори органа слуху); *терморецептори* здатні сприймати кванти теплової енергії (наприклад, холодіві і теплові рецептори шкіри); *барорецептори* здатні сприймати зміни тиску.

За природою походження подразники, поділяються на механічні, хімічні, температурні, світлові, звукові та біологічні. Крім того, по своїй активності відносно рецепторів всі подразники поділяються на *адекватні* і *неадекватні*.

Адекватними подразниками вважаються такі, що специфічні для певного рецептора і до яких цей рецептор спеціально пристосувався у процесі філо- та онтогенезу. При дії адекватних подразників виникають

відчуття, що характерні для певного органа чуття (око сприймає тільки світлові хвилі, але не сприймає запахи, звук і так далі). Більшість рецепторів відрізняються дуже високою збудливістю щодо адекватних подразнень (наприклад, око здатне темної ночі при повній прозорості повітря побачити вогник свічки на відстані 25–27 км, а в умовах чистого повітря високогір'я — на відстані до 40 км!).

Крім адекватних, існують *неадекватні* подразники, дія яких проявляється лише при значній силі і зумовлює тільки примітивні відчуття, властиві певному аналізатору. Наприклад, від сильного удару головою можуть виникнути відчуття дзвону у вухах або блискавок в очах. В залежності від відношення до адекватних і неадекватних подразників рецептори можуть бути *мономодальними* (чутливими до одного фактору) *поліmodalними* (чутливими до багатьох видів подразників).

Збудливість рецепторів залежить як від стану конкретного аналізатора, так і від загального стану організму.

Найменша сила дії адекватного подразника, що здатна визвати збудження відповідного рецептора, називається *порогом чутливості*; а найменша різниця в силі двох подразників одного виду, що може сприйматись органами чуття як окремі, називається *порогом розрізнення* (За законом Вебера-Фехнера цей поріг становить $1/30$ і $1/40$ частину від сили діючого попереднього подразнення). Таким чином, сила подразника може бути *зверхпороговою*, *пороговою* та *підпороговою*. Більшість імпульсів від рецепторів організму (особливо від рецепторів внутрішніх органів), досягаючи кори великого мозку, не спричиняють суттєвого збудження відповідних нервових центрів, так як вони нижче порогу чутливості і називаються *субсенсорними* (підпороговими). І. М. Сеченов називав такі подразнення «темним чуттям».

Рецептори здатні зникати до дії подразника. Цю властивість називають *адаптацією* (від лат. *adaptio* — пристосування). В результаті адаптації може зменшуватись або збільшуватись чутливість рецепторів. Найбільша швидкість адаптації властива рецепторам дотику шкіри, найменша — рецепторам м'язів та вестибулярним рецепторам. Найповільніше адаптуються рецептори кровоносних судин і легенів, що забезпечують постійну саморегуляцію артеріального тиску і дихання. Адаптація зумовлена, насамперед, процесами вторинного гальмування

в кіркових відділах аналізаторів (як відповідь на тривалу дію однотипних подразнень), а також процесами, що відбуваються у самих рецепторах (вичерпання медіаторів, накопичення продуктів розпаду та ін.). Прикладом адаптації може бути відсутність суттєвих відчуттів від комфортного одягу, зникання до запахів кімнати та ін.

Рецепторам притаманна і така властивість, як *інерційність*, тобто здатність до збереження певного відчуття в продовж деякого часу після припинення дії подразника. Цей феномен можна пояснити проявленням такої властивості ЦНС, як «*післядія*». Наприклад, при зміні на екрані нерухомих кадрів з частотою 18–24 за секунду виникає ілюзія безперервного руху подій, що саме і обумовлене інерцією сприйняття відчуття від одного кадра кінофільму до появи іншого.

Рецептори здатні також до *тренувань*, за рахунок чого може значно підвищуватися їх чутливість і вони починають більш досконало реагувати на подразники. Відомо чимало фактів, коли відчуття людини до певних подразників як би загострюються: наприклад, чутливі пальці піаніста, зірке око мисливця, тонкий слух музиканта та ін.

Провідниковий відділ сенсорних систем найчастіше складається з трьох *чутливих*, (*доцентрових* чи *аферентних*) нейронів: перший розташований за межами ЦНС (у міжхребцевих спинномозкових вузлах і вузлах черепно-мозкових нервів); другий нейрон знаходиться у довгастому або середньому мозку, а третій — в ядрах таламуса, гіпоталамуса, або ретикулярної формації. На всіх цих рівнях інформація переробляється і переводиться у зручну форму для швидкого первинного аналізу на предмет обмеження надлишкової інформації та виділення суттєвих ознак подразника. Вказане досягається за рахунок *обмеження пропускної спроможності* аферентних каналів, *пригнічення* або *виправлення інформації* про менш суттєві явища. Далі сигнали від рецепторів *кодується*, тобто підлягають перетворенню на інформацію, зрозумілу для всіх нервових клітин. Так як при збудженні любого рецептора завжди виникають стандартні потенціали дії, то розрізнити їх можна тільки за частотою. Таким чином, специфічність окремих подразнень кодується у вигляді груп або залпів імпульсів збудження, які відрізняються кількістю імпульсів, частотою, тривалістю та інтервалами між ними. Виходить, що «*мовою*» мозку є *частотний код*, а механізм перетворення інформації полягає у

переведенні її з однієї частотної характеристики на іншу, тобто у зміні коду (*перекодуванні*).

У *центральному відділі аналізатора* біоелектричні імпульси від рецепторів визивають збудження нейронів відповідних нервових центрів та відображаються у свідомості, у вигляді відчуття і почуття. На основі відчуття можуть виникати складні суб'єктивні образи (сприйняття, уявлення), а також формуються відповідні зовнішні реакції організму, що у вигляді нервових імпульсів передаються далі у моторні зони кори і, по низхідним провідним шляхам умовних та безумовних рефлексів, направляються за допомогою *моторних (центробіжних чи еферентних)* нервових волокон до виконавчих органів. Найвищі нервові центри усіх рецепторів розташовані в корі головного мозку і утворюють так зване *центральне представництво* тих чи інших рецептивних зон організму. Наприклад, найвищі центри зору локалізовані на медіальній поверхні обох півкуль потиличних ділянок кори головного мозку; центри слуху — в скроневих ділянках обох півкуль кори головного мозку. Найвищі сомато-сенсорні зони від багатьох екстеро-, інтеро- і пропріорецепторів тіла організму розташовані по заду від центральної (Роландової) борозни обох півкуль кори головного мозку (I-а сомато-сенсорна зона), та під центральною борозною і розповсюджуються на верхній край Сільвієвої борозни (II-а сомато-сенсорна зона). Важливо відмітити, що окремі рецептивні зони частин тіла людини (ніг, тулуба, лица, рук, пальців рук і так далі) мають в області сомато-сенсорних зон певну локалізацію, при цьому рецептори мімічних м'язів лица (як елементів мови і виразу емоцій) та рук і пальців (як органів праці) займають переважну частину області цих чутливих зон. Загальна карта тіла для кожної півкулі представлена у вигляді «гомункулюса» (рис. 8).

У дітей після народження та в перші роки життя органи чуття ще недосконалі і перебувають в процесі розвитку. Найпершими розвиваються органи смаку і нюху, а потім органи дотику, зору, слуху і так далі. Для кращого розвитку та вдосконалення різних якостей чуття у дітей велике значення має правильно поставлене їх формування і подальше тренування. Нижче розглянуто будову та функції основних сенсорних систем організму людини.

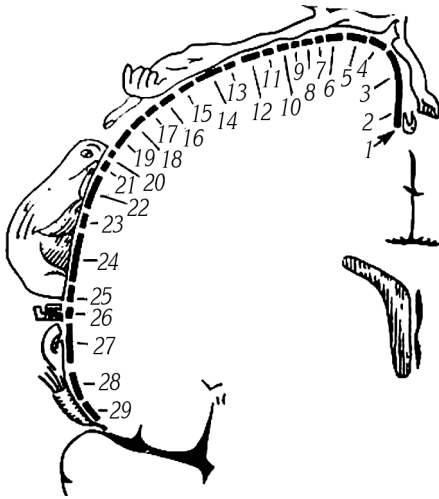


Рис. 8. Розташування проєкцій різних частин тіла в області I-ї сомато-сенсорної зони кори великих півкуль головного мозку:

1 — статеві органи; 2 — пальці ніг; 3 — ступня; 4 — гомілка; 5 — стегно; 6 — тулуб; 7 — шия; 8 — голова; 9 — плече; 10 — ліктьовий суглоб; 11 — лікоть; 12 — передпліччя; 13 — зап'ясток; 14 — кисть; 15 — мізинець; 16 — безіменний палець; 17 — середній палець; 18 — вказівний палець; 19 — великий палець; 20 — око; 21 — ніс; 22 — обличчя; 23 — верхня губа; 24 — нижня губа; 25 — підборіддя; 26 — зуби, ясна, щелепа; 27 — язик; 28 — глотка; 29 — внутрішні органи

Зоровий аналізатор. Зоровий аналізатор є найважливішим серед інших, бо дає людині понад 80 % всієї інформації про оточуюче середовище.

Зорова сенсорна система складається з трьох частин (рис. 9):

- *периферичної*, що представлена рецепторним апаратом сітківки ока (паличками та колбочками);
- *провідникової*, що складається з чутливого правого і лівого зорового нерва, часткового перехреста нервових зорових шляхів правого і лівого ока (*хіазма*), зорового *тракту*, що зазнає багатьох перемикань, коли проходить через зорові пагорбки чотиригорбикового тіла середнього мозку і таламус (латеральні колінчасті тіла, рис.6) проміжного мозку і далі продовжується до кори головного мозку;
- *центральної*, що знаходиться у потиличних ділянках кори головного мозку і де саме розташовані вищі зорові центри.

Завдяки хіазмі зорових шляхів від правого і лівого ока досягається ефект надійності зорового аналізатора, так як сприйнята очима зорова інформація поділяється приблизно нарівно таким чином, що від правих

половин обох очей вона збирається в один зоровий тракт, який направляється в центр зору лівої півкулі кори головного мозку, а від лівих половин обох очей — у центр зору правої півкулі кори головного мозку (рис. 9).

Функцією зорового аналізатора є *зір*, то б то здатність сприймати світло, величину, взаємне розташування та відстань між предметами за допомогою органа зору, яким є пара очей.

Кожне *око* міститься в заглибині (очній ямці) черепа і має допоміжний апарат ока і очне яблуко.

Допоміжний апарат ока забезпечує захист та рухи очей і включає: брови, верхні і нижні повіки з віями, слюзна залоза і рухові м'язи. Очне яблуко ззаду оточене жировою клітковиною, яка відіграє роль м'якої еластичної подушки. Над верхнім краєм очних ямок розміщені *брови*, волосся яких захищає очі від рідини (поту, води), що може текти по лобі.

Спереду очне яблуко вкривають верхня і нижня *повіки*, які захищають око спереду і сприяють його зволоженню. Вздовж переднього краю повік росте волосся, що утворює *віії*, подразнення яких викликає захисний рефлекс змикання повік (закривання очей). Внутрішня поверхня повік і передня частина очного яблука, за винятком рогівки, вкрита *кон'юнктивою* (слизовою оболонкою). У верхньому латеральному (зовнішньому) краї кожної очної ямки розташована слюзна залоза, яка виділяє рідину, що охороняє око від висихання та забезпечує чистоту склери і прозорість рогівки. Рівномірному розподілу слюзної рідини на поверхні ока сприяє мигання повік. Кожне очне яблуко приводять в рух шість м'язів, з яких чотири називаються прямими, а два косими. До системи захисту ока також належать рогівковий (доторкання до рогівки або потрапляння в око порошинки) та зіничний замикальні рефлекс.

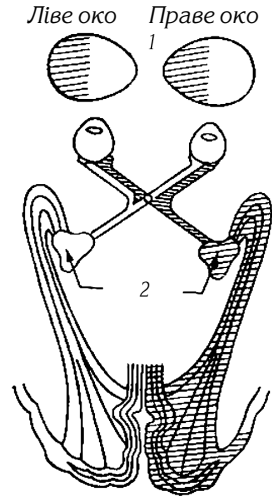


Рис. 9 Схема будови провідних шляхів зорового аналізатора:

1 — схема полів очей; 2 — латеральні тіла

Око, або *очне яблуко*, має кулясту форму з діаметром до 24 мм і масою до 7–8 г (рис. 10).

Стінки очного яблука утворені трьома оболонками: зовнішньою (фіброзною), середньою (судинною) та внутрішньою (сітківкою).

Зовнішня біла оболонка, або *склера* утворена міцною не прозорою сполучною тканиною білого кольору, яка забезпечує певну форму ока і захищає його внутрішні утворення. Передня частина склери переходить у прозору *рогівку*, яка захищає від пошкодження внутрішність ока та пропускає в його середину світло. Рогівка не містить кровоносних судин, живиться за рахунок міжклітинної рідини і має форму опуклої лінзи.

Під склерою міститься *середня* або *судинна* оболонка, що має товщину 0,2–0,4 мм і щільно пронизана великою кількістю кровоносних судин. Функція судинної оболонки полягає у забезпеченні живленням

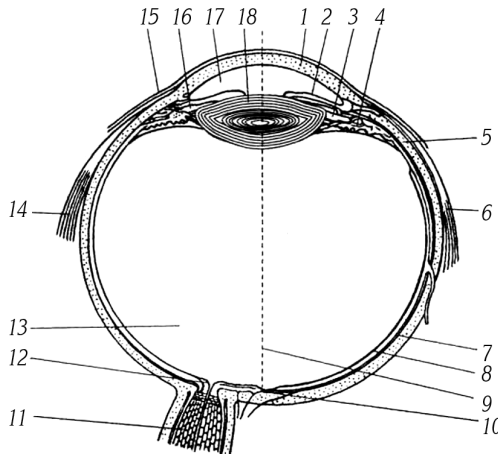


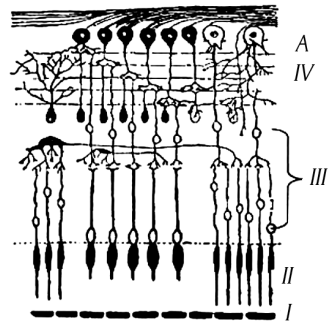
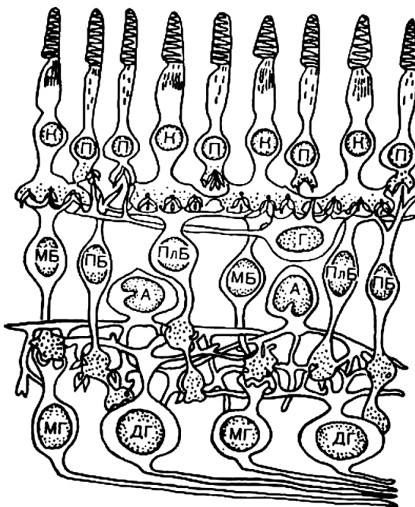
Рис. 10. Схема будови очного яблука:

1 — рогівка; 2 — райдужка; 3 — війкова зв'язка; 4 — війкове тіло; 5 — склера; 6 — прямий бічний м'яз; 7 — власне судинна оболонка; 8 — сітківка; 9 — зорова вісь очного яблука; 10 — центральна ямка на жовтій плямі; 11 — зоровий нерв; 12 — диск зорового нерва (сліпа пляма); 13 — склисте тіло; 14 — прямий медіальний м'яз; 15 — кон'юнктива очного яблука; 16 — задня камера ока; 17 — передня камера ока; 18 — кришталик

інших оболонки та утворів ока. Ця оболонка в передній своїй частині переходить у *райдужку*, що має центральний округлий отвір (*зіницю*) та райдужну оболонку, багату на пігмент *меланін*, від кількості якого колір райдужки може бути від блакитного до чорного. У передньому відділі очного яблука судинна оболонка переходить у *війчасте тіло*, що містить війчастий м'яз, який зв'язаний з кристаликом і регулює його кривизну. Діаметр зіниці може змінюватися залежно від рівня освітлення. Якщо навколо більше світла, то зіниця звужується, а коли менше — вона розширюється і стає максимально розширеною у повній темряві. Діаметр зіниці змінюється рефлекторно (зіничний рефлекс) завдяки скороченням не посмугованих м'язів райдужної оболонки, одні з яких іннервуються симпатичною (розширюють), а інші — парасимпатичною (звужують) нервовою системою.

Внутрішня оболонка ока представлена *сітківкою*, товщина якої 0,1–0,2 мм. Ця оболонка складається з багатьох (до 12) шарів різних за формою нервових клітин, які, з'єднуючись між собою своїми відростками, сплітають ажурну сітку (звідси її назва). Розрізняють такі основні шари сітківки (рис. 11):

- зовнішній *пігментний шар* (I), що утворений епітелієм і містить пігмент *фуксин*. Цей пігмент поглинає світло, що проникає в око і тим перешкоджає його віддзеркаленню та розсіюванню, а це сприяє чіткості зорового сприйняття. Відростки пігментних клітин також оточують фоторецептори ока, беручи участь в їх обміні речовин і в синтезі зорових пігментів;
- *фоторецептори* ока представлені *колбочками* (7–8 млн), які мають низьку чутливість, збуджуються лише в разі високої освітленості, але забезпечують кольоровий зір і *паличками* (110–130 млн), які мають високу чутливість, здатні сприймати світлові промені в умовах приємного освітлення, але не спроможні реагувати на кольори;
- *біполярні* (мініатюрні та плоскі) *нейрони (нейроцити)*;
- *гангліозні* (мініатюрні та дифузні) *нейрони (нейроцити)*, аксони яких формують зоровий нерв;
- *горизонтальні та амакринові нейроцити*, що виконують роль проміжних зв'язківців між елементами сітківки.



I — пігментний шар; II — фото-рецептори; III — біполярні нейрони; IV — гангліозні нейрони; А — волокна зорового нерва

Рис. 11. *Схема будови сітківки ока:*

К — колбочки; П — палички; МБ — мініатюрні біполярні клітини (зв'язані лише з колбочками); ПлБ — плоскі біполярні нейроцити (зв'язані як із колбочками, так і з паличками); Г — горизонтальний нейрон; А — амакринові клітини (нейрони); МГ — мініатюрні (колбочкові) гангліозні нейрони; ДГ — дифузні гангліозні нейрони

З фізіологічної точки зору сітківка є периферичною частиною зорового аналізатора, рецептори якого (палички та колбочки) саме і сприймають світлові образи.

Основна маса колбочок знаходиться в центральній частині сітківки, утворюючи так звану *жовту пляму*. Жовта пляма є місцем найкращого бачення при денному освітленні і забезпечує *центральный зір*, а також сприйняття світлових хвиль різної довжини, що є основою виділення (розпізнавання) кольорів. Решта сітківки в основному представлена паличками і здатна сприймати тільки чорно-білі образи (у тому числі в умовах недостатнього освітлення), а також обумовлює периферичний зір. З віддаленням від центру ока кількість колбочок зменшується, а паличок збільшується. Місце, де від сітківки відходить зоровий нерв не містить фоторецепторів, а тому й не сприймає світла і називається *сліпою плямою*.

Відчуття світла є процесом формування суб'єктивних образів, що виникають в результаті дії електромагнітних світлових хвиль довжиною від 390 до 760 нм (1 нм, де нм — *наномет* становить 10^{-9} метра) на рецепторні структури зорового аналізатора. З цього випливає, що першим етапом у формуванні світловідчуття є трансформація енергії подразника в процес нервового збудження. Це й відбувається в сітчастій оболонці ока, будову якої в схематичному вигляді зображено на рис. 11.

Кожен фоторецептор складається з двох сегментів: зовнішнього, що містить *світлочутливий (світло-реактивний)* пігмент, та внутрішнього, де розташовані органели клітини. У паличках міститься пігмент пурпурного кольору (*родопсин*), а в колбочках пігмент фіолетового кольору (*йодопсин*). Зорові пігменти являють собою високомолекулярні сполуки, що складаються з окисленого вітаміну А (*ретиналя*) та білка *опсину*. У темряві обидва пігменти перебувають у неактивній формі. Під дією квантів світла пігменти миттєво розпадаються («вицвітають») і переходять в активну іонну форму: ретиналь відщеплюється від опсину. Внаслідок фотохімічних процесів у фоторецепторах ока при дії світла виникає *рецепторний потенціал*, оснований на *гіперполяризації* мембрани рецептора. Це відмінна риса зорових рецепторів, так як активація рецепторів інших органів чуття найчастіше виражається у вигляді *деполяризації* їхньої мембрани. Амплітуда зорового рецепторного потенціалу збільшується при збільшенні інтенсивності світлового стимулу. Так, при дії червоних кольорів рецепторний потенціал більше виражений у фоторецепторах центральної частини сітківки, а синього — у периферичній. Синаптичні закінчення фоторецепторів конвергують на *біполярні нейрони сітківки*, які є *першими нейронами* провідникового відділу зорового аналізатора. Аксони біполярних клітин у свою чергу конвергують на *гангліозні нейрони (другий нейрон)*. В результаті на кожну гангліозну клітину можуть конвергувати близько 140 паличок і 6 колбочок. При цьому, чим ближче до жовтої плями, тим менше фоторецепторів конвергує на одну гангліозну клітину. В області жовтої плями конвергенція майже не здійснюється і кількість колбочок фактично дорівнює кількості біполярних і гангліозних нейронів. Саме це пояснює високу гостроту зору в центральних відділах сітківки.

Периферія сітківки відрізняється великою чутливістю до недостатнього світла. Це, швидше всього, обумовлено тим, що до 600 паличок тут конвергують через біполярні нейрони на одну і ту ж гангліозну клітину. В результаті сигнали від величезної кількості паличок підсумовуються і викликають більш інтенсивну стимуляцію біполярних нейронів.

У сітківці, крім вертикальних, існують також латеральні нейронні зв'язки. Латеральна взаємодія рецепторів здійснюється *горизонтальними клітинами*. Біполярні і гангліозні нейрони взаємодіють між собою за рахунок зв'язків, утворених коллатераліями дендритів і аксонів самих цих клітин, а також за допомогою *амакринових клітин*.

Горизонтальні клітини сітківки забезпечують регуляцію передачі імпульсів між фоторецепторами і біполярними нейронами, регулюючи цим сприйняття кольорів, а також адаптацію ока до різного рівня освітленості. По характеру сприйняття світлових подразнень горизонтальні клітини поділяються на два типи: 1 — тип, у якому потенціал виникає при дії будь-якої хвилі спектру світла, що сприймає око; 2 — тип (колірний), у якому знак потенціалу залежить від довжини хвилі (наприклад, червоне світло дає деполяризацію, а синє — гіперполяризацію).

У темряві молекули родопсину відновлюються сполученням вітаміну *A* з білком опсином. Нестача вітаміну *A* порушує утворення родопсину і зумовлює різке погіршення присмеркового зору (виникає *куряча сліпота*) тоді як вдень зір може залишатися нормальним. Колбочкова і паличкова світло-сприймаючі системи ока мають неоднакову і спектральну чутливість. Колбочки ока, наприклад, найбільш чутливі до випромінювання з довжиною хвилі 554 нм, а палички — 513 нм. Це проявляється у зміні чутливості ока в денний і сутінковий або нічний час. Наприклад, в день у саду найяскравішими здаються плоди, що мають жовте, оранжеве або червоне забарвлення, тоді як уночі більш розрізняються зелені плоди.

За теорією кольорового зору, яку вперше запропонував М. В. Ломоносов (1756), у сітківці ока міститься 3 види колбочок, у кожній з яких є особлива речовина, що чутлива до хвиль світлових променів певної довжини¹: одним з них властива чутливість до червоного

¹ Око людини сприймає наступний кольоровий спектр: червоний (довжина хвилі 620–760 нм); оранжевий (585–620 нм); жовтий (575–585 нм); зелений (510–575 нм); голубий, блакитний (480–510 нм); синій (450–480 нм); фіолетовий (390–450 нм).

кольору, другим до зеленого, третім — до фіолетового. В зоровому нерві є відповідні 3 особливі групи нервових волокон, кожні з яких проводять аферентні імпульси від однієї із вказаних груп колбочок. В звичайних умовах промені діють не на одну групу колбочок, а одночасно на 2 або 3 групи, при цьому хвилі різної довжини збуджують їх різною мірою, що обумовлює сприйняття кольорових відтінків. Первинне розрізнення кольорів відбувається у сітківці, але остаточно відчуття сприйнятого кольору формується у вищих зорових центрах і, в певній мірі, є результатом попереднього навчання.

Інколи у людини частково або повністю порушується сприйняття кольору, що обумовлює *кольорову сліпоту*. При повній колірній сліпоті людина бачить всі предмети забарвленими у сірий колір. Часткове порушення колірного зору дістало назву *дальтонізму* за ім'ям англійського хіміка Джон Дальтон, вірніше Джон Долтон (1766–1844), який мав таке функціональне відхилення у стані свого зору і перший його описав. Дальтоніки, як правило, не розрізняють червоні та зелені кольори. Дальтонізм є спадковою хворобою і частіше порушення кольорового зору спостерігається у чоловіків (6–8 %), тоді як серед жінок це буває всього у 0,4–0,5 % випадків.

До складу внутрішнього ядра очного яблука входять: передня камера ока, задня камера ока, кришталик, водяниста волога передньої та задньої камер очного яблука та склисте тіло.

Кришталик є прозорим еластичним утворенням, яке має форму двоопуклої лінзи при чому задня поверхня більш опукла, ніж передня. Кришталик утворений прозорою безбарвною речовиною, яка не має ні судин, ні нервів, а його живлення відбувається завдяки водянистій волозі камер ока. З усіх боків кришталик охоплений безструктурною капсулою, яка своєю екваторіальною поверхнею утворює *війчастий поясок* (рис. 12).

Війчастий поясок у свою чергу з'єднується з війчастим тілом за допомогою тонких сполучнотканинних волокон (*циннових зв'язок*), що фіксують кришталик і своїм внутрішнім кінцем влітаються в капсулу кришталика, а зовнішнім — у війчасте тіло.

Найважливішою функцією кришталика є заломлення променів світла з метою їхнього чіткого фокусування на поверхню сітківки. Ця його здатність пов'язана зі зміною кривини (опуклості) кришталика, що

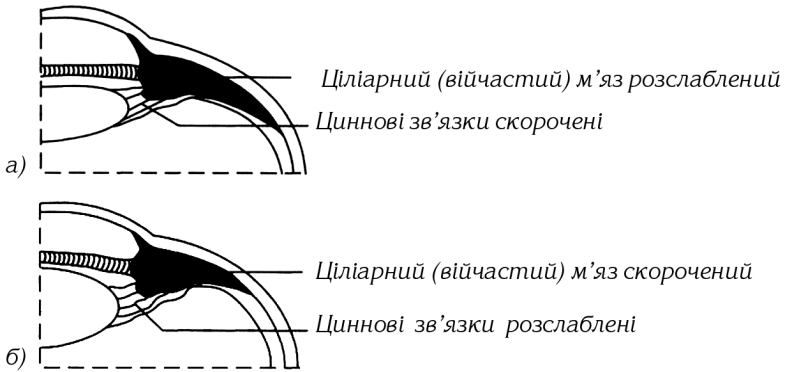


Рис. 12. Механізм акомодациі ока:

а — спокій; б — напруження

відбувається внаслідок роботи війчастих (ціліарних) м'язів. При скороченні цих м'язів війчастий поясок розслаблюється, опуклість кришталика збільшується, відповідно збільшується його заломлювальна сила, що потрібно при розгляданні близько розміщених предметів. Коли війчасті м'язи розслаблюються, що буває при розгляданні далеко розміщених предметів, війчастий поясок натягується, кривизна кришталика зменшується, він стає більш сплющеним. Заломлювальна здатність кришталика сприяє тому, що зображення предметів (близько або далеко розміщених) падає точно на сітківку. Це явище називається *акомодациєю*, а її механізм зображено на рис. 12. З віком у людини акомодация послаблюється через втрату кришталиком еластичності й здатності змінювати свою форму. Зниження акомодациі називається *пресбіопією* і спостерігається після 40–45 років.

Скliste тіло займає більшу частину порожнини очного яблука. Воно покрите зверху тонкою прозорою склистою перетинкою. Скliste тіло складається з білкової рідини і нижніх, переплетених між собою волоконць. Передня його поверхня увігнута й обернена до задньої поверхні кришталика, має форму ямки, в якій лежить задній полюс кришталика. Більша ж частина кришталика прилягає до сітківки очного яблука й має опуклу форму.

Передня і задня камери ока заповнені водянистою вологою, що виділяється кровоносними судинами війкових відростків і радужки. Водяниста волога має незначні заломлювальні властивості і основне її призначення полягає у забезпеченні рогівки та кришталика киснем, глюкозою і білками. Передня камера ока більша й міститься між рогівкою та радужкою, а задня — між райдужкою і кришталиком.

Для виразного бачення предметів необхідно, щоб промені від усіх точок об'єктів, що розглядаються, потрапляли на поверхню сітківки, тобто були на ній сфокусовані. Цілком очевидно, що для забезпечення такого фокусування потрібна певна оптична система, яка в кожному оці представлена наступними елементами: *рогівка* → *зіниця* → *передня та задня камери ока (заповнені водянистою вологою)* → *кришталик* → *склисте тіло*. Кожне з вказаних середовищ має свій показник оптичної сили відносно заломлення променів світла, що виражається в *діоптріях*. Одна діоптрія (*Д*) є оптичною силою лінзи з фокусною відстанню 1 м. За рахунок постійної оптичної сили рогівки та змінної оптичної сили кришталика загальна оптична сила ока може коливатись від 59 *Д* (при розгляданні далеких предметів) до 70,5 *Д* (при розгляданні близьких предметів). При цьому заломлювальна сила рогівки становить 43,05 *Д*, а кришталика — від 19,11 *Д* (при погляді у даль) до 33,6 *Д* (для близького бачення).

Оптична система функціонально нормального ока повинна забезпечувати чітке зображення будь-якого предмету, що проектується на сітківку ока. Після заломлення світлових променів у кришталику на сітківці утворюється *зменшене¹ і зворотне зображення предмета*. Дитина в перші дні по народженню весь світ бачить у перевернутому вигляді, прагне брати предмети за ту сторону, що протилежна потрібній і лише через декілька місяців у неї виробляється здатність прямого бачення, як і у дорослих. Це досягається з однієї сторони за рахунок утворення відповідних умовних рефлексів, а з іншої — за рахунок свідчення інших аналізаторів і постійної перевірки зорових відчуттів щоденною практикою.

¹ Зображення предмету на сітківці ока у стільки разів менше самого предмету, у скільки разів глибина ока (15–20 мм) менша за відстань предмету від ока

Для нормального ока *дальня точка ясногo бачення* лежить у безкрайності. Далекі предмети здорове око розглядає без напруження акомодації, тобто без скорочення війчастогo м'яза. *Найближча точка ясногo бачення* у дорослої людини знаходиться на відстані приблизно 10 см від ока. Це значить, що предмети, які розміщені ближче 10 см не можна чітко побачити навіть за максимального скорочення війчастогo м'яза. Найближча точка ясногo бачення значно змінюється з віком: у 10 років вона знаходиться на відстані менше 7 см від ока, в 20 років — 8,3 см, в 30 років — 11 см, в 40 років — 17 см, у 50–60 років — 50 см, в 60–70 років — 80 см.

Заломлювальна здатність ока при спокої акомодації, тобто коли кришталик максимально сплющений, називається *рефракцією*. Розрізняють 3 види рефракції ока: *нормальна* (пропорційна), *далекозора* (80–90 % новонароджених дітей мають дальнозору рефракцію) і *короткозора* (рис. 13). В оці з нормальною рефракцією паралельні промені, які йдуть від предметів, пересікаються на сітківці, що забезпечує чітке бачення предмета.

Дальнозоре око має слабку заломлювальну здатність (наприклад, при втраті еластичності кришталика з віком людини), або коротку



Рис. 13. Схема ходу променів через заломлюючу (оптичну) систему ока

вісь ока, як це буває у дітей в перші роки життя та у підлітковому віці. В такому оці паралельні промені, які ідуть від далеких предметів, перетинаються за сітківкою.

Для переміщення зображення на сітківку далекозоре око повинне посилити свою заломлювальну здатність за рахунок збільшення кривизни кришталика вже при розгляданні віддалених предметів. Якщо природна акомодация не в змозі забезпечити одержання на сітківці далекозорого ока зображень предметів, гострота зору зменшується. При далекозорості призначають окуляри з двоопуклими збиральними лінзами, які збільшують заломлення світла, завдяки чому промені фокусуються на сітківці і гострота зору покращується.

У короткозорому оці паралельні промені, які йдуть від далеких предметів, перетинаються спереду сітківки, не доходячи до неї, що може бути пов'язане із надто довгою повздовжньою віссю ока (до 22,5–23 мм), або з більшою, ніж нормальна, заломлювальною силою оптичної системи ока. При короткозорості призначають окуляри з двоввігнутими лінзами, які розсіюють промені і зменшують їх заломлення, завдяки чого зображення предмета фокусуватиметься на сітківці.

Наслідком травм ока, порушення обміну вітамінів (при нестачі вітамінів *C*, *A*) та обміну вуглеводів (цукровий діабет), а також при старінні організму може виникати помутніння кришталика, що має назву *катаракта*. Вроджена катаракта може бути і у дитини, якщо в період вагітності мати перехворіла на кір. Підвищення тиску в середині ока, в тому числі при нагромадженні зайвої водянистої вологи і її слабкому відтоку після секреції, може сприяти такому небезпечному захворюванню, як *глаукома*. При глаукомі може розвиватись сліпота через стискання кровоносних судин очного нерва з подальшою дегенерацією нервових волокон.

Одним із порушень функціональних особливостей ока є *астигматизм*, тобто неможливість сходження всіх променів в одній точці, фокусі. Це може бути обумовлене неоднаковою кривизною рогівки в різних її меридіанах. Якщо більше заломлюється вертикальний меридіан то астигматизм буде прямий, якщо горизонтальний — зворотний. Нормальні очі мають невеликий ступінь астигматизму, бо поверхня рогівки не

цілком сферична. Різні ступені астигматизму, що порушують зір, виправляють за допомогою циліндричних скелечь, які розташовуються на відповідних меридіанах рогівки.

Інтегральним показником стану зору людини є *гострота зору*, тобто здатність чітко бачити предмети. Критерієм гостроти зору прийнята здатність ока розрізнити дві найменші точки, як окремі, що досягається, коли зображення цих точок на сітківці ока буде таким, що викличе збудження двох рецепторних клітин (колбочок), між якими буде лише одна не збуджена. Критерієм гостроти зору є кут, який утворюється між променями, що йдуть від двох точок предмета до ока. Чим менший цей кут, тим вища гострота зору. Оптимальною є гострота зору, коли чітко розрізняються предмети (точки) від яких промені в око потрапляють під кутом не більше ніж в 1 кутову хвилину (1^1). Таку гостроту зору слід вважати нормальною і її позначають 1,0. При короткозорості гострота зору може бути від 0,1 до 0,9, а при далекозорості — більше одиниці. На практиці прийнято гостроту зору визначати за допомогою таблиці Головіна — Сивцева, яка має ряди літер (для дітей — малюнків) розміри яких здатні посилати в око промені під кутом в 1 хвилину (1^1) з різної відстані (від 5 до 50 метрів). Якщо людина чітко бачить з 5 м літери відповідного цієї відстані розміру, то її зір нормальний; якщо за цих умов людина бачить ще більш дрібні літери, то констатується далекозорість, а якщо більш великого розміру — то має місце короткозорість. Наприклад, якщо людина з 5 м бачить чітко тільки ті літери, які нормальне око розрізняє з 50 м, то це означає, що фактична гострота зору у неї в 10 разів нижче нормальної і становить 0,1. Дослідження гостроти зору проводять окремо для правого (*oculus dexter* — *OD*) і лівого ока (*oculus sinister* — *OS*) і записують у вигляді дробу (*OD/ OS*).

Фактичну гостроту зору визначають за формулою:

$$V = d/D,$$

де: d — наявна відстань від пацієнта до таблиці досліджень гостроти зору; D — відстань, з якої відповідний ряд літер повинно бачити нормальне око.

Нормальний зір здійснюється двома очима (*бінокулярний зір*). Це дає змогу відчувати рельєфне зображення предметів, бачити глибину і визначати відстань предметів від ока.

Людина сприймає предмети як єдине ціле. Це відбувається тому, що зображення предмета виникає водночас на ідентичних точках сітківки обох очей. *Ідентичними точками сітківки* двох очей називають зони центральних ямок, всі точки яких розташовані на однаковій відстані і в одному й тому ж напрямку. Точки сітківки, які не збігаються, називаються *неідентичними*. Якщо промені від предмета, що розглядається, не потрапляють на ідентичні точки сітківки, то зображення предмета буде подвоєним.

Збудливість зорового аналізатора залежить від кількості світло-реактивних речовин у сітківці. Під час тривалої дії світла на око внаслідок розпаду світло-реактивних речовин збудливість ока знижується. Це явище обумовлює пристосування ока до світла і називається *світловою адаптацією*. В темряві, у зв'язку з відновленням світло-реактивних речовин збудливість ока до світла зростає і це забезпечує адаптацію до темряви. Встановлено, що у темряві збудливість колбочок зростає в 40–50 разів, а паличок в 200–400 тис. разів, що значно підвищує чутливість зору до світлових подразнень і при раптовій дії потужного потоку світла може приводити до перезбудження рецептора зору і тимчасовому осліпленню (наприклад, в ночі від фар автомобіля, що наближається назустріч).

Крім світлової, має місце і *кольорова адаптація*, тобто падіння збудливості ока при дії променів, які викликають колірні відчуття. Чим інтенсивніший колір, тим швидше падає збудливість ока. Найшвидше знижується збудливість при дії синьо-фіолетового подразника, найменше і повільніше — при дії зеленого кольору.

Як вказувалось вище існують два основних види аномалії рефракції: *далекозорість (гіпермітропія)* і *короткозорість (міопія)*.

У період раннього дитинства більшість дітей мають *далекозорість*, оскільки повздовжня вісь їх ока коротка. Приблизно з 4–5 років очні яблука починають найбільш інтенсивно рости у довжину ніж у ширину і у більшості дітей формується функціональна *короткозорість*, яка звично триває до віку 10–12 років. Під час статевого дозрівання спостерігається

нова хвиля нерівномірності росту очних яблук: вони швидше починають рости у ширину, повздовжня вісь очей стає короткою і виникає функціональна далекозорість. Лише у 15–17 років, при нормальному розвитку функції зору, встановлюється нормальна рефракція очей. Таким чином, у продовж всього періоду шкільного навчання відбувається розвиток функції зору і тому (при порушенні гігієни зору) у дітей дуже високий ризик виникнення патологічних відхилень у стані зору. Так, за даними І. М. Маруненко із співавт. (2004) за шкільний період кількість короткозорих дітей зростає у 15 разів.

Ознаками початку розвитку короткозорості у школярів є поява скарг, що вони почали погано бачити написане на дошці і просять пересадити на одну з передніх парт. Такі діти близько підносять книжку до очей коли читають, а також сильно нахиляються під час письма. Для короткозорих дітей характерне примружування очей при розгляданні предметів.

У новонародженої дитини зоровий аналізатор в основному морфологічно сформований, проте остаточне вдосконалення його структури завершується, як вказувалось, у шкільні роки. В умовах нормального ембріогенезу окремі структури ока плоду формуються у певній послідовності: в продовж перших 3–5 тижнів вагітності утворюються очні ямки, лінза кришталика, відбувається диференціація сітківки і виникають зачатки зорового нерва; в продовж 6–8 тижнів утворюється склисте тіло, рогівка, зачатки повік і склери; в продовж 9–12 тижнів утворюються палички і колбочки, райдужка, війчасті (*циліарні*) тіла. Негативний вплив на розвиток зорового аналізатора (особливо в період з 2 до 7 тижня розвитку плоду) можуть скоїти вірусні інфекції, іонізуюча радіація, тютюнопаління матері та вживання нею алкоголю.

Найбільш прискорено очне яблуко росте в перші 5 років життя, а далі цей процес уповільнюється та триває до 9–12, а іноді і до 14 років.

Всі новонароджені діти не мають пігменту в райдужній оболонці і тому очі в них завжди тьмяно-сірі (так звані молочні). Лише після першого року життя починає утворюватись пігмент меланін і райдужки набувають певного кольору.

До 5 років товщина рогівки у дітей зменшується, а радіус кривизни майже не змінюється. В подальшому рогівка поступово стає більш щільною, а її заломлювальна сила зменшується. З віком також змінюється

величина рефлекторного звуження діаметра зіниць на світло. В перший місяць життя дитини він становить 0,9 мм, в 6–12 місяців — 1,2 мм, у віці 2,5–6 років — 1,5 мм. У віці 6–8 років зіниці у дітей стають постійно розширеними (переважає тонус симпатичних нервів). У 8–10 років зіниця стає вузькою і жваво реагує на світло і тільки у віці 11–13 років вона досягає розмірів, що характерні для дорослих (1,9 мм). Швидкість реакції зіниці на світло стає такою, як у дорослих, у віці 12–13 років.

Здатність до зорової фіксації предметів у дітей первинно розвивається у віці від 5 днів до 3–5 місяців, тоді як здатність до довільно тривалої фіксації зору вдосконалюється до 3–7 років. Рухи очей і повік у дітей стають координованими лише до кінця другого місяця життя. Сльозні залози у дітей починають функціонувати після 1–2 місячного віку.

Зорові умовні рефлекси виробляються з перших місяців життя дитини, проте чим менший вік дитини, тим потрібна більша кількість поєднань умовного зорового сигналу і безумовного подразника. Відчуття кольорів розвивається у дітей поступово: з трьох місяців вони починають лише розрізняти жовтий, зелений і червоний кольори і тільки у віці 3 років кольоровий зір досягає свого повного розвитку. Діти шкільного віку спочатку звертають увагу на форму предметів, потім на його розміри і, нарешті, на колір.

Нічне бачення, тобто здатність паличок сітківки ока сприймати слабкі світлові подразнення, до 20 років поступово зростає, а потім починає знижуватися.

Слухова сенсорна система. Слух є органом чуття людини, що здатний сприймати і розрізняти звукові хвилі, які складаються з почергових ущільнень і розріджень повітря з частотою від 16 до 20000 Гц. Частота в 1 Гц (герц) дорівнює 1 коливанню за 1 сек.). Інфразвуки (частота менше 20 Гц) і ультразвуки (частота більше 20000 Гц) орган слуху людини не здатний сприймати.

Слуховий аналізатор людини складається з трьох частин:

- рецепторного апарату, що міститься у внутрішньому вусі;
- нервових провідних шляхів (восьмої пари черепно-мозкових нервів);
- центру слуху, що розташований у скроневих долях кори великих півкуль.

Слухові рецептори (*фонорецептори*, або *Кортієв орган*) містяться в завитці внутрішнього вуха, яка розташована в піраміді скроневої кістки. Звукові коливання, перш ніж дійти до слухових рецепторів, проходять через систему звукопровідних та звукопідсилювальних пристосувань органу слуху яким є *вухо*.

Вухо у свою чергу складається з 3-х частин: зовнішнього, середнього і внутрішнього вуха (рис. 14).

Зовнішнє вухо призначене для вловлювання звуків і складається із вушної раковини та із зовнішнього слухового проходу. *Вушна раковина* утворена еластичним хрящем, зовні вкрита шкірою, а внизу доповнена складкою, що заповнена жировою тканиною і має назву *мочка*.

Зовнішній слуховий прохід має довжину до 2,5 см, вистланий шкірою з тонким волоссям і видозміненими потовими залозами, які виробляють *вушну сірку*, що складається з жирових клітин і виконує функцію захисту порожнини вуха від пилу і води. Закінчується зовнішній слуховий прохід *барабанною перетинкою*, що здатна сприймати звукові хвилі.

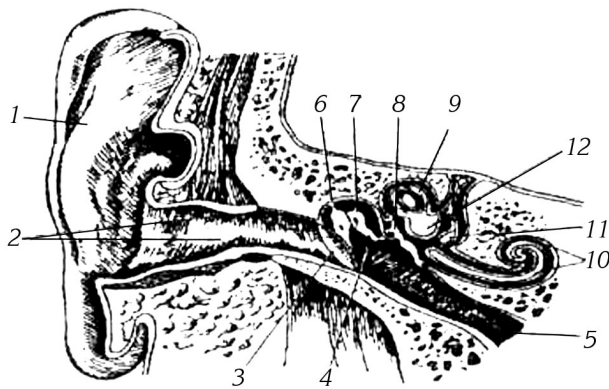


Рис. 14. Будова зовнішнього, середнього та внутрішнього вуха:

1 — вушна раковина; 2 — зовнішній слуховий хід; 3 — барабанна перетинка; 4 — порожнина середнього вуха; 5 — слухова (Євстахієва) труба; 6 — молоточок; 7 — коваделко; 8 — стремінце; 9 — півколовий канал; 10 — завитка; 11 — мішечок; 12 — маточка

Середнє вухо складається з *барабанної порожнини* і *слухової (Євстахієвої) труби*. На межі між зовнішнім і середнім вухом розашована *барабанна перетинка*, яка зовні вкрита епітелієм, а з середини слизовою оболонкою. Звукові коливання, що підходять до барабанної перетинки, змушують її коливатися з тією ж самою частотою. З внутрішнього боку перетинки знаходиться *барабанна порожнина*, всередині якої розташовані з'єднані між собою слухові кісточки: *молоточок* (приростає до барабанної перетинки), *коваделко* і *стремінце* (затуляє овальне вікно присінка внутрішнього вуха). Через систему слухових кісточок коливання барабанної перетинки передаються у внутрішнє вухо. Слухові кісточки розміщені так, що утворюють важелі, які зменшують розмах звукових коливань, але сприяють їх посиленню.

Парні Євстахієві труби з'єднують порожнини внутрішнього лівого та правого вуха з носоглоткою, що сприяє врівноваженню атмосферного та звукового (при відкритому роті) тиску зовні і з середини барабанної перетинки.

Внутрішнє вухо міститься у порожнині піраміди скроневої кістки і поділяється на кістковий та перетинчастий *лабіринт*. Перший представляє собою кісткові порожнини і складається із *присінка*, трьох *півколових каналів* (місце розташування вестибулярного апарату органу рівноваги, про який буде мова йти далі) та *завитка внутрішнього вуха*. Перетинчастий лабіринт утворений сполучною тканиною і представляє собою складну систему каналців, що містяться в порожнинах кісткових лабіринтів. Всі порожнини внутрішнього вуха заповнені рідиною, яка в середині перетинчастого лабіринту має назву *ендолімфа*, а зовні нього — *перилімфа*. У присінку є два перетинчасті тіла: круглий та овальний *мішечки*. Від овального *мішечка (маточки)* п'ятьма отворами починаються перетинчасті лабіринти трьох півколових каналів, утворюючи вестибулярний апарат, а з круглим мішечком зв'язаний перетинчастий завитковий хід.

Завиток внутрішнього вуха має *кістковий лабіринт* завитка довжиною до 35 мм, що повздовжніми базальною та присінковою (Рейснера) мембранами поділяється на *вестибулярні або присінкові сходи* (починаються від овального вікна присінка), *барабанні сходи* (закінчуються *круглим вікном*,

або вторинною барабанною перетинкою присінка, що робить можливим коливання перилімфи) та середні сходи або перетинчастий завитковий хід із сполучної тканини (рис. 15). Порожнини вестибулярних та барабаних сходів на вершині завитка (що має 2,5 оберти навколо своєї вісі) з'єднані між собою тонким каналом (гелікотремою) і заповнені, як вказувалось, перилімфою, а порожнина перетинчастого завиткового ходу заповнена ендолімфою. В середині перетинчастого завиткового ходу, міститься звукосприймаючий апарат, що має назву спірального, або Кортієвого органу (орган Корті). Цей орган має основну (базальну) мембрану, що складається приблизно з 24 тис. фіброзних волоконцець. На основній мембрані

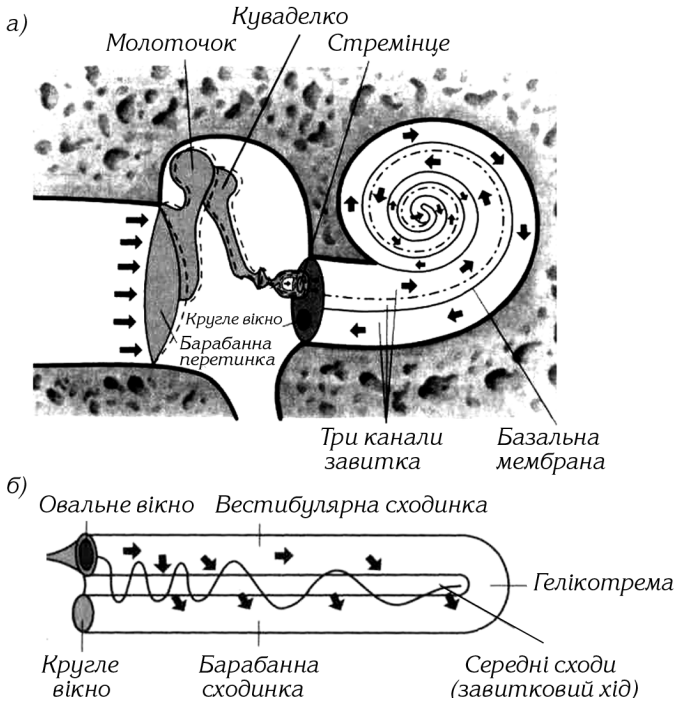


Рис. 15. Слухові канали завитка:

а — середнє і внутрішнє вухо в розрізі (за П. Ліндсеєм і Д. Норманом, 1974); б — схема розповсюдження звукових коливань у каналах завитка

(пластинці), вздовж неї розташований ряд опорних і 4 ряди волоскових (чутливих) клітини, які саме і є слуховими рецепторами (рис. 16). Другою структурною частиною кортієвого органу є *покривна*, або *волокниста пластинка*, що нависає над волосковими клітинами і яку підтримують *клітини-стовпи*, або *палички Корті*. Специфічною особливістю волоскових клітин є наявність на вершині кожної з них до 150 волосків (мікроросинок). Виділяють один ряд (3,5 тис.) внутрішніх і 3 ряди (до 20 тис.) зовнішніх волоскових клітин, які відрізняються за рівнем чутливості (для збудження внутрішніх клітин потрібно більше енергії, так як їх волоски майже не контактують із покривною пластинкою). Волоски зовнішніх волоскових клітин обмиваються ендолімфою і безпосередньо стикаються та частково занурені у речовину покривної пластинки. Основи волоскових клітин охоплюються нервовими відростками завиткової гілки слухового нерва. В довгастому мозку (у зоні ядра VIII пари черепно-мозкових нервів) міститься другий нейрон слухового тракту. Далі цей шлях іде до нижніх горбиків чотиригорбикового тіла (даху) середнього мозку і, частково перехресуючись на рівні медіальних колінчастих тіл таламусу, направляється у центри первинної слухової кори (первинних слухових полів), що містяться в області Сільвієвої борозни верхньої частини лівої і правої скроневих часток кори головного мозку. Асоціативні слухові поля, що розрізняють тональність, тембр, інтонації та інші відтінки

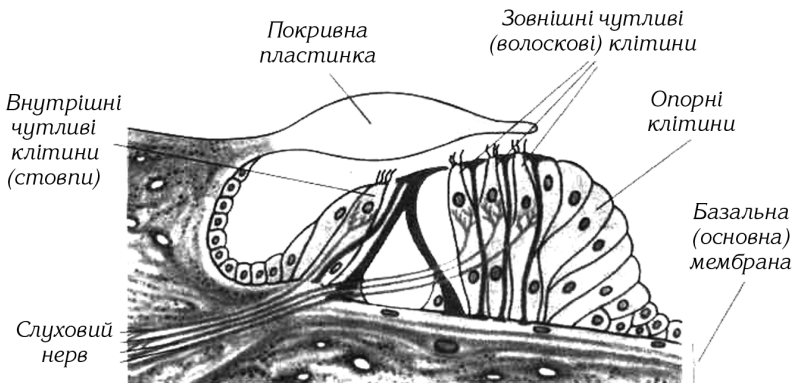


Рис. 16. Схема будови Кортієвого органу

звуків, а також порівнюють поточну інформацію з тією, що є в пам'яті людини (забезпечують «згадування» звукових образів) прилягають до первинних і охоплюють значну площу.

Для органу слуху адекватним подразником є звукові хвилі, що походять від вібрації пружних тіл. Звукові коливання у повітрі, воді та інших середовищах поділяються на періодичні (що мають назву *тони* та бувають високими і низькими) і неперіодичні (*шуми*). Основною характеристикою кожного звукового тону є довжина звукової хвилі, якій відповідає певна частота (кількість) коливань за 1 сек. Довжина звукової хвилі визначається шляхом ділення відстані, яку проходить звук за 1 сек на кількість повних коливань, що їх здійснює тіло, яке звучить, за той же час. Як вказувалось, людське вухо здатне сприймати звукові коливання у межах 16–20000 Гц, сила яких виражається у *децибелах* (дБ). Сила звуку залежить від розмаху (амплітуди) коливань повітряних частинок і характеризується тембром (забарвленням). Найбільшу збудливість вухо має до звуків з частотою коливань від 1000 до 4000 Гц. Нижче і вище цього показника збудливість вуха знижується.

У сучасній фізіології прийнята *резонансна теорія слуху*, яку свого часу запропонував К. Л. Гельмгольц (1863). Повітряні звукові хвилі, потрапляючи у зовнішній слуховий прохід, зумовлюють коливання барабанної перетинки, що далі передається системі слухових кісточок, які механічно посилюють ці звукові коливання барабанної перетинки у 35–40 разів і через стремінце та овальне вікно присінка передають їх перилімфі, що міститься у порожнині вестибулярної та барабанної сходинок завитка. Коливання перилімфи у свою чергу обумовлюють синхронні коливання ендолімфи, що міститься в порожнині завиткового ходу. Це спричиняє відповідне коливання базальної (основної) мембрани, волокна якої мають різну довжину, настроєні на різні тони і фактично являють собою набір резонаторів, що вібрують в унісон різним звуковим коливанням. Найкоротші хвилі сприймаються біля основи основної мембрани, а найдовші — біля верхівки.

Під час коливання відповідних резонуючих ділянок основної мембрани коливаються і розташовані на ній базальні та чутливі волоскові клітини. Кінцеві мікрворсинки волоскових клітин деформуються від покривної пластинки, що і веде до виникнення у цих клітинах збудження

слухового відчуття та подальше проведення нервових імпульсів по волокнах завиткового нерва в центральну нервову систему. Оскільки повної ізоляції фіброзних волоконець основної мембрани нема, то одночасно починають коливатися волоски і сусідніх клітин, що створює *обертони* (звукові відчуття, спричинені числом коливань, які у 2, 4, 8 і т. д. разів перевищують число коливань основного тону). Цей ефект обумовлює об'ємність і *поліфонію* звукових відчуттів.

При тривалій дії сильних звуків збудливість звукового аналізатора знижується, а при тривалому перебуванні в тиші — зростає, що відображає *адаптацію* слуху. Найбільша адаптація спостерігається в зоні більш високих звуків.

Надмірний і тривалий шум веде не тільки до втрати слуху, а й може викликати у людей психічні порушення. Розрізняють *специфічну* і *неспецифічну дію шуму* на організм людини. Специфічна дія проявляється у порушеннях слуху різного ступеня, а неспецифічна — у різноманітних відхиленнях в діяльності ЦНС, розладах вегетативної реактивності, функціонального стану серцево-судинної системи і травного тракту, ендокринних розладах, тощо. У осіб молодого і середнього віку при рівні шуму 90 дБ, що триває протягом години, знижується збудливість клітин кори головного мозку, порушується координація рухів, гострота зору, стійкість ясного бачення, подовжується латентний період зорової і слухомоторної реакцій. За такої ж тривалості роботи в умовах впливу шуму на рівні 95–96 дБ, спостерігається ще більш різкі порушення мозкової коркової динаміки, розвивається позамежне гальмування, посилюються розлади вегетативних функцій, значно погіршуються показники м'язової працездатності (витривалості, стомлюваності) і показники праці. Тривале перебування в умовах впливу шуму, рівень якого доходить 120 дБ, додатково до вказаного викликає порушення у вигляді неврастенічних проявів: з'являються роздратованість, головні болі, безсоння, розлади ендокринної системи. За таких умов також відбуваються значні зміни в стані серцево-судинної системи: порушується тонус судин, ритм серцевих скорочень, зростає артеріальний тиск.

Шум особливо негативно впливає на дітей і підлітків. Погіршення функціонального стану слухового та інших аналізаторів спостерігається у дітей вже під впливом *«шкільного» шуму*, рівень інтенсивності якого

в основних приміщеннях школи коливається від 40 до 110 дБ. У класі рівень інтенсивності шуму в середньому становить 50–80 дБ, а під час перерв та у спортивних залах і майстернях може сягати 95–100 дБ. Важливе значення у зменшенні «шкільного» шуму має гігієнічно правильне розташування навчальних приміщень у будівлі школи, а також використання звукоізолюючих матеріалів при оздобленні приміщень, де генерується значний шум.

Завитковий орган функціонує від дня народження дитини але у новонароджених спостерігається відносна глухота, яка пов'язана з особливостями будови їхнього вуха: барабанна перетинка більш товста, ніж у дорослих, і розташована майже горизонтально. Порожнина середнього вуха у новонароджених заповнена *амніотичною* рідиною, що утруднює коливання слухових кісточок. В продовж перших 1,5–2 місяців життя дитини ця рідина поступово розсмоктується, і замість неї із носоглотки через слухові (Євстахієві) труби проникає повітря. Слухова труба у дітей ширша і коротша (2–2,5 см), ніж у дорослих (3,5–4 см), що створює сприятливі умови для попадання мікробів, слизу і рідини під час зригування, блювання, нежиті в порожнину середнього вуха, що може обумовлювати запалення середнього вуха (*отит*).

Цілком виразним слух у дітей стає в кінці 2-го на початку 3-го місяця. На другому місяці життя дитина вже стає здатною диференціювати різні тони звуків, в 3–4 місяці починає розрізняти висоту звуку в межах від 1 до 4 октав, а в 4–5 місяців звуки стають умовно-рефлекторними подразниками. Діти 5–6 місяців набувають здатність більш активно реагувати на звуки рідної мови, тоді як відповіді на не специфічні звуки поступово зникають. У віці 1–2 років діти здатні диференціювати майже всі звуки.

У дорослої людини поріг чутливості дорівнює 10–12 дБ, у дітей 6–9 років 17–24 дБ, у 10–12 років — 14–19 дБ. Найбільша гострота слуху досягається у дітей середнього і старшого шкільного віку. Низькі тони діти сприймають найкраще.

Вестибулярний аналізатор або орган рівноваги забезпечує відчуття положення і переміщення людського тіла чи його частин в просторі, а також обумовлює орієнтацію і підтримку пози при всіх можливих

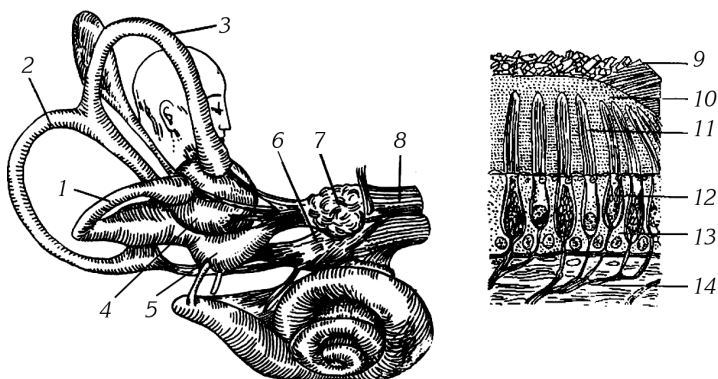


Рис.17. Будова і розташування лабіринту та рецепторів отолітового апарата:

1, 2, 3 — відповідно горизонтальний, фронтальний і сагітальний півколові канали; 4, 5 — отолітів апарат: овальний (4) та круглий (5) мішечки; 6, 7 — нервові ганглії; 8 — вестибуло-кохлеарний нерв (VIII пара черепно-мозкових нервів); 9 — отоліти; 10 — желеподібна маса; 11 — волоски; 12 — рецепторні волоскові клітини; 13 — опорні клітини; 14 — нервові волокна

видах діяльності людини. Периферичний (рецепторний) відділ вестибулярного аналізатора розташований, як і внутрішнє вухо, у лабіринтах піраміди скроневої кістки. Лежить він у так званому *вестибулярному апараті* (рис. 17) і складається з *присінка* (отолітового органа) та *трьох півколових каналів*, що розташовані в трьох взаємно перпендикулярних площинах: горизонтальній, фронтальній (з ліва на право), та сагітальній (передне-задній). Присінок або *переддвер'я* складається, як вказувалось, з двох перетинчастих мішечків: круглого, розташованого ближче до завитка внутрішнього вуха і овального (маточки), розташованого ближче до півколових каналів. Перетинчасті частини півколових каналів з'єднані п'ятьма отворами з маточкою присінка. Початковий кінець кожного півколового каналу має розширення, що називається *ампулою*. Всі перетинчасті частини вестибулярного аналізатора заповнені ендолімфою. Навкруги перетинчастого лабіринту, (між ним і його кістковим футляром) знаходиться перилімфа, яка переходить також у перилімфу внутрішнього

вуха. На внутрішній поверхні мішечків є невеликі узвишся (*плями*) де саме і розташовані рецептори рівноваги, або *отолітовий апарат*, який розміщений напіввертикально в овальному мішечку і горизонтально в круглому мішечку. В отолітовому апараті знаходяться рецепторні волоскові клітини (*механорецептори*), що мають на своїй вершині волоски (*війки*) двох типів: багато тонких і коротких *стереоциліїв* та один більш товстий і довгий волосок, що виростає на периферії і має назву *кіноцилій*. Рецепторні волоскові клітини плям на поверхні мішечків присінка зібрані в групи, що називаються *макули*. Кіноцилії всіх волоскових клітин занурені в драглисту масу розташованої над ними так званої *отолітової мембрани*, яка містить численні кристали фосфату і карбонату кальцію, що називаються *отолітами* (у дослівному перекладі — вушні камені). Кінці стереоциліїв волоскових клітин макули вільно підпирають і утримують на собі отолітову мембрану (рис. 18).

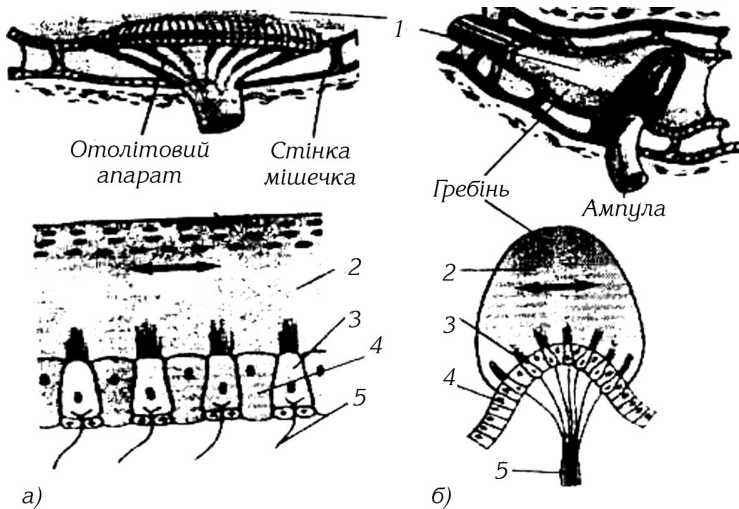


Рис. 18. Рецептори рівноваги та їхнє розміщення у вестибулярному апараті:

а — рецептори присінку; б — рецептори півколових каналів); 1 — ендолімфа; 2 — драглиста маса; 3 — волоскові чутливі клітини; 4 — опорні клітини; 5 — волокна вестибулярного нерва

Завдяки отолітам (твердим включенням), щільність отолітової мембрани вище за щільність середовища, що її оточує. Під дією сили ваги гравітації чи прискорення, отолітова мембрана зміщується відносно рецепторних клітин, волоски (кіноцилії) цих клітин згинаються і в них виникає збудження. Таким чином, отолітовий апарат кожен мить контролює розташування тіла відносно сили тяжіння; визначає, в якому положенні у просторі (в горизонтальному чи у вертикальному) знаходиться тіло, а також реагує на прямолінійні прискорення при вертикальних та горизонтальних рухах тіла. Поріг чутливості отолітового апарату до прямолінійних прискорювань дорівнює 2–20 см/сек., а поріг розпізнавання нахилу голови в бік становить 1°; вперед і назад — близько 2°. При супутніх подразненнях (при дії вібрації, хитання, тряски) чутливість вестибулярного аналізатора знижується (наприклад, вібрації транспорту можуть підвищувати поріг розпізнавання нахилу голови вперед і назад до 5°, а в бік — до 10°).

Другою частиною вестибулярного апарату є *три півколових канали*, кожен з діаметром близько 2 мм. На внутрішній поверхні ампул півколових каналів (рис. 18) розташовані *гребінці*, на вершині яких волоскові клітини згруповані у *крісти*, над якими розташована драглиста маса з отолітами, що тут називається *лиstopодібною мембраною* або *купулою*. Кіноцилії волоскових клітин кріст, так як це було описано і для отолітового апарату мішечків присінка, занурені у купулу і збуджуються від рухів ендолімфи, що виникають при переміщеннях тіла в просторі. При цьому спостерігається рух волосків — стереоциліїв в сторону кіноциліїв. Виникає рецепторний потенціал дії волоскових клітин, виділяється медіатор ацетилхолін, який і стимулює синаптичні закінчення вестибулярного нерва. Якщо зсування стереоциліїв направлено у протилежний від кіноцилій бік, то активність вестибулярного нерва навпаки знижується. Для волоскових клітин півколових каналів адекватним подразником є прискорення або уповільнення обертання в певних площинах. Діло в тому, що ендолімфа півколових каналів має таку ж саме щільність, як і купула ампул і тому прямолінійні прискорення не впливають на положення волосків волоскових клітин і купули. При обертанні голови або тіла виникають кутові прискорення і тоді купула починає рухатись,

збуджуючи рецепторні клітини. Поріг розпізнавання обертання для рецепторів півколових каналів становить приблизно 2–3 °/сек.

До рецепторів вестибулярного апарату підходять периферійні волокна біполярних нейронів вестибулярного ганглія, що розташований у внутришньому вусі (перші нейрони). Аксони цих нейронів сплітаються разом із нервовими волокнами від рецепторів внутришнього вуха і утворюють єдиний вестибуло-кохлеарний або присінково-завитковий нерв (VIII пара черепно-мозкових нервів). Імпульси збудження про положення тіла у просторі цим нервом надходять до довгастого мозку (другий нейрон), зокрема у вестибулярний центр, куди також приходять нервові імпульси від рецепторів м'язів та суглобів. Третій нейрон розташований в ядрах зорових горбків середнього мозку, які у свою чергу з'єднані нервовими шляхами з мозочком (відділом мозку, що забезпечує координацію рухів), а також з підкірковими утвореннями та корою головного мозку (центрами руху, письма, мови, ковтання і так далі). Центральний відділ вестибулярного аналізатора локалізується у скроневій долі головного мозку.

При збудженні вестибулярного аналізатора виникають соматичні реакції (на основі вестибуло-спинальних нервових зв'язків), що сприяють перерозподілу тонуусу м'язів і постійній підтримці рівноваги тіла в просторі. Рефлекси, що забезпечують рівновагу тіла поділяються на *статичні* (поза стояння, сидіння та ін.) та *статокінетичні*. Прикладом статокінетичного рефлексу може бути вестибулярний *ністагм* очей. Ністагм виникає в умовах швидкого переміщення тіла або його обертання і полягає в тому, що очі спочатку повільно рухаються в бік, протилежний напрямку переміщення чи обертання, а потім швидким рухом у зворотному напрямку перескакують на нову точку фіксації зору. Реакції такого типу забезпечують можливість оглядання простору в умовах руху тіла.

Завдяки зв'язкам вестибулярних ядер з мозочком забезпечуються всі рухливі реакції та реакції по координації рухів, в тому числі під час виконання трудових операцій чи спортивних вправ. Підтримці роівноваги також сприяють зір та м'язово-суглобова рецепція.

Зв'язок вестибулярних ядер з вегетативною нервовою системою обумовлює вестибуло-вегетативні реакції серцево-судинної системи, кишково-шлункового тракту та інших органів. Такі реакції можуть

проявлятися у змінах серцевого ритму, тонуся судин, артеріального тиску, можуть виникати нудота та блювання (наприклад, як це буває при тривалій і сильній дії специфічних подразників руху транспорту на вестибулярний апарат, що приводить до *укачування*).

Формування вестибулярного апарату у дітей закінчується раніше від інших аналізаторів. У новонародженої дитини цей орган функціонує майже так саме, як і у дорослої людини. Тренування рухових якостей у дітей з самого раннього дитинства сприяє оптимізації розвитку вестибулярного аналізатора і, як результат, урізноманітнює їх рухові можливості, аж до феноменальних (наприклад, вправи циркових акробатів, гімнастів та ін.).

М'язово-суглобове чуття (*руховий, або пропріоцептивний аналізатор*). Цей аналізатор має вирішальне значення у визначенні положення тіла та його частин у просторі, а також у забезпеченні тонкої координації рухів. Рецептори м'язово-суглобового чуття містяться в м'язах, сухожилках та суглобах, називаються *пропріорецепторами* і до їх числа належать: *тільця Фатера-Пачіні*, голі нервові закінчення, *тільця Гольджі* та *м'язові веретена*. За механізмом дії всі пропріорецептори відносяться до механорецепторів. Тільця Фатера-Пачіні містяться в сухожилках, суглобових сумках, фасціях м'язів і періості. Тільця Гольджі (цибулиноподібні тільця) являють собою заповнену лімфою капсулу, в яку заходять сухожильні волокна, оточені оголеними нервовими волоконцями (рис. 19). Тільця Гольджі (вперше описані в 1880 р. італійським гістологом К. Гольджі) зазвичай розташовуються в сухожилках

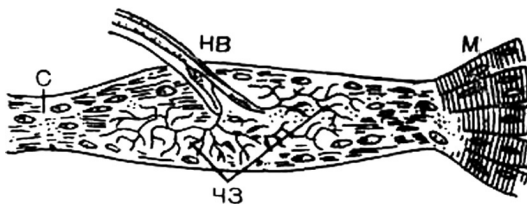
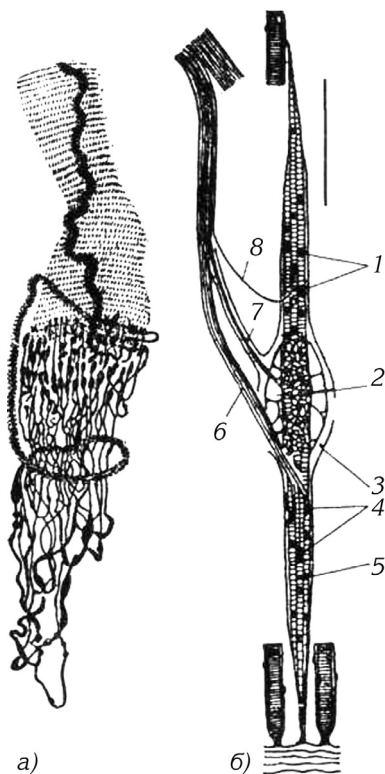


Рис. 19. Сухожильний орган Гольджі:

С — сухожилля; НВ — чутливе нервові волокно; ЧЗ — чутливі закінчення нервового волокна; М — м'язові волокна

(на межі м'язової і сухожильної тканини), а також в опорних ділянках капсул суглобів та у суглобних зв'язках. З рисунку зрозуміло, що це рецепторне утворення розташоване «послідовно» у ланцюгу «м'яз — сухожилля» і, таким чином, його подразнення виникає при розтягненні в цьому ланцюзі (наприклад, при скороченні м'яза). *М'язові веретена* це посмуговані волокна завдовжки 1–4 мм, оточені капсулою, яка заповнена лімфою (рис. 20). В капсулі міститься від 3 до 13 так званих інтрафузальних волоконцець. Кількість м'язових веретен і вміст у них інтрафузальних м'язових волокон у різних м'язах неоднакові; чим складніша робота виконується м'язом, тим більше в ньому рецепторних утворень. М'язові веретена відповідають і на розтягнення і на скорочення м'язів, тому що мають подвійну іннервацію: еферентну і аферентну.



Наявність двох рецепторних утворень (тілець Гольджі та м'язових веретен) дає можливість одержувати тонко диференційовану інформацію про стан м'яза, тобто ступінь його скорочення, розслаблення або розтягнення. Коли м'яз розслаблений, відбувається рідка тонічна аферентна імпульсація від сухожильних рецепторів Гольджі і посилена від м'язових веретен. При скороченні установлюється протилежне співвідношення, а при штучному розтягненні

Рис. 20. Схема будови м'язового веретена:

а — вільні закінчення аферентного волокна, які облітають кінець м'язового волокна; б — м'язове веретено; 1, 4 — закінчення еферентного волокна; 2 — закінчення аферентного волокна; 3 капсула; 5 — внутрішні м'язові волокна; 6, 8 — еферентне волокно; 7 — аферентне волокно

м'язів аферентація посилюється від обох видів рецепторів. Таким чином, будь-який стан м'яза має своє відображення в характері імпульсації від обох видів рецепторів сухожильно-м'язових структур. Імпульси, що виникають у пропріорецепторах під час рухів, по доцентрових нервах надходять (через провідні шляхи спинного і головного мозку) до мозочка, ретикулярної формації, гіпоталамуса та деяких інших структур стовбура мозку і далі — до сомато-сенсорних зон кори великих півкуль головного мозку, де і виникають відчуття зміни в положенні частин тіла. У відповідь на подразнення пропріорецепторів звично виникають рефлекторні скорочення (розслаблення) відповідних груп м'язів, або зміна їх тону. Це сприяє збереженню або зміні певних рухів, а також зумовлює підтримку пози та рівноваги тіла. При підніманні предметів за допомогою м'язово-суглобового чуття можна приблизно визначати їх вагу.

Крім розглянутого специфічного сенсорного шляху, імпульси від пропріорецепторів впливають на діяльність багатьох внутрішніх органів, так як будь-яка рухова активність вимагає інтенсифікації постачання кисню, поживних речовин та видалення продуктів обміну речовин. Це у свою чергу потребує посилення діяльності відповідних внутрішніх органів в системах кровообігу, дихання, виділення та ін. Така погодженість буде можливою, коли до вегетативних центрів, що регулюють роботу внутрішніх органів, буде надходити інформація про стан м'язів.

Про суто сенсорну діяльність м'язового аналізатора прийнято судити за точністю відновлення положень суглобів та відчуттям зміни положення тіла. Встановлено, що найбільш чутливим у цьому розумінні є плечовий суглоб. Для нього поріг сприйняття зміщення при швидкості $0,3^\circ$ за сек. становить $0,22-0,42^\circ$. Найменш чутливий гомілковостопний суглоб, у якого поріг становить $1,15-1,30^\circ$. В нормальному стані людина з заплещеними очима звично відновлює положення свого тіла (з помилкою до 3 %) через 10–15 сек.

У школярів збудливість пропріорецепторів з віком збільшується: найнижча вона в учнів I класу, найвища в учнів XI класу. Головною умовою нормального фізичного розвитку рухових якостей дітей є постійна підтримка активного стану їх пропріорецепторів. Найбільше навантаження пропріорецептори отримують в дні і години уроків

праці, фізкультури, занять в спортивних секціях, ігор та прогулянок на вулиці; найменше — в години відносної нерухомості (під час уроків, під час виконання домашнього завдання та пасивного відпочинку). Активність рецепторів м'язів підвищується в першій половині дня і знижується надвечір.

Органи чуття внутрішніх органів. Встановлено, що у всіх внутрішніх органах (легенях, серці, судинах, печінці, селезінці, органах травлення та інших) є спеціальні рецептори, що мають назву *інтерорецептори* і які здатні сприймати зміни в діяльності цих органів та у внутрішньому середовищі організму. За своєю будовою і функціями інтерорецептори різні: одні з них сприймають температуру (терморецептори), інші тиск (барорецептори), треті хімічні фактори (хеморецептори), четверті — больові подразнення і так далі. Імпульси, що надходять в центральну нервову систему від інтерорецепторів, відіграють дуже важливу роль у регуляції функцій різних органів і систем. Завдяки цим імпульсам саморегулюється кров'яний тиск у судинах, обмін речовин, кровопостачання тканин, координується діяльність окремих органів і систем, вибирається режим дихання та ін. Больові відчуття від внутрішніх органів свідчать про порушення нормального ходу їх роботи (функціонування), або про наявність захворювання (запальних процесів, закривання протоків, тощо).

Смаковий аналізатор забезпечує сприймання смакових властивостей речовин, що потрапляють у порожнину рота. Цей аналізатор складається з периферичного (смакові рецептори), провідникового (периферичний язиковоглотковий нерв, довгастий мозок, гіпоталамус і таламус) та центрального відділів (у скроневій долі кори головного мозку).

Смакові рецептори розташовані в порожнині рота і є хеморецепторами.

Скупчення смакових рецепторів містяться у *смакових цибулинах*, що розміщені на виростах слизової оболонки язика у так званих *смакових сосочках* (рис. 21).

Смакові цибулини (*бруньки*) складаються з трьох видів клітин: базальних, зовнішніх опорних і внутрішніх смакових. У них закладені закінчення смакових нервів. На язичі смакові цибулини розташовані

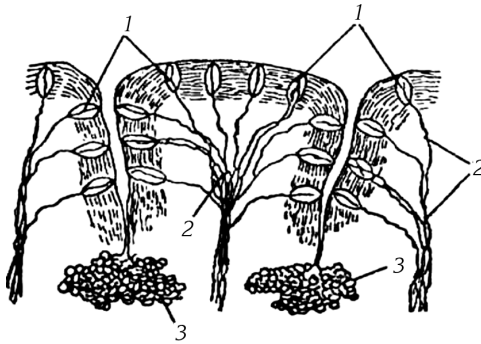


Рис. 21. Схема будови смакового сосочка:

1 — смакові цибулини (бруньки); 2 — нервові волокна; 3 — слизові залози

нерівномірно: чутливі до солодкого знаходяться на кінчику; чутливі до кислого по краях; чутливі до гіркого в області кореня, а чутливі до солоного на кінчику і по краях верхньої поверхні (спинці) язика.

Смакові цибулини є не тільки на певних ділянках язика, але й на стінках глотки і м'якого піднебіння та на губах. Осідання частин їжі на смакові рецептори викликає їх збудження. Серед смакових рецепторів є ще й рецептори дотику, больові та температурні рецептори, подразнення яких може посилювати смакові відчуття.

Розрізняють чотири види смакових сосочків: валикоподібні, листоподібні, грибоподібні та ниткоподібні.

Валикоподібні сосочки в кількості 6–12 розміщені біля кореня язика у вигляді римської цифри V. У кожному сосочку є від 40 до 150 смакових бруньок. *Листоподібні сосочки* в кількості 3–8 розміщуються на задньобічній поверхні язика. В кожному сосочку — від 3 до 20 смакових бруньок. *Грибоподібні сосочки* містяться на задній поверхні язика, кількість їх незначна. *Ниткоподібні сосочки* не мають смакових бруньок і розміщені в основному на спинці язика.

Збудниками смакових рецепторів можуть бути вода, пекучі речовини та хімічні речовини їжі, що знаходяться в розчиненому стані, природним розчинником якої виступає слина. Чутливість смакових рецепторів значною мірою залежить від температури істотної маси і

найвища при температурі від +10 до +35°. Холодна і гаряча їжа знижують смакові відчуття.

На формування смакових відчуттів впливають зір та нюх. Страви, що неприємно пахнуть, ніколи не здадуться смачними. Це зумовлено тим, що центри смаку і нюху у гіпоталамусі розміщені майже поруч і їхні нейрони тісно взаємопов'язані і легко обмінюються інформацією один з одним. Так само пов'язані між собою смаковий і зоровий центри. Коли людина щодня їсть одну і ту ж саму їжу, вона з часом стає не-смачною, бо смакові рецептори звикають (адаптуються) до однотипних подразників. Підвищують активність і збудливість смакових рецепторів різні спеції і приправи. Смакові цибулини мають найкоротший вік серед інших рецепторів. Час існування кожної цибулини всього 240 годин, після чого вона гине і замінюється на нову.

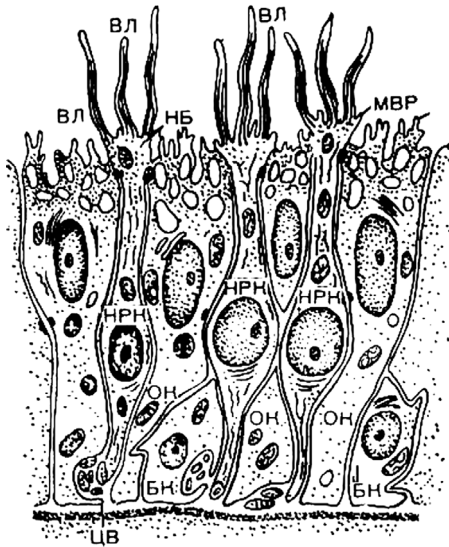
У новонародженої дитини орган смаку, порівняно з іншими органами чуття, розвинений найкраще. Так, вже у перші хвилини свого постнатального життя, новонароджена дитина реагує на подразнення солодким реакціями смоктанням і ковтанням; на кисле, солоне та гірке реакціями скорочення м'язів. В подальшому орган смаку у дітей продовжує розвиватись до 12–14 років, головним чином у напрямку точнішого розрізнення відтінків смаків. Кількість функціональних смакових сосочків на одиницю площі поверхні рота у дітей більша, ніж у дорослих.

Нюховий аналізатор. Нюх у людини розвинений краще, ніж смак, він дає змогу розрізнити більше як 10000 відчуттів запахів. Нюхові рецептори розміщені в слизовій оболонці порожнини носа (в верхній і частково середній носових раковинах) і здатні сприймати запахи газоподібних речовин. Ця частина слизової оболонки носової порожнини називається *нюховою ділянкою*. Нюхова ділянка вкрита епітелієм, в якому розрізняють *опорні* і *нюхові* (рецепторні) клітини, яких у людини нараховують до 10 тис. одиниць¹ (рис. 22). Нюхові клітини мають веретеноподібну форму, у них є короткий периферичний відросток, який закінчується на поверхні рецепторного шару специфічним потовщенням — *нюховою*

¹ Для порівняння: у кролика (зайця) налічується близько 100 млн. нюхових клітин, у східноєвропейської вівчарки — понад 220 млн., за рахунок чого їх нюхова чутливість значно вища ніж у людини.

Рис. 22. Схема будови нюхового епітелію (за даними електронної мікроскопії):

ВЛ — нюхові волоски; МВР — мікровілли рецепторних клітин; НБ — нюхова булава; НРК — нюхова рецепторна клітина; ОК — опорна клітина; БК — базальна клітина; ЦВ — центральний відросток нюхової клітини



булавою. Від нюхової булави в порожнину носа відростає по 6–12 тоненьких волосків, які у десятки разів збільшують поверхню контакту рецепторів з молекулами запашних речовин. До того ж ці волоски рухаються і активно «виловлюють» запашні молекули. Волоски занурені у слиз, який виробляють так звані *боуменові* залози слизової оболонки носа і короткі пальцеподібні вирости цитоплазми — *мікровілли*. Слиз відіграє роль фільтра: одні запашні молекули пропускає швидко, інші повільніше, деякі затримує на тривалий час. На другому кінці нюхових клітин містяться аксони, які формують волокна нюхового нерва. Нервові волокна нюхових клітин проходять крізь отвори решітчастої кістки в порожнину черепа до нюхових цибулин головного мозку.

Звідси імпульси, що виникли в рецепторах, йдуть по нюховому тракту через стовбур головного мозку в кору великих півкуль, де здійснюється аналіз інформації і формуються відчуття того чи іншого запаху. Рецептори нюхового аналізатора подразнюються хімічними збудниками. Запах, властивий тій чи іншій речовині, залежить від вібруючих рухів їх молекул. При цьому молекули створюють низькочастотні електромагнітні коливання і, адсорбуючись на невеликій ділянці

мембрани волосків нюхових клітин, спричиняють локальні зміни її проникливості для окремих іонів, що і визиває збудження рецепторів нюхового аналізатора.

Чуття нюху надзвичайно гостре і тонке. Людина відчуває запах речовин, що знаходиться в повітрі в таких малих концентраціях, які не можна виявити ні хімічним, ні спектральним аналізатором. За стереохімічною теорією існує 7 первинних запахів: камфорний, м'ятний, квітковий, мускусний, ефірний, їдкий, гнилий. Чутливість до запаху підвищується на світлі, після збудження симпатичної нервової системи.

У дітей раннього віку чуття нюху розвинене слабше, ніж у старших дітей, що обумовлене недостатнім розвитком їх носової порожнини. Новонароджена дитина уже в перші дні життя реагує на сильні запахи скороченням мимічних м'язів і відвертається від речовин, що неприємно пахнуть. Гострота нюху підвищується до 6 років, а потім починає поступово знижуватися. Тонкість нюху (розрізнення запахів) з віком підвищується.

Органи чуття шкіри. У шкірі людини є тактильні (дотикові), температурні і больові рецептори (рис. 23). Різні види рецепторів відрізняються за своєю будовою і розподілені в шкірі у вигляді своєрідної мозаїки.

Тактильні рецептори сприймають механічні подразнення, що супроводжуються відчуттям дотику і тиску. Вони мають форму видовжених цибулин, до яких підходять нервові закінчення. До тактильних рецепторів належать: дотикові тільця (*тільця Мейснера*), що мають вигляд одного звивистого нервового закінчення, одягненого у капсулу; пластинчасті тільця (*тільця Пачіні*), що складаються з нервового закінчення, оточеного сполучнотканинними пластинками; дотикові *диски Меркеля*, що розміщені біля волосяних цибулин, в епідермісі, а також біля судин і у глибоких шарах шкіри поверхні кисті, в області долонь, а також на кінчиках пальців, губ, сухожилків, очеревині та брижі кишок, тощо. В середньому на 1 см² шкіри припадає 25 тактильних рецепторів.

Найбільше рецепторів у шкірі долонь, на кінцях пальців, на губах і кінчику язика; найменше — у шкірі спини і живота. Поріг подразнення найбільш чутливих ділянок становить 50 мг, а в найменш чутливих — до

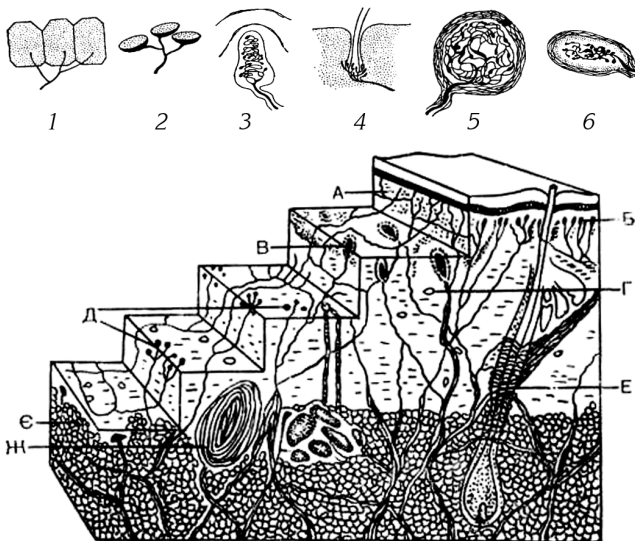


Рис. 23. Схематичне зображення рецепторів шкіри:

1 — вільні нервові закінчення (больові рецептори); 2 — дотикові диски Меркеля; 3 — дотикове тілце Мейснера; 4 — нервові сплетіння навколо волосяної цибулини; 5 — чутливе до холоду тілце (колбочка) Краузе; 6 — тілце Пачіні, чутливе до тиску. Розташування в товщі шкіри: А — вільних нервових закінчень; Б — дисків Меркеля; В — тілце Мейснера; Г — сплетіння нервових волокон з розгалуженнями навколо кровоносних судин; Д — колбочок Краузе; Е — нервових сплетінь волосяної сумки; Є — тілце Рuffіні; Ж — тілце Пачіні

10 г. За функціональними особливостями тактильні рецептори поділяють на *фазні* і *статичні*. Фазні тактильні рецептори збуджуються при динамічному подразненні, вони мають високу чутливість, короткий латентний період і швидко адаптуються. Статичні тактильні рецептори збуджуються в основному від статичних подразнень, вони менше чутливі, але мають більш тривалий латентний період і повільніше адаптуються.

Збудження, яке виникає в тактильних рецепторах при контактах шкіри з предметами, надходить до мозкового центру тактильного аналізатора, що локалізується в області I сомато-сенсорної зони кори

головного мозку (задньої центральної закрутки кори великих півкуль), де трансформується у відчуття дотику або тиску. Диференціювання цього відчуття залежить від адаптаційних здатностей тактильних рецепторів шкіри: як вказувалось вище, легко адаптуються фазні тактильні рецептори і вони реагують лише на зміну інтенсивності стимулу та дають короточасне *відчуття дотику*, навіть тоді, коли стимул тиску діє тривало. Статичні тактильні рецептори, що адаптуються повільно, збуджуються лише при тривалій дії механічного подразника, чим і забезпечують *відчуття тиску*. За механізмом доторкання можуть сприйматися і подразнення у формі вібрації. Завдяки тактильній чутливості людина відчуває форму, величину і характер поверхні навколишніх предметів. Для дотику характерне також просторове відчуття, що полягає у здатності розрізняти і сприймати як роздільні, дві одночасно подразнені точки тіла.

До *терморекцепторів*, або *температурних рецепторів* належать два види нервових закінчень. Одні з них (*колбочки Краузе*) сприймають в основному холодів подразнення, а другі (*тільця Руффіні*) — теплові подразнення. Розміщені терморекцептори у шкірі, а також у слизовій оболонці носа, рота, гортані, стравоходу, шлунка і кишечнику. За будовою терморекцептори представляють собою клубочки тонких нервових закінчень, які містяться в сполучнотканинних капсулах. Зміна зовнішньої температури подразнює терморекцептори шкіри і викликає в корковій частині аналізатора відчуття тепла або холоду. Внаслідок цього рефлекторно змінюється просвіт кровоносних судин шкіри, завдяки чому змінюється її кровопостачання і температура.

Холодових рецепторів в організмі близько 250 тис., *теплових* — до 30 тис. Холодові рецептори розміщені на глибині 0,17 мм, а теплові — 0,3 мм від поверхні шкіри. Завдяки цьому теплові рецептори збуджуються відносно повільно, тоді як холодів реагують дуже швидко, як на подразнення з температурою нижче 18–20 °С та на подразнення температурою вище 40–45 °С (наприклад, ефект «гусячої шкіри» при зануренні тіла в гарячу воду). Терморекцептори постійно інформують організм про стан і зміну температури навколишнього середовища і є найважливішою ланкою у підтримці температури (*термостаза*) тіла. У дитячій температурне чуття проявляється вже з перших днів після народження.

Біль є специфічним відчуттям, якісно відмінним від будь-якого іншого відчуття. Воно виникає тоді, коли на ту чи іншу частину організму діє подразник, що має руйнівний характер. При цьому виникає ціла черга захисних реакцій, спрямованих на збереження частин тіла або цілого організму.

Больові подразнення сприймаються *больовими рецепторами*, або *вільними нервовими закінченнями*. Больові рецептори розміщені не тільки в шкірі, але і в м'язах, кістках, внутрішніх органах. На поверхні 1 см² буває близько 100 больових точок, а на всій поверхні шкіри їх близько мільйона. На шкірі майже немає ділянки, де не було б больових рецепторів, але розташовані вони нерівномірно: більше у пахвовій та паховій ділянках і найменше — на підошвах, долонях, вушних раковинах. Збудження, що виникають у больових рецепторах внаслідок дії подразника, передаються по доцентрових нервах у вищі кіркові та підкіркові (у таламусі та гіпоталамусі) центри болю, де і формуються відчуття болю. Сила больових відчуттів значною мірою залежить від стану нервової системи. Больові рецептори реагують на значні коливання температури, тиску, на концентрацію простагландинів, що виділяються ушкодженими клітинами тіла. Потрапляння інформації про локалізацію та інтенсивність болю у центри головного мозку стимулює виділення в кров *ендорфінів*, що є блокаторами болю.

При больових подразненнях рефлекторно порушується нормальна діяльність організму і особливо ушкоджених органів: посилюється виділення адреналіну в кров, підвищується концентрація цукру в крові, порушується ритм серцевих скорочень, прискорюється зсідання крові, підвищується кров'яний тиск, затримується дихання та ін. При дуже сильних больових подразненнях може спостерігатись *больовий шок* (тимчасова втрата свідомості, запаморочення, непритомність).

Ще одним видом шкіряної чутливості є сприйняття *лоскотання*, що забезпечують вільно розташовані у поверхневих шарах шкіри нервові закінчення. Для данного виду рецепторів властиві специфічні реакції на стимули різної інтенсивності. З активацією цієї групи рецепторів саме і зв'язують відчуття лоскоти, що і дало назву самим рецепторам — *рецептори лоскотання*.

Внаслідок дії термічних факторів, хімічних речовин, електричного струму або іонізуючого випромінювання можуть виникнути ушкодження тканин організму і, перш за все, шкіри, що мають назву *опіки*. За глибиною ушкодження тканин розрізняють чотири ступені опіків. *Опіки I ступеня* характеризуються місцевим почервонінням шкіри (*еритемою*), незначною припухлістю та підвищенням місцевої температури, що триває 2–5 днів і звично проходить безслідно. *Опіки II ступеня* також викликають місцеве почервоніння й припухлість шкіри, а крім того, ще і характеризуються появою пухирців, наповнених рідиною (лімфою) жовтуватого кольору. Такі опіки супроводжуються болем і підвищенням температури тіла.

Опіки III-A ступеня супроводжуються частковим некрозом шкіри, *III-B ступеня* некрозом усіх шарів шкіри, а *IV ступеня* — некрозом шкіри та глибоких тканин. Невідкладна допомога при опіках полягає в негайному видаленні й нейтралізації фактору, що це визвав. При опіках хімічною речовиною уражену шкіру і слизові слід негайно обмити великою кількістю холодної проточної води (в продовж не менше 15 хв). У разі опіку шкіри сірчаною кислотою або негашеним вапном промивати уражене місце водою не можна, бо вона лише підсилить їх дію. Для цього використовують олію або тваринне масло. При тяжких ураженнях хворих госпіталізують.

4.3. Розвиток вищої нервової діяльності (ВНД)

З морфологічним дозріванням ЦНС відбувається і розвиток вищої нервової діяльності (ВНД) дитини. Найбільш інтенсивно ці процеси відбуваються у немовлят, а також у періоди першого та другого дитинства. У дітей на самперед розвивається *перша сигнальна система*: органи чуття, аналізатори, наростає моторика рухових дій та ін. Поступово розвивається і *друга сигнальна система*: вдосконалюється мовна функція, з'являється здатність до абстрактного сприймання дійсності, мислення та ін.

ВНД людини базується на здатності головного мозку до *аналітико-синтетичної діяльності*. Аналітичні процеси дають можливість

виділяти окремі подразнення, тоді як синтетична діяльність об'єднує, узагальнює подразнення і реалізується обмеженим набором відповідних реакцій організму і зовнішніх дій.

Матеріальною основою усіх нервово-регулюючих процесів є рефлекс, які поділяються на безумовні і умовні. Організм народжується з певним набором безумовних рефлексів, які забезпечують, перш за все, підтримку життєдіяльності в відносно постійних умовах мешкання. Ці рефлексивні мають місце як на рівні соматичної, так і вегетативної нервових систем, і забезпечують процеси травлення (жування, смоктання, виділення слини та шлункового соку і так далі), захисту (кашлю, закривання очей, уникання болю) статевих співвідношень, терморегуляції, дихання, роботи серця та ін.

Безумовні рефлексивні — це реакція організму на зовнішнє або внутрішнє подразнення, яка здійснюється за участю рефлекторної дуги. *Умовні рефлексивні* це також відповідні реакції організму людини на зовнішні або внутрішні подразнення, але вони завжди здійснюються за участю кори великих півкуль головного мозку і реалізуються на базі безумовних рефлексів, тобто на базі відповідних рефлекторних дуг.

Умовні рефлексивні виробляються у людини в процесі життя і забезпечують більш досконале пристосування до умов життя. Розпізнавання їжі по запаху, процеси стояння, бігу, ходіння, мови, письма, трудових дій — все це приклади умовних рефлексів. Умовні рефлексивні, на відміну від безумовних, завжди індивідуальні, можуть виникати і зникати, перероблятися та ін. Для виникнення умовного рефлексу, наприклад, виділення слини на запах їжі, треба певні умови. По-перше, наявність умовного подразника (наприклад, запаху їжі), по-друге — передування цього подразника мінімум як за 1–5 сек. до безумовного фактора, по-третє — наявність безумовного подразника або фактора (наприклад, подальшого потрапляння їжі в ротову порожнину з подразненням відповідних механорецепторів роту, що завжди викликає безумовне виділення слини) і, нарешті, багатократне повторення умовного та підкріплюючого безумовного подразнення.

Згідно уявлень І. П. Павлова, *матеріальною основою умовного рефлексу* є налагодження тимчасових нейронних зв'язків між нервовими центрами, що сприймають умовний подразник, та нейронами центру

відповідного безумовного рефлексу, через який реалізується умовний рефлекс. Наприклад, запуск функції виділення слини на запах їжі має наступний нервовий шлях: нюхові рецептори, що сприймають запах, подають імпульси збудження в корковий центр нюху і, якщо запах смачний, то сигнал через проміжні нейрони, які саме і утворюють ланцюг тимчасового зв'язку, передається в центр слиновиділення, тобто в центр безумовного рефлексу. З цього центру імпульси збудження в свою чергу передаються до слинних залоз і виділяється слина, як це звичайно відбувається по шляху безумовного рефлексу при попаданні їжі до рота.

Важливою якістю умовних рефлексів є їх здатність до гальмування, якого виділяють два типи: зовнішнє (безумовне) та внутрішнє (умовне).

Зовнішнє гальмування здійснюється на рівні дуги безумовного рефлексу. В свою чергу, цей вид гальмування поділяється на *індукційне* та на *поза межне*. В основі індукційного гальмування знаходиться явище негативної індукції, що виникає при зміні домінанти збудження. Нове сильне збудження гальмує попередній центр збудження і, відповідно, гальмує умовні рефлекси, що реалізувалися через цей центр. Такий вид гальмування лежить в основі зміни уваги, діяльності, напрямків пошуку і т. д.

Другий вид зовнішнього гальмування — *поза межне гальмування*, яке виникає при надмірному або тривалому часі дії умовного подразника і має захисне значення для нейронів та нервових центрів від можливого їх перенапруження і пошкодження. Цей вид гальмування має захисну функцію і проявляється, наприклад, процесами розумового стомлення, зниженням швидкості реакцій і т. д.

Внутрішнє гальмування розвивається на рівні тимчасових нейронних зв'язків умовного рефлексу. Виділяють чотири види цього гальмування: згасальне, запізнювальне, диференційне та умовне гальмо. На відміну від безумовного гальмування, яке виникає у відповідь на перше пред'явлення подразника, умовне гальмування локалізоване в корі головного мозку і виникає тільки після попередніх тренувань.

Згасальне гальмування виникає, якщо умовний рефлекс тривалий час не підкріплюється безумовним подразником. При поновленні цього підкріплення, рефлекс може знову з'явитися. Це гальмування лежить в

основі *забування*. У дітей згасання розвивається повільніше, ніж у дорослих, тому факти з дитинства людина добре пам'ятає все життя. З цим також пов'язаний феномен важкості відвикання дітей від шкідливих звичок, неправильних рухів (в тому числі трудових, спортивних), тощо.

Запізнювальне гальмування умовних рефлексів розвивається, якщо віднести в часі підкріплення умовного подразнення безумовним. Це гальмування стримує до певного часу здійснення тієї чи іншої дії у відповідь на подразнення і лежить в основі поведінки людей. Запізнювальне гальмування у дітей виробляється повільно, більш-менш його наявність проявляється після 12–15 років. Розвиток цього виду гальмування пов'язаний з великими функціональними труднощами і потребує тривалого виховання та тренувань. Лише у старших школярів (15–17 років) має місце певна витривалість, вміння стримувати свої бажання, сила волі. Остаточно ці якості формуються до 25–30 років.

Диференційне гальмування виробляється шляхом підкріплення одних і не підкріплення інших подразнень. Цей вид гальмування дає можливість виділяти сигнально значущі ознаки одного подразника з багатьох оточуючих подразників і забезпечує впізнавання звуків, предметів, людей та ін., тобто лежить в основі розпізнавання зовнішньої інформації. У дітей диференціювання виробляється з перших місяців життя.

Умовне гальмо виробляється шляхом використання команд, що заперечують, які можуть мати вигляд жестів або слів. Наприклад, хитанням голови або жестом пальця мати може наказати дитині не торкатися небезпечного предмета.

Всі розглянуті види гальмування умовних рефлексів мають переважно захисне значення і завдяки ним забезпечується захист нервової системи від зайвих дій та виснаження.

Особливою формою прояви ВНД є утворення *динамічних стереотипів*, які представляють собою послідовний ланцюг умовно-безумовних рефлексорних актів, які здійснюються в певній послідовності автоматично і є результатом складної системної реакції організму на комплекс умовних подразників.

Завдяки утворенню ланцюгів умовних рефлексів (стереотипів), кожна поточна діяльність організму стає умовним подразником для наступної діяльності, а самі рефлекси здійснюються легко і швидко.

Стереотипи важко виробляються, потребують значних зусиль коркової діяльності, але в подальшому вони приводять до автоматизму в багатьох діях. Вироблений стереотип дуже важко переробити, тому треба прагнути, щоб у дітей з самого дитинства формувались тільки правильні і корисні стереотипи, бо це є основою навичок і вмінь влюбій діяльності. Ходьба, біг, стрибки, спортивні вправи, гра на інструментах, письмо, користування ложкою, виделкою та ножом, трудові дії — все це стереотипи. Утворення стереотипу лежить в основі режиму дня, забезпечує певну динаміку працездатності під час спортивних та трудових дій.

Умовно-рефлекторна діяльність людини у великій мірі залежить від індивідуальних властивостей нервової системи, що у свою чергу обумовлено спадковими особливостями протікання нервових процесів. Така сукупність властивостей нервової системи називається *типом вищої нервової діяльності*. За І. П. Павловим виділяють чотири основних типи ВНД, які ґрунтуються на співвідношенні показників *сили, врівноваженості та рухливості процесів збудження і гальмування*. З числа цих типів три вважаються сильними і один — слабкий.

- I тип — *сангвінічний* — характеризується як сильний, врівноважений з великою рухливістю нервових процесів («жвавий» тип). Діти цього типу здатні швидко переключатися з одного виду діяльності на інший, вони врівноважені, легко навчаються, послідовні;
- II тип — *холеричний* — характеризується як сильний, неврівноважений з перебільшенням збудження над гальмуванням («безутримний» тип). Діти такого типу емоційні, не стримані, хаотичні у бажаннях і діях;
- III тип — *флегматичний* — характеризується як сильний, врівноважений з малою рухливістю нервових процесів. Діти з таким типом ВНД активні і стабільні при виконанні складних задач, завжди стримані, послідовні, надійні і будь-яке діло доводять до кінця;
- IV тип — *меланхолічний*, або слабкий тип є малорухомим, неврівноваженим. Діти з таким типом ВНД не переносять сильних і тривалих навантажень, легко втомлюються, схильні до монотонної роботи, все роблять уповільнено.

Важливо зазначити, що у людини, на відміну від тварин, існують дві сигнальні системи сприйняття зовнішньої інформації. *Перша сигнальна система* властива багатьом тваринам і людям, основана на безпосередньому сприйманні факторів зовнішнього середовища за допомогою органів чуття та відповідних систем, що аналізують цю інформацію. *Друга сигнальна система* основана на сприйнятті інформації абстрактно, за допомогою понять, які виникають через мову або інші понятійні субстанції. Друга сигнальна система притаманна лише людині і є основою теоретичного сприймання законів світу, основою мислення і розвивається у дітей поступово, разом з накопиченням інформації в носіях пам'яті.

На підставі взаємодії та врівноваженості першої та другої сигнальних систем сприймання дійсності, І. П. Павлов виділив ще і такі типи ВНД, які властиві тільки людині:

- *художній тип*, що характеризується перебільшенням першої сигнальної системи над другою. До такого типу належать люди, які переважно сприймають дійсність загалом, чутливими образами, маючи образно-предметне мислення. У людей з таким типом ВНД спостерігається переважаюча активність правої півкулі (їх називають правопівкульними і до їх числа переважно відносяться актори, художники, дизайнери та ін.);
- *творчий тип*, що характеризується перебільшенням другої сигнальної системи над першою. Такі люди сприймають дійсність через аналіз її складових компонентів, що в подальшому з'єднують у єдине ціле. Вони мають творчу натуру, здатні до абстрактного мислення, прогнозування та ін. У людей з таким типом ВНД спостерігається переважаюча активність лівої півкулі (їх називають лівопівкульними і до їх числа найчастіше відносяться письменники, науковці та ін.);
- *середній тип*, що характеризується врівноваженою діяльністю обох сигнальних систем і таких людей більшість.

Слід зазначити, що вроджені властивості нервової системи для певної людини є постійними, але у суспільному житті на їх підставі формуються риси *характеру* які об'єднують вроджені особливості ВНД та

набуті якості під час навчання, виховання, самовдосконалення, що виникають за участю сили волі, мотивацій та ін.

Розвиток ВНД дитини проходить нерівномірно. Швидкість утворення умовних рефлексів в перші місяці життя дитини уповільнена, але в подальшому наростає. Безумовне гальмування умовних рефлексів притаманне дітям з перших днів життя, тоді як умовне гальмування починає проявлятися лише у 3–4 місяці: спочатку розвивається диференційне гальмування, далі запізнювальне, а потім згасальне. Такий тип гальмування, як умовне гальмо, виникає з розвитком мови.

Перші ознаки розвитку другої сигнальної системи з'являються у дітей у 6–8 місяців: дитина починає сприймати слова. Здатність дітей до мовлення починає формуватися у 1–1,2 роки і дуже інтенсивно відбувається в перші 3 роки життя дитини.

В 5–7 років у дітей починає створюватись реактивність на словесні стимули, і з цього періоду друга сигнальна система починає здійснювати регулюючий, вплив на першу сигнальну систему. У такому стані дитина стає придатною до навчання у школі. Представляє великий педагогічний інтерес те, що узагальнююча функція слова набуває свого повного значення лише у дорослих. З 6 років діти починають користуватися поняттями, що абстраговані від дійсності. Становлення цієї якості ВНД у великій мірі пов'язано з наростанням міжнейронних зв'язків, з утворенням нових синапсів.

У дітей 7–9 років позитивні і негативні умовно-рефлекторні зв'язки утворюються відносно швидко, а самі рефлекси стають більш сталими. В цей період інтенсивно удосконалюються сила, врівноваженість та рухомість нервових процесів. У віці 10–12 років рефлекси на комплекс послідовно діючих подразників здатні утворюватись також комплексно і адекватно, без зайвих реакцій. Це свідчить про те, що в цьому віці діти вже здатні сприймати і аналізувати певний об'єм комплексної інформації, давати їй свою оцінку та обирати відповідні дії поведінки.

У період 11–14 років починається, як відомо, статеве дозрівання дітей. В цьому віці, крім іншого, відбуваються значні перебудови і у ВНД і корі мозку. У підкоркових утвореннях перебільшують процеси збудження, погіршується гальмування, особливо диференційне. В результаті

зовнішні реакції стають неадекватними подразненню і проходять більш бурно. Зменшується швидкість утворення умовних рефлексів на подразнення першої і другої сигнальних систем. Мова стає повільнішою, з малим набором слів; значно зростає емоційність (особливо у дівчат). У хлопців значно зростає рухова активність і жестикуляція (додаткові рухи рук, ніг, тулуба і голови) навіть на неадекватні подразнення. В цей же час можуть виникати функціональні вегетативні розлади: задишки, біль в області серця, розлади в системі травлення, порушення в системі кровообігу, що пов'язане з невідповідністю росту морфологічному та фізіологічному дозріванню окремих систем, а також з тим, що активність підкоркових утворень мозку переважають над корою. У дітей цього віку також спостерігається психічна нестабільність, зростає критичне відношення до дорослих (особливо до батьків), проявляється загальний негативізм.

З 15 років значення другої сигнальної системи знову починає зростати, посилюються процеси гальмування умовних рефлексів, і підліток поступово переростає у юнацький вік з більш гармонічним співвідношенням обох сигнальних систем, кори та підкоркових утворень.

Особливості ВНД підлітків потребують пильної уваги вихователів та батьків, а також відповідної організації навчально-виховного процесу, раціонального розумового та фізичного навантаження.

4.4. Розвиток інтегративної діяльності нервової системи

Слід зазначити, що в реальному житті, умовні та більшість безумовних рефлексів включаються у складну цілісну діяльність мозку — інтегративну діяльність, що базується на корково-підкоркових процесах. В кінцевому підсумку, саме це забезпечує пристосувальний характер поведінки кожної людини до зовнішніх умов, в тому числі до суспільства інших людей.

В основі *інтегративної діяльності* знаходиться домінантна ділянка збудження, яка, за вченням А. А. Ухтомського, і забезпечує динамічну констеляцію (об'єднання) широкого кола різних відділів центральної нервової системи, тимчасово здійснюючих конкретну діяльність. З віку

трьох років домінантна констеляція поступово набуває все більшої сталості та пластичності. При цьому сталість полегшує можливість навчання, протистоїть відвертанню уваги, тоді як пластичність характеризує можливість переключення з однієї діяльності на іншу. Співвідношення цих явищ визначає біологічні та пізнавальні потреби і мотивації.

З другого боку, згідно вчення П. К. Анохіна про функціональні системи, любі елементи поведінки об'єднують низку послідовних операцій, а саме: *аферентний синтез* інформації, яка надходить у кожен конкретний мить з різних джерел; *прийняття рішення*, формування *програми дій* та виконання цієї програми з включенням апарату *акцептора результатів дій* (нейронної моделі результату, якого очікують). Здійснення дії приводить до того чи іншого фактичного результату, інформація про який зворотними шляхами потрапляє в центральну нервову систему (спинний або головний мозок) і порівнюється з обраною програмою акцептора дій.

Якщо отриманий результат дії відповідає тому який очікується, то мета досягнута і сформована система перестає функціонувати, а якщо не досягнута — то програма дії змінюється (корегується) і все повторюється. Слід враховувати, що конкретним діям у людей найчастіше передують абстрактний план (програма) дій і тільки в екстремальних умовах можливі автоматизовані стереотипи дії без попереднього планування. У дітей також безпосередні дії можуть передувати їх плануванню: здатність спочатку думати, а потім діяти повільно виробляється до 10–12 років.

Інтегративні процеси центральної нервової системи лежать в основі психічних функцій, у тому числі таких як сприйняття, увага та пам'ять.

Сприйняття об'єднує складні процеси аналізу та синтезу інформації з метою впізнання стимулу та визначення його значимості. Здатність до простого сприйняття інформації у дітей має місце з перших днів життя, але до 3–4 років дитина тільки бачить, але багато чого не розуміє. У 5–6 років, разом з дозріванням асоціативних коркових зв'язків, з'являється можливість впізнавання складних образів, виділення контурів та контрастів об'єктів, порівняння їх з еталоном раніше баченого. Але спочатку це залишається на рівні чутливих зорових і слухових сприйнянь.

У шкільному віці система сприйняття продовжує ускладнюватись та удосконалюватись за рахунок підключення передніх асоціативних

областей кори, відповідальних за сприйняття рішень, оцінку інформації, формування вибіркового сприйняття і т. д. В результаті до 10–11 років у дітей формується здатність абстрактного сприйняття дійсності. Остаточно завершується розвиток цієї якості лише у підлітковому віці. Цим процесам у значній мірі сприяє морфологічне дозрівання нервових структур і, перш за все, ускладнення міжнейронних зв'язків (за рахунок утворення додаткових дендритів, шипиків та синапсів).

Увага є однією з важливіших психофізіологічних функцій оптимізації процесів сприйняття та навчання. Згідно сучасних уявлень (Т. М. Марютіна, О. Ю. Єрмолаєв, 2001; Ганонг Вільям Ф., 2002) увага — це направленість та зосередженість свідомості людини на певних об'єктах при одночасному відволіканні від інших об'єктів. Функціональною основою уваги є складні системні акти, що відбуваються за участю кори півкуль, ретикулярної формації, середнього мозку і лімбічної системи. Увага буває мимовільною та довільною. Ознаки *мимовільної уваги* проявляються у дітей з перших днів народження, але більш-менш ця якість формується у 2–3 місяці: спочатку у вигляді орієнтовних реакцій, а далі поступово набуває дослідницького характеру. Разом з формуванням системи сприйняття мови, складається *соціальна форма уваги*, у тому числі на мовні сигнали. Однак до 5 років ця форма уваги легко відтискується мимовільною увагою на нові подразнення. У 6–7 років інтенсивно розвивається *довільна увага*, у тому числі на мовні інструкції. Разом з подальшими поступовим структурно-функціональним дозріванням лобних областей кори дітей, з'являється здатність до локальної активації тих чи інших центрів кори, яка регулюється на підставі аналізу сенсорної інформації. В результаті цього у дітей приблизно в 9–10 років починає формуватись здатність до концентрації уваги і зосередженості. У період статевого дозрівання (11–14 років) відбувається послаблення коркових впливів на активаційні процеси і рівень уваги може тимчасово знижуватись. Лише в кінці підліткового періоду (15–17 років) нейрофізіологічні механізми уваги стають такими, як у дорослих.

Особливим проявленням інтегративної діяльності ВНД є пам'ять. *Пам'ять* є специфічною формою психічного відображення дійсності, яка полягає в сприйнятті, збереженні і подальшому відтворенні інформації у

живих системах. Цю якість обумовлюють основні процеси пам'яті, такі як забування, запам'ятовування, збереження і відтворення слідів (*енграм*) минулих збуджень. Пам'ять постійно виступає у ролі своєрідного фільтра поточної інформації бо без відбору і витиснення інформації з пам'яті жива істота була б «затоплена» імпульсами збуджень, що надходять до нервової системи. З позиції сучасної фізіології (Н. Н. Данилова, 2001; В. М. Смирнов, С. М. Будиліна, 2003) біологічна пам'ять поділяється на генетичну, імунологічну та на пам'ять нервової системи. Останній вид пам'яті за часовим критерієм виділяє два сховища інформації, які обумовлюють короткострокову та довгострокову пам'ять. Вважається, що *короткострокова пам'ять* основана на тимчасовій *рециркуляції* (*реверберації*) імпульсних потоків по замкнутим ланцюгам нейронів (*нейронних ловушках*), а *довгострокова пам'ять* пов'язана з процесами реорганізації синапсів, з впливами нейромедіаторних систем та гормонів на хід синтетичних процесів у нервових клітинах та з синтезом особливих білкових матриць (місць кодування інформації) у нейронах вищих відділів центральної нервової системи. З віком у дітей механізми пам'яті значно змінюються: у дитинстві перебільшують слідові (синтетичні) механізми пам'яті і лише з віком значно ускладнюються системи накопичення (запам'ятовування) інформації. У молодших школярів (7–9 років) об'ємні показники пам'яті зростають інтенсивніше ніж показники швидкості запам'ятовування. У підлітковому віці об'ємні показники пам'яті знову зростають більш інтенсивно, набуває розвитку також мовно-логічна (абстрактна) пам'ять.

Важливою психологічною якістю людини є її мотиваційно-емоційна сфера. *Мотивації* — це активні стани мозкових структур, які здатні стимулювати здійснення дій, що направлені на задоволення власних або суспільних потреб. Мотивації проявляються у поведінці і поділяються на біологічні і пізнавальні.

Емоції — це суб'єктивне відношення людини до зовнішніх та внутрішніх подразників. Емоції в певній мірі пов'язані з мотиваціями і бувають позитивними та негативними. Вважається, що емоції формуються на рівні структур лімбічної системи. Згідно теорії І. П. Павлова позитивні емоції виникають при підтримці динамічного стереотипу, а негативні

емоції — при його порушенні. Згідно теорії В. П. Симонова емоції виникають при порівнянні існуючої (поточної) інформації з потрібною, що міститься в пам'яті і сприяє задоволенню певної потреби.

Мотивації і емоції виникають у дітей з перших днів життя. До 5–6 років у дітей перебільшують біологічні мотивації, емоції у цей час несталі, їх зовнішнє проявлення може бути нестримним і дуже контрастним. Починаючи з 7 років разом з накопиченням пізнавальної інформації, мотивації набувають певного характеру, розвиваються пізнавальні аспекти мотивацій. В той же час формується здатність стримувати емоції, але остаточно це стабілізується лише у 15–17 років.

Нервова система виконує в організмі людини також певну *трофічну* функцію, впливаючи на обмін речовин та на харчування тканин і органів. У регуляції цих процесів приймають участь всі відділи нервової системи, але особливу роль у цьому відіграють гіпоталамус (де міститься *центр обміну речовин*) та кора головного мозку. При порушенні іннервації тканин (наприклад, під час операції на тому чи іншому органі) в них може розвиватись порушення обміну речовин і місцеве зменшення або навіть припинення трофіки. Наслідком цього може стати деградація (дистрофія) відповідних тканин і цілих органів.

4.5. Вікові особливості ендокринної системи та статевого дозрівання

Ендокринна система організму людини представлена залозами внутрішньої секреції, що виробляють певні сполуки (*гормони*) і виділяють їх безпосередньо (без протоків, що виводять) у кров. У цьому ендокринні залози відрізняються від інших (екзокринних) залоз, які продукт своєї діяльності виділяють лише у зовнішнє середовище через спеціальні протоки або без них. Залозами зовнішньої секреції є, наприклад, слинні, шлункові, потові залози та ін. В організмі існують і змішані залози, які одночасно є екзокринними та ендокринними. До змішаних залоз відносяться підшлункова та статеві залози.

Гормони ендокринних залоз з током крові розносяться по всьому організму і виконують важливі регулюючі функції: впливають на обмін

речовин, регулюють клітинну активність, ріст та розвиток організму, обумовлюють зміну вікових періодів, впливають на роботу органів дихання, кровообігу, травлення, виділення та розмноження. Під дією та контролем гормонів (в оптимальних зовнішніх умовах) реалізується також вся генетична програма життя людини.

Залози за топографією розташовані у різних місцях організму: в області голови знаходяться гіпофіз та епіфіз, в області шиї та грудної клітини розташовані щитовидна, паращитовидна та вилочкова (тімус) залози. В області черева знаходяться надниркові та підшлункова залози, в області малого тазу — статеві залози. В різних частинах тіла, переважно по ходу великих кровоносних судин, розташовані невеличкі аналоги ендокринних залоз — параганглії.

Функції та будова залоз внутрішньої секреції значно змінюються з віком.

Гіпофіз вважається залозою усіх залоз так як своїми гормонами впливає на роботу багатьох з них. Ця залоза розташована біля основи головного мозку в заглибленні турецького сідла клиноподібної (основної) кістки черепа. У новонародженого маса гіпофіза 0,1–0,2 г, у 10 років він досягає маси 0,3 г, а у дорослих — 0,7–0,9 г. Під час вагітності у жінок маса гіпофіза може сягати 1,65 г. Залозу умовно поділяють на три частини: передню (аденогіпофіз), задню (нейрогіпофіз) і проміжну. В області аденогіпофіза та проміжного відділу гіпофіза синтезується більшість гормонів залози, а саме соматотропний гормон (гормон росту), а також адренотропні (АКТГ), тиреотропні (ТТГ), гонадотропні (ГТГ), лютеотропні (ЛТГ) гормони та пролактин. В області нейрогіпофіза набувають активної форми гормони гіпоталамуса: окситоцин, вазопресин, меланотропін та мізін-фактор.

Гіпофіз тісно пов'язаний нейронними структурами з гіпоталамусом проміжного мозку, завдяки чого здійснюється взаємозв'язок і координація нервової та ендокринної регулюючих систем. *Гіпоталамно-гіпофізарний нервовий шлях* (канатик, що з'єднує гіпофіз з гіпоталамусом) налічує до 100 тисяч нервових відростків нейронів гіпоталамусу, які здатні створювати нейросекрет (медіатор) збуджуючого або гальмівного характеру. Відростки нейронів гіпоталамуса мають кінцеві за-

кінчення (синапси) на поверхні кровоносних капілярів задньої долі гіпофіза (нейрогіпофіза). Потрапляючи у кров, медіатор далі транспортується у передню долю гіпофіза (аденогіпофіз). Кровоносні судини на рівні аденогіпофіза знову поділяються на капіляри, що оплітають острий секреторних клітин і, таким чином, через кров здійснюють вплив на активність утворення гормонів (прискорюють або уповільнюють). За схемою, що описана, саме і здійснюється взаємозв'язок у роботі нервової та ендокринної регулюючих систем. Крім зв'язку з гіпоталамусом, до гіпофіза надходять відростки нейронів від сірого горбка під'згірної частини великих півкуль, від клітин таламуса, що на дні III шлуночка стволової частини головного мозку та від сонячного сплетіння вегетативної нервової системи, які також здатні впливати на активність утворення гормонів гіпофізу.

Основним гормоном гіпофіза є *соматотропний* гормон (СТГ) або гормон росту, який регулює ріст кісток, збільшення довжини і маси тіла. При недостатній кількості соматотропного гормону (гіпофункція залози) спостерігається *карликовість* (довжина тіла до 90–100 см., мала маса тіла, хоча розумовий розвиток може проходити нормально). Надлишок соматотропних гормонів у дитячому віці (гіперфункція залози) приводить до *гіпофізарного гігантизму* (довжина тіла може досягати 2,5 і більше метрів, розумовий розвиток найчастіше страждає). Гіпофіз виробляє, як вказувалось вище, *адренотропні* гормони (АКТГ), *гонадотропні* гормони (ГТГ), та *тиреотропні* гормони (ТТГ). Більша або менша кількість вказаних вище гормонів (врегульованих від нервової системи), через кров впливає на активність, відповідно, надниркових, статевих залоз та щитовидної залози, змінюючи, в свою чергу, їх гормональну активність, а через це і впливаючи на активність тих процесів, що ними регулюються. У гіпофізі також виробляються *меланофорний* гормон, що впливає на колір шкіри, волосся та на інші структури організму, *вазопресин*, що регулює кров'яний тиск та водний обмін і *оксітоцин*, що впливає на процеси виділення молока, тонус стінок матки та ін.

Гормони гіпофізу впливають також на вищу нервову діяльність людини. У період статевого дозрівання особливо активні гонадотропні

гормони гіпофізу, які впливають на розвиток статевих залоз. Поява у крові статевих гормонів у свою чергу гальмує активність гіпофізу (зворотній зв'язок). Функція гіпофізу стабілізується у після пубертатний період (у 16 — 18 років). Якщо активність соматотропних гормонів зберігається і після завершення росту організму (після 20 — 24 років) то розвивається *акромегалія*, коли непропорційно великими стають окремі частини тіла, в яких ще не завершилися процеси окостеніння (наприклад, значно збільшуються кісті рук, стопи ніг, голова, вуха та ін. частини тіла). За період росту дитини гіпофіз збільшується за масою у два рази (з 0,3 до 0,7 г).

Епіфіз (маса до 0,2 г) найбільш активно функціонує до 7 років, а далі перероджується у неактивну форму. Епіфіз вважається залозою дитинства, так як ця залоза виробляє гормон *гонадоліберін*, гальмуючий до певного часу розвиток статевих залоз. Крім цього епіфіз регулює водно-сольовий обмін, утворюючи речовини, що подібні гормонам: *мелатонін*, *серотонін*, *норадреналін*, *гістамин*. Існує певна циклічність утворення гормонів епіфіза в продовж доби: вночі синтезується мелатонін, а в ночі — серотонін. Завдяки цьому вважається, що епіфіз виконує роль своєрідного хронометра організму, який регулює зміну життєвих циклів, а також забезпечує співвідношення власних біоритмів людини з ритмами навколишнього середовища.

Щитоподібна залоза (маса до 30 грамів) розташована попереду гортані на шії. Основними гормонами цієї залози є *тіроксін*, *трийодтіронін* які впливають на обмін води і мінеральних речовин, на хід окислювальних процесів, на процеси згорання жиру, на ріст, масу тіла, на фізичний та розумовий розвиток людини. Найбільш активно залоза функціонує у 5–7 та у 13–15 років. Залоза виробляє також гормон *тірокальцітонін*, який регулює обмін кальцію та фосфору у кістках (гальмує їх вимивання із кісток і зменшує кількість кальцію у крові). При гіпофункції щитовидної залози діти затримуються у рості, у них випадає волосся, страждають зуби, порушується психіка і розумовий розвиток (розвивається захворювання *мікседема*), втрачається розум (розвивається *кретинізм*). При гіперфункції щитовидної залози виникає *базедова хвороба* ознаками якої є збільшення щитоподібної залози, випучені очі,

різке схуднення та ряд вегетативних порушень (підвищене серцебиття, пітливість та інше). Хвороба також супроводжується підвищенням дратівливості, стомлюваності, зниженням працездатності та ін.

Паращитоподібні залози (маса до 0,5 г) розташовані по заду щитоподібної залози у вигляді невеличких чотирьох доль. Гормоном цих залоз є *паратгормон*, який підтримує кількість кальцію у крові на постійному рівні (навіть, якщо треба, за рахунок вимивання його із кісток), а разом з вітаміном *Д* впливає на обмін кальцію і фосфору у кістках, а саме, сприяє накопиченню цих речовин у кістковій тканині. Гіперфункція залози приводить до надсильної мінералізації кісток і окостеніння, а також до підвищеної збудливості півкуль мозку. При гіпофункції спостерігається *тетанія* (судороги) і відбувається пом'якшення кісток.

Вилочкова залоза (тімус), як і кістковий мозок, є центральним органом імуногенезу. Окремі стовбурні клітини червоного кісткового мозку потрапляють утімус з током крові і в структурах залози проходять етапи дозрівання та диференціації, перетворюючись у *T*-лімфоцити (тімус — залежні лімфоцити). Останні знову потрапляють у кровеносне русло та розносяться по організму і створюютьтімус — залежні зони у периферійних органах імуногенезу (селезінці, лімфатичних вузлах та ін.). Тімус створює також ряд речовин (*тімозин*, *тімопотетин*, *тімусний гуморальний фактор* та ін.), які, швидше всього, впливають на процеси диференціації *T*-лімфоцитів. Процеси імуногенезу детально описані в розділі 4.9.

Тімус розташований за грудною кісткою і має дві долі, вкриті сполучною тканиною. Строма (тіло)тімуса має ретикулярну сітківку, у петлях якої розташовані лімфоцититімуса (*тімоцити*) та плазматичні клітини (*лейкоцити*, макрофаги та ін.). Тіло залози умовно поділяється на більш темну (коркову) та мозкову частини. На межі коркової і мозкової частин виділяють великі клітини з високою активністю до ділення (*лімфобласти*), які вважаються ростковими точками, бо саме сюди потрапляють на дозрівання ствольові клітини.

Вилочкова залоза активно діє до 13–15 років — в цей час вона має найбільшу масу (37–39г). Після пубертатного періоду масатімуса поступово зменшується: у 20 років вона становить в середньому 25 г,

у 21–35 років — 22 г (В. М. Жолобов, 1963), а у 50–90 років — всього 13 г (W. Krogman, 1976). Повністю лімфоїдна тканина тімуса не зникає до старості, але більша її частина заміщується на сполучну (жирову) тканину: якщо у новонародженої дитини сполучна тканина становить до 7 % маси залози, то у 20 років це сягає до 40 %, а після 50 років — 90 %. Вилочкова залоза здатна також до строку стримувати розвиток статевих залоз у дітей, а самі гормони статевих залоз у свою чергу здатні викликати редукцію тімуса.

Надниркові залози розташовані над нирками і мають масу при народженні дитини 6–8 г, а у дорослих — до 15 г кожна. Найбільш активно ці залози ростуть у період статевого дозрівання, а остаточно дозрівають у 20–25 років. Кожна надниркова залоза має два шари тканин: зовнішній (корковий) та внутрішній (мозковий). Ці залози виробляють багато гормонів, регулюючих різні процеси в організмі. У корі залоз утворюються *кортикостероїди*: мінералокортикоїди і глюкокортикоїди, що регулюють білковий, вуглеводний, мінеральний та водно — сольовий обмін, впливають на швидкість розмноження клітин, регулюють активізацію обміну речовин при м'язовій діяльності та регулюють склад формених елементів крові (лейкоцитів). Виробляються також гонадокортикоїди (аналоги андрогенів та естрогенів), що впливають на активність статевої функції та на розвиток вторинних статевих ознак (особливо у дитячому та у похилому віці). У мозковій тканині надниркових залоз утворюються гормони *адреналін* та *норадреналін*, які здатні активізувати роботу всього організму (аналогічно дії симпатичного відділу вегетативної нервової системи). Ці гормони мають виключно важливе значення для мобілізації фізичних резервів організму під час стресів, при виконання фізичних вправ, особливо в період важкої роботи, напружених спортивних тренувань або змагань. При надмірних хвилюваннях під час спортивних виступів у дітей іноді може відбуватись послаблення м'язів, пригнічення рефлексів підтримки положення тіла, за причини перезбудження симпатичної нервової системи, а також внаслідок надмірного викиду адреналіну у кров. За цих обставин може також спостерігатись підсилення пластичного тону м'язів з послідувачим оціпенінням цих м'язів або, навіть, оціпеніння просторової пози (явище *каталенсії*).

Важливим є баланс утворення глюко- та мінералокортикоїдів. Коли недостатньо утворюється глюкокортикоїдів, то гормональний баланс зміщується в сторону мінералокортикоїдів і це, між іншим, може знижувати протидію організму що до розвитку ревматичних запалень в серці та суглобах, до розвитку бронхіальної астми. Надлишок глюкокортикоїдів пригнічує запальні процеси але, якщо це перевищення значне, то може сприяти зростанню кров'яного тиску, вмісту цукру у крові (розвитку так званого стероїдного діабету) і, навіть, може сприяти руйнуванню тканин серцевого м'яза, виникненню виразки стінок шлунку та ін.

Підшлункова залоза. Ця залоза, як і статеві залози, вважається змішаною, тому що виконує екзогенну (виробництво травних ферментів) і ендогенну функції. Як ендогенна, підшлункова залоза виробляє в основному гормони *глюкагон і інсулін*, які впливають на вуглеводний обмін в організмі. Інсулін зменшує вміст цукру у крові, стимулює синтез глікогену у печінці та м'язах, сприяє засвоєнню м'язами глюкози, затримує воду у тканинах, активізує синтез білків та зменшує утворення вуглеводів з білків та жирів. Інсулін також гальмує утворення гормону глюкагону. Роль глюкагону протилежна дії інсуліну, а саме: глюкагон підвищує вміст цукру у крові, у тому числі за рахунок переходу глікогена тканин у глюкозу. При гіпофункції залози зменшується утворення інсуліну і це може викликати небезпечну хворобу — *цукровий діабет*. Розвиток функції підшлункової залози триває приблизно до 12 років життя дітей і, таким чином, вроджені порушення у її роботі найчастіше проявляються саме у цей період. Серед інших гормонів підшлункової залози слід виділити *ліпокаїн* (сприяє утилізації жирів), *ваготонін* (активізує парасимпатичний відділ вегетативної нервової системи, стимулює утворення еритроцитів крові), *центропейн* (покрощує застосування клітинами організму кисню).

В організмі людини у різних частинах тіла можуть зустрічатись окремі острівці залозистих клітин, що утворюють аналоги ендокринних залоз і мають назву *параганглії*. Ці залози звично утворюють гормони місцевого призначення, що впливають на хід тих чи інших функціональних процесів. Наприклад, ентероензимні клітини стінок шлунку виробляють гормони (інкрети) *гастрін, секретін, холецистокінін*, які

регулюють процеси перетравлення їжі; ендокард серця продукує гормон *атріонептід*, який діє знижуючи на об'єм і тиск крові. В стінках нирок утворюються гормони *еритропоетин* (стимулює продукцію еритроцитів) та *ренін* (діє на кров'яний тиск і впливає на обмін води та солей).

Статеві залози як у жіночому так і у чоловічому організмі є змішаними залозами, бо здатні виробляти *статеві гормони* (ендогенна функція) та *статеві клітини* (екзогенна функція). З діяльністю статевих залоз пов'язана одна із найважливіших функцій організму — *фізіологія статі і розмноження*.

Розмноження є однією із найважливіших якостей живої матерії, що призначена забезпечити збереження та примноження життя на землі. До складної функції розмноження у людей відносяться наступні процеси:

- утворення статевих гормонів і статевих клітин;
- статевий акт, що веде до запліднення;
- розвиток зародку і плоду в утробі матері;
- пологи;
- після пологове вирощування дитини.

Регуляцію проходження і чергування вказаних процесів забезпечують *гонадотропні гормони гіпофіза, статеві гормони*, а також *гормони надниркових залоз*. Головною умовою реалізації функції розмноження є наявність статевих залоз та статевих органів чоловічого і жіночого типу, що достатньо розвинуті, нормально функціонують та здорові. Ці залози і органи обумовлюють *первинні статеві ознаки*. Розвиток чоловічих та жіночих залоз і органів розмноження супроводжується значними загальними змінами у всьому організмі і приводить до проявлення *вторинних статевих ознак*.

Статеві залози закладаються ще у внутріутробному періоді, формуються впродовж всього періоду дитинства і визначають статевий розвиток дитини. Статеві залози належать до змішаних залоз. Їх зовнішня секреція полягає в утворенні і виділенні назовні *статевих*, або *зародкових клітин*, а саме *сперматозоїдів* (у чоловіків) і *яйцеклітин* (у жінок). Внутрішня ж секреція статевих залоз пов'язана з утворенням і виділенням в кров *статевих гормонів*: чоловічих — *андрогенів* і жіночих — *естрогенів*. По функціональному значенню чоловічі і жіночі

статеві гормони суттєво відрізняються один від одного, хоча в їх основі лежать близькі хімічні структури. Крім того слід зауважити, що чоловічі і жіночі статеві гормони постійно утворюються в статевих залозах як чоловіків, так і жінок, а вирішальне значення для визначення статі має лише їх кількісне співвідношення. У чоловіків статеві залози за добу утворюють від 3 до 10 мкг¹ андрогенів і 5–15 мкг естрогенів; у жінок відповідно від 3 до 10 мкг андрогенів, але 18–36 мкг естрогенів.

Роль статевих гормонів легко перевірити при пошкодженні або видаленні статевих залоз, що називається *кастрацією*. Якщо кастрація проведена в дитячому віці, то статеве дозрівання і розвиток вторинних статевих ознак взагалі не відбувається, а статеве ваблення пізніше навіть не з'являється. Кастрація, що проведена після статевого дозрівання, приводить до зворотного розвитку первинних статевих ознак і до часткової втрати вторинних статевих ознак (мінється характер овуляції, деградує молочні залози та інше). Якщо в ранньому віці виробляється недостатня кількість гормону епіфіза *ганадоліберіну* (що до певного періоду повинен стримувати статеве дозрівання дітей), або має місце гіперфункція статевих залоз, то відбувається передчасне статеве дозрівання, швидке зростання тіла і прискорений розвиток вторинних статевих ознак. Порушення функції статевих залоз може приводити також до низки захворювань, серед яких виділяють: *безпліддя*; *євнух-їдизм* (недостатність у чоловіків чоловічих статевих гормонів); *інтерсексуальність* (поява у чоловічому організмі ознак жіночого організму і навпаки); *гермафродизм* (одночасний розвиток в одному організмі чоловічих і жіночих статевих залоз та відповідних первинних і вторинних статевих ознак).

Статева система чоловічого і жіночого організму має внутрішні і зовнішні статеві органи.

У чоловіків до *внутрішніх статевих органів* належать: *статеві залози (сім'яники)*, що представлені парними яєчками з *придатками яєчків*; *сім'явидні протоки*; *сім'яні бульбашки* (пухирьці); *підміхурова залоза* (простата); *цибулинна залоза* та *сім'явидний* (сечовий) канал.

¹ 1 мкг — мікрограм, що дорівнює тисячній долі міліграму

Зовнішніми статевими органами чоловічого організму є *статевий член та мошонка*. Остання має форму мішечка — термоса, в середині якого розташовані яєчка та придатки яєчок і призначена підтримувати у своїй порожнині температуру нижче чим в організмі на 1,5–3 °С (необхідна умова сперматогенезу).

У яєчках розвиваються статеві клітини (*сперматозоїди*) та утворюються (у так званих клітинах Лейдіга) статеві гормони (*андрогени*), до числа яких відносяться: *тестостерон* (синтезується із ацетілхолестерину), *андростандіон* (ізомер тестостерону, але в 6 разів менш активний від нього), *андростерон* (має властивості чоловічих та жіночих статевих гормонів, у 100 разів менш активний тестостерону) та *естрогени*. Тестостерон діє на обмін речовин, обумовлює розвиток вторинних статевих ознак та гальмує дію естрогенів.

Розвиток статевих клітин у чоловіків (*сперматогенез*) йде непереривно, але для кожної окремої статевої клітини можна умовно виділити *чоловічий статевий цикл*, що відбувається у сім'яниках за схемою: *сперматогонії* → *сперматоцити* → *сперматіди* → *сперматозоїди* (останні дозрівають у придатках яєчок в продовж 62–64 діб). Утворення сперматозоїдів починається з періоду статевого дозрівання (15–17 років) і закінчується з атрофією статевих залоз у віці 50–60 років, коли настає чоловічий *клімактеричний період*. Якщо врахувати, що 1 мм³ сім'яної рідини (*сперми*) містить до 100 млн. сперматозоїдів, а лише за один статевий акт виділяється до 3 мм³ сперми, то зрозуміло, що за весь період життя у чоловіків утворюється астрономічна кількість статевих клітин. Кожен сперматозоїд людини має голівку з *акросомою*, шийку та хвостик (*джгутик*) і несе одинарний (*гаплоїдний*) набір хромосом (генетичної інформації). Сперматозоїди за допомогою джгутика здатні до самостійного руху із швидкістю до 3,5 мм/сек. (за годину можуть пройти шлях до 20 см!). В порожнині статевих органів жінки сперматозоїди зберігають здатність до руху в продовж 6–7 днів. Акросома містить фермент *гіалуронідазу*, який здатен розчинювати оболонку жіночої яйцеклітини, що потрібно для запліднення.

Кожен *придаток яєчка* представляє собою копичення завитих каналців довжиною до 6 м, рухаючись за якими в продовж 62–64 днів

кожен із сперматозоїдів проходить остаточне формування і дозрівання. Сім'явивідні протоки мають довжину до 15–20 см і з'єднують придатки яєчків з сім'яними бульбашками (міхурцями), розташованими під нижнім краєм сечового міхура і де накопичуються сперматозоїди до їх викидання з організму. Стінки сім'яних бульбашок виробляють білковий секрет та слиз, що є розчинником для сперматозоїдів і разом з останніми утворює сім'яну рідину — *сперму* та слугує для самих статевих клітин джерелом живлення. Підміхурова залоза (простата) є залозисто — м'язовим утворенням, що за своєю функцією нагадує трьохходовий кран, який здатен переключати сечовивідну або сім'явивідну протоки на загальний сечовий канал статевого члену. Підміхурова залоза утворює також секрет *простогландін*, що активізує сперматозоїди сперми та стимулює збудження статевих органів під час статевого акту. Цибулинна залоза виробляє секрет, що зм'якшує сечовий канал і полегшує викид сперми під час статевого акту.

До внутрішніх статевих органів жінок належать: парні статеві залози (*яєчник*); *маткові труби*; *матка*; та *піхва*. Зовнішніми статевими органами жіночого організму є *переддвер'я піхви*, *клітор*, *великі* і *малі соромливі губи* та *лобок*.

У яєчнику розвиваються статеві клітини (*яйцеклітини*) та утворюються статеві гормони (*естрогени*), до числа яких відносяться: *естрон*, *естріол*, *естрадіол* та *андрогени* (останні до певного періоду віддаляє початок менструації у жінок). Сам яєчник парне утворення, розташований у порожнині малого тазу і має кірковий та мозковий прошарки. У кірковому прошарку знаходяться *фолікули* (міхурці) з незрілими яйцеклітинами. В обох яєчниках здорової жінки нараховується до 600 тис. первинних фолікулів, однак за весь період статевої активності тільки у 200–550 фолікулах дозрівають здатні до запліднення яйцеклітини. У мозковому прошарку розміщена велика кількість кровоносних судин та нервів.

Жіночі статеві гормони є похідними *холістерину* та *дезоксікортикостерону* і синтезуються у зернистому прошарку *фолікулів*. Крім цього, у *жовтих тілах* яєчника, що утворюються на місці виходу з фолікулу дозрілої яйцеклітини, утворюється гормон вагітності — *прогестерон*. Фолікулярні гормони впливають на розвиток статевих органів

і вторинних статевих ознак. Їх дією обумовлена періодична поява менструації, а також розвиток і зростання молочних залоз. Прогестерон здійснює вплив на процеси, пов'язані з настанням і нормальним протіканням вагітності. Якщо на початку вагітності зруйнувати жовте тіло, то вагітність обривається і плід видаляється з організму. Під впливом прогестерону стінки матки розпушуються і готуються до надходження заплідненої яйцеклітини, яка потім може легко закріпитися в її розпушеній стінці. Наявність прогестерону в крові (при настанні вагітності) перешкоджає подальшому дозріванню фолікулів, а отже, і дозріванню нової яйцеклітини. В період вагітності прогестерон також активізує додаткове зростання молочних залоз, що сприяє підготовці організму до годування майбутньої дитини. Діючи на м'язи стінок матки, прогестерон перешкоджає їх скороченню, що має важливе значення для нормального протікання вагітності, оскільки скорочення стінок матки, викликане різними причинами (наприклад, гормоном задньої частки гіпофіза *окситоцином*), веде до припинення вагітності і *викидню*.

Розвиток статевих клітин у жінок (*оогенез*) має назву *жіночого статевого циклу* і представляє собою процес періодичного дозрівання і виходу в матку здатної до запліднення яйцеклітини. Такі періодичні цикли у здорової жінки в період статевої активності (з 13–15 років до 45–55 років) повторюються через кожні 24–28 днів. Жіночий статевий цикл (*овуляція*) поділяється на наступні періоди:

- *передовуляційний*, під час якого в організмі жінки йде підготовка до вагітності. Цей процес запускається інтенсивним утворенням *фолікулоstimулюючих гормонів* гіпофізу, що діють на залози яєчника, визиваючи підвищене утворення естрогенів. Естрогени у свою чергу визивають збільшення розміру матки, сприяють розростанню її слизової (*міометрія*), запускають періодичні скорочення маткових труб, а саме головне, стимулюють дозрівання одного або декількох фолікулів, найбільш великий і зрілий з яких отримує назву *граафова пухирця* (прозорого утворення, наповненого рідиною). Дозрівання фолікула триває в середньому 28 днів і до кінця цього терміну він переміщається до поверхні яєчника. За рахунок збільшення рідини в середині граафова пухирця, стінки його не

витримують, лопаються і з нього дозріла яйцеклітина током рідини викидається у порожнину черева — починається овуляція.

- *овуляційний* період характеризується тим, що із порожнини черева яйцеклітина током рідини направляється в маткову (Фалопієву) трубу (яйцепровід) і спочатку починає швидко рухатися вдовж неї під дією скорочень м'язів стінок та мерехтіння ворсинок епітелію (цей процес керується підвищеною кількістю естрогенів). В цей момент на місці граафова пухирця, що лопнув, утворюється жовте тіло, яке починає інтенсивно виробляти гормон *прогестерон*. Насичення крові прогестероном починає гальмувати дію естрогенів, від чого падає активність яйцепроводів і яйцеклітина починає рухатись уповільнено і далі весь шлях до матки (12–16 см) проходить приблизно за 3 доби. Якщо у матковій трубі яйцеклітина зустрінеться із сперматозоїдами то відбувається її запліднення і таке запліднене яйце при потраплянні в матку закріплюється (*імплантується*) в її стінці — настає вагітність. В цьому випадку статевий цикл переривається, жовте тіло зберігається і гальмує наступну овуляцію, а слизова матки ще більше розпушується. Якщо ж запліднення не відбулося, то жовте тіло зникає, а яйцеклітина видаляється з організму і створюються умови для дозрівання наступного фолікула — настає післяовуляційний період.
- *післяовуляційний період* у жінок проявляється видаленням з організму незаплідненої яйцеклітини, слизової матки та витіканням крові, що називається *менструацією*. Менструації настають з моменту статевої зрілості і регулярно повторюються до 45–55 років, коли закінчується статеве життя жінки і настає жіночий *кліматеричний період*.

Незапліднена яйцеклітина, що потрапила у матку, живе в ній 2–3 дні, а потім не закріплюючись у стінку матки гине. В цей час ще продовжується активна діяльність жовтого тіла і прогестерон активно діє на гіпофіз, гальмуючи цим утворення фолікулостимулюючих гормонів, що автоматично знижує синтез естрогенів у яєчниках. Так як нервових імпульсів від стінок матки про імплантацію яйцеклітини у гіпоталамус не потрапляє, то це зменшує утворення лютеїнезуючих гормонів гіпофіза і,

як результат, починається атрофія (розсмоктування, переродження) жовтого тіла, припиняється утворення прогестерону та починається регрес *передовуляційних перебудов* (зменшується кровозабезпечення матки, відмирають шари міометрія і так далі). Мала кількість естрогенів приводить до появи тонічних скорочень стінок матки, що веде до відторгнення слизової, яка разом з кров'ю утворює менструальні виділення. Менструація в середньому триває 3–5 днів; при кожній менструації втрачається від 50 до 250 мл крові.

Після менструації настає *період міжовуляційного спокою*, який при 27–28 денному статевому циклі триває 12–14 днів, після чого всі періоди статевого циклу знову повторюється.

Фізіологія запліднення і вагітності полягає в наступному. У жінки запліднення яйцеклітини можливо лише у перші 1–2 дні після овуляції, так як з третього дня яйцеклітина звично вкривається білковою оболонкою, яка протидіє проникненню в її середину сперматозоїдів. Сперматозоїди в порожнині жіночих статевих органів зберігають свою життєздатність, як вказувалось, в продовж 7 діб, але їх здатність до запліднення триває всього 4–5 діб. Сперматозоїди, що потрапили в піхву під час статевого акту, активізуються її кислим середовищем і починають рухатися проти струму рідини, яка виділяється із статевих органів жінки із швидкістю 3–4 мм/сек. Таким чином вони поступово проходять шийку матки, її тіло і проникають у верхні відділи яйцепроводів де, при нагоді, один з них з'єднується з яйцеклітиною та запліднює її (це може відбутися навіть на поверхні яєчника). Для запліднення яйцеклітини треба щоб в її середину потрапив 1 сперматозоїд, але це можливо лише при допомозі мільйонів інших сперматозоїдів, що має назву *поліспермії*. Діло в тому, що тільки у випадку оточення яйцеклітини густим шаром великої кількості сперматозоїдів, кожен з яких виділяє із своєї акросоми краплинку ферменту гіалуронідази, їм вдається спільними зусиллями розчинити желатинову оболонку яйцеклітини і надати можливість одному із цих сперматозоїдів потрапити в її порожнину, чим і визвати запліднення. Коли голівка одного із сперматозоїдів входить в яйцеклітину, то остання миттєво покривається щільною білковою оболонкою, що ізолює її від решти сперматозоїдів (іноді, при проникненні у яйцеклітину двох або

більше сперматозоїдів, можливий у подальшому розвиток декількох *однойайцевих близнюків*). Якщо у статевих органах жінки мало сперми, то запліднення може взагалі не відбутися.

Процес запліднення полягає у зливанні гаплоїдного набору із 23 хромосом жіночої і чоловічої статевих клітин у диплоїдний набір ($23 + 23 = 46$) хромосом майбутнього організму. Після запліднення утворюється *зігота* і починається швидке та неперервне ділення клітин яйця, а навколо нього розростається щільна ворсинчаста оболонка. З цього моменту починається розвиток майбутнього організму (*бластуляція, гаструляція*, а потім всі інші етапи ембріонального та плідного періодів життя дитини). Приблизно на 8 день по заплідненню яйце опускається у порожнину матки, його оболонка починає виробляти речовину, що руйнує слизову матки і дозволяє яйцю погрузитись в її розпушену до цього моменту товщу, закріпитись в ній і почати розростання. Цей процес має назву *імплантації яйця*. Іноді запліднена яйцеклітина не доходить до матки і прикріплюється до стінки маткової труби; в цьому випадку настає позаматкова вагітність.

Якщо *імплантація яйця* відбулася, то від стінок матки до гіпоталамуса і гіпофіза налаштовується потік відповідних нервових імпульсів, в результаті чого активність утворення гонадотропних гормонів гіпофіза не знижується, жовте тіло продовжує розростатися, що збільшує утворення прогестерону і активізує всі перебудови організму жінки, які пов'язані з її вагітністю. Гормон жовтого тіла сприяє збереженню плоду в матці, перешкоджає дозріванню чергового фолікула протягом всієї вагітності і впливає на зростання молочних залоз, підготовлюючи їх до годування дитини. Під дією прогестерону при першій вагітності розвиток молочних залоз починається з росту протоків, а далі поступово розростаються і залозисті дольки грудей, збільшуючи загальні розміри останніх.

У другій половині вагітності, яка всього в нормі триває 260–280 діб, жовте тіло і *плацента* (оболонка навколо плоду) починають синтезувати гормон *релаксин*, який діє на кістки тазу, сприяючи їх розходженню під час *пологів*. Плацента плоду виробляє також велику кількість естрогенів (до 50 мг за добу, тоді як до вагітності їх загальна кількість у крові не перебільшує 0,4 мг), прогестерон та *хоріонічний гонадотропін*

(останній захищає від дегенерації жовте тіло в продовж всього періоду вагітності). Вказані гормони сумісно також блокують до певної пори дозрівання нових фолікулів, стимулюють зростання розмірів матки та молочних залоз. Після пологів, коли плацента та її гормони зникають, різко активізується утворення гормону гіпофіза — *пролактину*, що «вмикає» секрецію молока.

Молочна залоза починає діяти з дня народження дитини, але виділення справжнього молока настає тільки на 3-й день годування. Рідина, що виділяється в перші 2-3 дні по складу значно відрізняється від молока (май же не містить білка *казеїну*) і має назву *молозиво*.

Молоко матері є необхідним і єдиним продуктом для живлення новонародженого, так як співвідношення кількісних і якісних його складових якнайкраще відповідає потребам організму, що росте. Білий колір і непрозорість молока обумовлені тим, що в його складі у зваженому стані знаходяться дрібні краплинки жиру (до 4–6 млн таких крапель в 1 мл *молока*). Материнське молоко складається з води, органічних і неорганічних речовин. Від загального об'єму у його складі міститься: жиру 2–4 %; білків (казеїну, молочного альбуміну і глобуліну) — до 4–5 %, вуглеводів (цукру лактози) — до 3–6 %, мінеральних солей (фосфорнокислих, сірчанокислих і хлористих з'єднань натрію, калію, кальцію і деяких інших елементів) — до 0,75 %. У молоці також є вітаміни А, вітаміни групи В, С і Е. Цінність материнського молока полягає ще і в тому, що воно містить *антитіла*, що оберігають маленьких дітей від деяких інфекційних захворювань. Із зростанням дитини склад молока матері міняється відповідно до потреб організму.

Розвиток статевої функції у дітей. Період життя дітей, коли відбувається їх прискорений статевий розвиток і досягнення статевої зрілості називається періодом *статевого дозрівання*, який припадає в основному на підлітковий вік. Статеве дозрівання дівчаток звично випереджає статеве дозрівання хлопчиків, а також є значний індивідуальний розкид в термінах і темпах цього дозрівання. На хід статевого дозрівання впливає як гормональний статус самого організму (активність гіпофіза, епіфіза та надниркових залоз), так і ряд зовнішніх факторів (спадкові особливості, стан здоров'я, характер живлення, режим праці та відпочинку,

особливості клімату, побутові та соціально-економічні умови життя та ін.). Статевий розвиток звично гальмується при несприятливих побутових умовах, при непомірно інтенсивних заняттях спортом або важкою фізичною працею, при неповноцінній їжі (недостатньому вмісті білків, жирів, вуглеводів та вітамінів), при тяжких або повторних (хронічних) захворюваннях. У великих містах статеве дозрівання підлітків звичайно настає раніше, ніж в сільській місцевості.

Статеве дозрівання пов'язане перш за все з розвитком первинних і появою вторинних статевих ознак. До *первинних статевих ознак*, як вказувалось, відноситься розвиток статевих залоз і статевих органів: у дівчат — яєчників, піхви, матки, яйцепроводів; у хлопців — сім'яників, статевого члену, передміхурової залози. В період статевого дозрівання у жінок налагоджується утворення зрілих яйцеклітин, а у чоловіків — сперматозоїдів.

Вторинними статевими ознаками у жінок вважається особливості розвитку гортані, скелету і м'язів за жіночим типом, поява волосся на лобку і під пахвами, розвиток грудних (молочних) залоз, поява своєрідної округлості форм, зміна форми тіла, поява інтересу до іншої статі, зміна психіки і поведінки.

У чоловіків вторинними статевими ознаками вважається поява вусів і бороди, збільшення щитовидного хряща гортані, поява кадика, зміна голосу, поява волосся на лобку, під пахвами та на тілі, розвиток скелету, м'язів і форми тіла за чоловічим типом, поява інтересу до іншої статі, а також зміна психіки і поведінки.

Період статевого дозрівання пов'язаний з глибокими морфологічними і функціональними змінами всіх органів і організму в цілому. Змінюються взаємини ендокринних залоз і, перш за все, гіпоталамо-гіпофізарної системи. Під впливом соматотропного гормону гіпофіза посилюється зростання тіла в довжину. Гіпофіз також стимулює діяльність щитовидної залози, посилює діяльність надниркових та статевих залоз. Зростання секреції статевих гормонів саме і сприяє розвитку так званих вторинних статевих ознак.

Статеве дозрівання не плавний процес і має певні стадії, кожна з яких характеризується специфікою функціонування залоз внутрішньої

секреції та всього організму в цілому. Стадії визначаються за сукупністю первинних і вторинних статевих ознак. Як у хлопчиків, так і у дівчаток виділяють 5 стадій статевого дозрівання.

I стадія: *предпубертатна*, або *період дитинства*, охоплює весь період життя дитини, безпосередньо передуючий статево дозріванню: у дівчаток — до 8–9 років; у хлопців ця стадія триває на 1,5–2 роки більше, а саме до 9–10 років. В крові як хлопчиків так і дівчаток цього вікового періоду спостерігається однакова кількість обох статевих гормонів (андрогенів і естрогенів), що є похідними тільки надниркових залоз. У зв'язку з цим в організмі дітей залишаються не до розвинуті первинні статеві ознаки і повністю відсутній розвиток вторинних статевих ознак.

II стадія: *початок пубертату*, або *початок підліткового періоду*. У дівчаток це триває з 8–9 до 10–11 років та характеризується початком зростання внутрішніх статевих органів: матки, маткових труб, яєчників і піхви; в 10 років починається набухання молочних залоз; з'являється невелике оволосіння уздовж статевих губ. У хлопчиків ця стадія триває з 9–10 до 11–12 років і пов'язана із збільшенням розмірів зовнішніх статевих органів та статевих залоз (збільшенням розмірів яєчок); з'являється також невелике оволосіння на лобку (однак волосся ще рідкісне і пряме). Як у хлопців так і у дівчат в цей період посилюється виділення статевих гормонів, активізується функція надниркових залоз. З початком пубертату різко активізується гіпофіз, збільшуються його гонадотропна і соматотропна функції. Посилення секреції соматотропного гормону на цій стадії більше виражене у дівчаток, що обумовлює більш значну активізацію їх ростових процесів (дівчата починають переганяти у рості хлопчиків). Таке прискорення зростання довжини тіла дітей дістало назви «пубертатного стрибка». У дівчаток «стрибок зростання» відбувається в 11–13 років, у хлопчиків — в 13–15 років. В указані періоди життя хлопців і дівчат прирости довжини тіла різко збільшуються (другий період прискороного росту) і досягають 8–10 см за рік.

III стадія: *перший період пубертату* (початок підліткового віку). У дівчаток це період з 12 до 13 років і він полягає у подальшому рості внутрішніх і зовнішніх статевих органів, молочних залоз. Оволосіння

розповсюджується у напрямку до лобка та з'являється в області пахових западин. Відбувається подальше збільшення вмісту у крові гонадотропних (фолікулостимулюючих) гормонів гіпофіза. З 13 років може спостерігатись нерегулярне дозрівання окремих яйцеклітин та з'являються *перші менструації*. Такі менструації можуть продовжуватися до 7–9 днів, іноді супроводжуються значними болями, а наступне їх повторення звично затримується на декілька місяців, а іноді на цілий рік і більше.

У хлопчиків цей період триває з 13 до 14 років і пов'язаний з подальшим збільшенням яєчок та статевого члена (в основному в довжину). Волосся на лобку стає темнішим, грубішим, починає розповсюджуватися на зони проміжності. Активізується функція статевих залоз. Зрілі чоловічі статеві клітки (сперматозоїди) починають утворюватися в яєчках вже у віці 13–14 років, тому в цей період можуть з'являтися перші самопроїзвольні виверження сім'я, що звичайно відбувається під час сну і має назву *полюції*. У здорових хлопчиків, які нормально розвиваються, у віці 13–14 років спостерігається збільшення сосків і навіть незначне припухання рудиментів молочних залоз. Ці зміни пояснюються реакцією зачатків тканини молочної залози на різке збільшення виділення статевих гормонів, але ці явища скороминущі і самостійно зникають до 14–15 років. У хлопчиків з 13–14 років посилюється також секреція соматотропного гормону гіпофіза, що обумовлює початок прискороного зростання довжини їх тіла («стрибка зростання») за рахунок чого вони поступово починають доганяти і переганяти у рості дівчат. З 12–13 років у хлопців починається інтенсивне зростання щитовидного хряща гортані, добре помітного на передній поверхні шиї у вигляді випинання (так званого «адамова яблука» або *кадика*), що обумовлює ламку голосу.

IV стадія: *другий період пубертату* (продовження *підліткового віку*). У дівчаток це триває з 14 до 15 років під час яких продовжують інтенсивно розвиватися статеві органи, завершується ріст і розвиток молочних залоз, триває оволодіння лобка та пахв по дорослому типу, але воно залишається менш поширеним. Дозрівання яйцеклітин в яєчниках у більшості дівчат поступово набуває певної періодизації, що

сприяє нормалізації регулярних менструацій, але приблизно у 10–12 % дівчат віком 13–14 років менструальні цикли можуть ще залишатися не регулярними. Тільки у віці 15–16 років функція яєчників у здорових дівчат звично набуває циклічного характеру, типового для дорослої жінки; у них починає утворюватись достатня кількість статевих гормонів і менструації нормалізуються. Це так званий фізіологічний період *становлення менструальної функції*. Слід підкреслити, що нерегулярні менструації після 15 років вказують на відхилення від нормального статевого розвитку і вимагають спеціального лікарського обстеження. З 14 років у дівчат починаються зміни у розподілі жирової тканини: збільшується відкладення жиру на стегнах, в області живота і плечового поясу і, таким чином, починає формуватися жіночий тип тіла. Помітні зміни відбуваються і в будові скелета, особливо кісток тазу, які значно збільшуються завширшки. На цій стадії посилено починають вироблятися статеві гормони (естрогени), а вміст соматотропного гормону в крові знижується і темпи росту тіла дівчат падають.

У хлопчиків юнацька стадія статевого дозрівання приходить на 15–16 років і характеризується збереженням в крові високого рівня соматотропного гормону та андрогенів, що визначає прискорену швидкість їх росту. З цього моменту хлопці починають переганяти дівчат за показниками зростання довжини тіла. Продовжують збільшуватися розміри зовнішніх статевих органів, остаточно змінюється голос (стає більш низьким, грубшим), з'являються юнацькі вугри, в основному завершується оволосіння пахв і лобку та починається оволосіння тіла. Волосся на обличчі з'являється спочатку на верхній губі, потім на щоках та підборідді. У хлопців цього періоду спочатку поступово формується здатність *здійснювати статевий акт*, потім здатність до *еякуляції* (виверження сім'я) і далі — *здатність до запліднення*.

У стадія: *завершення пубертату* (настання біологічної *статевої зрілості* — *юнацький період*). Під час цієї стадії, що припадає для дівчат на 16–17 років, а для хлопців на 17–18 років всі анатомічні і функціональні перебудови, зв'язані з статевим дозріванням, завершуються. У здорових дівчат, що нормально розвиваються, встановлюється регулярний *нормальний статевий цикл* і характерні жіночі риси форм тіла. Статевий цикл

вважається нормальним, коли менструації настають через однакові проміжки часу, тривають однакове число днів з однаковою інтенсивністю. Нормальна менструація в середньому продовжується, як вказувалось, від 3 до 5 днів і за цей час виділяється близько 50–250 см³ крові. Якщо менструації встановилися, то вони повторюються через кожні 24–28 днів.

У хлопчиків на стадії завершення пубертату остаточно розвиваються статеві залози та статеві органи, стабілізується утворення сперми, в основному завершується розвиток вторинних статевих ознак по типу чоловічого організму, формується специфічний чоловічий тип оволосяння лобка (волосся розповсюджується конусоподібно до області пупка). В кінці періоду статевого дозрівання з'являється волосся на передній поверхні грудної клітки. Слід вказати, що інтенсивність розвитку волосяного покриву у чоловіків в значній мірі визначається спадковими, генетичними чинниками, від яких залежить і поширеність волосяного покриву. В період статевого дозрівання у хлопчиків, окрім названих змін, відбувається інтенсивний розвиток мускулатури, що в подальшому обумовлює більшу, ніж у дівчат, м'язову силу.

До кінця статевого розвитку у віці 15 років у дівчат і 16 років у хлопців утворення соматотропних гормонів зменшується і, як результат, річний приріст довжини тіла спочатку зменшується і може складати всього 0,5–2 см за рік, а з віку 19–20 років у дівчат і 21–24 роки у хлопців звично повністю припиняється.

За інтенсивним зростанням кісткового скелета і м'язової системи у підлітків не завжди встигає розвиток внутрішніх органів (серця, легенів, шлунково-кишкового тракту), що може стати причиною різноманітних тимчасових функціональних розладів в організмі дітей. Це обов'язково слід враховувати при організації як навчальної, так і фізичної (в тому числі спортивної) роботи підлітків. Так, наприклад, ріст серця звично випереджає в зростанні кровоносні судини, унаслідок чого кров'яний тиск може підвищуватися (проявляється так звана *підліткова гіпертонія*), що в свою чергу утрудняє роботу самого серця. В той же час бурхлива перебудова всього організму, що відбувається в період статевого дозрівання, пред'являє підвищені вимоги саме до роботи серця. В результаті може проявлятися *серцева недостатність* («юнацьке серце»),

що нерідко приводить до запаморочень і, навіть, до короточасних непритомних станів із-за спазмів мозкових судин. Можуть спостерігатись також головні болі, швидка стомлюваність, періодичні напади млявості, похолодіння кінцівок. Із закінченням періоду статевого дозрівання ці порушення зазвичай зникають безслідно.

На етапі статевого дозрівання, у зв'язку з загальною активацією гіпоталамуса, зазнають істотних змін функції центральної нервової системи. Значно змінюється емоційна сфера: емоції підлітків стають рухомими, мінливими, суперечливими. Підвищена чутливість характеру дітей нерідко поєднується з черствістю, соромливістю, з нарочитою розбещеністю. Звично проявляється надмірний критицизм і нетерпимість до батьківської опіки. В цей період іноді відбувається зниження розумової і фізичної працездатності, спостерігаються невротичні реакції, роздратованість, плаксивість (особливо у дівчаток в період перших менструацій).

У підлітковому (перехідному) віці інтенсивно формується особа підлітка, виникає відчуття дорослості, змінюються відносини до представників протилежної статі. До дітей, в цей період їх життя, потрібне особливо чуйне відношення батьків і педагогів. Не слід спеціально привертати увагу підлітків до складних змін в їх організмі, психіці, проте важливо роз'яснювати закономірність і біологічний сенс цих змін. Мистецтво вихователя полягає в тому, щоб знайти такі форми і методи роботи, які б перемикали увагу підлітків на багатообразні види суспільно-корисної діяльності, відволікали їх від сексуальних переживань (наприклад, в цей період доцільно підвищувати вимоги до якості навчання, праці, поведінки, занять спортом та ін.).

Разом з тим дуже важливо тактовне, шанобливе відношення дорослих до ініціативи і самостійності підлітків, уміння направити їх енергію в правильне русло. В період статевого дозрівання важливе значення має створення умов для нормального фізичного розвитку юнацького організму. Необхідне різноманітне, достатнє живлення з великою кількістю вітамінів, а також тривалі перебування на свіжому повітрі, заняття спортом, тощо.

Особливої уваги педагогів потребує період настання біологічної статевої зрілості дівчат і юнаків.

У дівчат перші менструації іноді супроводжуються поганим загальним станом, слабкістю, болями або значною втратою крові. Може бути також незначне підвищення температури, блювота, пронос або запор, запаморочення. Невірно, що під час менструації треба обов'язково лежати. При доброму самопочутті потрібно вести звичайний спосіб життя, продовжувати займатися ранковою гімнастикою і нескладними фізичними вправами. Забороняються на цей час вправи, пов'язані із стрибками, їзда на велосипеді, підняття тяжких речей. Не рекомендується також кататися на ковзанах, лижах, здійснювати тривалі піші переходи, приймати гарячі ванни, купатися та загоряти. Різноманітні нервові потрясіння, сильний фізичний біль, переїзд з півночі на південь, з низовини в гори можуть порушити менструальний цикл, а тривала, виснажлива робота, хронічна первтома можуть навіть викликати припинення менструацій. Якщо менструації проходять із значними болями, занадто рясні на кровотечі то слід звернутися до лікаря. При менструаціях, що супроводжуються погіршенням загального стану організму, дівчата потребують звільнення від занять або роботи. Під час менструацій дівчата повинні оберегатися переохолодження, особливо ніг і нижньої частини черева. Не можна сидати на холодні камені і інші охолоджені предмети.

З харчового раціону під час менструації слід виключити такі сильно збудливі речовини, як оцет, гірчиця, перець, хрін. Не можна пити пиво, вино і інші алкогольні напої, оскільки унаслідок посилення кровотоку це може привести до збільшення менструальних кровотеч. Особливо слід стежити за своєчасним спорожненням сечового міхура і кишок, бо їх переповнювання приводить до зсуву матки, що може послужити причиною болів та затримки виділень. Під час менструації необхідно особливо ретельно стежити за чистотою свого тіла, оскільки внутрішня поверхня матки при цьому кровоточить, перетворюється на своєрідну поверхню відкритої рани, де хвороботворні мікроби можуть знайти сприятливі умови для свого розвитку.

У хлопчиків в період статевого дозрівання можуть відбуватися, як вказувалось вище, мимовільні виверження сім'я — полюції (від лат. pollucio — бруднення), що найчастіше має місце під час сну. Поява першої полюції свідчить про те, що у хлопчика почали вироблятися

сперматозоїди. Змішуючись з виділеннями сім'яних бульбашок і підміхурової залози, вони у вигляді сперми накопичуються в статевих шляхах і природним чином після напруги статевого члена видаляються у вигляді нічних мимовільних вивержень. Перші полюції звично відбуваються приблизно в 15–16 років. З того часу полюції можуть бути навіть у дорослого чоловіка при тривалій статевій стриманості. За допомогою полюцій організм звільняється від надлишку сперми і статевої напруги. Це вельми доцільна і природна реакція організму, що створює фізіологічні умови для статевої стриманості. Таким чином факт полюції є абсолютно нормальним, фізіологічним явищем, тому їх не треба ні побоюватися, ні соромитися і після них не буває ніяких розладів статевої функції. Полюції звично виникають від 1–3 разів на місяць до 1 разу в 1,5–2 місяці. В середньому полюції з'являються з перервами від 10 до 60 днів. Якщо полюції спостерігаються щоночі або навіть кілька разів за ніч, то у такому разі слід звернутися до лікаря. Щоб полюції не повторювалися дуже часто, хлопцям не рекомендується на ніч їсти гострі блюда, пити багато рідини, вкриватися занадто теплою ковдрою, спати в плавках або тісних трусиках. Ліжко повинне бути не дуже м'яким. Крім того, необхідно тримати в чистоті крайню плоть статевого члена.

У підлітків обох статей нерідко спостерігається *онанізм*. Особливо схильні до онанізму підлітки з нестійкою психікою, а також ті, які мають фізичні вади розвитку, що заважають їм брати активну участь у відповідних віку заняттях, праці і розвагах. Невірно розглядати онанізм як «хворобу віку». Проте онанізм може бути і слідством запальних змін статевих органів у дівчаток і хлопчиків. Свербіння в області зовнішніх статевих органів унаслідок зараженості глистами-гостриками може стати однією з причин онанізму у дітей. За даними психоневрологічних спостережень, стійкий онанізм нерідко спостерігається у дітей при певних психічних захворюваннях. Тільки переконавшись у тому, що онанізм не є симптомом певного захворювання, слід проводити відповідну індивідуальну роз'яснювальну і виховну роботу.

Необхідно мати на увазі, що *біологічну статеву зрілість* не можна ототожнювати з *соціальною зрілістю*. Хоча при настанні менструації дівчина може завагітніти, її організм ще не готовий до нормального

статевого життя. У рівній мірі це відноситься і до підлітків — хлопців, у яких в сім'яній рідині можуть бути зрілі сперматозоїди. Статеве дозрівання хлопчиків-підлітків навіть у фізіологічному плані відбувається протягом всього юнацького віку. Соціальною статевою зрілістю можна вважати тільки вік повного статевого дозрівання (дівчата після 17–18 років, а хлопці після 19–20 років), коли завершується формування особи і настає фізична, духовна та цивільна зрілість. Соціальна статева зрілість передбачає можливість не тільки зачати дитину, але і здатність батьків забезпечити якнайкращі умови для виношування і вигодовування дитини та її подальшого нормального всебічного розвитку.

4.6. Розвиток опорно–рухового апарату дітей

Опорно — руховий апарат складається із скелету (кісток), м'язів, зв'язок та суглобів. Ці структури утворюють порожнини для внутрішніх органів, захищають внутрішні органи, а також забезпечують рухові акти.

Скелет (рис. 24) утворює структурну основу тіла, визначає його форму і розміри. У скелеті дорослої людини налічується більше 200 кісток, які перш за все виконують опорну функцію та є своєрідними важелями при здійсненні рухових актів. Разом з цим кістки беруть активну участь у процесах обміну речовин: накопичують мінеральні солі і, при необхідності, постачають їх організму (в основному солі кальцію та фосфору). У кістках також міститься кровотворна тканина — червоний кістковий мозок.

Кістки містять приблизно 60 % мінеральних речовин, 30 % органічних компонентів (в основному білок *осеїн* та тіла кісткових клітин — *остеобластів*) і 10 % води. Така сполука речовин у будові кісток забезпечує їм значну міцність (у 30 разів міцніше цегли і у 2,5 рази міцніше граніту) і велику пружність, еластичність і в'язкість (у 9 разів перебільшує в'язкість свинцю). Кістки характеризуються значним запасом надійності (наприклад, стегнова кістка витримує навантаження у 1,5 тони). У дітей трубчасті кістки ростуть у довжину за рахунок хрящів між кінцями кісток (епіфізами) і їх тілом (діафізом), а у товщину — за рахунок поперечної тканини — *окістя*. Плоскі кістки ростуть у всіх напрямках

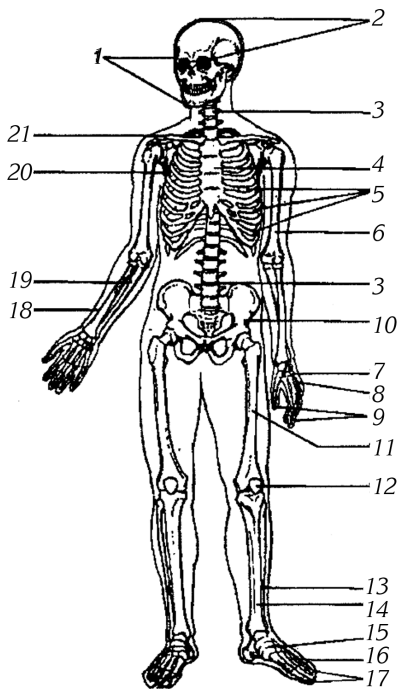


Рис. 24. Скелет людини:

1 — вісцеральний череп; 2 — мозковий відділ черепа; 3 — хребтовий стовп; 4 — грудина; 5 — ребра; 6 — плечова кістка; 7 — зап'ясток; 8 — п'ясток; 9, 17 — фаланги пальців; 10 — кульшова кістка; 11 — стегнова кістка; 12 — надколінок; 13 — малогомілкова кістка; 15 — зап'яско; 16 — плесно; 18 — променева кістка; 19 — ліктьова кістка; 20 — лопатка; 21 — ключиця

тільки за рахунок окістя. На момент закінчення росту тіла людини хрящі у багатьох кістках замінюються на кісткову тканину. Розвиток скелету у чоловіків закінчується у 20–24 роки, а у жінок — у 17–21 рік.

Окремі кістки і, навіть, частини скелету дозрівають в різні періоди. Так, до 14 років окостенінням охоплено тільки середні частини хребців, тоді як інші їх відділи залишаються хрящовими і лише у 21–23 роки вони повністю стають кістковими. До цього ж періоду в основному завершується окостеніння і більшості інших кісток скелету.

Важливим етапом у розвитку скелета людини є формування та закріплення згинів хребта (рис. 25), які поділяються на такі, що направлені опуклою стороною вперед і називаються *лордозами* (мають місце в області шиї та поперекового відділу хребта) і такі, що направлені назад і називаються *кіфозами* (грудний та кризовий відділи хребта). Наявність

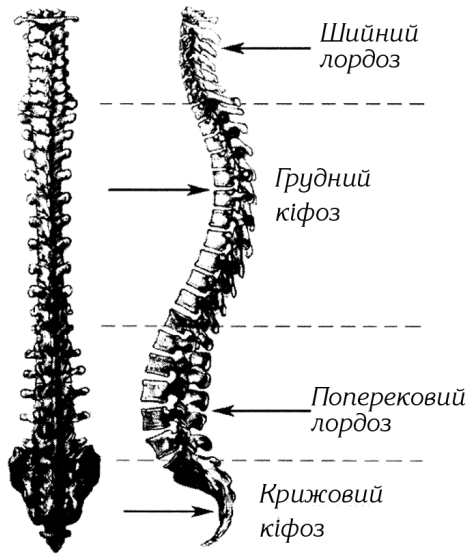


Рис. 25. Згини нормально розвинутого хребта

лордозів та кіфозів необхідне явище, обумовлене прямою позою людини при стоянні та ходінні; це також потрібно для підтримки рівноваги тіла та забезпечення функції амортизації при пересуванні, стрибках та ін. Сагітальні (при погляді з боку) згини хребта з'являються з моменту, коли діти починають піднімати голову, сидати, вставати та ходити (у віці до 1 року). До 5–6 років згини хребта мало фіксовані і якщо дитина лягає, то найчастіше ці згини зникають (вирівнюються). Закріплення згинів хребта відбувається поступово: до 7–8 років формуються лише шийний та грудний згини, а до 12–14 років — лордоз поперекового відділу хребта та кіфоз крижового відділу хребта. Остаточне закріплення лордозів та кіфозів завершується з окостенінням хребців хребта (17–20 років). У фронтальній проекції (при погляді спереду або з заду) нормально розвинутий хребет повинен бути рівним.

Відхиленнями від нормальної форми хребта можуть бути: *випрямлений хребет*, коли недостатньо розвинуті лордози і кіфози за причин, наприклад, мало рухомості дитини; *лордотичний* або *кіфатичний хребет*, коли збільшені, відповідно, лордози або кіфози. Згини хребта вліво або

в право обумовлюють *сколіотичну форму* хребта. Форми хребта створюють відповідні форми *постави (осанки)* тіла: нормальну, випрямлену, лордотичну, кіфатичну (сутулу) або сколіотичну.

Разом з формуванням хребта у дітей розвивається і грудна клітка, яка набуває нормальної циліндричної форми, як у дорослих, приблизно у 12–13 років, а далі може до 25–30 років збільшуватись лише за розмірами. Відхиленнями у розвитку форми грудної клітки найчастіше бувають: *конічна форма* (звужена до верху) та *сплощена форма* (зменшені передне-задні розміри). Різноманітні відхилення від розвитку нормальних форм хребта та грудної клітки можуть негативно впливати не тільки на поставу тіла, але і порушувати нормальний розвиток внутрішніх органів, погіршувати рівень соматичного здоров'я.

До відхилень форм хребта та грудної клітки у дітей можуть приводити неправильне сидіння за партою або столом (згинання у бік, низькі нахили над партою або лягання на край стола та ін.), неправильна поза при стоянні та ходьбі (опускання одного плеча нижче другого, опускання голови, сутулість), фізичні перенавантаження, особливо піднімання та перенос тяжких речей, в тому числі, в одній руці. Для профілактики та запобігання відхилень у розвитку скелета тулуба необхідно дотримуватись гігієнічних вимог роботи за столом (партою) та гігієни фізичних навантажень. Нормальному розвитку хребта та грудної клітки в великій мірі сприяють раціональні фізичні вправи. Спеціальні фізичні вправи можуть бути також одним із найефективніших заходів усунення відхилень розвитку скелету, в тому числі сутулості, сколіозу та ін.

Скелет верхніх кінцівок складається з плечового поясу верхніх кінцівок, що включає дві *лопатки* та дві *ключиці*, і скелету *вільної верхньої кінцівки*. Остання в свою чергу складається з *плечової кістки*, кісток *передплеччя (ліктьової та променевої)* і кісток *кисті* (8-и кісток *зап'ястка*, 5-и кісток *п'ястка* та кісток *фалангів пальців: великий палець — 2, інші пальці — по 3 фаланги*).

Скелет нижніх кінцівок складається із кісток тазового поясу і кісток вільної нижньої кінцівки. *Тазовий пояс*, у свою чергу, утворюють *крижова кістка* (п'ять крижових хребців, що зростаються), *куприк* та три пари тазових кісток (по дві *клубових, сідничних та лобкових*). У новонародженій дитини кістки тазового поясу з'єднуються хрящами.

З 5–6 років починається зрощування хребців крижового відділу хребта та кісток тазу, яке завершується у 17 — 18 років. До цього віку дуже небезпечно дітям стрибати з великої висоти (більше 0,7–0,8 м), особливо дівчатам, так як це може привести до зміщень кісток тазу і їх неправильному зростанню. В результаті можуть виникати різноманітні порушення розвитку органів малого тазу, а у дівчат, як майбутніх жінок, ще і ускладнення при вагітності та при народженні дитини. До аналогічних наслідків може привести також піднімання і перенос тяжких речей (до 13–15 років — більше 10 кг), або постійне використання дівчатами до 13–14 років взуття на високому каблучі (небезпечна висота підбору взуття для дітей не більше 3 см).

Скелет *вільної нижньої кінцівки* складається із *стегнової* кістки, малої та великої кісток *гомилки* та кісток *стопи*. Стопа утворена кістками *передплюсна* (7 кісток), *плюсна* (5 кісток) та *фалангів пальців* (такі, як і на руці). Всі кістки стопи з'єднані міцними зв'язками і при нормальному розвитку сама стопа набуває вгнутої форми *склепу*, що забезпечує ефект пружини (амортизатора) і пов'язане з прямоходінням людини. Стопа у формі склепу значно зменшує поштовхи тіла при ходінні, бігу і переносі вантажів. У новонародженої дитини склепу (*зводу*) стопи нема і вона плоска. Склеп стопи формується разом з початком ходіння дитини і остаточно закріплюється у 14–16 років. При тривалому стоянні, сидінні, переносі значних вантажів, при використанні вузького та перегріваючого стопи взуття, при стрибках з висоти більше 1 м зв'язки стопи у дітей можуть розтягуватись і тоді стопа редуційно сплющується. Людина з плоскими стопами швидко втомлюється при ходінні і стоянні, зменшує показники швидкості бігу, стрибків і, фактично, є певним інвалідом. Запобігти сплюсненню стопи дозволяють ходіння босоніж (особливо по піску, або гальці), фізичні вправи для закріплення зв'язок стопи, помірні стрибки, біг, заняття руховими спортивними ігрищами, використання зручного взуття. Оцінити стан стопи можна шляхом отримання відбитку стопи на підлозі чи на папері (наприклад, мокрої стопи на листку газети). На рис. 26 приведені форми стопи з різним ступенем сплюснення. Наявність сплюснення стопи можна об'єктивно оцінювати за плантографічною методикою В. А. Яралова-Яраленда. Для цього на

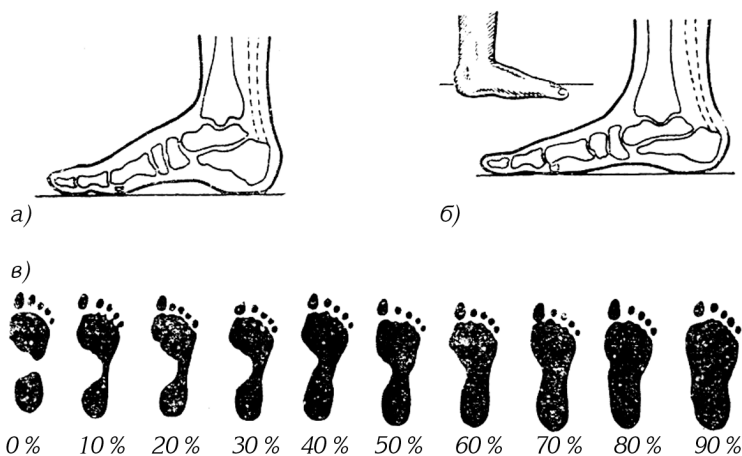


Рис. 26. Форма стопи:

а — нормальна; б — плоска; в — різні ступені сплюснення стопи

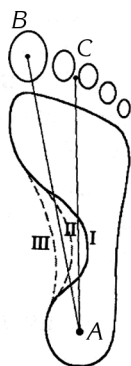


Рис. 27. Оцінка плантограми за методом В. А. Яралова-Яраленда

відбиток стопи наносять дві лінії (рис. 27): *AB*, що з'єднує середину п'ятки з серединою основи великого пальця і *AC*, яка з'єднує середину п'ятки з другим між пальцевим проміжком.

Якщо внутрішній згин контуру відбитка стопи не доходить до лінії *AC*, або лише доходить до неї то констатується нормальна стопа (I); якщо контур відбитка знаходиться між лініями *AB* і *AC*, то стопа сплюснена (II), а якщо контур відбитка стопи доходить тільки до лінії *AB* то стопа плоска (III). Скелет верхніх та нижніх кінцівок у дітей розвивається до 18–20 років. З 6–7 років у хлопчиків і у дівчат починаються інтенсивні процеси окостеніння дрібних кісток зап'ястка, але з 10–12 років починають виникати статеві відмінності у швид-

кості процесів окостеніння: у хлопчиків ці процеси уповільнюються і окостеніння затримується на 1–1,5 роки. Окостеніння фалангів пальців у більшості дітей завершується у 11–12 років, а зап'ястка — у 12–13 років з чим пов'язано, наприклад, закріплення остаточного почерку письма. Не сформована кість руки дітей швидко втомлюється (наприклад, при тривалому фізичному навантаженні, або письмі). Разом з цим помірні та доступні фізичні рухи сприяють розвитку і навіть, до пори, затримують процеси окостеніння. Наприклад, гра на музичних інструментах затримує окостеніння кісток флангів пальців і вони триваліше ростуть у довшину — виростають так звані «пальці піаніста».

Скелет голови у людини має назву *череп* і об'єднує два відділи: мозковий і лицевий. Череп складається близько із 23 кісток, які у дитини з'єднуються хрящами, окрім нижньої щелепи, яка має суглоб. Основними кістками мозкового відділу черепа є непарні лобна, клиноподібна, гратчаста та потилична кістки, а також парні тим'яні і скроневі кістки. У лицьовому відділі черепа парними кістками є слезові, носові, виличні (скулові), верхнє щелепні та піднебінні, а не парними — нижня щелепа та під'язикова кістка. Найбільш швидко кістки черепа ростуть у перший рік життя; з цього ж періоду хрящові з'єднання кісток поступово починають замінюватись на кісткову тканину — йде зростання кісток шляхом утворення швів. З віком у дитини значно змінюються пропорції частин черепа: у новонародженої дитини мозковий відділ у 6 разів більше лицьового, тоді як у дорослої людини всього у 2–2,5 рази. Зростання кісток черепа звершується у 20–25 років.

Пропорційність розвитку окремих частин скелету оцінюють по показнику співвідношення висоти голови і зросту людини. Для новонародженого вона приблизно становить 1:4; у 2 роки — 1:5; у 6–9 років — 1:6; у дорослих — 1:7.

М'язова система людини складається із трьох типів м'язів: м'язів скелету, м'язів серця і гладеньких м'язів внутрішніх органів і судин. Активною частиною опорно — рухового апарату є скелетні м'язи, загальна кількість яких у організмі близько 600.

Загальна схема розташування скелетних м'язів у організмі людини приведена на рис. 28. По формі м'язи бувають широкі (наприклад,

поверхневі м'язи тулуба, живота), короткі (між хребцями хребта), довгі (м'язи кінцівок, спини); колові (м'язи навколо роту, очей, навколо отворів — сфінктери і т. д.). По функції розрізняють м'язи — згиначі, розгиначі; приводячі або відводячі; повертаючи у середину або зовні.

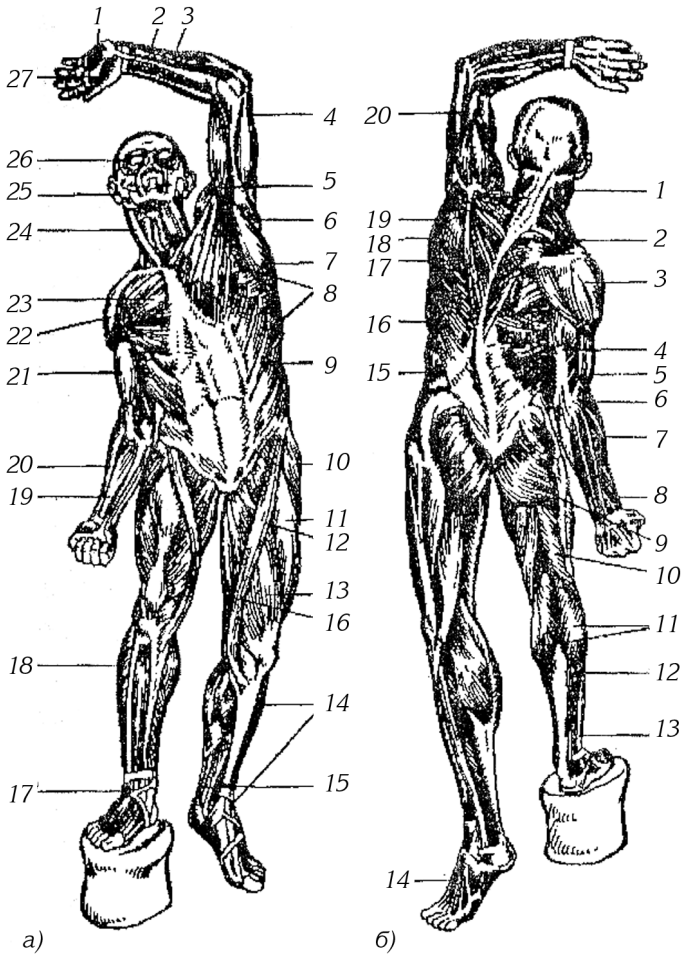


Рис. 28. Основні м'язи людини (за Н.В.Колесниковым, 1965)

Позначки до рис. 28:

- а) вид спереду: 1 — підвищення мізинця; 2 — поверхневий згинач пальців; 3 — ліктьовий згинач зап'ястка; 4 — триголовий м'яз плеча; 5 — дзьобоподібний м'яз; 6 — великий круглий м'яз; 7 — найширший м'яз спини; 8 — передній зубчастий м'яз; 9 — зовнішній косий м'яз живота; 10 — клубово-поперековий м'яз; 11 — чотириголовий м'яз стегна; 12 — кравецький м'яз; 13 — медіальний широкий м'яз стегна; 14 — великогомілковий передній м'яз; 15 — п'яткове сухожилля; 16 — тонкий м'яз; 17 — верхній утримувач м'язів-розгиначів; 18 — малогомілковий м'яз; 19 — променевий згинач зап'ястка; 20 — плечо-променевий м'яз; 21 — двоголовий м'яз плеча; 22 — дельтоподібний м'яз; 23 — великий грудний м'яз; 24 — грудинно-ключично-соскоподібний м'яз; 25 — жувальний м'яз; 26 — коловий м'яз ока; 27 — підвищення великого пальця;
- б) вид ззаду: 1 — грудинно-ключично-соскоподібний м'яз; 2 — трапецієподібний м'яз; 3 — дельтоподібний м'яз; 4 — триголовий м'яз плеча; 5 — двоголовий м'яз плеча; 6 — плечо-променевий м'яз; 7 — променевий згинач зап'ястка; 8 — розгинач пальців; 9 — великий сідничний м'яз; 10 — двоголовий м'яз стегна; 11 — литковий м'яз; 12 — камбалоподібний м'яз; 13 — довгий малогомілковий м'яз; 14 — сухожилля довгого розгинача пальців; 15 — зовнішній косий м'яз живота; 16 — найширший м'яз спини; 17 — великий ромбоподібний м'яз; 18 — великий круглий м'яз; 19 — підосний м'яз; 20 — плечовий м'яз.

Структурною одиницею м'язів є *міофібрил*, який представляє собою соклетіє (об'єднання) декількох десятків клітин, вкритих загальною оболонкою. Активними елементами, що забезпечують скорочувальну функцію м'язів є міофіламенти (протофібрили) у вигляді білків *актину* (довгі і тонкі волоконця) та *міозину* (короткі і у два рази більш товсті, ніж актин, волоконця). В гладеньких м'язах міофіламенти розташовані неупорядковано і переважно по периферії внутрішньої поверхні міофібрил. У скелетних м'язах актин і міозин суворо впорядковані спеціальним каркасом і займають всю внутрішню порожнину міофібрилів. Місця, де волоконця актину частково входять між волоконцями міозину у мікроскоп виглядають темними смужками, а інші частки — світлими, тому такі міофібрили називаються

поперечно-посмугованими. При скороченні м'яза волокна актину, використовуючи енергію аденозінтрифосфоруної кислоти (*АТФ*) просуваються вдовж волоконця міозину, що і обумовлює механізм м'язового скорочення. Міозин при цьому виконує роль ферменту аденозінтрифосфатази, що сприяє розщепленню *АТФ* і видаленню квантів енергії. Завдяки своїй будові, гладенькі м'язи скорочуються відносно повільно (від декількох секунд до 2–5 хвилин). Посмуговані м'язи здатні скорочуватись дуже швидко (за долі секунди).

Сформований скелетний м'яз складається із пучків у десятки тисяч міофібрил, вкритих загальною оболонкою, що називається *фасцією*. Місця, де розташовані безпосередньо м'язові волокна, мають назву *черевця м'яза*. По краях черевця звично виростають сухожилкові відростки для прикріплення до кісток або до інших м'язів. Той відросток, з якого м'яз починається, називається *головкою*, а протилежний — *хвостом* м'яза. Виходячи з цього м'язи бувають 1-о, 2-х, 3-х і 4-х голів. Хвости де яких м'язів можуть зростатися, утворюючи широкі сухожилкові ланки — *апоневрози*.

Всі м'язи в організмі людини, в залежності від розміщення, поділяються на мімичні та жувальні м'язи лица, м'язи голови, шиї, спини, грудної клітини, живота та м'язи верхніх і нижніх кінцівок.

У процесі розвитку дитини окремі м'язи і м'язові групи ростуть нерівномірно: спочатку (у віці до одного року) прискорено розвиваються жувальні м'язи лица, м'язи живота та спини; у віці 1–5 років найбільш інтенсивно розвиваються м'язи грудної клітини, спини і кінцівок. У підлітковий період прискорено ростуть зв'язки кісток та сухожилки, а м'язи стають довгими і тонкими, так як не встигають вирости в слід за ростом довжини тіла. Після 15–17 років м'язи поступово набувають форм і розмірів, що властиві дорослим. При фізичних тренуваннях розвиток м'язів може тривати до 25–32 років, а самі м'язи можуть набувати значних розмірів.

Найважливішою якістю м'язів є їх сила, яка залежить від кількості м'язових волокон (міофібрил) на одиницю площі поперечини м'яза. Встановлено, що 1 см² поперечини м'язу здатен розвивати зусилля до 10 кг. М'язи можуть виконувати статичну або динамічну роботу. При

статичному навантаженні певні м'язи тривалий час знаходяться у скороченому (напруженому) стані, наприклад, при вправах на кільцях, або при підніманні та утриманні штанги. Статичне навантаження потребує одночасного скорочення багатьох м'язів тіла і тому викликає швидке стомлення. При *динамічній* роботі окремі м'язи скорочуються за чергою; акти скорочення швидко змінюються на розслаблення і тому стомлення настає значно повільніше.

Навантаження на м'язи є необхідною умовою їх розвитку і існування. Без роботи м'язи зазнають *атрофії* (зменшення, відмирання) і втрачають працездатність. Протилежний ефект дають фізичні тренування, завдяки яким сила, витривалість та працездатність можуть значно збільшуватись.

Всі м'язи людини, навіть під час спокою і сну, частково напружені, тобто знаходяться у певному тонусі, що необхідно для підтримки роботи внутрішніх органів, для збереження форм та просторової пози тіла. Тонус м'язів забезпечується безперервними нервовими імпульсами від рухових нейронів стоволового відділу головного мозку (розміщені у *червоних ядрах* середнього мозку). Підтримка постійного тонусу скелетних м'язів має велике значення для здійснення координації рухів та забезпечення постійної готовності м'язів до активності.

У дитини першого року життя м'язи становлять всього 16 % маси тіла, в 3–5 років — 23,3 %, в 7–8 років — 27 % маси тіла; в 14–15 років — 33 %; в 17–18 років — 44 % загальної маси тіла. Зростання маси м'язів відбувається як за рахунок збільшення їх довжини, так і за рахунок товщини волокон та збільшення кількості м'язових міофібрил. У дітей до 3–4 років діаметр більшості скелетних м'язів збільшується відносно новонародженого в середньому у 2–2,5 рази; в 7 років — у 15–20 разів, в 20 років — у 50–70 разів. Взагалі, м'язи людини можуть рости до 30–35 років.

М'язова сила у дітей до 3 років невелика, і тільки з 4–5 років починає поступово зростати. В 7–11 років показники м'язової сили дітей ще залишаються відносно низькими і тому силові, а особливо статичні, навантаження приводять до швидкого стомлення. В цьому віці діти більш здатні виконувати короткотривалі динамічні вправи на швидкість і силу.

Однак молодших школярів слід поступово привчати до підтримки статичних поз, що особливо важливо для утворення та збереження правильної постави тіла.

Найбільш інтенсивно м'язова сила як у хлопців так і у дівчат наростає в підлітковому віці, а починаючи з 13–14 років проявляються чіткі статеві особливості розвитку м'язової сили: у хлопців вона стає значно більшою, ніж у дівчат. Останнє слід враховувати при організації занять фізкультурою з дівчатами — підлітками, обмежуючі інтенсивність та важкість їх навантажень.

Наростання сили у більшості м'язів продовжується до 25–26 років, а у згиначів — розгиначів кінцівок — до 29–30 років.

Нерівномірність розвитку сили різних груп м'язів необхідно враховувати при організації фізичного виховання та при залучанні дітей до суспільно — корисної праці.

Важливим функціональним показником стану нервово-м'язової системи вважається швидкість рухів (одноактних, або низки тих, що повторюються). Швидкість одноактних рухів особливо інтенсивно зростає у молодших школярів і в 13–14 років наближається до рівня дорослих. З 16–17 років темп зростання цього показника уповільнюється, але швидкість рухів продовжує поступово зростати, сягаючи максимуму у 25–30 років. Слід зазначити, що підвищення швидкості рухових актів з віком дитини пов'язане із зростанням швидкості проведення нервових імпульсів по нервам, а також із збільшенням швидкості передачі збуджень в нервово — м'язових синапсах. Такий ефект обумовлений, відповідно, процесами мієлінізації нервових волокон (аксонів) та збільшенням кількості синапсів і дозріванням останніх.

З віком у дітей наростає також швидкість рухів, що повторюються. Найбільш інтенсивно ця якість розвивається у молодших школярів. В період з 7 до 9 років середній щорічний приріст швидкості рухів складає 0,3–0,6 рухів за секунду (с). У період 10–11 років темпи приросту швидкості складних рухів уповільнюються (0,1–0,2 рухів за с) і знову зростають (приріст до 0,3–0,4 рухів за с) в 12–13 років. Максимальна частота рухів (до 6–8 рухів за с) у хлопчиків встановлюється в 15 років,

а у дівчат — в 14 років і далі з віком цей показник майже не змінюються. Вважається, що збільшення частоти рухів пов'язане з наростанням рухомості нервових процесів і з виробкою механізму більш швидкого переключення м'язів — антагоністів (згиначів — розгиначів) від стану збудження до стану гальмування і навпаки. Розвиток швидкості як одноактних, так і складних рухових актів у дітей можна значно прискорити спеціальними тренуваннями, якщо це робити саме у період молодшого шкільного віку.

Важлива якість рухових актів — це їх точність, яка також значно змінюється з віком: до 5 років дітям важко здійснювати точні рухи; у молодший шкільний період точність рухів значно зростає і приблизно з 9–10 років діти здатні виконувати рухи з точністю на рівні дорослих. Оволодіння точністю рухів пов'язане з дозріванням вищих центрів регуляції рухових дій та з вдосконаленням рефлекторних шляхів, а саме з процесами мієлінізації нервових волокон. Разом з розвитком точності рухів у дітей розвивається здатність координувати рівень м'язового напруження. В дітей молодшого шкільного віку ця якість ще не достатньо розвинута, а остаточно формується лише в 11–16 років. Розвитку точності рухів і здатності до статичного напруження м'язів значно сприяють оволодіння каліграфічним письмом, виконання складних трудових операцій (робота з пластиліном, випилювання та ін.), та спеціальні фізичні вправи на уроках фізичної культури, такі як гімнастика, настільний теніс, ігри та вправи з м'ячем.

Важливою якістю фізичного розвитку дітей є формування їх витривалості, в тому числі, витривалості скелетних м'язів.

Витривалість до динамічної роботи у дітей молодшого шкільного віку (7–11 років) ще залишається дуже низькою і лише з 11–12 років вона починає поступово зростати, досягаючи в 14 років приблизно 50–70 %, а в 16 років — 80 % тієї витривалості, що мають дорослі люди.

Витривалість до статичних зусиль у дітей поступово наростає з 8 до 17 років, причому у молодших школярів це відбувається найбільш інтенсивно. В 17–18 років статична витривалість досягає 85 % такої у дорослих людей. Остаточно витривалість до динамічних та статичних зусиль досягає максимуму в 25–30 років. Розвитку всіх видів

витривалості сприяють тривала ходьба, біг, плавання, спортивні ігри (футбол, волейбол, баскетбол та ін.).

Таким чином, розвиток багатьох рухових якостей у дітей відбувається в період молодшого шкільного віку, що дає підстави рекомендувати для цієї категорії дітей як можна ширше впроваджувати заходи цілеспрямованого впливу на розвиток їх рухової активності, в тому числі, шляхом організації спеціальних занять на уроках фізкультури та під час спортивних тренувань.

4.7. Будова та функції органів травлення

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

Система органів травлення людини складається (рис. 29) з ротової порожнини, що має губи, зуби, язик з рецепторами смаку та три пари слинних залоз; глотки, стравоходу, шлунка, тонкої, товстої та прямої кишок. До системи травлення відносяться також печінка та підшлункова залоза.

В різних відділах травного тракту відбуваються спеціалізовані операції з обробки їжі. Так, в ротовій порожнині починається фізична та хімічна обробка їжі, визначається її смак та ін. якості. Механічне роздрібнення їжі здійснюється за допомогою зубів та язика. Доросла людина має 32 зуби (кожна $\frac{1}{2}$ частина верхньої або нижньої щелепи

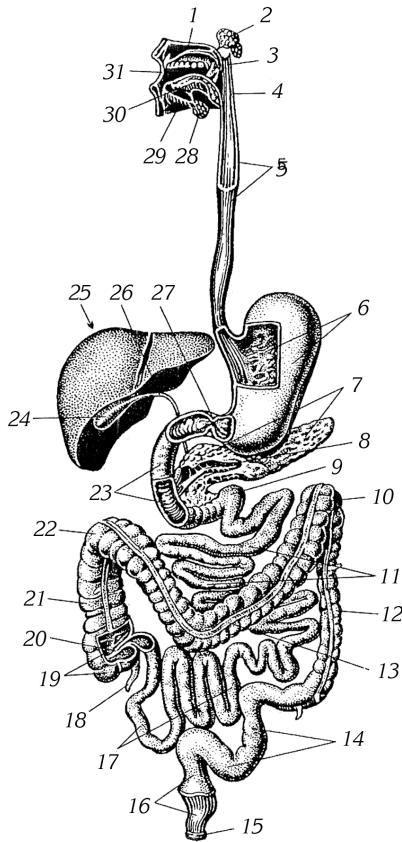


Рис. 29. Травна система

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

містить 2 різці, 1 ікло, 2 малих корінних або кутніх чи *премолярних* та 3 великих корінних або кутніх чи *молярних* зуба). Зуби закладаються та розвиваються у товщині щелеп. У 4–6 місяців постнатального життя дитини починають виростати тимчасові (молочні) зуби: спочатку різці, потім моляри. Ріст молочних зубів триває до 2–2,5 років і за цей період їх виростає до 20 (по 10 в кожній щелепі: 4 різці, 2 ікла, 4 моляри). Постійні зуби закладаються ще на 5-ому місяці розвитку зародку, але починають прорізатися у 6–7 років, замінюючи собою молочні зуби. Під час розвитку дітей основна кількість постійних зубів (до 28) виростає до 14–15 років і лише треті моляри (зуби мудрості) можуть прорізатися у різні строки аж до віку 25–29 років. Треті великі зуби особливого значення для травної системи людини не мають, так як звично не парні і до того ж вони живуть короткий час. Нормативи термінів появи молочних зубів та їх заміни на постійні зуби наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Середні терміни появи тимчасових зубів та їх заміни на постійні зуби (Л.И Тегако, О.В. Морфина, 2003)

Види зубів	Термін виростання (прорізання)	
	хлопці	дівчата
Період появи тимчасових зубів <ul style="list-style-type: none"> • медіальні різці • латеральні різці • перші корінні (моляри) • ікли 	З 4–6 місяців від народження до 2–2,5 років	
Кількість молочних зубів	20 (8 різців, 4 ікла, 8 молярів)	
Послідовність появи постійних зубів: <ul style="list-style-type: none"> • 4 перших великих корінних зуба • 4 внутрішніх (медіальних) різці • 4 зовнішніх (латеральних) різці • 4 передніх малих корінних зуба • 4 ікла • 4 задніх малих корінних зуба • 4 других великих корінних зуба • 2–4 зуба мудрості 	5–8 років 6–9 років 8–12 років 9–10 років 10–15 років 11–14 років 12–16 років	5–8 років 6–8 років 7–11 років 8–9 років 9–14 років 10–13 років 11–15 років 16–29 років
Кількість постійних зубів	32 (8 різців, 4 ікла, 8 премолярів, 12 молярів)	

Кожен зуб має коронку, що вкрита емаллю і виступає в порожнину рота, та корінь зуба, що заглиблюється у товщу альвеолярних відростків верхньої або нижньої щелепи. На межі коронки і кореня виділяють шийку зуба. Основна тканина зубів це *дентин*, який на 70–80 % складений з неорганічних солей фосфорнокислого та фтористокислого кальцію. У складі емалі зубів вміст неорганічних речовин сягає 96–98 % тому вона дуже тверда. Центральна частина зубів заповнена пухкою сполучною тканиною, що пронизана нервами, кровоносними судами та лімфатичними протоками і називається *пульпою* зуба. Через пульпу здійснюється обмін речовин у тканинах зубів.

Молочні зуби мають таку ж будову та хімічний склад, як і постійні, але вміст неорганічних речовин у складі їх тканин у 1,5–2 рази менший тому вони крихкі та ніжні, що слід враховувати при організації харчування дітей дошкільного та молодшого шкільного віку. Треба також пильно стежити за здоров'ям молочних зубів, так як постійні зуби закладаються і виростають під молочними зубами і тому хвороби молочних зубів (особливо *карієс* — інфіковане пошкодження емалі та тіла зубів) можуть передаватись на молоді постійні зуби. Найбільш вразливий негативний вплив на стан емалі завдає молочна кислота, яка є продуктом розпаду вуглеводів в ротовій порожнині під дією ферментів слини. Негативний вплив на стан емалі завдає також різке коливання температури, нестача у складі їжі вітамінів B_2 і D , мікроелементів кальцію, фосфору та відсутність ультрафіолетових сонячних променів. Профілактика карієсу повинна включати повноцінне харчування та дотримання гігієни ротової порожнини з обов'язковою чисткою зубів після кожного приймання їжі.

Як вказувалось, у ротому порожнину відкриваються протоки трьох пар слинних залоз, а саме: коло вушних, під'язикових та піднижнещелепних. Крім цього багато залозистих клітин, що виробляють слиз, розташовані по всій внутрішній поверхні ротової порожнини. Слина на 98 % складається із води, а решта 2 % це білкові (в тому числі ферменти та слиз *муцин*) і мінеральні компоненти, що створюють її лужну реакцію. Таким чином, крім роздроблення, їжа в ротовій порожнині підлягає зволоженню та первинній обробці лужними ферментами слини (птіаліном і мальтазою), які розщеплюють вуглеводи їжі (в основному крохмаль)

до мальтози. Початий у ротовій порожнині процес перетравлення вуглеводів продовжується у стравоході та шлунку до того моменту, поки шлунковий сік (кислої реакції) не нейтралізує дію ферментів слини. Пережована їжа шляхом ковтання переводиться із ротової порожнини у глотку, стравохід і далі у шлунок.

З віком у дітей кількість слини, що видалається, зростає і це триває до 17–18 років. С. И. Гальперин (1965) називає два періоди інтенсифікації видалення слини: у віці 9–12 місяців по народженню, коли дитина починає більше вживати сухої їжі та в 8–11 років, що пов'язано з прискореним ростом слинних залоз. Всього за добу у дітей 12 років виробляється до 800 мл слини, у дорослих 1000–1200 мл.

Шлунок — найбільш широка частина травного тракту, вміщує у дітей від 0,2 до 0,6 л, а у дорослих 1–2 л їжі. У шлунку виділяють верхню частину (*кардіальну*), дно та тіло шлунка (*фундальну* частину, яка становить $\frac{4}{5}$ об'єма шлунку) і нижню частину (*пілоричну* або *привратникову*). Привратник через *пілоричний сфінктер* (замикач) відкривається у тонку кишку, а саме у її дванадцятипалу частину.

Слизова оболонка шлунка містить залози, яких у фундальній частині найбільше (до 35 млн.) і які утворюються трьома видами клітин:

- *Головними*, що виробляють фермент *пепсиноген* (не активна форма ферменту *пепсину*, що може розщеплювати білки до альбумоз і пептонів). Серед інших ферментів головних клітин шлунку слід назвати *ліпазу*, яка особливо активна у немовлят і здатна розщеплювати емульговані жири (наприклад, розщеплює до 25 % жирів материнського молока); *хімозін*, що сприяє згортанню молока і найактивніше діє у шлунку дітей, *желатиназу*, яка сприяє розщепленню білків сполучних тканин. У дорослих (після 18 років) ліпази шлунку не мають особливого значення для процесів перетравлення їжі.
- *Обкладовими*, що розташовані кільцем навколо головних клітин і здатні виробляти соляну кислоту, яка виконує перш за все захисну, дезинфікуючу функцію відносно бактерій, що потрапляють у травну систему з їжею. Соляна кислота також емульгує (домилує) жири та діє активізуючи на ферменти шлунку. Пепсиноген,

наприклад, під дією соляної кислоти перетворюється у активну форму — *пепсин*.

- *Додатковими*, що виробляють слиз, який захищає стінки шлунка від механічних та хімічних пошкоджень.

Суміш продуктів діяльності усіх вказаних трьох типів клітин утворює *шлунковий сік*, який містить до 0,5 % соляної кислоти і, в цілому, має кислу реакцію (рН 0,9–2,5). Шлунковий сік безбарвний і крім ферментів та кислоти містить ще багато білків (до 3 г/л), а саме: мукопротеїдів, сечовину, сечову і молочну кислоти, амінокислоти, поліпептиди, глюкопротеїди, в тому числі такі, що сприяють всмоктуванню ціанкобаламіну (вітаміну В₁₂), необхідного для нормальної течії процесів кровотворення. За добу у дорослої людини виробляється до 2,0–2,5 літрів шлункового соку.

В стінках шлунку зустрічаються ще і ентероендокринні клітини, що здатні виробляти шлункові ензими (своєрідні гормони) *гастрин*, *серотонін* та ін., які всмоктуються в кров клітинами кайомчастого епітелію пілоричного відділу шлунку і приймають участь у гуморальній регуляції ферментативної активності самого шлунку. Наприклад, гастрин активно утворюється при наявності у складі їжі білків (тобто він як би «розпізнає» білки) і після всмоктування в кров, зворотнім током крові збільшує активність головних та обкладових клітин у залозах шлунку, збільшуючи цим видалення пепсиногену та соляної кислоти, яка в свою чергу інтенсивніше активізує пепсиноген до пепсину і перетравлення білків активізується.

Існує декілька шляхів регуляції видалення шлункового соку: *рефлекторний* (від рецепторів, які сприймають механічні подразнення їжею слизової рота, глотки та стінок шлунку); *гуморальний* (від зворотної дії хімічних речовин, які потрапляють у кров при перетравленні їжі, в тому числі *гастрину*, як це описано вище) та *умовно-рефлекторний* шлях регуляції (на вид та запах їжі, яка знайома і раніше споживалась).

Гальмування секреції шлункових залоз може бути пов'язане з тим, що у початковий відділ тонкої кишки (у дванадцятипалу кишку) потрапила жирна або надмірно кисла (від соляної кислоти) їжа. До гальмування приводять також негативні емоційні стани (гнів, страх, неприємний вид або запах їжі та ін.).

Процеси клітинної диференціації залоз слизової шлунку у дітей тривають від моменту народження до 7 років і остаточно закінчуються у 13–16 років. Функція синтезу соляної кислоти у дітей більш — менш активно починає розвиватись з 2,5–4 років. За даними М. М. Безруких (2002) у 7 років кислотність шлункового соку становить приблизно 36 %, а у 12 років — 63 % від такої у дорослих. Зменшена кислотність шлункового соку у дітей обумовлює його знижену бактерицидну активність і схильність дітей до кишково — шлункових захворювань. Низька кислотність шлункового соку обумовлює також те, що у дітей до 1,5–2,5 років пепсин шлунку здатен перетравлювати лише білки молока. В той же період активно здатні діяти на інші компоненти молока (жири, вуглеводи) такі ферменти, як хімосін та ліпаза. У дітей також значно підвищена активність утворення гастрину, яка навіть у 15 років вища, ніж у дорослих людей. Завдяки цьому дітям притаманна прискорена швидкість перетравлення їжі відносно дорослих і тому діти потребують більш частого харчування (у молодшому шкільному віці до 5–6 раз на добу). Все сказане слід враховувати при виборі складу їжі та режиму харчування дітей.

Всмоктування продуктів перетравлення їжі у шлунку незначне, лише у пілоричному відділі може всмоктуватись вода, алкоголь, моноцукри, та інкрет гастрин.

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

Слизова дванадцятипалої та інших відділів тонкої кишки має значно розвинуті (відносно шлунку) ворсинки, вкриті залозистим та покривним епітелієм, який в основному складається з наступних клітин: *бокалоподібних* (виробляють слиз), *кайомчастих епітеліоцитів* (мають на своїй поверхні тисячі мікро ворсинок і забезпечують всмоктування продуктів перетравлення їжі), *безкайомчастих епітеліоцитів* (виробляють слиз, але можуть перетворюватись в кайомчасті епітеліоцити), *ентероензимних*

клітин та *клітин Пенетта* (виробляють гранули ферментів) і, нарешті, *ентероендокринних* клітин (виробляють гормоноподібні регулюючі речовини). Суміш продуктів діяльності всіх вище вказаних клітин утворює *кишковий сік*, що містить слиз, гормон *секретин* (регулює роботу підшлункової залози) та низку травних ферментів, серед яких особливо важлива *ентерокіназа*. Останнього І. П. Павлов назвав «*ферментом ферментів*», так як він активізує діяльність багатьох інших кишкових та підшлункових ферментів.

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

Підшлункова залоза має видовжену форму і лежить впоперек задньої черевної стінки. В будові підшлункової залози розрізняють *головку* (знаходиться в області петлі дванадцятипалої кишки), *тіло* і *хвіст*.

Сік підшлункової залози лужний і містить наступні основні групи ферментів. По-перше, це *пептидази* (в основному *трипсін* та *хемотрипсін*, що діють на білки, а також *амінопептидази*, які остаточно перетравлює білки до амінокислот). Другою групою ферментів є *ліпази*, які за рахунок їх активації жовчю печінки, діють на жири, перетравлюючи їх до гліцерину та жирних кислот. Третя група ферментів об'єднує *амілази* (*мальтозу* та *лактазу*), які діють на вуглеводи, перетравлюючи їх до глюкози та інших моноцукрів.

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

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

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

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

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

Найважливіша функція печінки полягає у нейтралізації токсинів, які утворюються в організмі, або потрапляють до нього з їжею чи водою. Токсини чаю, кави, какао, алкоголю, тютюну, під дією клітин печінки, перетворюються у нешкідливі речовини і видаляються, посередництвом крові, через нирки. Деякі токсичні кінцеві продукти перетравлення їжі в кишечнику (наприклад, *індол*, що містить сірку і є побічним продуктом неповної переробки надлишків білків яєць, м'яса або бобів) в печінці підлягають детоксикації і видаленню у складі жовчі. Жовч містить 90 % води і 10 % неорганічних і органічних речовин. До складу неорганічних речовин жовчі входять жовчні пігменти *білірубін* та *білівердін*, іони *калію*, *натрію* та ін. Органічні речовини жовчі представлені *глікохолевою*

та *глікохолеїновою* жовчними кислотами, *холестерином*, *лецетином*, *муцином* та іншими речовинами.

Структурно — функціональною одиницею печінки є високо спеціалізовані клітини *гепатоцити*, що утворюють так звані *печінкові балки*. Кожна з таких балок має два ряди гепатоцитів, які з однієї сторони контактують з капілярами венозного кровоносного русла, а з другої — відкриваються у капіляр жовчного протоку. Зайві та шкідливі для організму речовини, що містяться в крові, проходять через гепатоцити і, за рахунок хімічних реакцій розпаду, перетворюються в продукти видалення у вигляді жовчі. Але жовч в організмі є не тільки зайвим продуктом, що підлягає видаленню, так як має ще певну роль і в регуляції та здійсненні процесів перетравлення їжі. Так, наприклад, не зважаючи на те, що ферментів у складі жовчі нема, вона приймає участь у процесах активізації ліпази та інших ферментів кишкового соку. По-друге, жовч обумовлює емульгацію жирів до дрібних краплинок, які краще піддаються дії ліпаз. Жовч також активно впливає на процеси всмоктування стінками кишок продуктів перетравлення їжі і, нарешті, жовч сприяє підсиленню (через кров) виділення підшлункового і шлункового соку. Кількість жовчі, що виробляється, з моменту народження дитини вже достатня для емульгації жирів молока. В перші роки життя дитини вміст жовчних кислот у складі жовчі відносно високий. В дошкільний та молодший шкільний вік кислотність жовчі значно знижується, а у дорослих знову суттєво зростає. Вказана динаміка свідчить про те, що для дітей дошкільного і молодшого шкільного віку жирна їжа є занадто важкою, тоді як білкова та вуглеводна є найбільш придатною.

За добу у дорослої людини виробляється до 1000 мл жовчі. Видалення жовчі регулюється *рефлекторно* (від рецепторів, що спрацьовують при попаданні їжі у шлунок та кишки) і *гуморально* (під дією гастрину шлунка або спеціального інкрета слизової дванадцятипалої кишки *холіцистокініна*). Печінка інтенсивно росте до 25 років, збільшуючи масу від 150 г (у новонародженої дитини) до 1500 г (у дорослих).

З дванадцятипалої кишки харчові речовини переміщуються у подальші відділи тонкої кишки: *порожню* та *клубову*. В цих відділах травного тракту, перш за все, продовжуються і остаточно завершуються

процеси перетравлення білків, жирів та вуглеводів. Це здійснюється за рахунок ферментів кишкового соку, яких нараховують близько 20. Так, наприклад, ферменти *ерепсин* і *нуклеаза*, доводять розпад пептонів до амінокислот; *ліпази* перетравлюють жири до рівня гліцерину та жирних кислот; *інвертази* та *амілази* розчинюють вуглеводи до глюкози та інших моноцукрів. Більша кількість ферментів кишкового соку утворюється епітелієм слизової кишки, забезпечуючи пристінкове перетравлення. Разом з цим в тонкій кишці відбувається інтенсивне всмоктування продуктів розпаду, а саме, амінокислот білків, глюкози та частково гліцерину — у кров; жирних кислот і більшої частини гліцерину — у лімфу.

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

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

З тонкої кишки, довжина якої у дорослих становить 5–7 м., а загальна площа слизової (за рахунок ворсинок) сягає 500 м², харчові речовини потрапляють у *товсту кишку*. В будові товстої кишки виділяють наступні відділи: *сліпий* (*сліпа кишка*) з червеподібним відростком — *апендиксом*, *висхідний*, *ободовий*, *низхідний* та *сигмоподібний* відділи. Місце впадіння тонкої кишки в сліпий відділ товстої кишки має кільцевий сфінктер (*плеціокальний клапан*) за допомогою якого харчові маси порціями по 40–50 мл періодично переходять із порожнини тонкої кишки у товсту. Загальна довжина товстої кишки у дорослих становить 1–2 метри. В цьому відділі травного тракту ферментативна обробка їжі майже припиняється, але починаються гнильні та бродильні процеси під дією багато чисельних, в тому числі корисних, бактерій. В цих умовах, перш за все, починається інтенсивне розщеплення рослинної целюлози

до рівня моноцукрів, янтарної та молочної кислоти. Бактерії товстої кишки живляться неперетравленими залишками білків і амінокислот. Основними продуктами діяльності бактерій товстої кишки є синтез вітаміну *K*, *D* та вітамінів групи *B*. Разом з цим побічними продуктами діяльності кишкових бактерій є утворення отруйних для організму сполук ряду *філохінонів*, а саме: *індолу*, *скатолу*, *фенолу* та інших речовин, які потрапляють у кров, з нею досягають печінки і лише там нейтралізуються.

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

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

Другою важливою функцією кишок є їх *моторика*, яка забезпечує постійне перемішування продуктів їжі з травними соками та рух їжі вздовж травного тракту. Моторика також забезпечує підвищений внутрішньо кишковий тиск, що сприяє покращенню процесів всмоктування (осмосу) продуктів перетравлення. Моторика кишок забезпечується видовженими та кільцевими м'язами стінок кишок, які обумовлюють сегментацію та перистальтику. *Сегментація*, або кільцеподібні скорочення, відбуваються до 10 разів за хвилину, що сприяє руху харчових мас вперед і назад, тобто їх перемішуванню. *Перистальтичні рухи*, пов'язані з роботою видовжених м'язів і відбуваються хвилеподібно вздовж всіх кишок із швидкістю 1–2 м/сек., сприяючи цим проштовхуванню їжі від рота до прямої кишки і анального отвору. М'язи кишок у дітей до 12 років розвинуті слабо, що обумовлює часті *запори*.

Гладеньким м'язам кишок властивий певний автоматизм скорочень, але інтенсивність перистальтики додатково іннервується клітинами інтрамуральної нервової системи кишок (клітинами Ауербаха) до яких, в свою чергу, приходять нервові закінчення нервів вегетативної нервової системи. Скорочення кишкових м'язів регулюється рефлекторно та гуморально. *Рефлекторна регуляція* здійснюється блукаючим (головним нервом парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи) та симпатичними нервами. Імпульси блукаючого нерва підсилюють перистальтику, а симпатичних нервів — пригнічують її, що буває від болю, страху, гніву та ін. При дуже сильному переляку може виникати надмірна активація блукаючого нерва, що приводить до підвищеної перистальтики (виникає так званий «нервовий пронос»). *Гуморальна регуляція* забезпечується перш за все речовиною *холіном*, що утворюється у слизовій дванадцятипалій кишці, всмоктується в кров і через неї активізує перистальтику. Аналогічний ефект дають підвищене виділення жовчі та надлишок у складі їжі солі кальцію, тоді як солі калію пригнічують перистальтику.

Слід зазначити, що дітям притаманне часте проявлення такого захисного травного рефлексу, як *блювання*. Це може обумовлюватись підвищеним роздратуванням рецепторів слизової шлунку або кишок погано перетравленими чи токсичними речовинами, а також сильними нюховими і смаковими подразненнями. Центр блювоти знаходиться у довгастому мозку. Крім збуджень від рецепторів травної системи, цей центр може також збуджуватись певними речовинами крові, які виникають при фізичних перенавантаженнях, або від рецепторів вестибулярного апарату (блювота від укачування). При блювоті відбувається перистальтика зворотного типу і продукти їжі з кишок і шлунку можуть викидатись назовні через рота. Блювота має захисну функцію, тому треба уникати факторів, які сприяють цьому процесу, в тому числі, нормуючи рівень фізичних навантажень на дітей.

З функцією травлення пов'язане таке явище, як *відчуття голоду*, яке проявляється при порожньому шлунку періодичними (з інтервалом 1,5–2 години) не приємними відчуттями тривалістю до 10–15 хвилин. Періодичність приступів голоду пов'язана з коливанням активності

гіпоталамуса, який разом з клітинами ретикулярної формації та кори головного мозку формують такі відчуття на основі імпульсів від механічних та хімічних рецепторів травної системи.

4.8. Вікові особливості обміну речовин та енергії.

Режим раціонального харчування дітей

Як відомо, обмін речовин та енергії є основою життєдіяльності всіх живих істот. В більшості органів і тканин організму людини постійно відмирають і народжуються нові клітини, синтезуються і руйнуються окремі клітинні елементи та хімічні сполуки. В ролі будівельного (пластичного) матеріалу для нових утворень виступають продукти перетравлення білків, жирів та вуглеводів, а також вітаміни, неорганічні речовини та питна вода. Разом з цим, життєдіяльність і робота всіх систем та органів, всі будівельні та руйнівні процеси організму і, нарешті, процеси зовнішньої розумової або фізичної роботи людини потребують витрат енергії. Джерелом енергії, як і постачальником будівельних матеріалів, є споживчі речовини їжі. Так як утворення і руйнування біологічних структур, а також утворення і витрачання енергії на протязі життя відбуваються безперервно, одночасно і в тісному взаємозв'язку, то ці процеси називаються *обміном речовин та енергії* або для скорочення *обміном речовин*.

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

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

Анаболізм (від грецького *anabole* — підйом), або *асиміляція* — це реакції біологічного синтезу складних органічних сполук з простих

компонентів (амінокислот, жирних кислот, моноцукрів та інших), що потрапляють в клітини організму. Наприклад, із амінокислот утворюються білки клітин; жирні кислоти використовуються для побудови матрикса (стінок) органел клітин та для іншого. Анаболізм завжди супроводжується накопиченням енергії, наприклад, у формі макроергічних структур типу аденозінтрифосфорної кислоти (*АТФ*). В результаті анаболізму створюються нові клітини, або їх елементи замість тих що відмирають (руйнуються), а також виростають нові клітини і тканини під час росту організму дітей, або при збільшенні маси тіла у дорослих. Анаболізм (синтез) білків називається *пластичним обміном*.

Енергія для анаболізму та для всіх видів внутрішньої та зовнішньої роботи організму утворюється реакціями *катаболізму* (від грецького *katabole* — руйнування), або *дисиміляції*, при котрих відбувається розщеплення молекул органічних речовин з виділенням квантів енергії. Кінцевими продуктами катаболізму є вода, вуглекислий газ, сечовина, сечова і молочна кислоти та інші продукти, що зайві організму і які підлягають видаленню. Енергія в основному утворюється за рахунок реакцій фосфорилювання аденінових сполук і перетворення аденозінтрифосфорної кислоти (*АТФ*) у аденозіндіфосфорну кислоту (*АДФ*) з наступним ресинтезом *АТФ*. При вказаних перетвореннях саме і виділяються кванти енергії.

В залежності від співвідношення процесів анаболізму і катаболізму можливі три варіанти стану організму:

- *динамічна рівновага*, коли процеси анаболізму і катаболізму врівноважені, кількість клітин і тканин не змінюється, що властиво дорослому, здоровому організму у збалансованому стані;
- *ріст*, коли процеси анаболізму перебільшують, відбувається накопичення тканин, тобто ріст розмірів організму, що властиво дитячому організму або організму, який набирає вагу;
- *часткова втрата структур тіла*, коли перебільшують процеси катаболізму. При такому стані йде втрата тканин, зменшення маси тіла, виснаження організму. Таке властиво хворому або старіючому організму, а також організму, в якому цілеспрямовано зменшують масу тіла.

Для нормальної життєдіяльності організму необхідно своєчасне і повне забезпечення його клітин пластичними матеріалами та енергією, адекватно тим фактичним витратам, які потребує відповідна функціональна активність. За цих умов інтенсивність і напрямок обміну речовин кожен мить повинен відповідати потребам клітин та адекватно змінюватись. Наприклад, потреба м'язів у АТФ при переході від стану спокою до напруженої фізичної роботи за 1 секунду може зростати більше ніж у 100 разів.

Саморегуляція пластичного та енергетичного обмінів здійснюється за рахунок зміни активності ферментів, а зовнішня регуляція цього процесу забезпечується на клітинному, гуморальному та нервовому рівнях. При *клітинній регуляції* фермент змінює швидкість біохімічних реакцій, з'єднуючись з субстратом, що приймає участь у цих реакціях. Після змін субстрату, фермент виходить із комплексу реакцій непошкодженим і починає новий цикл. Швидкість таких реакцій в окремих клітинах коливається від 6 до 40 тис. за хвилину. При *гуморальній регуляції* гормони діють на ферменти, пригнічуючи або підсилюючи їх активність. При *нервовій регуляції* або змінюється інтенсивність роботи ендокринних залоз, або безпосередньо змінюється активність самих ферментів у клітинах.

Обмін речовин і енергії складається з обміну білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, неорганічних сполук та води.

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

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

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

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

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

Продукти перетравлення білків (амінокислоти) в організмі про запас не накопичуються. У зв'язку з цим, якщо з їжею потрапляє білків менше, ніж потребує організм, то потреби пластичного обміну будуть задовольнятися за рахунок ендогенних білків, що може призвести до білкового голодування і виснаження організму.

При надмірному вживанні білкової їжі, надлишок амінокислот буде дезамінуватись, а хімічні радикали цих перетворень стануть створювати глікоген і далі розпадатися до моноцукрів з виділенням енергії (це має місце, коли організм витрачає багато енергії, наприклад, при фізичних навантаженнях у спортсменів). Розпад надлишкових амінокислот звично йде шляхом відщеплення аміногрупи від амінокислоти з утворенням отруйного аміаку, вуглекислого газу і води. Аміак потрапляє у кров, доставляється до печінки і тут перетворюється на сечовину та у складі сечі виводиться нирками із організму. Із надлишкових амінокислот може також синтезуватись жир і, як наслідок, відбуватись ожиріння всього організму.

В зв'язку з тим, що кінцевим продуктом всіх білкових перетворень є азот, то стан білкового обміну в організмі зручно характеризувати співвідношенням кількості азоту, що виводиться з організму (наприклад,

з сечею) і тією кількістю азоту, яка потрапляє в організм з білками їжі за добу. В результаті можна отримати показник *азотистого балансу*, який буває позитивним або негативним. При *позитивному азотистому балансі* кількість азоту, що потрапляє в організм з їжею перебільшує кількість того, що видаляється, то б то йде наростання кількості білків в організмі. Таке явище має місце у дітей, що ростуть, у спортсменів при наростанні у них маси скелетних м'язів, а також у вагітних жінок та у людей, які набирають масу тіла або видужують після хвороби. При *негативному балансі* в організм потрапляє азоту менше, ніж виводиться. Це властиво для людей, які втрачають вагу, для хворих і пристарілих людей, а також для людей, які мають білкове голодування. При повноцінному поміркованому харчуванні має місце *азотиста рівновага*.

Руйнування білків в організмі і виведення азоту з сечею не припиняється навіть при відсутності білків у їжі. При безбілковій дієті за добу руйнується приблизно 331 мг власних білків на 1 кг маси тіла. Для людини з масою тіла 70 кг це становить 23,2 г і називається «*коєфіцієнтом зношування*». Таким чином, кількість білків в складі їжі, необхідних для покриття коефіцієнту зношування за добу в середньому становить 23–25 г і називається *білковим мінімумом*. Якщо тривалий час людина вживає лише мінімальну кількість потрібних білків, настає негативний азотистий баланс. Для нормального функціонування організму дорослих людей необхідний *білковий оптимум*, який досягається при вживанні 100–110 г білка за добу (при значних фізичних навантаженнях — до 130–140 г).

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

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

Центр регуляції білкового обміну розташований в гіпоталамусі проміжного мозку. Активність нейросекреторних клітин цього центру передається гіпофізу, а той, в свою чергу, своїми гормонами впливає на

обмін речовин та на активність інших залоз. Так, наприклад, соматотропний гормон гіпофізу (гормон росту) затримує білки (азот) в організмі і стимулює зростання розмірів і маси всіх органів. Гормони щитовидної залози (тироксин і трийодтиронін) стимулюють синтез білку і ріст тканин. Гормони надниркових залоз (*гідрокортизон* і *кортикостерон*) стимулюють синтез білків у печінці і сприяють його розпаду у м'язовій і лімфоїдній тканинах, тобто регулюють обмінні процеси.

Обмін жирів. Жири, що потрапляють в організм з їжею, в процесі перетравлення в тонкій кишці розщеплюються на гліцерин та жирні кислоти, які переважно всмоктуються з кишок в лімфу і частково у кров. В організмі з цих речовин синтезується власний жир, який перш за все є багатим джерелом енергії (1 г жиру при катаболізмі виділяє 9,3 ккал енергії). Жир є обов'язковою складовою таких клітинних структур, як цитоплазма, ядро і мембрана, є основною складовою статевих гормонів. Крім енергетичної та пластичної функції, жир, покриваючи внутрішні органи, захищає їх від механічних пошкоджень. Підшкірна жирова основа захищає організм від тепловтрат. З жирами в організм надходять жиророзчинні вітаміни (*A, D, E, K*).

Не використані в організмі жири їжі накопичуються у вигляді жирових відкладень під шкірою, в області сальника кишок та у складі пухкої сполучної тканини навколо окремих органів. Жир частково може синтезуватись також із надлишків білків та вуглеводів їжі. При необхідності, жирові відкладення можуть бути постачальниками енергії (до 80 % всієї потрібної), у тому числі теплової. Загальна кількість запасів жиру в організмі дорослої людини в середньому коливається в межах 10–20 % маси тіла, а при патологічному ожирінні може доходити до 50 %. У немовлят та мешканців північних районів (наприклад, у ескімосів) вдовж великих судин грудної клітки та між лопатками знаходиться так званий «*бурий жир*», який при розщепленні виділяє підвищену кількість тепла. Це забезпечує додаткове зігрівання організму та запобігає його переохолодженню. Жири організму в більшості випадків представляють собою тригліцириди олеїнової, пальмітинової та стеаринової кислот. Важливо зазначити, що в клітинах жирової тканини (*адіпоцитах*) жир перебуває у динамічному стані: постійно синтезується (процес *ліпогенезу*)

і розщеплюється (процес *ліпофізу*). Запасений в тканинах жир розпадається під дією ліпаз крові до гліцерину та жирних кислот, які далі окислюються до вуглекислоти і води з виділенням квантів енергії. Існує також шлях перетворення жиру (гліцерину) у вуглеводи (глікоген) в клітинах печінки.

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

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

На 1 кг маси тіла за добу рекомендується вживати приблизно 1,25 г жиру (в середньому 80–100 г за добу): 17 % по масі і до 30 % по енерговитратам. При фізичних навантаженнях потреба у жирах зростає у 1,5–2 рази. Для кращого всмоктування жиру в їжі дітей повинно бути достатньо вуглеводів, які сприяють більш повному окисленню жирів і запобігають накопиченню у крові кислих продуктів обміну жирів. Найбільш повно засвоюються рослинні жири та жири тваринного походження (до 90–97 %).

Обмін вуглеводів. Вуглеводи є найбільш доступним джерелом енергії в організмі. В процесі перетравлення їжі вуглеводи розщеплюються до глюкози, яка з кров'ю постачається до клітин і засвоюється ними, приймаючи участь у будові клітинних мембран та в енергетичному обміні. Із надлишків глюкози в печінці синтезується глікоген, який накопичується в тканинах печінки та у м'язах як депо вуглеводів організму. Зайві вуглеводи можуть також накопичуватись у вигляді жирових відкладень організму. При недостатці вуглеводів у їжі вони шляхом катаболізму можуть утворюватись із жирових відкладень, або із білків і жирів їжі.

При не достатку глюкози у крові (*глікоглікемії*) можливі головокружіння, вегетативні порушення, втрата свідомості. Особливо чутливі до цього діти. Розпад вуглеводів з виділенням енергії, може відбуватись як без наявності кисню (*анаеробно*) так і в його присутності (*аеробно*). Кінцевим продуктом обміну вуглеводів є вуглекислий газ та вода. Особливістю обміну вуглеводів є їх здатність швидко розпадатись та окислюватись, що дає можливість миттєво мобілізувати енергетичні ресурси організму при фізичних та психоемоційних стресах. Відомо, що при значному стомленні, наприклад, в період спортивних змагань, достатньо з'їсти декілька шматочків цукру або цукерок, щоб поліпшити стан організму.

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

На 1 кг маси тіла дітям молодшого шкільного віку потрібно вживати до 12–15 г вуглеводів за добу (1 г вуглеводів при розпаді дає 4.1 ккал енергії). Загальна потреба за добу у вуглеводах в середньому для дітей 4–7 років становить до 290 г; у 9–13 років до 370 г; у 14–17 років до 470 г; для дорослих до 500 г.

Водно-сольовий обмін. В організмі людини чистої води нема, але є три види *організменної* води:

- *вільна вода*, тобто це вода поза- та внутрішньоклітинних рідин, як розчинник органічних та неорганічних речовин;
- *зв'язана вода*, або така, що входить до складу колоїдів;
- *конституційна вода*, або така, що знаходиться у складі молекул білків, жирів та вуглеводів, а також у складі кісткової, м'язової та інших тканин.

Вода займає у дорослих людей до 65 % маси тіла, а у дітей — до 80 %. За добу дорослій людині в середньому потрібно до 2,5 л води, яка потрапляє в організм у процесі пиття та з їжею. З організму вода виводиться з сечею (до 1,5 л за добу), з потом (до 0,8 л за добу), з повітрям, що видихається (до 0,4 л за добу, а при глибокому диханні до 0,7 л) та через систему травлення (до 0,15 л за добу). Якщо води виводиться з організму на 1,5–2 % більше, ніж потрапляє в організм, то виникає відчуття спраги. Центр регуляції водного обміну розташований у гіпоталамусі.

Потреба у воді на 1 кг маси тіла з віком зменшується, а загальна потреба зростає. Так, у 2 роки на 1 кг маси тіла дитини потрібно 95 мл води, у 12–13 років — 45 мл, для дорослих — 35 мл. За добу для дітей 5–6 років потреба у воді становить 1200 мл; у 7–10 років — 1350 мл; у 11–14 років — до 1500 мл; у 15–17 років — до 2000 мл. Втрата організмом 10–20 % води небезпечна для життя, а 25 % — смертельна. Баланс води за добу у дітей різного віку та у дорослих приведений в табл. 3.

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

Обмін мінеральних речовин. Організм людини потребує також постійного поповнення мінеральних солей і перш за все речовин, що містять натрій, калій, хлор, магній, залізо, кальцій, фосфор та ін. У дорослої людини мінеральні речовини становлять до 5 % маси тіла і приймають важливу участь у багатьох процесах життєдіяльності: проведенні збуджень, утворенні кислоти шлунку, у переносі газів кров'ю, для підтримки лужності крові, для процесів окостеніння кісток, для роботи багатьох залоз.

Таблиця 3

Загальний баланс води (в мл на 1 кг маси тіла) у дітей та у дорослих (Ю. Е. Вельтишев, 1983)

Баланс води за добу	Діти		Дорослі Маса тіла 60–90 кг
	Маса тіла ≤ 10 кг	Маса тіла 11–50 кг	
Вживання рідини	120–150	70–50	40–50
Загальні втрати рідини в тому числі через:	30–84	34–60	20–32
• нирки	20–50	20–32	11–16
• систему травлення	2,5–4,0	2,4–4,0	1,3–2,7
• піт, дихання	7,5–30	12–24	8,0–13

Діти особливо потребують солей кальцію та фосфору у зв'язку з ростом кісток. Так, наприклад, у молодших школярів потреба у кальцію за добу становить до 2,4 г; у фосфорі — до 2,0 г. Оптимальне співвідношення між концентрацією солей кальцію та фосфору для дітей дошкільного віку становить 1:1; у віці 8–10 років — 1:1,5; у старших школярів 1:2. Лише за таких умов розвиток скелету проходить нормально. Найкраще джерело кальцію та фосфору для дітей — це молоко.

Потреба у залізі для дітей також підвищена у зв'язку з інтенсивними процесами кровотворення і досягає 1,2 мг (для дорослих 0,9 мг) на 1 кг маси тіла, або загалом до 20 мг за добу. Натрію діти повинні отримувати до 40 мг за добу (дорослі — до 60 мг), калію — до 30 мг, хлору — до 15 мг, кальцію — до 10 мг. Крім вказаного в організмі людини є всі інші відомі у природі мінеральні елементи, причому кожен з них виконує відповідну фізіологічну роль не взаємо замінюючи один одного. Наприклад, *натрій* забезпечує сталість осмотичного тиску, приймає участь у виникненні і проведенні імпульсів збуджень, регулює кислотно-лужну рівновагу. *Калій* приймає участь у виникненні потенціалів збуджень у нервовій та м'язовій системах, бере участь в багатьох обмінних процесах, стимулює утворення медіаторів нейронних синапсів. *Кальцій* входить до складу багатьох молекул різних тканин організму (кісток, зубів, м'язів), приймає участь у процесах згортання крові. *Магній* входить до складу багатьох ферментів, регулює обмінні процеси. *Фосфор* входить до складу кісткової тканини, є складовою енергоносіїв (АТФ), входить до складу мембран багатьох клітин, в тому числі нейронів мозку, приймає участь у синтезі ДНК. *Хлор* входить до складу соляної кислоти шлунку, забезпечує створення біопотенціалів клітин. *Залізо (ферум)* є складовою еритроцитів крові. *Кобальт, мідь (купрум)* приймають участь у процесах кровотворення та клітинного дихання. *Йод* входить до складу гормонів щитоподібної залози, регулює обмін речовин в організмі. *Срібло (аргентум)* регулює окисно-відновлювальні процеси, виступає як антисептик. *Ванадій* сприяє обмінним процесам у м'язах і паренхіматозних органах. *Цирконій* стимулює ріст і розвиток тканин організму. *Бром* приймає участь в утворенні гормонів гіпофізу.

Мінеральний обмін регулюється від центрів гіпоталамуса з залучанням для цього кортикотропних гормонів гіпофіза, мінералокортикоїдних гормонів надниркових залоз, а також відповідних гормонів щитоподібної та пара щитоподібної залоз.

Значення вітамінів. Вітаміни — це органічні сполуки, які край необхідні для нормального функціонування організму, так як входять до складу багатьох ферментів і гормонів, стимулюють захисні сили організму, його ріст, диференціацію та формоутворення. Більшість вітамінів не утворюються в організмі і потрапляють з їжею, особливо разом з овочами, фруктами, з молоком, печінкою та ін. Найважливішими вітамінами вважаються:

- *вітамін B_1* (тіамін), який нормалізує обмін речовин та роботу серця. При його відсутності розвивається хвороба «*Бері — Бері*», коли людина втрачає апетит, швидко втомлюється, позбавляється чутливості та сили м'язів ніг, у неї пошкоджується слух і зір, відмирають клітини довгастого мозку і без лікування людина гине. Цього вітаміну багато у горіхах, зернових крупах, у печінці і у дріжджах, рибі, бобових рослинах;
- *вітамін B_2* (рибофлавін) міститься у хлібі, молоці, яйцях, печінці, м'ясі і томатах. При авітамініозі у дітей затримується розвиток нервової системи, виникає враження шкіри і очей, можуть розвиватись недокрів'я, затримка росту, зниження маси тіла, шкіряні екземи, порушення кровообігу, напади втрати свідомості. Гіпервітаміноз приводить до запалення сітківки ока, шкіри, язика, до виникнення трофічних виразок. Потреба в цьому вітаміні за добу становить 2–4 мг;
- *вітамін B_6* (піродоксин) міститься у м'ясі, рибі, бобових рослинах, печінці, дріжджах, нирках. Приймає участь в обміні білків, жирів та вуглеводів, у процесах кровотворення. При авітамініозі розвиваються дерматити, неврити, м'язова слабкість, судоми. Потреба в цьому вітаміні за добу становить 2–4 мг;
- *вітамін B_{12}* (ціанкобалламін) у людей синтезується у кишках, а також міститься у м'ясі риби, печінці та нирках. Цей вітамін потрібен для регуляції обміну речовин (особливо в нервовій тканині),

для покращення процесів кровотворення, сприяє зниженню холестерину крові та приймає участь у прискоренні росту і розвитку організму. Потреба в цьому вітаміні становить до 0,005 мг за добу;

- *Вітамін РР* (нікотинамід) міститься у зелених овочах, моркві, картоплі, молоці, дріжджах, печінці, м'ясі. При недостатці цього вітаміну у людей розвивається захворювання на «*пелагра*»: шкіра стає шершавою, покривається червоними плямами, може знижуватись пам'ять, виникати психози і галюцинації;
- *вітамін С* (аскорбінова кислота). Міститься у багатьох продуктах рослинного походження, печінці. Цей вітамін сприяє укріпленню імунітету, поліпшує стан кровоносних судин, приймає участь у тканинному диханні, в синтезі кісткової тканини та білків, поліпшує стан судин. Авітаміноз приводить до розвитку захворювання на «*цингу*» при якому виникає пригніченість, загальна слабкість, кровотеча ясен, випадіння зубів, зменшується стійкість до інфекцій і токсинів. Потреба в цьому вітаміні за добу становить 75–100 мг;
- *вітамін А* (ретинол) утворюється в організмі із речовини каротіна, який міститься у моркві, помідорах, багатьох фруктах, печінці, риб'ячому жирі, коров'ячому маслі, яйцях. Вітамін приймає участь в підтримці імунної активності, впливає на стан шкіри та слизових оболонок, поліпшує зір. При авітамінозі затримується ріст дітей, падає гострота зору, пошкоджується шкіра, виникають кон'юнктивіти очей. Гіпервітаміноз порушує обмін речовин, процеси травлення, визиває некроз'я. Потреба за добу становить 1–2 міліграм еквівалентів (мге);
- *вітамін D* (ергокальциферол) міститься в жовтках яєць, молоці, риб'ячому жирі. При авітамінозі розвивається хвороба на *рахіт*, при якій порушується формування кісток, припиняється їх ріст та окостеніння. Діти, хворі на рахіт, значно відстають у розвитку по всім напрямкам;
- *вітамін Е* (токоферол) міститься в олії, зелених листках овочів, яйцях. Регулює внутріклітинні процеси, захищає мітохондрії від

пероксидантів, а еритроцити крові — від гемолізу. При авітамінізії розвивається дистрофія м'язів, порушення процесів статевого дозрівання;

- *вітамін К* представляє собою жовтувате масло. Цей вітамін міститься в зелених частинах рослин, в лисках капусти, у моркві, в помідорах та в печінці. Вітамін приймає участь в процесах синтезу протромбіна та в кровотворенні.

Добова потреба дітей шкільного віку у основних вітамінах приведена в табл. 4.

Таблиця 4

Потреби людей різного віку у вітамінах за добу

(додаток до наказу Міністерства охорони здоров'я України № 272 від 18.11.1999 р.)

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

Обмін енергії. Обмін енергії між організмом і навколишнім середовищем здійснюється за законами термодинаміки. Організм всередині себе постійно створює *негентронію* (тобто підтримує структурність елементів, які розпадаючись здатні виділяти енергію). Для цього перш за все використовується енергія, що накопичена у продуктах навколишнього середовища (у вигляді макроскопічних сполук, що надходять з їжею). Навколо себе організм створює *ентронію*, виділяючи енергію у вигляді тепла. *Ентронія* — це втрата структурності з виділенням енергії.

Співвідношення між енергією, що надходить в організм і кількістю енергії, що виділяється ним, називається *енергетичним балансом*. Якщо цей баланс буде позитивним — то енергоносії затримуються в організмі і навпаки.

Виділяють два рівня обміну енергії: *основний обмін (ОО)*, або той рівень обмінних процесів в організмі, який необхідний для його функціонування в умовах фізіологічного спокою. Цей обмін об'єднує витрати енергії на біосинтез, на підтримку концентраційних градієнтів різних іонів на оболонках клітин та на діяльність внутрішніх органів (мозку, серця, дихальних м'язів, печінки, нирок та ін.). Рівень основного обміну залежить від віку, статі, маси тіла та росту людини і, виходячи з цих параметрів, визначається за відомими у фізіології таблицями Гарріса-Бенедікта (див. додаток 1 і 2). Згідно цих таблиць загальний рівень основного обміну (*ОО*) розраховують в залежності від статі людини як суму енергетичних витрат виходячи з маси тіла (визначається за табл. *А*) та віку і росту людини (визначається за табл. *Б* Гарріса-Бенедікта). Наприклад, дівчина у віці 17 років, маса тіла якої становить 46 кг, а зріст 156 см має $ОО = 1095 + 201 = 1296$ ккал. При відсутності таблиць Гарріса-Бенедікта величину основного обміну (*ОО*) можна розраховувати за допомогою рівнянь, наведених у табл. 5.

У дітей рівень основного обміну на одиницю маси тіла значно більший, ніж у дорослих людей, що пояснюється більш інтенсивними процесами біосинтезу в дитячому віці. Відомо, наприклад, щоб «вмонтувати» одну амінокислоту в ланцюг білкової молекули потрібна енергія двох молекул *АТФ* (аденозітрифосфоруної кислоти).

У дітей до 5 років за одну годину на 1 кг маси тіла витрачається приблизно 14 — 15 кДж (3,45 ккал) енергії, у 10 років приблизно 9 — 10 кДж (2,26 ккал), у 15 років — 5,3 — 6,0 кДж (1,33 ккал) і у дорослих людей — 4,2 кДж (1 ккал) на 1 кг маси тіла за годину. У дівчат (жінок) основний обмін приблизно на 5 % нижчий, ніж у хлопців (чоловіків). Середні вікові зміни рівня основного обміну наведені у табл. 6.

Таблиця 5

Рівняння для розрахунку величин основного обміну (ОО) людей різного віку (В. І. Бобрицька, 2004)

Вікова група, років	Стать	Рівняння для розрахунку ОО
10–18	хлопці	$16.6 M + 77 L + 572$
	дівчата	$7.4 M + 482 L + 217$
19–30	чоловіки	$15.4 M - 27 L + 717$
	жінки	$13.3 M + 334 L + 35$
31–60	чоловіки	$11.3 M + 16 L + 901$
	жінки	$87 M - 25 L + 865$
61 і більше	чоловіки	$8.8 M + 1128 L - 1071$
	жінки	$9.2 M + 637 L - 302$

Примітка: M — маса тіла, кг; L — довжина тіла, м

Таблиця 6

Середні вікові зміни рівня основного обміну у людей (С. І. Гальперин, 1974)

Вік, років	Основний обмін (ккал на м ² поверхні тіла за годину)		Вік, років	Основний обмін (ккал на м ² поверхні тіла за годину)	
	хлопці	дівчата		чоловіки	жінки
1	48	45	11–12	40	40
3	48	43	14–16	46	43
5	45	41	17–18	43	40
6	44	40	19–20	41	38
7–8	43	40	21–30	39	37
9–10	42	40	31–50	38	36

Динаміка основного обміну з віком щільно пов'язана з енергетичними витратами на ріст організму. Чим менше вік дитини, тим відносні витрати енергії на ріст більші (рис. 30). Наприклад, витрати енергії на ріст у віці 3 місяці становлять 36 %, у віці 6 місяців — 26 %, 10–12 місяців — 21 % загальної енергетичної цінності їжі.

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

За даними А. П. Матвеева (2003) вживання білкової їжі підвищує рівень обміну на 30 %; жирної і вуглеводної їжі — на 15 %, а звичайної змішаної їжі на 30–35 %. Виконання неважкої роботи у побуті підвищує рівень обміну на 30–60 %. Фізична помірна робота та звичайні спортивні тренування можуть підвищувати рівень обміну у 20–25 разів, тобто більше ніж на 2000 %. Розумова праця, яка не супроводжується м'язовими зусиллями і емоційною напругою підвищує енергетичні витрати всього на 2–3 %. Якщо до розумової праці додається емоційна напруга, то енергетичні витрати можуть зростати на 40–90 %.

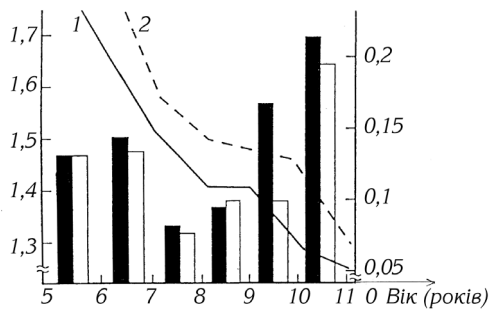


Рис. 30

Зміна інтенсивності основного обміну та відносного щорічного приросту маси, кг тіла у дітей 5–11 років (А. Г. Хрипкова та ін., 1990)¹

¹ На малюнку позначені: по осі ординат зліва — рівень теплопродукції (ккал/кг за годину); справа — показники відносного приросту маси тіла; лінії 1 і 2 — зміни рівня основного обміну відповідно у дівчат (1) і хлопців (2); чорні стовпчики — щорічні відносні показники приросту маси тіла у дівчат; білі стовпчики — відповідно у хлопчаків.

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

Серед багатьох систем харчування найбільш привабливою вважається система *збалансованого харчування*, згідно з якою кількість їжі, що споживається, повинна відповідати енергетичним витратам людини, то б то повинен досягатись якісний та енергетичний баланс.

Відомо, що енергетична цінність 1 г білків становить 4,1 ккал, вуглеводів — 4,1 ккал і жирів — 9,3 ккал (1 ккал = 4,187 кДж). Знаючи енергетичну цінність 100 г харчового продукту по складу білків, жирів та вуглеводів (для цього користуються спеціальними таблицями, див. додаток 3), а також фактичні витрати енергії людиною за добу розраховують (складають) раціон харчування із будь — якого набору продуктів.

Але раціон, складений лише за енергетичними критеріями, не буде відповідати вимогам повноцінного і збалансованого харчування. Для організму важливо, щоб їжа містила усі необхідні поживні речовини в певному співвідношенні. Останнє у великій мірі залежить від віку людини та від виду її зовнішньої діяльності (важкості праці, наявності шкідливих чинників в оточуючому середовищі та ін.). А. Г. Хрипкова із співавт. (1990) рекомендує дошкільнятам (до 6 років) та школярам молодшого шкільного віку (6–10 років) дотримуватись співвідношення білків, жирів та вуглеводів у складі їжі на рівні 1:2:3 (то б то на кожен грам білків потрібно споживати 2 грами жирів і 3 грами вуглеводів). Для учнів середнього (11–13 років) і старшого шкільного (14–17 років) віку, так як і для дорослих людей, співвідношення основних компонентів їжі рекомендується на рівні 1:1:4. Саме за цих умов білки максимально затримуються в організмі і найкраще засвоюються інші компоненти їжі. Останнім часом деякі дослідники (І. М. Маруненко, 2004, та ін.) рекомендують

дотримуватись співвідношення білків, жирів і вуглеводів у збалансованій їжі за добу в харчуванні як дорослих, так і дітей будь-якого віку на рівні 1:1:4. Експерти Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я (ВООЗ) вважають, що оптимальним є вживання їжі, калорійність якої на 12–15 % складають білки, 30–35 % — жири і 50–55 % — вуглеводи, тобто має місце співвідношення 1:2:3 (цитується за В. Г. Грибан, 2005).

Згідно додатку до наказу № 272 Міністерства охорони здоров'я України від 18.11.1999 р., встановлені норми фізіологічних потреб дітей шкільного віку в основних харчових речовинах та енергії, які наведені в табл. 7, 8.

Без задоволення норми фізіологічних потреб організму в білках, жирах, вуглеводах, мінеральних речовинах та вітамінах, порушується нормальний ріст, фізичний та розумовий розвиток дітей. Вміст основних компонентів їжі в складі найбільш поширених харчових продуктів представлений у додатку 3, що дає можливість скласти відповідні раціональні раціони харчування.

Таблиця 7

Норми потреби дітей шкільного віку в білках, жирах, вуглеводах та енергії за добу

(додаток до наказу Міністерства охорони здоров'я України № 272 від 18.11.1999 р.)

Вікові групи, років	Енергія, кілокалорій	Білки, г		Жири, г		Вуглеводи, г
		усього	тваринні	усього	Рослинні ¹	
6 (учні)	2200	72	36	65	10	332
7–10	2400	78	39	70	16	365
11–13 хлопці дівчата	2800	91	46	82	19	425
	2550	83	42	75	17	386
14–17 хлопці дівчата	3200	104	52	94	20	485
	2650	86	43	77	18	403

¹ Кількість жирів рослинного походження приведена за нормами МЗ ССРСР від 22.03.82 р. № 735-68 (С.В.Попов, 1997)

Таблиця 8

*Норми потреби дітей шкільного віку у мінеральних речовинах
(за А. О. Дробинської, 2003; І. М. Маруненко, 2004)*

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

Враховуючі особливу роль білків для дитячого організму, слід пам'ятати, що вони повинні бути повноцінними. Повноцінними білками вважаються білки тваринного походження, які містять незамінні амінокислоти. В той же час рослинні білки також дуже корисні для організму людини і вони обов'язково повинні бути в збалансованому раціоні. Це стосується і жирів їжі. Для дітей молодшого шкільного віку (від 6 до 10 років) як для хлопчиків так і для дівчат (див. табл. 7), рекомендується наступний склад їжі за добу (в грамах): білків 72–78 г (в тому числі тваринного походження 36–39 г); жирів 65–70 г (в тому числі рослинного походження від 10 до 16 г) і вуглеводів 332–365 г.

Для дітей 11–13 років рекомендується вводити диференціацію складу їжі в залежності від статі дитини. Для хлопців 11–13 років необхідно споживати за добу: білків до 91 г (в тому числі до 46 г тваринного походження), жирів до 82 г (в тому числі до 19 г рослинного походження) і до 425 г вуглеводів. Дівчатам цього ж віку, у зв'язку з їх меншою фізичною активністю, рекомендується вживати: білків до 83 г (в тому числі до 42 г тваринного походження); жирів до 75 г (в тому числі до 17 г рослинного походження) і вуглеводів до 340 г.

Наведені норми споживання білків, жирів і вуглеводів стосуються чистого компоненту, який звично міститься в значно більшій за масою кількості природних харчових продуктів. Вміст білків, жирів та вуглеводів в складі 100 г найбільш поширених харчових продуктів також наведений в додатку 3 та вказується на упаковці більшості сучасних продуктів.

Надлишки жирів і вуглеводів у складі їжі можуть приводити (особливо при низькій фізичній активності) до їх накопичення в організмі у вигляді жирів організму. Це може також сприяти порушенням процесів нормального росту і розвитку дітей. Виникає при цьому *ожиріння* може приводити до зменшення витривалості організму, до глибоких порушень обміну речовин, до падіння функціональних можливостей серцево-судинної системи, працездатності та імунної реактивності.

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

Для нормального росту, розвитку і активної життєдіяльності дітей дуже велике значення має забезпечення їх організму фізіологічно необхідною кількістю мікроелементів і мінеральних речовин (табл. 8), які в основному поступають в організм з їжею. Фізіологічними нормами потреб організму школярів молодшого та середнього шкільного віку (6–13 років) в мікроелементах слід вважати (в міліграмах за добу): кальцію (CaI^+) до 1200 мг; фосфору (P^+) до 1200 мг; магнію (Mg^+) до 280 мг; заліза (Fei^+) до 15 мг. Крім того організм дітей потребує за добу 6–8 г кам'яної солі ($NaCl$). Кам'яна сіль використовується в організмі для створення соляної кислоти (складової шлункового соку), а також абсолютно необхідна як джерело іонів Na^+ і Cl^- для здійснення процесів збудження та нормальної роботи серця, м'язів, нервової діяльності. При нестачі в складі їжі солі у дітей можуть виникати запаморочення, втрата свідомості, порушуються процеси сечоутворення.

Кальцій і фосфор використовуються в організмі для росту кісткових тканин, а також ці мікроелементи входять до складу багатьох білків і клітин нервової тканини та клітин інших органів. Кальцій має вирішальне значення для забезпечення згортання крові.

Постачальниками цих мікроелементів є молоко, яйця, мозок, м'ясо, горіхи, крупи, овес та ін.

Солі *магнію* необхідні організму для регуляції багатьох обмінних процесів. Цього мікроелементу багато у хлібі, квасолі, сиру, мигдалю та горіхах.

Калій та його солі є найважливішим мікроелементам, який приймає участь (разом з іонами Na^+) у формуванні потенціалів спокою та дії, які є основним в роботі нервових, м'язових і секреторних клітин. Мікроелемент *калій* в організмі людини виконує також функцію передачі імпульсів збудження вдовж нервів, приймає участь у роботі м'язів, та в регуляції обміну води. Цей мікроелемент в достатній кількості надходить в організм у складі овочів: картоплі, капусти, буряку, моркви тощо.

Залізо — необхідний компонент еритроцитів крові, так як входить до складу гемоглобіну, без якого не можливі процеси транспорту газів і зовнішнього дихання в цілому. При недостатчі в їжі заліза, у дітей може розвинутих недокрів'я. На залізо багаті такі продукти, як яйця, картопля, м'ясо, капуста, горох, салат, яблука.

Мікроелемент *сірка* використовується в організмі людей для нейтралізації багатьох токсичних продуктів, які утворюються при обміні речовин. Сірка міститься у квасолі, гороху, бобах, м'ясі.

Дуже важливо забезпечувати організм, що росте, достатньою кількістю вітамінів. Слід пам'ятати, що надлишок вживання вітамінів приводить до *гіпервітамінозу*, а недостатня його кількість — до *авітамінозу*. Обидва ці явища негативно впливають на життєдіяльність та розвиток дітей і таким чином їх не слід допускати. Фізіологічні норми потреб організму школярів молодшого і середнього шкільного віку (7–13 років) в основних вітамінах (див. табл. 4) в міліграмах на добу, наступні: вітаміну B_1 до 1,0; вітаміну B_2 до 1,2; вітаміну PP до 15–18; вітаміну B_6 до 1,7; вітаміну C 60–70; вітаміну A (міліграм-еквівалентів — мге) 700–1000; вітамін D (мге) до 2,5. При інтенсивних розумових або фізичних (заняття спортом) навантаженнях потреба організму дітей майже у всіх вітамінах зростає на 10–15 %. У дітей старшого шкільного віку та у дорослих людей потреба в вітамінах зростає на 40–50 % відносно потреб дітей 10–13 років.

Для організації раціонального харчування дітей первинне значення має визначення калорійності їжі. Калорійність харчування повинна враховувати довжину тіла (зріст), масу тіла, вік, стать, характер діяльності, період року, клімат, температуру навколишнього середовища та ін. Основою для обґрунтування калорійності харчування дітей (людей) різного віку є загальні витрати (обмін) енергії ($3O$), який враховує витрати основного обміну (OO) та витрати на зовнішню діяльність ($3d$): $3O = OO + 3d$. За даними А. А. Маркосяна (1974) загальний обмін енергії для людей різного віку в середньому становить (у кілокалоріях за 24 години доби на 1 кг маси тіла):

- вік 1–3 місяці 110–120 ккал
 - 6–12 місяці 98–100 ккал
 - 2–6 років 70–75 ккал
 - 7–10 років (молодші школярі) 60–70 ккал
 - 11–15 років (учні середнього шкільного віку, що спеціально не займаються спортом)..... 45–55 ккал
 - ≥ 16 років (учні старшого шкільного віку та дорослі, що виконують легку фізичну або мало напружену роботу)..... 35–55 ккал
- Орієнтовно енергетичні потреби дітей (до 16 років) за добу (ккал/кг маси) можна розрахувати за формулами:

- для дітей до 1 року: $125 - 2,5 \cdot P$ ккал/кг;
- для дітей після 1 року: $100 - 4,0 \cdot P_1$ ккал/кг,

де P — вік дитини (місяців); P_1 — вік дитини (років).

Наприклад, для дитини у віці 7 років потреба енергії за добу в кілокалоріях на 1 кг маси тіла приблизно становить: $100 - 4,0 \cdot 7 = 72$ ккал/кг.

Середній рівень калорійності харчування школярів різного віку (в ккал/ на добу) за даними В. І. Бобрицької (2004) становить (табл.7):

- 6 років хлопці і дівчата — 2200 ккал/ на добу;
- 7–10 років хлопці і дівчата — 2400 ккал/ на добу;
- 11–13 років хлопці — 2800 ккал/ на добу;
дівчата — 2550 ккал/ на добу;

- 14–17 років хлопці — 3200 ккал/ на добу;
дівчата — 2700 ккал/ на добу;
- 18 років і більше чоловіки — 3500 ккал/ на добу;
(при розумовій діяльності) жінки — 2900 ккал/ на добу.

Для осіб, зайнятих на тяжких фізичних роботах, або для спортсменів, необхідна калорійність їжі може сягати 5000 — 7000 ккал.

В дитячих оздоровчих закладах, санаторіях та спеціальних закладах для хворих на туберкульоз калорійність їжі для всіх дітей повинна бути підвищеною до 3500 ккал/добу.

Висока калорійність їжі (до 4000–5000 ккал/добу) необхідна також школярам, що займаються спортом, особливо в період відповідальних тренувань та змагань. Підраховано, що за 1,5–3,0 години інтенсивних тренувань у юних легкоатлетів, плавців і гімнастів використовується до 35 % енерговитрат від загального їх об'єму за добу.

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

4.9. Вікові особливості серцево — судинної системи та імунного захисту організму

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

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

Кров виконує цілу низку функцій, в тому числі дихальну (переніс газів); транспортну (переніс води, продуктів живлення, енергоносіїв та продуктів розпаду); захисну (знищення хвороботворних мікроорганізмів, виведення токсичних речовин, запобігання втрат крові); регулюючу (переніс гормонів та ферментів) та терморегулюючу. В плані підтримки гомеостазу, кров забезпечує водно-сольовий, кислотно — лужний, енергетичний, пластичний, мінеральний і температурний баланс в організмі.

З віком питома кількість крові на 1 кілограм маси тіла в організмі дітей зменшується. В дітей до 1 року кількість крові відносно всієї маси тіла становить до 14,7 %, у віці 1–6 років — 10,9 % і тільки у 6–11 років встановлюється на рівні дорослих (7 %). Таке явище обумовлене потребами більш інтенсивного протікання обмінних процесів в дитячому організмі. Загальний об'єм крові у дорослих людей з масою тіла 70 кг становить 5–6 л.

При перебуванні людини в стані спокою певна частина крові (до 40–50 %) знаходиться в кров'яних депо (селезінці, печінці, в клітчатці під шкірою і легенях) і не приймає активної участі у процесах кровообігу. При підсиленні м'язової роботи, або при кровотечах депонована кров переходить у кровоносне русло, збільшуючи інтенсивність обмінних процесів або вирівнюючи кількість циркулюючої крові.

Кров складається з двох основних частин: плазми (55 % маси) і формених елементів 45 % маси). *Плазма* у свою чергу містить 90–92 % води; 7–9 % органічних речовин (білків, вуглеводів, сечовини, жирів, гормонів та ін.) та до 1 % неорганічних речовин (заліза, міді, калію, кальцію, фосфору, натрію, хлору та ін.).

До складу формених елементів належать: еритроцити, лейкоцити та тромбоцити (табл. 11) і майже всі вони утворюються у червоному кістковому мозку в результаті диференціації *стволових* клітин цього мозку. Маса червоного мозку у новонародженої дитини становить 90–95 %, а у дорослих до 50 % всієї мозкової субстанції кісток (у дорослих це складає до 1400 г, що відповідає масі печінки). У дорослих людей частина червоного мозку перетворюється на жирову тканину (жовтий кістковий

мозок). Крім червоного кісткового мозку, деякі формені елементи (лейкоцити, моноцити) утворюються в лімфатичних вузлах, а у новонароджених дітей ще й у печінці.

Для підтримки клітинного складу крові на потрібному рівні в організмі дорослої людини з масою тіла 70 кг щодоби утворюється $2 \cdot 10^{11}$ (два триліони, трлн.) еритроцитів, $45 \cdot 10^9$ (450 мільярдів, млрд.) нейтрофілів; 100 млрд. моноцитів, $175 \cdot 10^9$ (1 трлн. 750 млрд.) тромбоцитів. В середньому у людини за 70 років життя при масі тіла 70 кг виробляється еритроцитів до 460 кг, гранулоцитів (нейтрофілів) 5400 кг, тромбоцитів 40 кг, лімфоцитів 275 кг. Сталість вмісту формених елементів в крові підтримується тим, що ці клітини мають обмежений термін життя.

Еритроцити є червоними кров'яними тільцями. В 1 мм^3 (або мікролітрів, мкл) крові чоловіків в нормі нараховується від 4,5–6,35 млн еритроцитів, а у жінок до 4,0–5,6 млн (у середньому відповідно 5,4 млн. та 4,8 млн.). Кожна клітина еритроциту людини має діаметр 7,5 мікронів (мкм), товщину — 2 мкм і містить приблизно 29 пікограм (пг, 10^{-12} г) гемоглобіну; має двовгнуту форму і у зрілому стані не має ядра. Таким чином, у крові дорослої людини в середньому нараховується $3 \cdot 10^{13}$ еритроцитів та до 900 г гемоглобіну. За рахунок вмісту гемоглобіну еритроцити виконують функцію газообміну на рівні всіх тканин організму. *Гемоглобін* еритроцитів включає білок *глобін* та 4 молекули *гему* (білку, що поєднаний з 2-х валентним залізом). Саме остання сполука здатна не стійко приєднувати до себе на рівні альвеол легень 2 молекули кисню (перетворюючись на *оксигемоглобін*), та транспортувати кисень до клітин організму, забезпечуючи цим життєдіяльність останніх (окислювальні обмінні процеси). В обмін на кисень клітини віддають зайві продукти своєї діяльності, в тому числі вуглекислий газ, який частково поєднується з оновленим (віддавши кисень) гемоглобіном, утворюючи карбогемоглобін (до 20 %), або розчинюється у воді плазми з утворенням вугільної кислоти (до 80 % всього вуглекислого газу). На рівні легень, вуглекислий газ виводиться зовні, а кисень знову окислює гемоглобін і все повторюється. Обмін газів (кисню та вуглекислого газу) між кров'ю, міжклітинною рідиною та альвеолами легень здійснюється за рахунок різного парціального тиску відповідних газів в міжклітинній рідині та в порожнині альвеол і це відбувається шляхом дифузії газів.

Кількість еритроцитів може суттєво змінюватись в залежності від зовнішніх умов. Наприклад, може зростати до 6–8 млн в 1 мм^3 у людей, що мешкають високо в горах (в умовах розрідженого повітря, де парціальний тиск кисню знижений). Зменшення кількості еритроцитів до 3 млн в 1 мм^3 , або гемоглобіну на 60 % і більше приводить до анемічного стану (недокрів'я). У новонароджених дітей кількість еритроцитів в перші дні життя може досягати 7 млн в 1 мм^3 , а у віці від 1 до 6 років коливається в межах 4,0–5,2 млн в 1 мм^3 . На рівні дорослих вміст еритроцитів в крові дітей, за даними А. Г. Хрипкової (1982), встановлюється в 10–16 років.

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

Лейкоцити мають назву білі кров'яні тільця. Найважливіша їх функція — захист організму від токсичних речовин та хвороботворних мікроорганізмів шляхом їх поглинання та перетравлення (розщеплення). Це явище має назву *фагоцитоз*. Лейкоцити утворюються в кістковому мозку, а також в лімфатичних вузлах і живуть всього 5–7 діб (при наявності інфекції значно менше). Це ядерні клітини. За здатністю цитоплазми мати гранули та забарвлюватись лейкоцити поділяються на: *гранулоцити* та *агранулоцити*. До гранулоцитів відносяться: базофіли, еозинофіли і нейтрофіли. До агранулоцитів відносяться моноцити і лімфоцити. *Еозинофіли* становлять від 1 до 4 % усіх лейкоцитів і в основному виводять з організму токсичні речовини та уламки білків організму. *Базофіли* (до 0,5 %) містять гепарин і сприяють процесам загоєння поранень, розщеплюючи згустки крові, у тому числі при внутрішніх крововидах (наприклад, при травмах). *Нейтрофіли* складають найбільшу кількість лейкоцитів (до 70 %) і виконують основну фагоцитарну функцію. Вони бувають юні, паличкоядерні та сегментоядерні. Активізований інвазією (мікробами, що заражають організм інфекцією) нейтрофіл охоплює білками своєї плазми (в основному імуноглобулінами) один або

декілька (до 30) мікробів, приєднує цих мікробів до рецепторів своєї мембрани і швидко їх перетравлює шляхом фагоцитозу (виділення у вакуоль, що навколо мікробів, ферментів із гранул своєї цитоплазми: дефензинів, протеаз, мієлопироксідаз та інших). Якщо нейтрофіл за один раз захоплює більше 15-20 мікробів, то сам він звично гине, але створює із поглинутих мікробів субстрат, придатний для перетравлення іншими макрофагами. Нейтрофіли найбільш активні у лужному середовищі, що має місце в перші моменти боротьби з інфекцією, або запаленням. Коли середовище набуває кислої реакції, то на зміну нейтрофілам приходять інші форми лейкоцитів, а саме, *моноцити*, кількість яких може значно зростати (до 7 %) в період інфекційної хвороби. Моноцити в основному утворюються в селезінці та печінці. До 20–30 % лейкоцитів становлять *лімфоцити*, які в основному утворюються у кістковому мозку та у лімфатичних вузлах, і є найголовнішими факторами *імунного захисту*, тобто захисту від мікроорганізмів (антигенів), що викликають хвороби, а також захисту від зайвих для організму часток і молекул ендogenous походження. Вважається, що в організмі людини паралельно працюють три імунні системи (М. М. Безруких, 2002): специфічна, неспецифічна та штучно створена.

Специфічний імунний захист в основному забезпечують лімфоцити, що здійснюють це двома шляхами: клітинним чи гуморальним. *Клітинний імунітет* забезпечують імунокомпетентні *T*-лімфоцити, які утворюються із стовбурних клітин, що мігрують із червоного кісткового мозку, в тимусі (див. підрозділ 4.5.) Потрапляючи в кров, *T*-лімфоцити створюють більшу частину лімфоцитів самої крові (до 80 %), а також осідають у периферійних органах імуногенезу (перш за все в лімфатичних вузлах та селезінці), утворюючи в них *тимус-залежні* зони, що стають активними точками проліферації (розмноження) *T*-лімфоцитів поза тимуса. Диференціація *T*-лімфоцитів відбувається у трьох напрямках. Перша група дочірніх клітин здатна при зустрічі з «чужим» білком-антигеном (збудником хвороби, або власним мутантом) вступати з ним в реакцію і знищувати його. Такі лімфоцити називаються *T-кіллерами* («вбивцями») і характеризуються тим, що здатні власними силами, без попередньої імунізації та без підключення антитіл та захисного комплексу плазми крові (тлумачення цих понять дивись далі), здійснювати лізіс (знищення

шляхом розчинення клітинних мембран та зв'язування білків) клітин-мішеней (носіїв антигенів). Таким чином, *T*-кіллери є окремою гілкою диференціації стоволових клітин (хоча їх розвиток, як буде описано далі, регульований *T*-хелперами) і призначені створювати як би первинний бар'єр у противірусному та протипухлинному імунітеті організму.

Інші дві популяції *T*-лімфоцитів мають назву *T*-хелпери та *T*-супрессори і здійснюють клітинний імунний захист через регуляцію рівня функціонування *B*-лімфоцитів у системі гуморального імунітету. *T*-хелпери («помічники») в разі появи в організмі антигенів сприяють швидкому розмноженню ефекторних клітин (виконавців імунного захисту). Розрізняють два підтипи клітин хелперів: *T*-хелпери-1, що виділяють специфічні інтерлейкіни типу ІЛ2 (гормоноподібні молекули) та γ -інтерферон і пов'язані з клітинним імунітетом (сприяють розвитку *T*-хелперів); *T*-хелпери-2 виділяють інтерлейкіни типу ІЛ4–ІЛ5 і взаємодіють переважно з *B*-лімфоцитами гуморального імунітету. *T*-супрессори здатні регулювати активність *B* і *T*-лімфоцитів у відповідь на антигени.

Гуморальний імунітет забезпечують лімфоцити, які диференціюються із стоволових клітин мозку не в тімусі, а в інших місцях (у тонкій кишці, лімфатичних вузлах, глоткових мигдалинах і так далі) і називаються *B*-лімфоцитами. Такі клітини складають до 15 % всіх лейкоцитів. При першому контакті з антигеном чутливі до нього *B*-лімфоцити інтенсивно розмножуються. Деякі із дочірніх клітин диференціюють у клітини імунологічної пам'яті та на рівні лімфовузлів у *B*-зонах перетворюються у *плазматичні клітини*, які далі здатні створювати *гуморальні антитіла*. Сприяють цим процесам *T*-хелпери. Антитіла представляють собою великі протеїнові молекули, що мають специфічне рідство до того чи іншого антигену (на основі хімічної структури відповідного антигену) і мають назву імуноглобулінів. Кожна молекула імуноглобуліну складена з двох тяжких та двох легких ланцюгів зв'язаних один з одним дісульфідними зв'язками і здатних активізувати клітинні мембрани антигенів і приєднувати до них *комплемнт* плазми крові (містить 11 протеїнів, що здатні забезпечувати лізіс або розчинення клітинних мембран та зв'язування білків клітин-антигенів). Комплемент плазми крові має два шляхи активізації: класичний (від імуноглобулінів) та альтернативний (від ендотоксинів або отруйних речовин та від лік). Виділяють 5 класів імуно-

глобулінів (Ig): G, A, M, D, E, що розрізняються за функціональними особливостями. Так, наприклад, Ig M звично першим включається в імунну відповідь на антиген, активізує комплемент і сприяє поглинанню цього антигену макрофагами або лізису клітини; Ig A розміщується у містах найбільш вірогідного проникнення антигенів (лімфовузлах кишково-шлункового тракту, у слизових, слинних та потових залозах, у аденоїдах, у молоці матері і таке інше) чим створює міцний захисний бар'єр, сприяючи фагоцитозу антигенів; Ig D сприяє проліферації (розмноженню) лімфоцитів при інфекціях. В-лімфоцити «розпізнають» антигени за допомогою включених у мембрану гамаглобулінів, які утворюють антитіло, зв'язуючи ланки, конфігурація яких відповідає трьохмірній структурі антигенних детермінованих груп (гаптенів або низькомолекулярних речовин, що можуть зв'язуватися з білками антитіла, передючи їм властивості білків антигена), як ключ відповідає замку (Г. Вільям, 2002; Г. Ульмер та ін., 1986). Активовані антигеном В- і Т-лімфоцити швидко розмножуються, включаються в процеси захисту організму і масово гинуть. В той же час не велика кількість з активованих лімфоцитів перетворюються на В- і Т-клітини пам'яті, що мають тривалий термін життя і при повторному інфікуванні організму (*сенсибілізації*) В- і Т-клітини пам'яті «згадують» і розпізнають структуру антигенів та швидко перетворюються в ефекторні (активні) клітини та стимулюють плазматичні клітини лімфовузлів на виготовлення відповідних антитіл.

Повторні контакти з певними антигенами можуть іноді давати гіперергічні реакції, які супроводжуються підвищеною проникливістю капілярів, підсиленням кровообігу, зудом, бронхоспазмами і тому подібне. Такі явища мають назву *алергічних реакцій*.

Неспецифічний імунітет, обумовлений наявністю у крові «природних» антитіл, які найчастіше виникають при контакті організму з кишковою флорою. Нараховують 9 речовин, що разом утворюють захисний *комплемент*. Одні з таких речовин здатні нейтралізувати віруси (*лізоцим*), другі (*С-реактивний білок*) пригнічують життєдіяльність мікробів, треті (*інтерферон*) знищують віруси та пригнічують розмноження власних клітин у пухлинах та ін. Неспецифічний імунітет обумовлюють також спеціальні клітини-нейтрофіли та макрофаги, які здатні до *фагоцитозу*, тобто до знищення (перетравлення) чужорідних клітин.

Специфічний та неспецифічний імунітет поділяється на вроджений (передається від матері), та набутий, який утворюється після перенесеної хвороби в процесі життя.

Крім цього існує можливість штучної імунізації організму, яка проводиться або у формі *вакцинації* (коли в організм вводять послаблений збудник хвороби і цим викликають активізацію захисних сил що до утворення відповідних антитіл), або у формі пасивної імунізації, коли роблять так зване *щеплення* проти певної хвороби шляхом введення *сироватки* (плазми крові яка не містить фібриногену, або фактора її згортання, а зате має готові антитіла проти певного антигену). Такі щеплення роблять, наприклад, проти сказу, після укусів отруйних тварин і так далі.

Як свідчить В. І. Бобрицька (2004) у новонародженої дитини в крові нараховується до 20 тис. усіх форм лейкоцитів в 1 мм^3 крові і в перші дні життя їх кількість зростає, навіть, до 30 тис. в 1 мм^3 , що пов'язано з розсмоктуванням продуктів розпаду крововиливів у тканини дитини, які, зазвичай, відбуваються під час народження. Через 7–12 перших днів життя кількість лейкоцитів зменшується до 10–12 тис. в 1 мм^3 , що і зберігається на протязі першого року життя дитини. Далі кількість лейкоцитів поступово зменшується і в 13–15 років встановлюється на рівні дорослих (4–8 тис. в 1 мм^3 крові). У дітей перших років життя (до 7 років) серед лейкоцитів перебільшують лімфоцити і лише у 5–6 років їх співвідношення вирівнюється. До того ж діти до 6–7 років мають велику кількість незрілих нейтрофілів (юних, паличко — ядерних), що і обумовлює відносно низькі захисні сили організму дітей молодшого віку проти інфекційних захворювань. Співвідношення різних форм лейкоцитів у складі крові називається *лейкоцитарною формулою*. З віком у дітей лейкоцитарна формула (табл. 9) значно змінюється: зростає кількість нейтрофілів тоді як відсоток лімфоцитів і моноцитів зменшується. У 16–17 років лейкоцитарна формула приймає склад, характерний для дорослих.

Інвазія організму завжди приводить до виникнення запалення. *Гостре запалення* звично породжується реакціями антиген-антитіло при яких активація комплементу плазми крові починається через декілька годин після імунологічних пошкоджень, досягає своєї вершини через 24 години, а згасає через 42–48 годин. *Хронічне запалення* пов'язане з впливом антитіл на Т-лімфоцитарну систему, звично проявляється через

Таблиця 9

Вікова характеристика лейкоцитарної формули (%)

(А. А. Маркосян, 1974; В. І. Бобрицька, 2004)

Вік, років	Всього лейкоцитів, (10^9) в 1 мм^3	Нейтрофіли		Лімфоцити	Моноцити	Еозинофіли	Базофіли
		паличко-ядерні	сегменто-ядерні				
1–2	11,0	3,5	32,5	51	10,0	1,5	0,5
4–5	10,2	4,0	41,0	44	9,0	1,0	0,5
6–7	9,8	3,5	42,5	42	9,5	1,0	0,5
7–8	8,2	3,5	45,7	39,5	8,5	2,0	0,5
9–10	8,1	2,5	48,5	36,5	9,5	2,5	0,5
11–12	8,2	2,5	49,0	34	9,5	2,5	0,5
13–14	7,6	2,5	58,0	28	9,0	2,0	0,5
15–16	7,5	2,5	58,0	27	9,0	2,0	0,5
17 і більше	7,0–7,3	1,5	69–73	22–26	3–6	1,5–2,0	0,5–1,0

1–2 дні і досягає піку через 48–72 години. У місці запалення завжди підвищується температура (пов'язано з розширенням судин); виникає припухлість (при гострому запаленні обумовлено виходом у міжклітинний простір білків та фагоцитів; при хронічному запаленні — додається інфільтрація лімфоцитів та макрофагів); виникає біль (пов'язано з підвищенням тиску у тканинах).

Хвороби імунної системи дуже небезпечні для організму і найчастіше приводять до літальних наслідків, так як організм фактично стає незахищеним. Виділяють 4 основних груп таких хвороб: первинна або вторинна імунна недостатність; порушення функції; злякисні захворювання; інфекції імунної системи. Серед останніх відомим є вірус *Герпеса* та загрозово розповсюджуючийся у світі, в тому числі і в Україні, вірус *анти-HIV* або *антиHTLV-III/LAV*, який визиває синдром набутого імунodefіциту (AIDS або СНІД). В основі клініки СНІД лежить вірусне пошкодження Т-хелперного (Th) ланцюга лімфоцитарної системи, що веде до значного зростання кількості Т-супресорів (Ts) і порушення співвідношення Th / Ts, яке стає 2:1 замість 1:2, наслідком чого є повне припинення продукції антитіл і організм гине від будь-якої інфекції.

Тромбоцити, або кров'яні пластинки є самими дрібними форменими елементами крові. Це без'ядерні клітини, Їх кількість становить від 200 до 400 тис. в 1 мм³ і може значно зростати (у 3–5 разів) після фізичних навантажень, травм та стресів. Утворюються тромбоцити у червоному кістковому мозку і живуть до 5 діб. Основною функцією тромбоцитів є участь у процесах згортання крові при пораненнях, чим забезпечується запобігання крововтратам. При пораненні тромбоцити руйнуються і виділяють у кров *тромбопластин* і *серотонін*. Серотонін сприяє звуженню кровоносних судин у місці поранення, а тромбопластин через низку проміжних реакцій реагує з протромбіном плазми і утворює тромбін, який у свою чергу реагує з білком плазми *фібрिनогеном*, утворюючи *фібрин*. Фібрин у вигляді тонких ниток формує щільну сітківку, яка стає основою тромбу. Сітківку заповнюють формені елементи крові, що і стає фактично згустком (тромбом), який закриває отвір рани. Всі процеси згортання крові відбуваються при участі багатьох факторів крові, найважливішими з яких є іони кальцію (Ca^{2+}) та антигемофіліїні фактори, відсутність яких протидіє згортанню крові і приводить до захворювання на *гемофілію*.

У новонароджених дітей спостерігається відносно уповільнене згортання крові, що обумовлено не дозрілістю багатьох факторів цього процесу. У дітей дошкільного і молодшого шкільного віку термін згортання крові становить від 4 до 6 хвилин (у дорослих 3–5 хвилин).

Склад крові за наявності окремих білків плазми крові та формених елементів (гемограми) у здорових дітей набуває рівня, притаманного дорослим, приблизно у 6–8 років. Динаміка білкової фракції крові у людей різного віку наведена у табл. 10.

В табл. 11 наведені середні нормативи вмісту основних формених елементів у крові здорових людей.

Кров людини розрізняють також за *групами*, що залежить від співвідношення природних білкових факторів, здатних «склеювати» еритроцити і визивати їх аглютинацію (руйнування і осідання). Такі фактори є у плазмі крові і їх називають антитілами *аглютинінами* Анти-А (α) та Анти-В (β), тоді як у мембранах еритроцитів є антигени груп крові — *аглютиногени* А і В. При зустрічі аглютиніну з відповідним аглютиногеном виникає аглютинація еритроцитів.

Таблиця 10

*Вміст білкової фракції сироватки крові, г/л, у людей різного віку
(А. А. Чаркін, А. Н. Окороков, І. Н. Гончарук, 1992)*

Вік, років	Альбуміни	Глобуліни			
		α_1	α_2	β	γ
Новонароджені	38-42	1,6-2,4	4,1-6,1	2,4-7,4	9,9-11,9
1	36-42	1,6-2,5	6,2-8,5	6,4-8,0	4,2-8,0
2-4	35-40	1,6-2,4	5,3-7,3	5,7-7,3	6,3-9,1
5-7	36-40	1,7-2,7	5,3-7,7	6,3-8,5	6,8-10,4
8-10	38-41	1,8-2,8	5,7-7,0	6,3-8,5	8,6-11,2
11-16	38-42	2,0-2,6	5,2-7,0	6,0-8,0	8,6-12,8
≥	35-50	2,3-4,2	5,4-10,0	6,0-12,0	6,0-15,0

Таблиця 11

Середні данні показників гемограми здорових людей, в тому числі дітей у віці 8 і більше років (Г. И. Козинець та ін., 1997)

Назва формених елементів крові (показників)	Одиниця вимірювання	Значення показника $X \pm$	Коефіцієнт варіації, %
Еритроцити	$X \cdot 10^{12} / \text{л}$	Чол. $4,92 \pm 0,24$	4,8
		Жін. $4,50 \pm 0,24$	5,3
Гемоглобін	г/л	Чол. $150,1 \pm 6,37$	4,2
		Жін. $133,2 \pm 4,55$	3,4
Гематокрит	-	Чол. $0,47 \pm 0,06$	12,8
		Жін. $0,42 \pm 0,06$	14,3
Ретикулоцити	%	$8,4 \pm 0,6$	71,4
Тромбоцити	$X \cdot 10^9 / \text{л}$	$293,8 \pm 72,6$	24,8
Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ)	мм/год	$7,16 \pm 4$	55,9
Лейкоцити (всього)	$X \cdot 10^9 / \text{л}$	$6,71 \pm 0,25$	29,1
в т. ч.:		$2,14 \pm 0,74$	34,6
• паличкоядерні нейтрофіли	%	$62,5 \pm 4,8$	7,7
• сегментноядерні нейтрофіли	%	$2,5 \pm 1,76$	71,5
• еозинофіли	%	$0,58 \pm 0,54$	93,1
• базофіли	%	$29,23 \pm 7,1$	24,1
• лімфоцити	%	$3,84 \pm 1,54$	40,1
• моноцити	%		

На підставі різних комбінацій складу крові за наявності аглютининів та аглютиногенів виділяють чотири групи людей по системі ABO :

- група O , або I група — містить тільки аглютиніни плазми α і β . Людей з такою кров'ю до 40 %;
- група A , або II група — містить аглютинін β і аглютиноген A . Людей з такою кров'ю приблизно 39 %; серед цієї групи описані підгрупи аглютиногенів A_1 і A_2 ;
- група B , або III група — містить аглютиніни α і аглютиногени еритроцитів B . Людей з такою кров'ю до 15 %;
- група AB , або IV група — містить тільки аглютиногени еритроцитів A і B , аглютининів у плазмі їх крові зовсім нема. Людей з такою кров'ю до 6 % (В. Ганонг, 2002).

Група крові відіграє важливу роль при переливанні крові, потреба в якому може виникати при значних крововтратах, при отруєнні та ін. Людина, яка віддає свою кров називається *донором*, а та, якій вливають кров — *реципієнтом*. За останні роки доведено (Г. И. Козинець із співав., 1997), що крім комбінацій аглютиногенів та аглютининів по системі ABO в крові людини можуть бути комбінації інших аглютиногенів та аглютининів, наприклад, Kk , Pp та інших, які менш активні і специфічні (знаходяться в меншому титрі), але можуть суттєво впливати на результати переливання крові. Виявлені також певні варіанти аглютиногенів A_1 , A_2 та інші, які визначають підгруп у складі основних груп крові за системою ABO . Вказане обумовлює, що на практиці зустрічаються випадки несумісності крові навіть у людей з однаковою групою крові за системою ABO і, як результат, це потребує у більшості випадків індивідуального підбору кожному реципієнту свого донора і, найкраще, щоб це були люди з однаковою групою крові.

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

повторному переливанні резус-позитивної крові людям з резус-негативною кров'ю визиває її аглютинацію з усіма негативними наслідками.

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

Кров може виконувати усі свої функції тільки за умови її безперервного руху, що і складає сутність *кровообігу*. До системи кровообігу належать: *серце*, яке виконує роль насоса та кровоносні судини (артерії → артеріоли → капіляри → венули → вени). До кровоносної системи належать також кровотворні органи: червоний кістковий мозок, селезінка, а у дітей в перші місяці після народження і печінка. У дорослих людей печінка виконує функцію цвинтаря багатьох відмираючих формених елементів крові, особливо еритроцитів.

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

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

Таким чином, «ліве серце» виконує насосну функцію в забезпеченні циркуляції крові по великому колу, а «праве серце» — по малому колу кровообігу. Будова серця приведена на рис. 31.

Передсердя мають відносно тонку м'язову стінку міокарда, так як вони виконують функцію тимчасового резервуара крові, яка надходить до серця і проштовхують її лише до шлуночків. Шлуночки (особливо

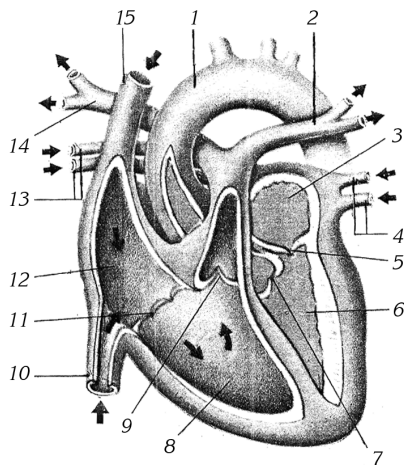


Рис. 31. Будова серця (повздовжній розтин):

1 — аорта; 2 — ліва легенева артерія; 3 — ліве передсердя; 4 — ліві легеневі вени; 5 — лівий передсердно-шлуночковий отвір, закритий двостулковим клапаном; 6 — лівий шлуночок; 7 — півмісяцеві клапани аорти; 8 — правий шлуночок; 9 — півмісяцеві клапани легеневого стовбура; 10 — нижня порожня вена; 11 — правий передсердно-шлуночковий отвір, закритий тристулковим клапаном; 12 — праве передсердя; 13 — праві легеневі вени; 14 — права легенева артерія; 15 — верхня порожня вена. Стрілки вказують напрямки крові у камерах серця

лівий) мають товсту м'язову стінку (міокард), м'язи яких потужно скорочуються, проштовхуючи кров на значну відстань по судинам всього тіла. Між передсерддями, та шлуночками є клапани, які спрямовують рух крові тільки в одному напрямку (від передсердь до шлуночків).

Клапани шлуночків розташовані також на початку усіх крупних судин, які відходять від серця. Між передсерддям і шлуночком правої сторони серця розташований тристулковий клапан, з лівої сторони — двостулковий (*мітральний*) клапан. В усті судин, які відходять від шлуночків, розташовані півмісяцеві клапани. Усі клапани серця не тільки спрямовують потік крові, а і протидіють її зворотному току.

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

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

Серце у дітей (відносно загальної маси тіла) більше, ніж у дорослих і становить 0,63–0,8 % маси тіла тоді як у дорослих 0,5–0,52 %. Найбільш інтенсивно серце росте на протязі першого року життя і за 8 місяців його маса подвоюється; до 3 років серце збільшується у три рази; у 5 років — збільшується у 4 рази, а у 16 років — в 11 разів і досягає маси у хлопців (чоловіків) 220–300 г, а у дівчат (жінок) 180–220 г. У фізично тренуваних людей та у спортсменів маса серця може бути більшою від вказаних параметрів на 10–30 %.

В нормі серце людини скорочується ритмічно: систола чергується з діастолюю, утворюючи *серцевий цикл*, тривалість якого в спокійному стані становить 0,8–1,0 сек. В нормі в стані спокою у дорослої людини за хвилину відбувається 60–75 серцевих циклів, або серцевих скорочень. Цей показник називається *частотою серцевих скорочень (ЧСС)*. Оскільки кожна систола приводить до викиду порції крові в артеріальне русло (у стані спокою для дорослої людини це 65–70 см³ крові), то відбувається збільшення кровонаповнення артерій і відповідне розтягування судинної стінки. В результаті можна відчутти розтягнення (поштовх) стінки артерії у тих місцях, де ця судина проходять близько до поверхні шкіри (наприклад, сонна артерія в області шиї, ліктьова або променева артерія на зап'ястку руки та ін.). Під час діастолі серця стінки артерій спадають і повертаються до висхідного положення.

Коливання стінок артерій у такт серцевих скорочень називається *пульсом*, а виміряна кількість таких коливань за певний час, (наприклад, за 1 хвилину) називається *частотою пульсу*. Пульс адекватно відображає частоту серцевих скорочень і є доступно зручним для експрес-контролю за роботою серця, наприклад, при визначенні реакції організму на фізичне навантаження в спорті, при дослідженнях фізичної працездатності, емоційних напруженнях та ін. Тренерам спортивних секцій, у тому числі дитячих, а також викладачам фізкультури необхідно знати нормативи частоти пульсу для дітей різного віку, а також вміти користуватись цими показниками для оцінки фізіологічних реакцій організму на фізичні навантаження. Вікові нормативи частоти пульсу (*ЧП*), а також систолічного об'єму крові (тобто об'єму крові, який виштовхується у кров'яне русло лівим або правим шлуночком за одне скорочення серця), наведені у табл. 12. При нормальному розвитку дітей систолічний об'єм крові

з віком поступово зростає, а частота серцевих скорочень зменшується. Систоличний об'єм серця (CO , мл) розраховується за формулою Старра:

$$CO = 90,97 + 0,54PT + 0,57AT_d - 0,61B,$$

де PT — пульсовий тиск, мм рт. ст. ($PT = AT_c - AT_d$); AT_c — артеріальний тиск систолічний, мм рт. ст.; AT_d — артеріальний тиск діастолічний, мм рт. ст.; B — вік, років.

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

Важливим показником роботи серця та стану його функціональних можливостей є *хвилинний об'єм* крові (табл. 12), який підраховується шляхом перемноження систолічного об'єму крові на $ЧП$ за 1 хвилину. Відомо, що у фізично тренуваних людей збільшення хвилинного об'єму крові ($ХОК$) відбувається за рахунок збільшення систолічного об'єму (тобто за рахунок зростання потужності роботи серця), тоді як частота пульсу ($ЧП$) при цьому мало змінюється. У мало тренуваних людей при навантаженнях, навпаки, збільшення $ХОК$ відбувається в основному за рахунок зростання частоти серцевих скорочень.

В табл. 13 наведені критерії, за якими можна прогнозувати рівень фізичного навантаження для дітей (в тому числі спортсменів) на підставі визначення приросту частоти пульсу відносно його показників у стані спокою.

Рух крові по кровоносним судинам характеризується показниками *гемодинамики*, з числа яких виділяють три найважливіші: кров'яний тиск, опір судин, швидкість руху крові.

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

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

Таблиця 12

Нормативи показників роботи серця у людей різного віку (А. Г. Хрипкова та ін., 1990)

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

Таблиця 13

Критерії прогнозу рівня фізичного навантаження за даними приросту частоти пульсу (В. В. Розенблат, 1975)

Категорія фізичного навантаження	Рівень навантаження	Приріст частоти пульсу відносно стану спокою, %	Середній рівень частоти пульсу, ударів/хвилину
I	дуже легкий	не змінний, на рівні нори	60-85
II	Легкий	≤ 30 %	86-100
III	середньої важкості	від 31 % до 67 %	101-120
IV	Важкий	від 68 % до 100 %	121-160
V	дуже важкий	від 101 % до 134 %	161-175
VI	максимальний	≥ 135 %	176-195

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

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

Прийнято вимірювати кров'яний тиск за методикою Короткова (за допомогою сфігмоманометра та стетофонендоскопа на плечовій артерії людини. Сучасна апаратура дозволяє вимірювати кров'яний тиск на артеріях зап'ястка та інших артеріях. Кров'яний тиск може значно змінюватись в залежності від стану здоров'я людини, а також від рівня навантаження і віку людини. Перевищення показників фактичного тиску крові над відповідними віковими нормативами на 20 % і більше називається *гіпертонією*, а недостатній рівень тиску (80 % і менше від вікової норми) — *гіпотонією*.

У дітей до 10 років кров'яний тиск в нормі в стані спокою становить приблизно: AT_c 90–105 мм рт. ст.; AT_d 50–65 мм рт. ст. У дітей з 11 до 14 років може спостерігатися функціональна *юнацька гіпертонія*, пов'язана з гормональними перебудовами у пубертатний період розвитку організму з підвищенням кров'яного тиску в середньому: AT_c — 130–145 мм рт. ст.; AT_d — 75–90 мм рт. ст. У дорослих людей кров'яний тиск в нормі може коливатись в межах: AT_c — 110–135; AT_d — 60–85 мм рт. ст. Значення нормативів тиску крові не має суттєвої диференціації в залежності від статі людини, а вікова динаміка цих показників приведена в табл. 14.

Опір судин обумовлюється наявністю тертя крові о стінки судин і залежить від в'язкості крові, діаметру та довжини судин. У нормі опір руху крові у великому колі кровообігу коливається від 1400 до 2800 дін. сек./см², а у малому колі кровообігу від 140 до 280 дін. сек./см².

Таблиця 14

Вікові зміни середніх показників артеріального тиску, мм рт. ст. (С. И. Гальперин, 1965; А. Г. Хрипкова, 1982)

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

Швидкість руху крові обумовлена роботою серця і станом судин. Найбільша швидкість руху крові в аорті (до 500 мм /сек.), а найменша — у капілярах (0,5 мм /сек.), що обумовлено тим, що загальний діаметр усіх капілярів у 800–1000 разів більший ніж діаметр аорти. З віком дітей швидкість руху крові зменшується, що пов'язано із зростанням довжини судин разом із зростанням довжини тіла. У новонароджених кров здійснює повний кругообіг (тобто проходить велике і мале коло кровообігу) приблизно за 12 сек.; у 3-х річних дітей — за 15 сек.; у 14 річних — за 18,5 сек.; у дорослих — за 22–25 сек.

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

Рефлекторна регуляція роботи серця можлива від барорецепторів і хеморецепторів, розташованих в основному у стінках судин. Барорецептори сприймають тиск крові, а хеморецептори сприймають зміни наявності у крові кисню (O_2) і вуглекислого газу (CO_2). Імпульси від рецепторів спрямовуються у проміжний мозок а від нього поступають в центр регуляції роботи серця (довгастий мозок) і визивають відповідні зміни у його роботі (наприклад, підвищений вміст у крові CO_2 свідчить про недостатність кровообігу і, таким чином, серце починає працювати інтенсивніше). Рефлекторна регуляція можлива і за шляхом умовних рефлексів, тобто від кори головного мозку (наприклад, передстартове хвилювання спортсменів може значно прискорювати роботу серця та ін.).

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

Стан судин також регулюється центральною нервовою системою (від судинорухового центру), рефлекторно і гуморально. Впливати на гемодинаміку можуть лише судини, які містять у своїх стінках м'язи, а це перш за все артерії різного рівня. Парасимпатичні імпульси визивають розширення просвіту судин (*вазоделятацію*), а симпатичні імпульси — звуження судин (*вазоконстрикцію*). Коли судини розширюються — швидкість руху крові зменшується, кровопостачання падає і, навпаки.

Рефлекторні зміни кровопостачання також забезпечуються від рецепторів тиску і *хеморецепторів на O_2 і CO_2* . Крім того існують хеморецептори на вміст у крові продуктів перетравлення їжі (амінокислот, моноцукрів і так далі): при зростанні в крові продуктів перетравлення, судини навколо травного тракту розширюються (парасимпатичний вплив) і відбувається перерозподіл крові. Є механорецептори і у м'язах, які визивають перерозподіл крові у працюючих м'язів.

Гуморальна регуляція кровообігу забезпечується гормонами адреналіном і вазопресіном (визивають звуження просвіту судин навколо внутрішніх органів і їх розширення у м'язах) і, іноді, в області обличчя (ефект почервоніння від стресу). Гормони *ацетілхолін* та *гістамін* визивають розширення діаметру судин.

4.10. Вікові особливості системи дихання

Дихання — необхідний фізіологічний процес постійного обміну газами між організмом і зовнішнім середовищем. В результаті дихання в організм потрапляє кисень, який використовується кожною клітиною організму в реакціях окислення, що є основою обміну речовин та енергії. В процесі цих реакцій виділяється вуглекислий газ, надлишок якого повинен весь час виводитись з організму. Без доступу кисню і виведення вуглекислого газу життя може тривати всього декілька хвилин. Процес дихання включає п'ять етапів:

- обмін газами між зовнішнім середовищем і легенями (легенева вентиляція);
- обмін газів у легенях між повітрям легень і кров'ю капілярів, які щільно пронизують альвеоли легенів (легенева дихання);
- транспортування газів кров'ю (перенос кисню від легень до тканин, а вуглекислого газу від тканин до легень);
- обмін газів у тканинах;
- застосування кисню тканинами (внутрішнє дихання на рівні мітохондрій клітин).

Чотири перші етапи відносяться до зовнішнього дихання, а п'ятий етап — до внутрішньотканинного дихання, яке відбувається на біохімічному рівні.

Дихальна система людини складається з наступних органів:

- *повітряносних шляхів*, до яких відносяться порожнина носа, носоглотка, гортань, трахея і бронхи різного діаметру;
- *легень*, які складаються із найдрібніших повітряносних каналів (*бронхіол*), повітряних міхурців — *альвеол*, щільно оплетених кровоносними капілярами малого кола кровообігу;
- *кістково — м'язової системи* грудної клітки, яка забезпечує дихальні рухи і включає ребра, міжреберні м'язи та діафрагму (перетинку між порожниною грудної клітки та порожниною черева).

Будова та показники роботи органів системи дихання з віком змінюються, що обумовлює певні особливості дихання людей різного віку.

Повітряносні шляхи починаються з носової порожнини, яка складається з трьох ходів: верхнього, середнього та нижнього і вкрита слизовою оболонкою, волосками та пронизана кровоносними судинами

(капілярами). Серед клітин слизової верхніх носових ходів розташовані рецептори нюху, оточені нюховим епітелієм. В нижній носовий хід правої і лівої половин носа відкриваються відповідні носослізні канали. Верхній носовий хід з'єднується з повітряносними порожнинами клиноподібної та частково решітчастої кісток, а середній носовий хід — з порожнинами верхньої щелепи (*гайморовою пазухою*) та лобної кісток. В порожнині носа повітря, що вдихається, нормалізується за температурою (підігривається або охолоджується), зволожується або зневоднюється і частково очищується від пилу. Війки епітелію слизової постійно швидко рухаються (мерехтять), завдяки чому слиз з наліпленими на ньому частками пилу проштовхується назовні з швидкістю до 1 см за хвилину і найчастіше в бік до глотки де періодично відкашлюється або ковтається. До глотки повітря, що вдихається, може потрапляти і через ротову порожнину, але в цьому випадку воно не буде нормалізуватись за температурою, вологістю та рівнем очищення від пилу. Таким чином дихання ротом буде не фізіологічним і цього треба уникати.

Діти до 8–11 років мають недорозвинуту носову порожнину, набряклу слизову оболонку і звужені носові ходи. Це ускладнює дихання носом і тому діти часто дихають з відкритим ротом, що може сприяти простудним захворюванням, запаленню глотки і гортані. Крім того, постійне дихання ротом може привести до частих отитів, запалень середнього вуха, бронхітів, сухості порожнини рота, до неправильного розвитку твердого піднебіння, до порушення нормального положення носової перетинки та ін. Простудно-інфекційні захворювання слизової носа (риніти) майже завжди сприяють її додатковому набряку і ще більшому зменшенню і до того звужених носових проходів у дітей, що додатково сприяє ускладненню їх дихання носом. Тому простудні захворювання дітей потребують швидкого і ефективного лікування, тим більше, що інфекція може потрапляти у повітряносні порожнини кісток черепа (у гайморову порожнину верхньої щелепи, або у фронтальну порожнину лобної кістки), визиваючи відповідні запалення слизової цих порожнин і розвиток хронічної нежиті (більш детально дивись далі).

Із порожнини носа повітря потрапляє через *хоани* у глотку, куди відкриваються також ротова порожнина (*зев*), слухові (*євстахієві канали*) трубки, і беруть початок гортань та стравохід. У дітей до 10–12 років

глотка дуже коротка, що приводить до того, що інфекційні захворювання верхніх дихальних шляхів часто ускладнюються запаленнями середнього вуха, так як інфекція туди легко потрапляє через коротку і широку слухову трубу. Про це слід пам'ятати при лікуванні застудних хвороб дітей, а також при організації занять з фізичної культури, особливо на базі водних басейнів, по зимовим видам спорту і таке подібне.

Навколо отворів з порожнини рота, носа та слухових трубок у глотці знаходяться лімфоепітеліальні вузли, призначені захищати організм від хвороботворчих мікроорганізмів, які можуть потрапляти до рота і глотки разом з повітрям, що вдихається, або з їжею чи водою, що вживаються. Ці утворення мають назву *аденоїди* або *гланди* (*мигдалини*). До складу мигдалин відносяться глоткові трубні, мигдалини зеву (піднебінні і язикові) та грудні лімфатичні вузли, які утворюють *лімфо-епітеліальне* кільце імунного захисту.

Серед усіх захворювань органів дихання, в тому числі дітей з перших днів життя, найбільш поширеними є *гострі респіраторні вірусні інфекції (ГРВІ)* до групи яких, за даними А. О. Дробинської (2003), відносяться грип, парагрипозні, аденовірусні, риновірусні та ін. хвороби верхніх дихальних шляхів. Діти старше 3 років найбільш чутливі до збудників грипу, тоді як до інших ГРВІ поступово набувають відносного імунітету. Найбільш поширеними клінічними формами захворювань на ГРВІ є *риніти* (запалення слизової носа), *фарингіти* (запалення мигдалин зіву), *тонзиліти* (запалення глоткових мигдалин), *ларингіти* (запалення гортані), *трахеїти*, *бронхіти* (запалення повітряношляхових шляхів), *пневмонії* (запалення легень). Тонзиліти можуть ускладнюватись у формі *фолікулярних* або *лакунарних ангін* та *лімфаденітів*. Коли інфекція охоплює епітеліальні сполучні тканини та судинну систему, можуть виникати набряки та гіперемія слизової (*катар* дихальних шляхів). Віруси можуть також розповсюджуватись кров'ю по всьому організму, вражаючи печінку, шлунково-кишковий тракт, серце, кровеносні судини, центральну нервову систему, нирки та ін. органи. Захворюванню на ГРВІ сприяють скупченість людей, незадовільний гігієнічний стан приміщень (в тому числі класних кімнат, спортивних залів), переохолодження організму (застуда), тому слід впроваджувати відповідні профілактичні заходи, а під час епідемій ГРВІ

вводити карантинні дні, в тому числі припиняти роботу спортивно-тренувальних секцій.

Серед інших небезпечних інфекційних хвороб органів дихання слід виділити *кір, коклюш, дифтерію, туберкульоз*, основними причинами розповсюдження яких є контакт з хворим, незадовільні гігієнічні та соціально-побутові умови.

Однією із найбільш поширених форм ускладнень частих ринітів у дітей може бути запалення додаткових пазух носу, тобто розвиток гайморитів або фронтитів. *Гайморит* — це запалення, яке охоплює слизову повітряносна порожнини верхньої щелепи. Захворювання розвивається як ускладнення після інфекційних хвороб (корі, грипу, ангіни) при їх недбалому лікуванні, а також від частого запалення слизової носа (нежиті), яка буває, наприклад, у дітей, що займаються водними видами спорту. Запалення гайморової порожнини верхньої щелепи може розповсюджуватись і на порожнину лобної кістки, приводячи до запалення лобної пазухи — *фронтиту*. При цьому захворюванні у дітей виникають головні болі, слъзотеча, гнійні виділення із носу. Гайморит і фронтит небезпечні переходом у хронічні форми і тому потребують ретельного і своєчасного лікування.

Із носоглотки повітря потрапляє у *гортань*, яка складається із хрящів, зв'язок та м'язів. Порожнина гортані із сторони глотки при ковтанні їжі прикривається еластичним хрящем — надгортанником, який протидіє потраплянню їжі у повітряносна шляхи.

У верхній частині гортані розташовані також голосові зв'язки.

Взагалі, гортань у дітей більш коротка, ніж у дорослих. Найбільш інтенсивно цей орган росте в перші 3 роки життя дитини, та в період статевого дозрівання. В останньому випадку формуються статеві розбіжності у будові гортані: у хлопчиків вона стає більш широкою (особливо на рівні щитовидного хряща), з'являється кадик і голосові зв'язки стають більш довгими, що обумовлює ламку голосу з кінцевим формуванням більш низького голосу у чоловіків.

Від нижнього краю гортані відходить *трахея*, яка далі розгалужується на два *бронхи*, які і постачають повітря відповідно до лівого і правого легеня. Слизова оболонка повітряносна шляхів дітей (до 15–16 років) дуже вразлива до інфекцій за рахунок того, що містить меншу кількість слизових залоз і дуже ніжна.

Основним газообмінним органом дихальної системи є *легені*. З віком будова *легень* значно змінюється: наростає довжина повітряно-носних шляхів, а у віці до 8–10 років ще й збільшується кількість легеневих *пухирців* — *альвеол*, які є кінцевою частиною дихального шляху. Стінка альвеол має один прошарок епітеліальних клітин (*альвеоцитів*), товщиною 2–3 мілімікрона (мкн) і оплетена густою сітківкою капілярів. Через таку незначну перетинку відбувається обмін газами: із повітря в кров переходить кисень, а в зворотному напрямку — вуглекислий газ та вода. У дорослих людей в легенях нараховується до 350 млн альвеол, які мають загальну площу поверхні до 150 м².

Кожна легеня вкрита серозною оболонкою (плеврою), яка складається із двох листків, один з яких приростає до внутрішньої поверхні грудної клітки, другий — до тканини легень. Між листками утворюється невеличка порожнина, заповнена серозною рідиною (1–2 мл), яка сприяє зменшенню тертя при сковзанні легень при диханні. Легені у дітей до 8–10 років ростуть за рахунок збільшення кількості альвеол, а після 8 років за рахунок збільшення об'єму кожної альвеоли, який за весь період розвитку може збільшуватись у 20 і більше разів, відносно об'єму у новонародженого. Збільшенню об'єму легень сприяють фізичні тренування, особливо біг і плавання і цей процес може тривати до 28–30 років.

Стан зовнішнього дихання характеризується функціональними та об'ємними показниками.

До *функціональних* показників відносять перш за все тип дихання. Діти до 3–х років мають *діафрагмальний* тип дихання. З 3 до 7 років у всіх дітей формується *грудний* тип дихання. З 8 років починають проявлятися статеві особливості типу дихання: у хлопчиків поступово розвивається *череве* — *діафрагмальний* тип дихання, а у дівчаток вдосконалюється *грудний* тип дихання. Закріплення такої диференціації завершується в 14–17 років. Слід зауважити, що тип дихання може змінюватись в залежності від фізичного навантаження. При інтенсивному диханні у хлопців починає активно працювати не тільки діафрагма, а і грудна клітка, а у дівчат разом з грудною кліткою активується і діафрагма.

Другим функціональним показником дихання є частота дихань (кількість вдихів або видихів за 1 хвилину), яка значно зменшується з віком (табл. 15).

Таблиця 15*Вікова динаміка основних показників стану дихання**(С. І. Гальперин, 1965; В. І. Бобрицька, 2004)*

Назва показника	Стать	Вік (років)						
		До 1	4	8	10	12	14	17 і більше (дорослі)
Частота дихання, д / хв.	Хлопці	40–60	25–35	20–25	18–20	16–20	14–18	12–18
	Дівчата	40–60	25–35	20–25	18–20	16–20	14–18	12–18
Об'єм вдиху / видиху, мл	Хлопці	45	140	190	240	270	300	300–600
	Дівчата	45	140	190	240	270	300	300–600
ЖМЛ, мл.	Хлопці	–	1200	1440	1630	1975	2600	3500–4500
	Дівчата	–	–	1360	1460	1905	2500	2700–4000
Хвилинний об'єм дихання, мл.	Хлопці	1600	3000	3600	4300	4600	4900	5000–6000
	Дівчата	1500	3000	3500	4100	4500	4800	5000–6000

Об'ємними показниками дихання є:

- об'єм вдиху — видиху або дихальний об'єм (*ДО*), мл.;
- хвилинний об'єм дихання (*ХОД*), тобто об'єм повітря, яке проходить через легені за 1 хвилину, л.;
- резервний об'єм вдиху ($PO_{\text{вд}}$), або кількість повітря, яке додатково може вдихнути людина після спокійного вдиху, мл.;
- резервний об'єм видиху ($PO_{\text{вид}}$), або кількість повітря, яке додатково може видохнути людина після спокійного видиху, мл.;
- життєва ємність легень (*ЖЄЛ*), це максимальна кількість повітря яке може видохнути людина після глибокого вдиху, л.;
- максимальний об'єм дихання (*МОД*), це кількість повітря, яке може перекачати людина через легені за 1 хвилину при максимально глибокому диханні, л.

З віком усі об'ємні показники дихання значно зростають. В табл. 15 представлена вікова динаміка зміни основних об'ємних показників дихання у дітей в залежності від статі.

Об'ємні показники дихання залежать також від довжини тіла, від стану розвитку грудної клітини та від фізичної підготовки. Так, наприклад, у гребців та бігунів *ЖЄЛ* може досягати 5500–8000 мл, а хвилинний об'єм дихання до 9000–12000 мл.

Регуляцію дихання здійснює перш за все *дихальний центр*, розташований у довгастому мозку. Центральна нервова система забезпечує автоматичне чергування вдиху і видиху за рахунок подачі періодичних імпульсів, через низхідні шляхи спинного мозку до зовнішніх міжреберних м'язів та м'язів діафрагми грудної клітки, які здійснюють підйом грудної клітки (опускання діафрагми), що і обумовлює акт вдиху повітря. В спокійному стані видих відбувається при розслабленні внутрішніх міжреберних м'язів та м'язів діафрагми і опусканні грудної клітки (вирівнюванні діафрагми) під власною вагою. При глибокому видиху напружуються внутрішні міжреберні м'язи, а діафрагма підіймається до верху.

Діяльність дихального центру регулюється рефлекторно або гуморально. Рефлекси включаються від рецепторів, які розташовані у самих легенях (механорецептори розтягнення тканини легень), а також від хеморецепторів (чутливих до вмісту кисню або вуглекислого газу в крові людини) і від пресорорецепторів (чутливих до тиску крові у венах). Існують також ланцюги умовнорефлекторної регуляції дихання (наприклад, від передстартового хвилювання у спортсменів), та свідомого регулювання від центрів у корі головного мозку.

За даними А. Г. Хрипкової із співав. (1990) Діти перших років життя мають більш високу стійкість до нестачі кисню (гіпоксії), ніж діти старшого віку. Формування функціональної зрілості дихального центру триває на протязі перших 11–12 років і у віці 14–15 років він стає адекватним таким регулюванням у дорослих. При дозріванні кори великих півкуль (15–16 років) удосконалюються можливості свідомо змінювати показники дихання: затримувати подих, робити максимальну вентиляцію та ін.

В період статевого дозрівання у деяких дітей може спостерігатись тимчасове порушення регуляції дихання (зменшується стійкість до нестачі кисню, підвищується частота дихання та ін.), що слід враховувати при організації занять з фізичної культури.

Спортивні тренування значно збільшують параметри дихання. У тренуваних дорослих людей збільшення легеневого газообміну при фізичних навантаженнях відбувається в основному за рахунок глибини дихання, тоді як у дітей, особливо молодшого шкільного віку, за рахунок збільшення частоти дихань, що менш ефективно.

У дітей також швидше досягається максимальний рівень живлення кисню, але це триває недовго, зменшуючи витривалість в роботі.

Дуже важливо з раннього дитинства привчити дітей правильно дихати при ходінні, бігу, плаванні і т. д. Цьому сприяють нормальна постава при всіх видах роботи, дихання носом, а також спеціальні вправи з дихальної гімнастики. При правильному стереотипі дихання тривалість видиху повинна у 2 рази перебільшувати тривалість вдиху.

В процесі фізичного виховання, особливо дітей дошкільного і молодшого шкільного віку (4–9 років), слід приділяти особливу увагу вихованню правильного дихання через ніс, як у стані відносного спокою, так і під час трудової діяльності або занять спортом. Дихальна гімнастика, а також плавання, гребля, катання на ковзанах, лижні прогулянки особливо сприяють вдосконаленню дихання.

Дихальну гімнастику найкраще робити в режимі *повного дихання* (глибоке дихання з комбінацією грудного та черевного типів дихання). Таку гімнастику рекомендується робити 2–3 рази на день через 1–2 години після приймання їжі. При цьому слід стояти, або сидіти рівно у розслабленому стані. Треба робити швидкий (за 2–3 с) глибокий вдих і повільний (15–30 с) видих з повним напруженням діафрагми і «стисненням» грудної клітки. В кінці видиху доцільно затримати дихання на 5–10 с, а потім знову форсовано вдихати. Таких дихань може бути 2–4 за хв. Тривалість одного сеансу дихальної гімнастики повинна бути до 5–7 хв.

Дихальна гімнастика має велике оздоровче значення. Глибокий вдих знижує тиск у порожнині грудної клітки (за рахунок опускання діафрагми). Це приводить до зростання притоку венозної крові до правого передсердя, що полегшує роботу серця. Діафрагма, опускаючись у бік черева, масажує печінку і другі органи черевної порожнини, сприяє виведенню з них продуктів обміну речовин, а із печінки — венозної застійної крові і жовчі.

Під час глибокого видиху діафрагма піднімається, що сприяє відтоку крові від нижніх частин тіла, від органів малого тазу та черева. Відбувається також легкий масаж серця і поліпшення кровозабезпечення міокарду. Вказані ефекти дихальної гімнастики найкращим чином виробляють стереотипи правильного дихання, а також сприяють загальному оздоровленню, підвищенню захисних сил, оптимізації роботи внутрішніх органів.

4.1.1. Вікові особливості системи виділення

Органи виділення відіграють важливу роль у збереженні сталості внутрішнього середовища організму за рахунок виведення зайвих продуктів розпаду, надлишків води та солей. В здійсненні цієї функції приймають участь легені, органи системи травлення (печінка, кишки), шкіра, а також спеціалізована система сечовиділення. Крім того, органи виділення забезпечують захисну (виділення жиру), лактогенну (виділення молока) та феромонну (створення запахів) функції.

Легені видаляють із організму вуглекислий газ, пари води, леткі речовини (ацетони, кетони та інші летучі речовини).

Через систему травлення разом з неперетравленими продуктами їжі виводяться солі тяжких металів, токсичні речовини, залишки продуктів розпаду білків, жирів та вуглеводів. На шкірі функцію виділення відіграють потові та сальні залози, а під час годування немовлят грудями у жінок видільну функцію виконують молочні залози. Потові залози видаляють воду, солі та органічні речовини.

Завдяки системі сечовиділення з організму виводиться вода, солі, аміак, сечовина, сечова кислота, отруйні та токсичні речовини, залишки застосованих ліків, тощо.

Основні органи системи сечовиділення це нирки, сечоводи, сечовий міхур та сечовивідний канал (сечівник).

Нирок в організмі дві і кожна з них має масу приблизно 120 г. Розташовані нирки у поза черевному просторі по обидва боки хребта в поперековій області. Нирки мають опуклу форму квасолини, вигнута частина якої має назву «ворота нирок» (рис. 32). В місці воріт кожної із нирок входить ниркова артерія, а виходять ниркова вена і сечовивідний канал.

Нирки здатні відфільтровувати із крові зайві та шкідливі організму речовини і разом з надлишками води виводити їх у зовнішнє середовище.

Функціональною одиницею нирок є *нефрон* (рис. 33), тіло якого складається з клубочка кровоносних капілярів (*мальпігієвих* клубочків), оточеного капсулою Шумлянського-Боумена, яка переходить у дістальний каналець нефрону.

Рис. 32. Повздожній розтин нирки:

1 — капсула нирки; 2 — ниркові стовпи (піраміди); 3 — коркова речовина; 4 — мозкова речовина; 5 — малі ниркові чашки; 6 — великі ниркові чашки; 7 — сечовід; 8 — ниркова миска; 9 — нерв; 10 — ниркова артерія; 11 — ниркова вена

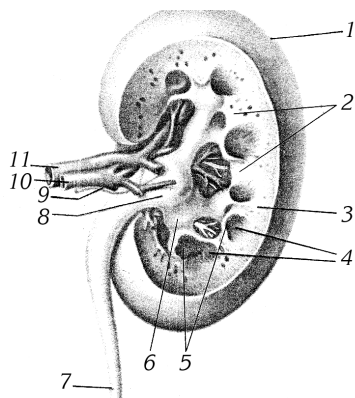
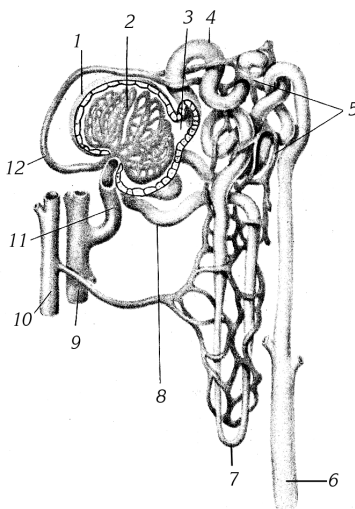


Рис. 33. Схема будови нефрону та його кровозабезпечення:

1 — капсула клубочка (Шумлянського-Боумена); 2 — клубочок ниркового тільця (Мальпігіїв клубочок), 3 — порожнина капсули клубочка; 4 — проксимальна частина канальця нефрону; 5 — кровonosні капіляри; 6 — збиральна трубка; 7 — петля Генле; 8 — дистальний кінець канальця нефрону; 9 — артерія; 10 — вена; 11 — приносяна артеріола клубочка; 12 — виносна артеріола клубочка



Капсули (тіла) нефронів знаходяться у верхній (кірковій) частині нирки, а каналець нефрону пронизує кіркову і мозковий шари нирки у вигляді петлі (петлі Генле), висхідний кінець якої на рівні клубочка переходить у дистальний відділ канальця нефрона. Дистальні відділи канальців від багатьох нефронів впадають у збірні трубки, які далі впадають у ниркові малі і далі великі чашки, з'єднані з нирковою мискою. Нирки мають складну систему кровообігу. Приносяна артеріола кожного

нефрону утворює капілярний клубочок і далі переходить у виносну артеріолу за діаметром меншу, ніж вхідна, що обумовлює місцеве збільшення тиску крові на рівні клубочка нефрону і, як наслідок, вихід (адсорбцію) води і розчинених у ній речовин із крові в порожнину капсули нефрону. Ця рідина за своїм хімічним складом наближається до складу плазми крові і називається *первинною сечею*. За добу через клубочки обох нирок проходить до 1800 літрів крові і утворюється близько 170 літрів первинної сечі. Первинна сеча із капсули потрапляє у каналець нефрону, загальна довжина якого становить до 50 мм. Стінки каналця кожного нефрону оплетені густою мережею кровоносних капілярів, які починаються від виносної артерії клубочка. Тільки від цих капілярів нарешті починаються венули, вени і зворотній кровообіг. Таке подвійне розгалуження артеріол на капіляри має назву *чарівна мережа* і зустрічається тільки у нирках. Одношаровий епітелій стінок каналців та мережі капілярів обумовлюють інтенсивну реадсорбцію (всмоктування) води та розчинених в ній корисних речовин із первинної сечі знову у кров. Як результат, наприкінці каналця утворюється остаточна сеча, яка потрапляє спочатку у миску нирки далі по сечоводам прямує у сечовий міхур, а з нього, через сечівник, періодично виводиться назовні. Обидві нирки містять близько 2 млн. нефронів і до 130 км каналців які утворюють приблизно 1,5 л концентрованої (остаточної) сечі із швидкістю до 50 мл. за годину. Таким чином, утворення сечі здійснюється в два етапи: на першому з них відбувається процес фільтрації (адсорбції) з утворенням первинної сечі, на другому — процес реадсорбції, що закінчується утворенням концентрованої вторинної або остаточної сечі, яка і виводиться із організму.

З віком змінюється кількість та склад сечі (табл. 16 та 17). У дітей утворюється відносно більше сечі (на 1 кг маси тіла), ніж у дорослих і більш часто відбуваються акти сечовипускання, що пов'язане з більш інтенсивними процесами обміну речовин. У місячної дитини за добу утворюється до 380 мл сечі; у віці 1 року — 750 мл; у 4–5 років — до 1 л; у 10 років — до 1,5 л; у 14–15 років до 2 л; у дорослих — до 1,5 л. У грудних дітей сеча різко кисла, а з віком стає слабо кислою. Кислотність сечі збільшується при білковій їжі і навпаки.

Таблиця 16

Середній об'єм одного сечовиділення, виділення сечі за добу, мл, та відносна густина сечі в залежності від віку (І. Н. Усох, 1994)

Вік	Об'єм однієї порції сечі	Добовий об'єм сечі	Відносна густина сечі
1 день	–	до 60	1,008 – 1,018
До 6 місяців	30	300–500	1,002– 1,004
Від 6 місяців до 1 р.	60	750	1,006– 1,010
3–5 років	90	1000	1,010– 1,020
7–8 років	150	1200	1,008– 1,022
10–12 років	250	1500	1,011– 1,025
13–16 років	300	2000	1,012– 1,022
17 років і більше	260	1500	1,009– 1,023

Таблиця 17

Виділення сечовини з сечею у дітей (Г. Ліннерт, 1980)

Вік	Вміст	
	ммоль/добу	г/добу
1 тиждень	2,5–3,3	0,15–0,2
1 місяць	10–17	0,6–1
6–12 місяців	33–67	2–4
1–2 роки	67–133	4–8
4–8 років	133–200	8–12
8–16 років	200–333	12–20

Виведення сечі регулюється рефлекторно. Потрапляючи в сечовий міхур, сеча викликає в ньому підвищений тиск, що подразнює механічні рецептори стінок міхура. Збудження рецепторів передається у центр сечовипускання, який розташований у крижовому відділі спинного мозку. Звідси імпульси по еферентним шляхам передаються до м'язів сечового міхура, він напружується, мимовільний внутрішній сфінктер відкривається і сеча виводиться назовні. Саме такі процеси сечовиділення відбуваються у немовлят.

Починаючи з 0,5–1,5 років, у дітей формується умовнорефлекторний акт затримки сечовиділення не тільки в день, але і в ночі. Це забезпечується роботою другого сфінктера, що свідомо керується і який розташований у місці проходження сечівника скрізь промежину і утвореного посмугованими кільцевими м'язами. Робота цього сфінктера регулюється свідомо від вищого центру сечовиділення, який знаходиться у корі головного мозку. В акті сечовиділення приймають участь також м'язи живота (при напруженні м'язів швидкість сечовиділення зростає).

У дівчат (жінок) довжина сечовивідного каналу (сечівника) становить 3,5–5 см і він має тільки два, вказаних вище, сфінктери: мимовільний (на рівні сечового міхура) і довільний, на рівні промежини.

У хлопців (чоловіків) сечівник у 3 рази більш довгий і має третій сфінктер, який діє безумовно-рефлекторно на рівні підміхурової залози.

У деяких дітей у віці 5–10 років, а іноді і до початку періоду статевого дозрівання, спостерігається мимовільне неутримання сечі в ночі, під час сну. Це явище найчастіше пов'язане з функціональними порушеннями у психоневрологічному статусі дітей і має назву *енурез*. З віком функціональний енурез звично проходить, але усі діти з такими відхиленнями потребують обстежень лікарів (уролога, невропатолога). Енурезу сприяють психічні травми, перевтомлення (особливо від фізичних навантажень) порушення сну, гостра їжа, надлишок вживаємої води, особливо перед сном. В зимові періоди, у зв'язку з можливим переохолодженням організму, частота енурезів може зростати.

Діти, які страждають на енурез, потребують пильної уваги дорослих і, перш за все, психологічного захисту. Явища енурезу не повинні обговорюватись прилюдно. Дітям, що страждають на енурез, треба суворо дотримуватись режиму праці і відпочинку. Їм рекомендується дієта без гострої та солоної їжі, з меншою кількістю рідини, особливо ввечері. У другій половині дня для таких дітей протипоказані великі фізичні навантаження, в тому числі гра у футбол, баскетбол, волейбол та ін. Серед ночі таких дітей доцільно пробуджувати для випорожнення сечового міхура.

Видільна функція шкіри пов'язана, перш за все, з роботою потових та сальних залоз, а у жінок ще і молочних залоз у післяпологовий період.

Шкіра (рис. 34) вкриває всю поверхню тіла і має загальну площу у дорослих людей 1,5–2 м². З м'язами шкіра сполучена підшкірною тканиною, а навколо природних отворів (рота, носа, статевих органів і так далі) плавно переходить у слизову оболонку.

Поверхневий шар шкіри — *епідерміс* складається з багатошарового епітелію, який роговіє і постійно злушчується. Повна зміна клітин епідермісу відбувається за кожні 10–30 діб життя. Під епідермісом розташований шар власне шкіри (*дерми*), що утворена сполучною тканиною, товщина якої 1–2,5 мм і має два прошарки: сосочковий та сітчастий.

У *сосочковому* прошарку шкіри знаходиться велика кількість венозних кровоносних судин, в яких міститься до 10 % усієї крові організму, що необхідно для обігріву тіла.. На рівні цього прошарку знаходяться кінцеві нервові закінчення чутливих, рухових, судиннорухових та секреторних нервів і розташовані, як вказувалось у підрозділі 4.2,

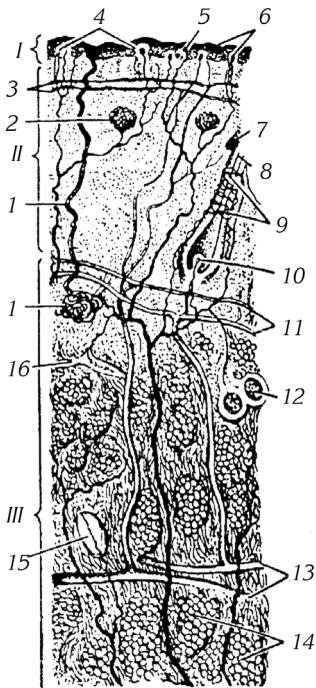


Рис. 34. Схема будови шкіри:

I — епідерміс; II — дерма; III — підшкірна клітковина; 1 — потова залоза та її протока; 2 — рецептори, чутливі до холоду; 3, 11, 13 — оверхвні, глибокі та підшкірні судинні сплетення; 4 — сосочки шкіри; 5 — вільні нервові закінчення в епідермісі; 6 — Мейснерові тільця; 7 — сальні залози; 8 — корінь волосини; 9 — нервові закінчення навколо кореня волосини; 10 — сосочок волосини; 12 — рецептори, чутливі до тепла (тільця Руффіні); 14 — жировий шар; 15 — рецептори, чутливі до холоду (ковбочки Краузе); 16 — рецептори, чутливі до тиску тільця Паччіні)

холодові (*ковбочки Краузе*) та теплові (*тільця Руффіні*) температурні рецептори, а також рецептори дотику (у формі *Мейснерових тілець*, *Меркелєвих дисків* або *нервових закінчень на корені волосків* шкіри), рецептори сприйняття тиску (*тільця Паччині*) і спеціалізовані рецептори болю (переважно *оголені кінцеві закінчення чутливих нервів*). Чуття болю можуть давати і всі інші рецептори шкіри при надмірній дії специфічних подразників.

Сітчастий прошарок шкіри складається із щільної сполучної тканини, збагаченої колагеновими волокнами. У товщі сітчастого прошарку знаходяться корені волосків, тільця потових та сальних залоз, яких нема лише на сосках молочних залоз. Специфічні залози сітчастого прошарку шкіри є в зовнішньому слуховому проході вух, що виділяють вушне мастило (сірку). Навколо статевих органів розташовані «пахучі» залози. Молочні залози є видозміною потових залоз і мають по 15–20 альвеолярних дольок, розділених жировою та сполучною тканиною. Клітини альвеолярних дольок молочних залоз здатні виробляти секрет молока.

Додатковими утвореннями шкіри є нігті та волосся. *Нігті* розташовані з зовнішньої сторони кінцевих фаланг всіх пальців і представляють собою тоненькі прозорі пластинки, що розвиваються з епідермісу, позбавлені кровоносних судин і нервів та ороговіли. Тіло нігтя закінчується вільним краєм, а протилежна, найбільш тонка сторона, має назву кореня і глибоко вростає у складку шкіри. Між коренем та тілом розташована більш світла частина нігтя півколової форми де знаходиться точка росту. У людини нігті ростуть із швидкістю до 4 мм за місяць в продовж всього життя. На пальцях нігті закріплюються шкіряними валиками, пошкодження яких часто буває місцем проникнення інфекції. Гігієна нігтів потребує їх періодичного обрізання, так як під нігтями може накопичуватись грязь то збудники хвороб. Волосся є ниткоподібним утворенням, що вкриває май же все тіло, крім долонь, підошов, сосків грудей, губ та певних частин статевих органів. Всі волоски поділяються на три типи: довгі (волосся голови, бороди, вусів, статевих органів та лобка), короткі (волосся брів, війок, носових та слухових проходів) і тонкі волосся тулуба, кінцівок та лица). Кожний волосок росте під кутом до шкіри і має корінь (у формі волосяного мішечка у товщі шкіри, у якому виділяють волосяну цибулину та сосочок) і вільну

частину волоска — стержень. В порожнину волосяного мішечка кожного волоска відкривається сальна залоза, що щедро вмощує його та прилеглу шкіру жиром. До кожного волоска приєднується також випрамний м'яз та закінчення чутливих нервів. Стержень волосків має мозкову (м'якітну) та коркову частини, що вкриті *кутикулою* волоска. У корковій частині волосків розташовується пігмент, що визначає колір волосся. При втраті пігменту та від попадання повітря між клітинами коркового шару волосся стає *сивим*. Волосся росте неперервно із швидкістю до 10 мм за місяць, але термін життя окремих волосків обмежений: наприклад, в області голови кожен волосок живе 2-4 роки ; на війках 4-5 місяців. Догляд за волоссям голови є найбільш відповідальним моментом у гігієні людини і полягає в періодичній його стрижці. Мити голову треба не менше ніж 1–2 рази на тиждень.

Шкіра людини виконує наступні функції: створює зовнішню оболонку тіла, сприймає різні подразнення, захищає організм від мікробів і механічних вражень, виконує секреторну (виділення сала, утворення молока) та екскреторну (потовиділення) роль, бере участь у терморегуляції.

Потові залози шкіри виконують дві важливі функції: виділення та терморегуляції. У людини на тілі з моменту народження нараховується близько 2,5 мільйонів потових залоз. На протязі життя кількість потових залоз не змінюється, а зростають тільки їх розміри та секреторна функція. Розташовані потові залози по поверхні тіла нерівномірно: найбільше їх на долонях, підошвах ніг, під пахвами, біля статевих органів; найменше — в області спини. Так як діти мають таку ж кількість потових залоз, як і дорослі люди, а загальна площа їх тіла, особливо до 10–12 років, менше у 8–10 разів площі тіла дорослих, то щільність розташування потових залоз у дітей значно вища. Таким чином, при одних і тих же умовах у дітей потовиділення йде інтенсивніше, ніж у дорослих, що необхідно враховувати при розробці питань гігієни шкіри і волосся дітей.

За даними А. Г. Хрипкової (1990), потові залози у дітей в продовж перших 3 тижнів після народження майже не функціонують, так як мають не досконалий апарат видільних клубочків самих залоз, недорозвинений потовидільний центр у довгастому мозку та слабо функціонуючі вищі кіркові центри обміну речовин і води. Морфологічний розвиток потових

залоз у дітей завершується у 7–8 років і з цього моменту їх видільна функція більш — менш стабілізується. Піт на 98 % складається із води, а решта (до 2 %) є твердим залишком поту, що містить сечовину, сечову кислоту, аміак, креатинін, гіпурову кислоту, ацетони, сіль натрію та ін. продукти обміну речовин. Піт має лужну реакцію, але на поверхні шкіри швидко стає кислим за рахунок жирних кислот сальних залоз.

Сальні залози у дітей ефективно починають діяти з перших днів по народженню.

Теплорегуляторна функція потових залоз основана на тому, що при випаровуванні поту тіло охолоджується, що є основним механізмом захисту організму людини від перегрівань. В нормальних умовах доросла людина виділяє за добу до 900 мл поту. При високій навколишній температурі потовиділення зростає до 4–6 л за добу; при важкій роботі — до 10–12 л, а при важкій роботі у жаркому кліматі — до 15 літрів за добу.

За даними М. М. Безруких із співавт. (2002) у дітей теплорегулююча поверхня шкіри відносно більша ніж у дорослих: у новонародженого на 1 кг маси тіла приходиться 704 см² шкіри; у дітей 6 років — 456 см²; у підлітків 15–16 років — 378 см²; у дорослих — 221 см². Це явище обумовлює більшу тепловіддачу організму дітей, відносно дорослих, що потребує більшого теплоутворення. Однак у дітей шкіра має більш розгалужену сітку поверхневих кровоносних судин з широкими капілярами, тому діти фактично більш легко переносять короткострокове охолодження тіла, або його нагрівання. Водночас, вказана особливість будови шкіри дітей, знижує переносність ними тривалої дії значного холоду або тепла. Механізм регуляції температури шкіри і тіла через систему потовиділення по дорослому типу в основному встановлюється у дітей в 9–10 років, але на протязі всього подальшого шкільного періоду (до 17–18 років) функція теплорегуляції шкіри продовжує вдосконалюватись. Наслідком не досконалої функції теплорегуляції у дітей є їх часті переохолодження та простудні захворювання в холодні періоди року, що слід враховувати при організації роботи з дітьми, в тому числі по фізичному вихованню.

Потовиділення регулюється симпатичною нервовою системою. Головний центр цієї функції розташований у довгастому мозку і підпорядкований центру обміну речовин проміжного мозку та відповідним центрам у корі півкуль мозку. Процес потовиділення відбувається рефлекторно

по схемі: температурний рецептор — чутливий нейрон — спинний мозок — нервові вузли симпатичного відділу вегетативної нервової системи (вдовж спинного мозку) — еферентний нейрон — потова залоза.

Шкіра потребує регулярної очистки від поту, продукту сольних залоз та від накопичених на її поверхні забруднюючих речовин. Якщо цього не робити, то утворюються фактори, які протидіють нормальній функції шкіри і можуть приводити до виникнення запалень, гнійників та ін. Брудна шкіра зменшує свої бактерицидні властивості у 17 і більше разів, що може сприяти розповсюдженню інфекційних захворювань та гельмінтів (глистів). Особливої уваги потребує гігієна шкіри і волосся у дітей і підлітків, тим більше, що у багатьох з них спостерігається підвищена пітливість ніг, яка може бути обумовлена не досконалістю теплорегулюючих систем, тривалим використанням кросівок або іншого гумового взуття, перегрівом ніг, або порушенням гігієни. Найкращим заходом позбавитись цього явища слід вважати дію контрастних температур. Реалізувати це можна шляхом щоденного миття ніг по черзі у теплій та холодній воді (шляхом створення контрастних ванн): 5–7 сеансів по 15–20 секунд у воді кожної температури. По мірі звикання та загартовування (на 3–4 день) кількість та тривалість дії контрастних температур треба поступово збільшувати до 30–40 секунд. Найкраще дітям виробити стереотип протягом всього життя мити ноги холодною водою. Нормалізує потовиділення ніг також ходіння босоніж, особливо по траві, землі і піску.

Контрольні питання та тести до матеріалу частини I (модуля 1)

Питання до самоконтролю знань

1. *Поняття розвитку людини та фактори розвитку.*
2. *Визначення онтогенезу і філогенезу.*
3. *Основні закономірності розвитку людини: безперервність і нерівномірність, гетерохронія, системогенез та ін. (визначити які).*

4. Біологічні та соціальні вікові періоди життя людини.
5. Три групи показників фізичного розвитку людини.
6. Поняття акселерації і ретардації. Причини акселерації.
7. Відділи нервової системи та її складові елементи.
8. Поняття нервового центру та властивості нервових центрів.
9. Принципи координації функцій у центральній нервовій системі.
10. Будова та функції спинного мозку.
11. Будова та функції стоволової частини головного мозку.
12. Рефлекторна дуга та її складові елементи.
13. Кінцевий мозок. Будова кори головного мозку.
14. Основні напрямки післянатального розвитку нервової системи людини.
15. Процеси мієлінізації нервових відростків і пов'язані з цим функціональні зміни в здійсненні рухових актів дітей.
16. Вегетативна нервова система: симпатичний та парасимпатичний відділи.
17. Поняття Вищої нервової діяльності (ВНД) людини та її прояви.
18. Матеріальна основа безумовних і умовних рефлексів.
19. Умови утворення умовних рефлексів.
20. Основні прояви ВНД людини.
21. Типи ВНД та особливості поведінкових реакцій людей з різним типом вищої нервової діяльності.
22. Види гальмувань умовних рефлексів та їх функціональне значення.
23. Інтегративна діяльність ВНД та її прояви у вигляді уваги, мотивацій, емоцій, пам'яті, мислення.
24. Ендокринна система організму та її регулююча роль.
25. Опорно-руховий апарат людини та його складові елементи.
26. Форма хребта та його роль у формуванні постави (осанки) людини.
27. Основні показники стану м'язової системи та рухових актів і вікові особливості їх прояву.
28. Особливості процесів травлення у дитячому і підлітковому віці.
29. Особливості обміну речовин (білків, жирів, вуглеводів, мінеральних елементів і води) у дітей різного віку.

30. Основний та загальний обмін енергії в організмі.
31. Вікові зміни основного обміну енергії.
32. Режим раціонального харчування дітей.
33. Серцево-судинна система та її роль в організмі людини.
34. Механізм імунного захисту та його формування у дітей.
35. Вікові зміни лейкоцитарної формули та загальної гемограми.
36. Показники роботи серця та гемодинаміки.
37. Фізіологічний сенс пульсу і його співвідношення з частотою серцевих скорочень.
38. Вікові зміни функціональних та об'ємних показників дихання.
39. Органи виділення та вікові особливості їх функціонування.
40. Особливості процесів потовиділення та теплорегуляції у дітей.
41. Причини підвищеної схильності дітей до простудних захворювань.
42. Шляхи усунення пітливості ніг у дітей.

Завдання для тестового контролю знань залікового модуля 1

Тести є одним із об'єктивних методів контролю знань по всьому об'єму вивчаємого матеріалу. Кожне тестове питання в тестовому блоці залікового модуля 1, а також в подальшому для залікових модулів інших розділів підручника, містить три або чотири варіанти відповідей, з яких тільки один є найбільш правильним і повним. Вибрати правильний варіант відповіді і є задачею для того, хто виконує тест. Варіанти відповідей кодуються літерами *a*), *b*), *в*) і *г*), які рекомендується записувати у вільні клітини спеціального бланку, поряд з номером відповідного питання (зразок бланку наведено у додатку 9). При відсутності бланку, номери питань і коди відповідей на них, можуть записуватись в стовпчик на листку папера. Оцінка правильності відповідей проводиться за ключами відповідей до тестів, що приведені у додатку 8.

Зразки наведених у підручнику тестів можуть перероблятися і доповнюватися з одночасною зміною ключа відповідей. Методика тестування може також бути реалізована за допомогою комп'ютерів при наявності відповідних програм тестового контролю знань.

Зміст тесту.

1. Процеси кількісних змін в організмі людини мають назву:
а) диференціровка;
б) ріст; в) формоутворення.
2. Випереджаюче дозрівання життєво важливих, або більш навантажених функціональних систем відображає таку закономірність розвитку, як:
а) нерівномірність і неперервність;
б) гетерохронія; в) системогенез.
3. Найбільш інтенсивно процеси формоутворення відбуваються у віковий період:
а) до 1 року;
б) від 1 до 10 років; в) від 13 до 16 років.
4. Статева диференціація у розвитку хлопців і дівчат починає проявлятися у віці:
а) від 1 до 7 років;
б) від 3 до 10 років; в) від 11 до 16 років.
5. Процеси акселерації (прискорення) це:
а) зростання середнє статистичних показників фізичного розвитку популяції населення;
б) перевищення вікових нормативів показників фізичного розвитку у деяких сучасних дітей;
в) надмірні показники фізичного розвитку конкретної людини.
6. Гіпотеза, що пояснює наявність акселерації причинами розширення кордонів шлюбних стосунків і міграції населення, має назву:
а) гіпотеза гетерозії;
б) нут рівна гіпотеза; в) гіпотеза урбанізації.
7. Розвиток нервової системи у дітей включає:
а) збільшення кількості нейронів;
б) інтенсивну мієлінізацію аксонів;
в) утворення нових рефлекторних дуг.
8. Завдяки розвитку міжнейронних структур (дендритів, шипіків, синапсів) у дітей вдосконалюються такі якості:
а) підвищується швидкість і точність рухових актів;
б) покращується координація рухів;
в) зростає об'єм пам'яті та глибина аналізу інформації.

9. Матеріальною основою нервової діяльності на рівні безумовних рефлексів є:
- а) рефлекторна дуга;*
 - б) рецептори та аналізатори;*
 - в) тимчасові нейроні зв'язки між центрами, що сприймають безумовне подразнення і центрами вищих рефлексів; .*
10. Не стримана поведінка дітей дошкільного та молодшого шкільного віку обумовлена таким принципом координації функцій в організмі, як:
- а) принцип домінанти при збалансованості процесів збудження і гальмування;*
 - б) принцип іррадіації на фоні переважання збуджуючих процесів;*
 - в) принцип іррадіації на фоні переважання гальмівних процесів.*
11. Нервові центри, що впливають на терморегуляцію, потовиділення та водно-сольовий обмін розташовані:
- а) у довгастому мозку (на дні IV шлуночка);*
 - б) у мозочку (у мозковому відділі);*
 - в) у проміжному мозку (під'згірна ділянка).*
12. Виникнення емоцій пов'язано з аналітико-синтетичною діяльністю:
- а) відповідного нервового центру у корі головного мозку;*
 - б) асоціативних зон всієї кори головного мозку;*
 - в) лімбічної системи.*
13. Матеріальною основою умовних рефлексів є:
- а) ланцюги спеціалізованих рефлекторних дуг;*
 - б) тимчасові нейроні зв'язки між центрами, що сприймають умовний подразник і центрами дуг безумовних рефлексів;*
 - в) центри кори головного мозку, що здатні сприймати і аналізувати умовні подразники.*
14. В основі аналізу зовнішньої інформації лежить такий вид гальмування умовних рефлексів, як:
- а) згасання;*
 - б) запізнювання;*
 - в) диференціація.*
15. Ходьба, біг, стрибки, спортивні вправи, трудові дії та ін. є проявом динамічних стереотипів, які представляють собою:
- а) певну послідовність умовних рефлексів, які здійснюються автоматично;*

- б) певну послідовність автоматично здійснюваних безумовних рефлексів;*
 - в) сукупність умовних і безумовних рефлексів, які здійснюються у певній послідовності автоматично.*
- 16. Найвища форма сприйняття інформації, а саме абстрактне сприйняття дійсності у формі рішень, оцінок та аналізу формується:
 - а) у перші 6–7 років життя дитини;*
 - б) у 10–15 років життя дитини;*
 - в) у юнацькому віці (після 18 років).*
- 17. Регулювання активності діяльності багатьох залоз внутрішньої секреції здійснюють:
 - а) ендокринна залоза гіпофіз;*
 - б) ендокринна залоза епіфіз; в) статеві залози.*
- 18. Фізичні навантаження на кістки скелету у дітей до 14–16 років приводять:
 - а) до затримки процесів їх росту у довжину і товщину;*
 - б) до затримки процесів їх окостеніння;*
 - в) до стимуляції зміцнення та росту кісток.*
- 19. Сила м'язів у дітей найбільш інтенсивно нарощується у віці:
 - а) з 7 до 11 років;*
 - б) з 12 до 16 років; в) до 7 років.*
- 20. Швидкість рухів (одноактних або тих що повторюються) особливо інтенсивно зростає у віці:
 - а) до 6–7 років;*
 - б) з 7 до 12 років; в) з 13 до 15 років.*
- 21. Координація рухів найбільш інтенсивно розвивається у дітей:
 - а) до 5 років;*
 - б) з 6 до 11 років; в) з 12 до 16 років.*
- 22. Білки їжі найбільш інтенсивно і остаточно перетравлюються:
 - а) у шлунку;*
 - б) у тонкій кишці; в) у товстій кишці.*
- 23. Інтенсивні фізичні навантаження, в тому числі спортивні тренування, потребують збільшення у складі їжі:
 - а) вуглеводів, як найбільш доступного джерела енергії;*
 - б) білків та вуглеводів;*
 - в) білків, жирів та вуглеводів.*

24. Витрати енергії основного обміну залежать:
- а) від статі, віку, росту і маси тіла людини;*
 - б) від важкості і напруженості зовнішньої діяльності;*
 - в) від статі, віку, росту, маси тіла і важкості праці.*
25. Специфічний клітинний імунний захист в організмі забезпечують:
- а) лімфоцити Т-кіллери;*
 - б) нейтрофіли;*
 - в) β-лімфоцити.*
26. З віком у дітей показники роботи серця та геодинаміки змінюються наступним чином:
- а) пульс та артеріальний тиск зростають;*
 - б) пульс зменшується, артеріальний тиск зростає;*
 - в) пульс і тиск крові знижуються.*
27. Максимальний об'єм повітря, яке може видихнути людина після глибокого вдиху, характеризує:
- а) резервний об'єм видиху;*
 - б) максимальний об'єм дихання;*
 - в) життєву ємність легень.*
28. Правильний стереотип дихання при ходінні, бігу, плаванні — це дихання, коли:
- а) дихати носом, а тривалість вдиху і видиху однакові;*
 - б) дихати носом, а тривалість вдиху у 2 рази менша тривалості видиху;*
 - в) дихати носом, а тривалість вдиху у 2 рази більша тривалості видиху.*
29. Крім системи сечовиділення та потовиділення до органів виділення відносяться:
- а) кровоносна система;*
 - б) ендокринна система;*
 - в) дихальна система.*
30. Особливості потовиділення у дітей до 10–12 років, порівняно з дорослими, обумовлені і проявляються наступним:
- а) більшою щільністю потових залоз і підвищеною пітливістю;*
 - б) меншою щільністю потових залоз і зниженою пітливістю;*
 - в) недостатнім розвитком потових залоз і зниженою пітливістю.*

Частина II

ГІГІЄНА ТА ФІЗІОЛОГІЯ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ

5. Фізіологічні вимоги до фізичного виховання дітей

5.1. Критерії оцінки фізичного розвитку та стану здоров'я дітей

Хід та результати фізичного і розумового розвитку кожної дитини безпосередньо впливають на стан їх здоров'я і навпаки: стан здоров'я впливає на кінцевий результат фізичного та розумового розвитку, обумовлює вибір прийомів та методів загального та спеціального навантаження, соціально — психологічного та фізичного виховання.

Поняття *здоров'я* можна визначити як оптимально врівноважений природний стан організму, який знаходиться у гармонії з оточуючим середовищем і не має будь-яких хвороб.

Здоровий стан людини об'єктивно визначається по сукупності антропометричних, клінічних, фізіологічних та біохімічних показників. Всі ці показники в певній мірі залежать від спадкоємності, віку, статі, умов виховання, кліматичних та географічних умов життя.

З метою оцінки стану здоров'я дітей використовуються такі показники, як загальна захворюваність, інфекційна захворюваність, індекс здоров'я, відсоток тих хто тривало та часто хворіють, розповсюдженість і структура захворюваності, відсоток осіб з нормальним фізичним розвитком і осіб, які мають вади у фізичному або розумовому розвитку; розподілення дітей по групах здоров'я.

Інтегральну характеристику захворюваності дітей різного віку і статі, як альтернативи здорового стану, дають показники *загальної*

захворюваності, яка враховує розповсюдженість усіх можливих захворювань, як гострого так і хронічного характеру серед дитячого населення певного регіону (району, міста, держави) за певний період часу. Ці данні отримують на підставі аналізу звертань за медичною допомогою (по записам лікарів у медичних картках), або на підставі обробки результатів масових медичних оглядів дітей і підлітків.

Загальна захворюваність формується багатьма факторами, серед яких є і загальний рівень здоров'я населення (в тому числі генетичне здоров'я), соціальні, екологічні, санітарно — гігієнічні і, навіть, організаційні фактори. Крім того, загальна захворюваність має вікові і статеві особливості і залежить від якості виховання (в тому числі фізичного), від дотримання здорового способу життя, від особистого свідомого ставлення кожної людини до свого здоров'я.

Існуючи соціально-економічні проблеми сучасного українського суспільства, разом з морально-психологічною кризою у свідомості широких верст населення, призвели до розквіту нездорових тенденцій у відношенні людей до свого здоров'я, до здоров'я своїх нащадків. Зловживання алкоголю, паління, наркоманія стали дуже поширеними навіть серед школярів, в тому числі серед молодших школярів як хлопців так і дівчат. За останні 15 років Україна досягла рекордної швидкості розповсюдження синдрому набутого імуннодефіциту (СНІДу) і з 2002 р. займає четверте місце у світі по кількості хворих на це захворювання. В Україні запанували туберкульоз, онкологічні хвороби, серцево-судинні захворювання. За даними літератури (О. В. Антонік, В. І. Антонік, 2004; І. П. Антонік, В. І. Антонік, 2006; В. Г. Грибан, 2005, та інші), середня тривалість життя людей в Україні за період 1992 — 2003 років зменшилась на 5 років і тепер не перевищує 67 років (у Дніпропетровській області — 59 років). Серед випускників сучасних шкіл значно зменшився відсоток здорових дітей, а рівень фізичного розвитку у більшості з них оцінюється переважно як «низький» та «нижче середнього». Ще більш невтішні данні приводить А. О. Дробинська (2003) згідно яких серед сучасних немовлят більше 45 % мають хронічні хвороби, травми або вади розвитку. Серед причин цього є як генетично обумовлені, так і такі, що пов'язані з нездоровим способом життя батьків, або з прямою дією негативних екологічних факторів середовища.

Проведені авторами посібника дослідження загальної захворюваності школярів Кривого Рогу за 1997–2002 роки на базі 4-х загальноосвітніх Саксаганського району (СШ № 19, 91, 107 і 120) свідчать про те, що в середньому за рік найбільша частота захворюваності має місце у дітей першого класу (табл. 18). Отримані дані також вказують, що кожен хлопчик, або дівчинка 6–7 років хворіють за рік більше 2-х разів. У 2–3 класах частота захворювань зменшується до 1,09–1,35 разу. Найменша частота захворювань у 5–6 класах, а починаючи з 7 класу знову зростає. Особливої різниці у частоті захворювань хлопців і дівчат не виявлено. Кількість випадків захворювань на 1000 осіб обстежених за весь шкільний період для всіх школярів (за винятком хлопців 5 класу) перебільшує

Таблиця 18

Показники загальної захворюваності школярів 1–9 класів шкіл Кривого Рогу (середні дані за 1997–2002 рр.г)

Контингент обстежених	Показники захворюваності	Значення показників захворюваності для учнів різних класів (віку)								
		1 кл. (6–7 р.)	2 кл. (7–8 р.)	3 кл. (8–9 р.)	5 кл. (10–11 р.)	6 кл. (11–12 р.)	7 кл. (12–13 р.)	8 кл. (13–14 р.)	9 кл. (14–15 р.)	
Хлопці (300 осіб)	Частота захворювань, середня на 1000 осіб	2,13	1,35	1,09	0,68	0,86	0,93	0,86	0,84	
	Випадки захворювань на 1000 осіб	2333	1703	1147	816	1107	1117	1110	1055	
Дівчата (300 осіб)	Частота захворювань, середня на 1000 осіб	2,23	1,18	1,21	0,78	0,72	0,85	0,97	0,87	
	Випадки захворювань на 1000 осіб	2566	1366	1542	1022	1014	1096	1127	1175	

1000, що свідчить про те, що приблизно 1/3 всіх дітей хворіє за рік два і більше разів. Результати аналізу розповсюдженості різних форм захворювань серед сучасних школярів приведені у табл. 19 (стор. 225–226). Аналіз цих результатів свідчить, що найбільш поширеними хворобами у дітей як молодшого так і старшого шкільного віку є хвороби органів дихання і, в основному, гострі респіраторно-вірусні інфекції (ГРВІ), грип та ангіни, що свідчить про послаблені імунні сили організму дітей. На другому місці, як у хлопців так і у дівчат, хвороби кістково-м'язової системи. Далі йдуть інфекційні та паразитарні хвороби. Достатньо розповсюджені серед дітей Кривого Рогу психічні розлади, ендокринні та алергічні захворювання, хвороби нервової системи та органів чуття. З віком є тенденція збільшення кількості хвороб органів травлення, органів виділення та статевих органів (особливо серед хлопців). Велике занепокоєння викликають дані про кількість дітей (особливо 1–3 класів), що дають позитивну реакцію Манту на туберкульоз.

В табл. 20 (див. стор. 227) наведені порівняльні данні про рангове місце розповсюдженості окремих форм захворювань серед дітей в динаміці 1990–2001 рр.

Результати свідчать, що за період спостережень у структурі захворювань дітей відбулись значні зміни. Сучасні діти, особливо хлопці молодшого та середнього шкільного віку (на відміну від своїх однолітків 90-х років), найчастіше усього хворіють не тільки хворобами органів дихання, а і хворобами кістково-м'язової системи, хворобами нервової системи та органів чуття, хворобами органів травлення, а серед хлопців старших класів на третє місце серед усіх хвороб вийшли хвороби сечостатевої системи, а на друге — інфекційні та паразитарні хвороби.

Серед сучасних дівчаток молодшого і середнього шкільного віку поширилися захворювання органів травлення та хвороби нервової системи і органів чуття. У дівчат старшого шкільного віку на друге місце вийшли хвороби органів травлення, а на третє — захворювання кістково-м'язової системи. Наведена інформація, разом з результатами анкетного опитування учнів, свідчить, що характер змін структури захворювань сучасних школярів може у значній мірі бути обумовлений тим, що нехтуються гігієнічні вимоги до фізичного виховання та організації роботи

Таблиця 19

Розповсюдженість різних форм захворювань серед школярів 1–9 класів шкіл Кривого Рогу (середні дані за 1997–2002 рр.)

Клас хвороб	Назва хвороби і номер рубрики за міжнародною класифікацією (2002 р.)	Частота захворювань школярів різних класів (середнє для 1 учня на 1000 обстежених)											
		Хлопці					Дівчата						
		1	3	6	9	1	3	6	9				
I	Інфекційні і паразитарні хвороби (А 00–В 99)	0,1–0,3	0,1–0,3	0,08–0,1	0,04–0,07	0,1–0,3	0,1–0,3	0,04–0,08	0,04–0,08				
II.	Психічні розлади (F 00–F 99)	0,1	0,03	0,02–0,04	0,06–0,08	0,1	0,03–0,05	0,02–0,05	0,04–0,08				
IV.	Ендокринні і алергічні хвороби (Е 00–Е 90)	0,1–0,3	0,03	0,02–0,08	0,04–0,08	0,1–0,3	0,03–0,1	0,02–0,06	0,06–0,08				
VI.	Хвороби нервової системи та органів чуття (слуху, зору і т. д.) (G 00–G 99)	0,2–0,4	0,06–0,1	0,04–0,08	0,03–0,08	0,2–0,3	0,05–0,1	0,02–0,1	0,02–0,1				
IX.	Хвороби системи кровообігу (I 00–I 99)	0,1	0,03	0,02–0,06	0,02–0,04	0,05	0,03–0,1	0,02–0,04	0,04–0,06				

Закінчення табл. 19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Хвороби органів дихання (J 00–J 99)	1–1,3	0,3–0,6	0,3–0,4	0,2–0,7	1,1–1,3	0,4–0,7	0,3–0,5	0,3–0,4
X.	втому числі: ГРВІ, грип, ангіни	0,8–0,9	0,4–0,5	0,2–0,3	0,2–0,4	0,9	0,3–0,5	0,2–0,3	0,2–0,28
	бронхіт, пневмонія	0,1	0,05–0,15	0,07–0,08	0,07–0,25	0,2–0,4	0,1–0,2	0,08–0,1	0,1–0,18
XI.	Хвороби органів травлення (K 00–K 93)	00,1	0,03	0,08–0,15	0,02–0,1	0,1	0,05–0,1	0,04–0,08	0,04–0,12
XII.	Хвороби шкіри (L 00–L 99)	0,1	0,03	0,04–0,06	0,01–0,04	0,1	0,03–0,05	0,04	0,01
XIII.	Хвороби кістково-м'язової системи (M 00–M 99)	0,3	0,06–0,15	0,04–0,2	0,04–0,08	0,2–0,3	0,1–0,15	0,04–0,08	0,04–0,12
XIV.	Хвороби сечостатевої системи (N 00–N 99)	0	0,02–0,03	0,02–0,14	0,04–0,1	0,1	0,05–0,1	0,02–0,04	0,04–0,04
XIX.	Травми та отруєння (S 00–T 98)	0	0,02–0,15	0,02–0,04	0,04	0	0,02–0,05	0,02–0,03	0,02–0,06
XX.	Інфіковані на туберкульоз	0,2	0,1	0,08	0,04	0,3	0,09	0,05	0,06

Таблиця 20

Рангове місце розповсюдження окремих форм захворюваності серед дітей різної статі і віку (1990 р. — за даними І. Д. Дубинської; 2001 р. — власні дані)

Стать	Рангове місце хвороб	Вікова група, років					
		6–10		11–13		14–16	
		1990 р.	2001 р.	1990 р.	2001 р.	1990 р.	2001 р.
Хлопці	I	Хвороби органів дихання	Хвороби органів дихання	Хвороби органів дихання	Хвороби органів дихання	Хвороби органів дихання	Хвороби органів дихання
	II	Інфекційні хвороби	Хвороби нервової системи та органів чуття	Травми та отруєння	Хвороби кістково-м'язової системи	Травми та отруєння	Інфекційні хвороби
	III	Хвороби органів травлення	Хвороби кістково-м'язової системи	Хвороби нервової системи та органів чуття	Хвороби органів травлення	Хвороби нервової системи та органів чуття	Хвороби сечостатевої системи
Дівчата	I	Хвороби органів дихання	Хвороби органів дихання	Хвороби органів дихання	Хвороби органів дихання	Хвороби органів дихання	Хвороби органів дихання
	II	Інфекційні хвороби	Інфекційні хвороби	Травми та отруєння	Хвороби нервової системи та органів чуття	Травми та отруєння	Хвороби органів травлення
	III	Алергічні хвороби	Хвороби нервової системи та органів чуття	Хвороби нервової системи та органів чуття	Хвороби органів травлення	Хвороби нервової системи та органів чуття	Хвороби кістково-м'язової системи

у школі, вимоги до особистої гігієни та гігієни травлення, а також із факторами недостатнього харчування та схильності школярів до шкідливих звичок (паління, вживання алкоголю, ранніх статевих стосунків та ін.), які поширилися саме серед сучасних школярів.

В практичній діяльності педагогів, в тому числі вихователів фізичної культури, важливе значення має володіння експрес-методами оцінки стану *соматичного здоров'я* дітей, або оцінки їх *фізичного розвитку*. З цією метою доцільно перш за все оцінювати адаптаційний потенціал організму, наприклад, за методом, запропонованим Р. М. Баєвським із співавт. (1988). Згідно цієї методики, найбільш чутливим індикатором адаптації організму є стан системи кровообігу. Саме кровоносна система найбільш чутливо реагує на зміну пристосувальних можливостей організму, на розвиток і протікання захисних реакцій. Відомо, що перехід від стану здоров'я до хвороби, від норми до патології є процесом поступового зниження ступеня адаптації організму до умов оточуючого середовища (зниженням адаптаційного потенціалу). При цьому виділяють чотири рівня стану адаптації або рівня здоров'я:

1. *Задовільна адаптація* організму до умов оточуючого середовища при збереженні високих функціональних можливостей організму.
2. *Напруга адаптаційних механізмів*, коли адаптаційні функціональні можливості забезпечуються мобілізацією функціональних резервів.
3. *Незадовільна адаптація* при знижених функціональних можливостях.
4. *Зрив адаптації*, що супроводжується значним зниженням функціональних можливостей і загрозою розвитку патології.

Рівень адаптаційного потенціалу в кожен момент часу можна розраховувати за формулою, запропонованою В. Г. Грибан (2005):

$$AP = 0,011 \cdot ЧП + 0,014 \cdot A_c + 0,008 \cdot AT_o + 0,014 \cdot B + 0,009 \cdot M - 0,009 \cdot P - 0,27 \text{ (балів)},$$

де AP — адаптаційний потенціал; $ЧП$ — частота пульсу (ударів за хвилину); AT_c та AT_o — відповідно систолічний та діастолічний артеріальний тиск; B — вік (років); M — маса тіла (кг); P — довжина тіла (см).

На підставі розрахунків визначається рівень функціонального стану організму за критеріями наступної шкали:

- $\leq 2,1$ бали — задовільна адаптація;
- $2,11-3,2$ бали — напруга адаптаційних механізмів;
- $3,21-4,3$ бали — незадовільна адаптація;
- $\geq 4,31$ балів — зрив адаптації.

Для оцінки рівня соматичного здоров'я дітей рекомендується також використовувати відомі у фізіології індекси та показники, які розраховуються за формулами 1–4:

- індекс маси тіла (I_m), який рекомендується розраховувати для школярів середнього і старшого віку та дорослих, визначається за формулою:

$$I_m = \frac{\text{Маса тіла}}{\text{Довжина тіла}}, \text{ кг/м}; \quad (1)$$

Індекс маси тіла (I_m) може використовуватись і для прогнозу наявності ожиріння та зв'язаного з цим ризику для здоров'я. Вказане рекомендуємо оцінювати за наступними критеріями (з врахуванням даних Л. И. Тегакко, О. В. Морфина, 2003): $I_m \leq 18,5$ — дефіцит маси тіла, що може бути пов'язане з певними проблемами харчування чи здоров'я; I_m від 18,6 до 24,9 — норма індексу маси для більшості людей; $I_m \geq 25$ — надлишкова маса тіла. Надлишкова маса тіла у свою чергу може диференціюватись на: передожиріння (виникає ризик для здоров'я) $I_m = 25-30$; ожиріння I ступеню (помірний ризик для здоров'я) $I_m = 30,1-34,9$; ожиріння II ступеню (високий ризик для здоров'я) $I_m = 35-40$; ожиріння III ступеню (дуже високий ризик для здоров'я) $I_m > 40,1$.

- дихальний індекс (I_d):

$$I_d = \frac{\text{Життєва ємність легень (ЖЄЛ)}^1}{\text{Маса тіла}}, \text{ мл/кг}; \quad (2)$$

- силовий індекс (I_c):

$$I_c = \frac{\text{Сила правої (лівої) кисті}^2}{\text{Маса тіла}} \times 100 \%; \quad (3)$$

¹ ЖЄЛ визначається за допомогою спірометра.

² Сила кисті визначається за допомогою динамометра кистьового, а у розрахунки береться найбільший показник для правої або лівої руки.

Таблиця 21
Нормативи та оціночні бали для визначення рівня соматичного (фізичного) здоров'я дітей (Г. Л. Аланасенко, 1998)

Назва показників	Значення показників та оціночних балів стану здоров'я									
	Хлопці					Дівчата				
	Низький	Нижче середнього	Середній	Вище середнього	Високий	Низький	Нижче середнього	Середній	Вище	Високий
$I_{ж}$, кг/м	≤ 18,9	19,0-20	20,1-25	25,1-28	28,1-30	≤ 16,9	17-18,6	18,7-23,8	23,9-26	26,1-28
Бал оцінки	-2	-1	0	1	2	-2	-1	0	1	2
$I_{б}$, мл/кг	≤ 50	51-55	56-60	61-65	≥ 66	≤ 40	41-45	46-50	51-56	≥ 57
Бал оцінки	-1	0	1	2	3	-1	0	1	2	3
$I_{с}$, %	≤ 60	61-65	66-70	71-80	≥ 81	≤ 40	41-50	51-55	56-60	≥ 61
Бал оцінки	-1	0	1	2	3	-1	1	1	2	3
P_r , ум. один.	≥ 111	110-95	94-85	84-70	≤ 69	≥ 111	110-95	94-85	84-70	≤ 69
Бал оцінки	-2	-1	0	3	5	-2	-1	0	3	5
Час відновлення пульсу, хв.	≥ 3,1	2-3	1,3-1,59	1,0-1,29	≤ 0,59	≥ 3,1	2-3	1,3-1,59	1,0-1,29	≤ 0,59
Бал оцінки	-2	1	3	5	7	-2	1	3	5	7
Загальна оцінка рівня фізичного розвитку і стану здоров'я (сума балів)	≤ 3	4-6	7-11	12-15	16-18	≤ 3	4-6	7-11	12-15	16-18

- показник Робінсона (P_p):

$$P_p = \frac{\text{Частота пульсу (ЧП)} \times \text{Артеріальний тиск систолічний (АТс)}}{100}, \text{ ум. один.}; \quad (4)$$

- час (сек) відновлення частоти пульсу (ЧП, ударів на хвилину)¹.

Фактичне значення показників, отриманих при визначенні стану здоров'я дітей, можна оцінювати за критеріями, що запропоновані Г. Л. Апанасенко із співавт. (1998) і представлені в табл. 21. Загальний висновок про рівень стану фізичного розвитку (або соматичного здоров'я) кожної конкретної обстеженої дитини роблять на підставі сумачії оціночних балів по всім рекомендованим показникам. Діти, які досягають у своєму розвитку лише «низького» або «нижче середнього» рівня розвитку потребують пильної уваги батьків і вихователів. Для таких дітей особливо доцільно проводити профілактичні та оздоровчі заходи та рекомендувати загальні фізичні тренування. Крім вказаних вище показників фізичного розвитку дітей слід використовувати інші, що в залежності від мети оцінки, можуть давати додаткову корисну інформацію щодо стану фізичного розвитку. До таких показників відносяться:

- Показник ідеальної маси тіла (M_i). Визначається за формулою Лоренца:

$$M_i = (L - 100) \times \frac{L - 150}{4}, \text{ кг}, \quad (5)$$

де L — довжина тіла людини, см.

- Індекс наявності ожиріння Кетл (I_k):

$$I_k = \frac{P}{L}, \text{ г/см}, \quad (6)$$

де P — маса тіла, г; L — довжина тіла людини, см.

Нормативи I_k : для хлопців до 15 років — 325 г/см; для дівчат до 15 років — 318 г/см; для чоловіків — 370–400 г/см; для жінок — 325–375 г/см.

¹ Вимірювання проводяться після 20-и присідань, а пульс контролюється через кожні 30 секунд, поки не досягне вихідного рівня.

- *Індекс Пін'є* (I_n), який відображає міцність (пропорційність) організму:

$$I_n = L_{см} - (P_{кг} + K_{см}), \quad (7)$$

де $K_{см}$ — довжина кола грудної клітини, см.

Чим менше I_n , тим організм міцніше. Критерії оцінки за *індексом Пін'є*: міцний організм — 10–15; помірна міцність — 16–20; середня міцність — 21–25; слабка міцність — 26–36; дуже слабка міцність — ≥ 37 .

- *Окружність талії* (T) в нормі для дівчат (жінок) повинна дорівнювати:

$$T = L - 100, \text{ см.} \quad (8)$$

При цьому в нормі *окружність стегон* повинна бути на 30–33 більше ніж *окружності талії*. Ідеальна норма співвідношення цих показників 60×90 .

- *Індекс грації* (I_g) для юнаків і дівчат розраховується за формулою:

$$I_g = \frac{D_z}{T}, \quad (9)$$

де D_z — *окружність самої товстої частини стегна*, см; T — *окружність талії*, см.

На підставі розрахунків I_g роблять висновки: $\geq 0,5$ — добра граціозність; 0,41–0,49 середній рівень грації; $< 0,4$ — незадовільна граціозність.

- *Коефіцієнт пропорційності тіла будови* (K_n) визначається за формулою:

$$K_n = (L - (L : M)) \cdot 100 \%, \quad (10)$$

де L — довжина тіла, стоячі, см; M — довжина тіла, сидячі, см.

В нормі K_n повинно бути 87–92 %. Люди, які мають K_n менше 87 % характеризуються стійкістю у просторі, вони надійні у таких видах спорту, як боротьба, штанга, бокс та ін. Якщо $K_n > 92$ % то таким людям краще займатися ігровими видами спорту.

- *Індекс скелії*, або довжини ніг (I_c) оцінюється за формулою:

$$I_c = \frac{\text{Довжина ніг}}{\text{Довжина тіла, сидячі}} \cdot 100 \% \quad (11)$$

Якщо I_c менше 84,9 — ноги короткі; 85–89 — середньої довжини; більше 89,1 — довгі ноги.

- *Індекс Ерісмана* (I_E) дозволяє оцінювати пропорційність розвитку грудної клітини і розраховується за формулою:

$$I_E = T - 0,5 L, \text{ см.} \quad (12)$$

де T — коло (обхват) грудної клітини, см; L — довжина тіла, см.

В нормі цей показник повинен бути: для чоловіків $\geq + 5,8$ см, а для жінок $\geq 3,3$ см.

Організуючі заняття з фізичного виховання, або залучаючи дітей до фізичної праці необхідно обов'язково враховувати фактичний стан їх здоров'я і розвитку. В зв'язку з цим і використовуючи рекомендації А. Г. Хрипкової із співавт. (1990), усіх дітей умовно можна поділити на п'ять груп здоров'я:

- *I група здоров'я* — це здорові діти і підлітки з нормальним розвитком і нормальним рівнем функцій, які не мають гострих або хронічних хвороб. За критеріями таблиці 21 мають середній і вищий бал оцінки стану здоров'я. Такі діти можуть залучатись до фізично активної діяльності без обмежень, але з врахуванням вікових можливостей.
- *II група здоров'я* — це практично здорові діти і підлітки, які мають не значні функціональні або морфологічні відхилення розвитку, мають послаблений рівень імунного захисту, або не суттєві хронічні захворювання. До фізично активної діяльності такі діти можуть залучатись без обмежень, але з врахуванням не тільки вікових, а і індивідуальних особливостей розвитку. Такі діти потребують спеціальних тренувальних занять або занять, що загартовують і після оздоровлення можуть бути переведені у першу групу здоров'я.
- *III група здоров'я* — це діти і підлітки які мають хронічні хвороби у стані компенсації, та обмежені функціональні можливості. До цієї ж групи тимчасово відносять дітей I і II груп здоров'я під

час гострого захворювання, а також у перші 10–15 діб після перенесених гострих захворювань, в тому числі інфекційного характеру (після корі, скарлатини, грипу, ангіни, тощо). Такі діти з обмеженістю допускаються до фізичних навантажень, або зовсім від них тимчасово звільнюються (за показаннями). Для таких дітей доцільно проводити спеціальні оздоровчі заняття (вправи) з фізичної культури.

- *IV група здоров'я* — це діти і підлітки з хронічними захворюваннями у стані субкомпенсації та із зниженими функціональними можливостями. Такі діти до фізично активної діяльності не допускаються, дозволяються лише дозовані лікувально–оздоровчі фізичні навантаження, з'ясовані з лікарем, або ті, що здійснюються під контролем медичних працівників.
- *V група здоров'я* — це діти із суттєвими вадами розвитку (інваліди), які до загальних фізично-активних дій не повинні залучатися.

Відхилення у фізичному розвитку, а також хронічні та гострі захворювання, порушення гостроти зору або слуху значно впливають на активність та працездатність дітей як при розумовій, так і при фізичній праці. Про це обов'язково слід пам'ятати при організації навчального процесу, особливо на уроках фізичної культури, трудового виховання та ін.

Так, наприклад, діти, які мають хронічні або перенесли гострі нервові захворювання, які страждають на ендокринні розлади, невірноважений психічний стан, яким притаманна анемія (зменшена кількість еритроцитів у крові) відрізняються низькою або вкрай невірноваженою розумовою та фізичною працездатністю. Зменшену працездатність мають також діти, хворі на *ревматизм*, ускладненнями якого можуть бути порушення у нервовій системі (*хорея*), у роботі серцево-судинної системи і, навіть, ендокринні розлади, особливо з боку надниркових та статевих залоз. Саме діти, хворі на ревматизм, найчастіше потребують звільнень від занять фізичною культурою. В результаті у таких дітей можуть розвиватись хронічні хвороби серця, судин, суглобів. У них також може спостерігатись відставання в розвитку м'язової системи, можуть формуватись низькі функціональні можливості серцево-судинної та дихальної систем, може послаблятися загальна імунна активність. Враховуючі, що серед сучасних дітей достатньо поширені саме рев-

матичні захворювання, то перед вчителями, особливо викладачами фізичної культури, стоїть відповідальна задача оздоровлення таких дітей, в тому числі шляхом формування (разом з лікарями) спеціальних груп здоров'я, шляхом підбору лікувально — оздоровчих фізичних вправ, шляхом навчання хворих дітей спеціальним прийомам ранкової гімнастики та оздоровчого загартовування.

Вчителям слід також пам'ятати, що всяке захворювання дітей, навіть не тривале, негативно впливає майже на всі функції організму, пригнічує стан нервової системи, зменшує розумову та фізичну працездатність, погіршує функціональний стан. Ці явища проявляються не тільки під час хвороби, а й на протязі певного періоду під час одужання. Тривалість відновлювального періоду після перенесеної хвороби залежить від форм та важкості самої хвороби, а також від особистого характеру її проходження, від загального стану здоров'я та фізичного розвитку кожної конкретної дитини. В табл. 22 наведені дані про орієнтовану тривалість строків не допуску школярів до систематичних занять фізичною культурою та спортом після різних перенесених ними, найбільш поширених, гострих захворювань та травм (без інвалідності).

У випадках, коли стан здоров'я дитини суб'єктивно оцінити важко, або наявною проявляються ознаки ускладнень після перенесеної хвороби, то питання про допуск до занять фізичною культурою дітей, що перехворіли, вирішується на основі рішень об'єктивної медичної експертизи.

Існує також перелік захворювань, за наявності яких взагалі протипоказане будь-яке фізичне тренування. До таких протипоказань, за рекомендаціями В. І. Бобрицької (2000), належать:

- усі захворювання в гострій формі чи під час загострення;
- злоякісні новоутворення;
- тяжкі органічні захворювання центральної нервової системи;
- хвороби серцево-судинної системи (аневризма серця і великих судин, ішемічна хвороба серця з частими нападами стенокардії, перенесений інфаркт міокарда (до 6 місяців після нього), недостатність кровообігу, деякі порушення ритму серця (миготлива аритмія, цілковита АВ-блокада), гіпертонія II–III ступеня);
- захворювання печінки і нирок з явищами недостатньої функції;

Таблиця 22

Строки відновлення занять з фізкультури та трудового виховання школярів після перенесених гострих захворювань та травм (за А. Г. Хрипковою, 1990)¹

Назва перенесеної хвороби	Тривалість звільнення від фізично активних занять після закінчення гострого періоду (приходу до школи)	Попередження
Ангіна	3–4 тижні	Уникати переохолоджень: скоротити перебування на вулиці взимку; виключити плавання; виключити активні ігрища на повітрі (футбол, волейбол і т. д.)
Бронхіт, гостре респіраторне захворювання (ГРЗ)	1–3 тижні	
Гострий отит	2–4 тижні	
Пневмонія	1–2 тижні	
Плеврит	1–2 місяці	
Грип	2–4 тижні	Допуск з дозволу лікарів
Гостре інфекційне захворювання	1–2 місяці	
Гострий нефрит	2 місяці	
Гепатит інфекційний	8–12 місяців	
Апендицит (після операції)	1–2 місяці	
Перелом кісток кінцівок	1–3 місяці	Доцільна лікувальна гімнастика
Розтягнення зв'язок	2–6 місяців	
Вивернення суглобів	3–6 місяців	
Травми м'яких тканин	1–3 тижні	
Струс мозку	2–12 місяців і більше	Допуск з дозволу лікарів

- хвороби органів дихання: бронхіальна астма з тяжким перебігом, тяжкі форми бронхоектатичної хвороби;
- хвороби ендокринної системи з вираженим порушенням функції судин і больовим синдромом;
- тромбоемболія і часті кровотечі будь-якої етіології;
- глаукома.

¹ Вказані нормативи допускається застосовувати тільки для дітей I та II групи здоров'я, для дітей III–IV групи здоров'я допуск до фізично активних занять надають тільки лікарські установи

5.2. Особливості реакцій організму дітей на фізичне навантаження

Фізична активність забезпечується перш за все роботою м'язів. В свою чергу м'язова діяльність потребує активізації багатьох функціональних систем організму, особливо дихальної та серцево-судинної систем. Значно прискорюються також, процеси обміну речовин, процеси виділення, особливо потовиділення. Фізичні навантаження здатні стимулюючи впливати на саму опорно-рухову систему, вдосконалювати рухові якості. Але слід пам'ятати, що стимулюючий та тренувальний вплив на розвиток дітей здатні здійснювати лише такі фізичні навантаження, які відповідають віковим можливостям і, перш за все, віковим можливостям опорно — рухового апарату дітей.

У дошкільному віці рухові якості і особливо витривалість м'язової системи відносно низькі і діти не здатні довго виконувати динамічну та статичну роботу. Здатність витримувати фізичні навантаження в деякій мірі починає формуватись у дітей у віці 6–9 років. В 11–12 років найбільш інтенсивно розвивається м'язова працездатність. Так, як що у 10 років діти здатні виконувати динамічної роботи на 50 % більше, ніж у 7 років, то у віці 14–15 років вже на 300–400 %. Потужність можливої роботи за період з 7 до 11 років зростає всього на 30 %, а в період з 11 до 16 років — більш ніж на 200 %. У цей же період у дітей стрімко наростає працездатність до статичних навантажень, хоча загальний її рівень і в 16 років не перебільшує 70 % такої у дорослих людей.

За даними А. Г. Хрипкової із співавт. (1990) вікові особливості м'язової працездатності невід'ємно пов'язані з особливостями вищої нервової діяльності, що відбувається на процесах тренування. Так, тренування по однаковому виду роботи потребує у 14-річних підлітків в 2 рази більше часу, ніж у дорослих. Потужність роботи підлітків не перебільшує 70 % тієї, що можуть виконувати дорослі, тоді як час на відпочинок і відновлення функцій після цієї роботи підліткам потрібний у 4 рази більший, ніж дорослим.

При динамічній роботі стомлюваність як хлопців, так і дівчат однієї вікової групи розвивається майже з однаковою швидкістю. В той же час сила та витривалість м'язів у дівчат в середньому нижча, ніж у хлопців. Дівчата здатні також виконувати значно меншу за об'ємом роботу, ніж

їх однолітки — хлопці, до того ж функціональні порушення в організмі дівчат в наслідок роботи в переважній кількості випадків більш суттєві, що потребує більшого часу на відпочинок. У дівчаток повільніше відбувається адаптація до фізичних навантажень (тренувань), швидше падає працездатність у процесі фізичних навантажень. Не достатній термін відпочинку дітей як після тривалого розумового, так і фізичного (під час тренувань у спортивних секціях) навантажень приводить до накопичення стомлення і навіть до хронічного перевтомлення, ознаками якого є зниження працездатності, активності, зниження захисних сил (імунітету), функціональні розлади в організмі і т. п. Основні можливі ознаки появи різних ступенів перевтомлення наведені у табл. 23.

Оптимальним віком для початку систематичних фізичних тренувань (занять спортом) вважається вік 9–10 та 13–14 років, що обумовлено віковими періодами найбільш інтенсивного формування рухової системи та рухових якостей. Високі спортивні досягнення (особливо у гімнастиці, танцях, катанні на ковзанах і т. д.) діти можуть проявити вже у підлітковому віці, але слід пам'ятати, що цей період пов'язаний із статевим дозріванням і глибокими функціональними перебудовами в організмі дітей, тому мало тренуваних дітей слід обмежено навантажувати роботою, яка потребує максимальної сили та витривалості.

Фізичні вправи є найефективнішим засобом вдосконалення рухового апарату людини, бо саме вони найкраще сприяють формуванню рухових умінь та навичок. Фізіологічний сенс тренувальних вправ полягає в утворенні *динамічного стереотипу*. На початку виконання тих чи інших невідомих вправ збудження в корі мозку та в рухових центрах дуже поширене, тому рухи можуть мати не скоординований характер, виглядати не врівноваженими та не адекватними, що обумовлене скороченням багатьох м'язів, які навіть не мають ні якого відношення до певного рухового акту. В наслідок цього розвивається загальне гальмування, що швидко приводить до загального втоми.

Згодом, за рахунок подальших тренувань, збудження у корі локалізуються і активізують лише обмежену кількість м'язів, безпосередньо пов'язаних з тим чи іншим руховим актом. Поступово рухи стають більш чіткими, вільними, координованими та економними, що досягається утворенням стереотипів (автоматизму) тих чи інших рухових

Таблиця 23

Основні симптоми стану організму при різних ступенях перевтоми (за В. І. Бобрицькою, 2000)

Симптоми стану дитини	Ступінь перевтоми			
	не значний	легкий	середній	сильний
Зниження працездатності	Не значне	Помітне	Підвищене	Суттєве
Поява ознак втоми	При посиленому навантаженні	При звичайному навантаженні	При полегшеному навантаженні	Без навантаження
Компенсація вольовими зусиллями зниженої працездатності	Не потрібна	Повна	Часткова	Не значна
Емоційні зрушення	Часом зниження інтересу до роботи	Часом нестійкість настрою	Роздратованість	Пригнічений стан, сильна роздратованість
Розлади сну	Важко прокидатися	Важко висипатися	Сонливість	Безсоння
Зниження розумової працездатності	Не має	Важко зосереджуватися	Погіршення пам'яті	Помітне послаблення уваги та пам'яті
Шляхи корекції (покращення) стану організму				
	Раціоналізація режимів праці і відпочинку	Відпустка або відпочинок від напружених занять (10 днів)	Тривала відпустка або відпочинок від занять (до 30 днів)	Лікування і тривалий відпочинок від занять

дій. Продовжуючи відповідні тренування можна досягати збільшення потужності та сили саме тих м'язів, які виконують певні вправи, що проявляє таку закономірність їх розвитку, як системогенез. Саме в цьому і полягає ефект тренування. Разом з розвитком конкретних функцій, фізичні тренування позитивно впливають на розвиток багатьох інших систем, що забезпечують життя: серцево-судинної, дихальної і так далі. В результаті одну і ту ж роботу тренувана людина виконує з меншими функціональними втратами. При фізичному навантаженні у спортсменів

звично зростає не тільки частота скорочень серця, а і потужність їх роботи; не тільки частота дихань, а і їх глибина — що в цілому краще забезпечує організм обмінними процесами при менших загальних витратах енергії і сили. В цьому реалізуються такі закономірності розвитку, як «системогенез» та «енергетичне правило м'язів».

Фізичні тренування дітей розвивають не тільки їх фізичну силу і витривалість, але й сприяють укріпленню загального здоров'я, позитивно впливають на загальний фізичний і розумовий розвиток та психічний стан.

Найбільш інтегральним показником фізичного розвитку дітей є оцінка їх *фізичної працездатності*, яку можна визначити, наприклад, за методикою *степ-тесту*. Ця методика не потребує складних пристосувань і може бути реалізована в будь-яких умовах.

Відомо, що найбільш адекватним показником важкості фізичного навантаження є частота серцевих скорочень (або частота пульсу), яка знаходиться майже у прямій залежності від потужності роботи. Лінійна ділянка такої залежності спостерігається у межах від початкового (до робочого) пульсу до рівня 170 ударів на хвилину. Якщо рівень навантаження буде продовжувати зростати, то більше 170 ударів на хвилину пульс вже буде збільшуватись по експоненті, тобто не лінійно.

У різних осіб (в залежності від віку, статі, тренуваності) пульс досягає 170 ударів за хвилину при різній потужності роботи. На цій підставі розроблений тест визначення фізичної працездатності PWC_{170} (*Physical Working Capacity – 170*).

Сенс тесту PWC_{170} полягає у тому, щоб визначити, якої потужності роботу (у кілограмометрах за хвилину — кГм/хв.) може розвинути індивідуально кожна людина при пульсі 170 ударів за хвилину, що і приймається, за рівень працездатності. На практиці прийнято приводити цей показник до одного критерію у всіх обстежених, наприклад, визначати у перерахунку на 1 кг маси тіла.

З іншого боку, якщо прийняти частоту пульсу за критерій рівня фізичного або розумового навантаження, то пульс 170 ударів за хвилину відповідає *субмаксимальному* рівню такого навантаження. Таким чином, за допомогою тесту PWC_{170} можна визначити, яка робота для будь якої людини буде субмаксимальною (табл. 24).

Таблиця 24

Критерії важкості та напруженості праці за частотою пульсу і енерговитратами (В. В. Розенблат, 1975)¹

Категорія важкості праці	Рівень важкості праці	Показники пульсу, ударів за хв.	Приблизні витрати енергії, ккал/хв.
I	• дуже легка робота (стан спокою)	≤ 85	≤ 2,5
II	• легка фізична робота • не напружена розумова робота	86–100 ≤ 100	2,6–5
III	• робота середньої важкості • помірно напружена робота	101–120 101–120	5,1–7,5
IV	• важка фізична робота • оптимально напружена робота	121–160 121–140	7,6–10
V	• дуже важка (субмаксимальна) фізична робота • дуже напружена розумова робота	161–175 141–160	10,1–12,5
VI	• максимальне навантаження	176–160	≥ 12,6
VII	• виснажливе навантаження	≥ 196	–

Існує два шляхи визначення фізичної працездатності за тестом PWC_{170} . Перший з них полягає в тому, що людина повинна виконувати фізичну роботу, поступово збільшуючи рівень навантаження (наприклад, за допомогою велоергометра) поки пульс не досягне 170 ударів за хвилину. Зафіксований при цьому рівень навантаження і буде характеризувати фізичну працездатність. Однак цей шлях визначення працездатності відносно складний, потребує спеціального обладнання і тривалого часу досліджень.

Другий шлях — розрахунковий. Людина виконує два дозованих навантаження різної важкості, меншої за субмаксимальну. Далі, на підставі

¹ Напруженість роботи притаманна розумовій діяльності, або роботам з психо-емоційним компонентом: диспетчерам, операторам, науковцям та іншим. Для школярів і студентів під час екзаменаційних сесій напруженість розумової праці досягає II–III категорії

фактичного рівня обох навантажень і відповідної для них динаміки частоти пульсу, розраховують, яку роботу людина може виконати при пульсі 170 ударів за хвилину за формулою 13:

$$PWC_{170} = N_1 + ((N_2 - N_1) \cdot \frac{170 - f_2}{f_2 - f_1}), \text{ кГм.} \quad (13)$$

Методика досліджень полягає в наступному: людина повинна виконати два фізичних навантаження, кожне тривалістю 3 хвилини. Між навантаженнями дається відпочинок на протязі 3 хвилин. Навантаження найпростіше дозувати за допомогою *степ-тесту* (піднімання на сходинку). Для досліджень треба виготовити дерев'яний стілець висотою 30–35 см. У крайньому випадку можна використовувати одну із сходинок міжповерхових драбин будинку або спортивні стільці, враховуючи їх фактичну висоту.

Фізична робота виконується суворо за правилами (рис. 35).

Знаючи вік, стать і масу тіла людини, а також висоту сходинки і кількість циклів підйому-спуску за 1 хвилину, розраховують потужність роботи за формулою 14:

$$N = P \cdot h \cdot n \cdot K, \text{ кГм/хв,} \quad (14)$$

де N — потужність роботи (кГм / хв); P — маса тіла людини (кг); h — висота стільця (сходинки), м; n — кількість циклів підйому-спуску (найчастіше проводять 20 і 30 підйомів-спусків за 1 хв.); K — коефіцієнт підйому-спуску.

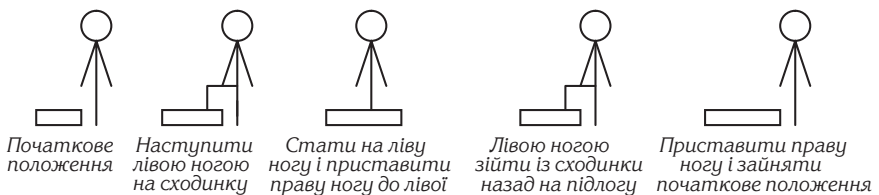


Рис. 35

Послідовність рухів у процесі степ — тесту (етапи одного циклу підйому — спуску; нога, з якої починається виконання тесту не має значення)

Дозування фізичного навантаження можна здійснювати також шляхом присідань, наприклад, 20 і 30 разів за 1 хв. Рівень навантаження у цьому випадку з певною помилкою (яка, однак, нівелюється при однаковому підході при масових обстеженнях), розраховується за формулою 15:

$$N = 0,5H \cdot 0,5P \cdot n \cdot K, \text{ (кГм/хв)}, \quad (15)$$

де N — потужність роботи (кГм / хв); H — довжина тіла людини (м); P — маса тіла людини (кг); n — кількість присідань; K — коефіцієнт присідань-підйомів.

Коефіцієнт K у формулах 14 та 15 залежить від віку та статі людини (дитини) і враховує, що робота виконується не тільки під час підйому на сходинку (підйому після присідання), а й частково під час спуску з неї (або при присіданні). Значення коефіцієнту K для людей (дітей) різного віку визначається за табл. 25.

Приклад розрахунку потужності роботи: хлопчик 9 років з масою тіла 38 кг на 3-й хв степп-тесту зробив 15 циклів підйому-спуску на сходинку висотою 0,3 м (30 см). Тоді потужність виконаної ним роботи буде дорівнювати: $N = 38 \cdot 0,3 \cdot 15 \cdot 1,2 = 205,2$ кГм / хв.

Для більш точного визначення PWC_{170} бажано застосовувати таке навантаження, щоб частота пульсу на 2-й хвилині першого навантаження була в межах 110–130, а другого навантаження 140–160 ударів за хв. Цього можна досягти, змінюючи кількість циклів підйому–спуску (присідань), що в свою чергу залежить від віку, маси тіла і фактичного фізичного стану людини.

Таблиця 25

Значення коефіцієнту підйому-спуску на сходинку (або присідань-підйомів) для школярів різного віку і статі (А. А. Гуминський, 1990)

Вік (років)	Коефіцієнт підйому-спуску	
	хлопці	дівчата
8–12	1,2	1,2
13–14	1,3	1,3
15–16	1,4	1,3
≥ 17 і дорослі	1,5	1,5

В табл. 26 наведена кількість циклів підйомів — спусків, що рекомендується при визначенні PWC_{170} для дітей різного віку, статі і маси тіла.

Особливо відповідальним моментом досліджень працездатності вважається контроль частоти пульсу при навантаженні. Підрахунок проводять пальпаторно на зап'ястку руки на протязі 10 або 15 с наприкінці 3-ї хв кожного навантаження, або невідкладно той час після виконання останнього циклу 3-ї хв кожного навантаження. Отримані результати збільшують відповідно у 6 або 4 рази, щоб отримати значення пульсу за 1 хв. Необхідно також точно підраховувати фактичну кількість циклів підйому—спуску (присідань) впродовж 3-ї хв кожного навантаження, так як ці данні використовуються у формулах 14 або 15 для підрахунку об'єму виконаної роботи. Ритм виконання навантаження і фактичну кількість циклів роботи контролює дослідник, користуючись секундоміром і, при необхідності, корегує темп роботи піддослідного командами: «Швидше», або «Повільніше». Найчастіше за першу хвилину людина звикає до темпу роботи і далі без зайвого напруження виконує завдання у потрібному темпі до кінця 3-ї хв. Трьох хвилинне виконання роботи саме і необхідне

Таблиця 26

Кількість підйомів-спусків, що рекомендується для хлопців і дівчат різного віку для визначення PWC_{170} при степ-тесті (А. А. Гуминський, 1990)¹

Стать	Вік (років)											
	8–11			12–13			14–15			≥ 16 і дорослі		
	Маса тіла, кг	n_1	n_2	Маса тіла, кг	n_1	n_2	Маса тіла, кг	n_1	n_2	Маса тіла, кг	n_1	n_2
Хлопці	≤ 31	10	17	≤ 41	12	18	≤ 50	13	20	≤ 62	20	20
	32–37	12	18	42–48	14	19	51–60	15	22	63–80	22	25
	≥ 38	14	20	≥ 49	15	21	≥ 60	16	23	≥ 81	25	30
Дівчата	≤ 30	10	14	≤ 35	13	16	≤ 45	14	17	≤ 55	15	20
	31–37	11	15	36–42	14	17	46–53	15	18	56–70	18	22
	≥ 38	13	17	≥ 43	16	18	≥ 54	16	19	≥ 70	22	25

¹ n_1 — кількість циклів стептесту, що рекомендується при першому навантаженні; n_2 — відповідне при другому навантаженні

для того, щоб людина звикла до темпу роботи, а пульс після впрацювання досяг сталого стану. Між навантаженнями дається 3-х хвилинний відпочинок для того, щоб організм заспокоївся і ритм роботи серця встановився на вихідному рівні норми спокою. Роботу слід починати по команді дослідника: «Почали» (при цьому включається секундомір). На протязі першої хвилини дослідник може задавати темп степп-тесту гучними підрахунками «раз», «два», «три» і т. д. В кінці 3-ї хв подається команда: «Стоп» і як найшвидше вимірюється пульс, як це було описано вище. Під час виконання підйомів — спусків дитина може поміняти ногу, якою піднімається на сходинку.

Розрахований за формулою 14 або 15 рівень першого (N_1) і другого (N_2) навантаження та вимірний в кінці 3-ї хв пульс першого (f_1) і другого (f_2) навантаження далі використовуються для підрахунку фізичної працездатності дитини за вищевказаною формулою 13.

До початку досліджень доцільно перевірити у людини пульс відносного спокою. Якщо пульс перебільшує 100 ударів за хвилину, то дослідження працездатності (до виявлення причини цього або нормалізації пульсу до рівня вікової норми) проводити не рекомендується.

Отримані результати розрахунку PWC_{170} порівнюють з віковими та статевими нормативами, які розроблені з врахуванням рекомендацій А. А. Гуминського з співавт. (1990) і наведені у табл. 27.

Таблиця 27

Нормативи фізичної працездатності людей різного віку та статі за тестом PWC_{170} у перерахунку на 1 кг маси тіла (А. А. Гуминський, 1990)

Вік (років)	Працездатність, PWC_{170} / кг			
	Тренеровані		Не тренеровані	
	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки
8-10	10-13	9-12	10-12	9-11
11-12	14-15	12-13	13-14	11-12
13-14	16-17	14-15	14-15	12-13
15-16	18-20	16-17	16-17	14-15
17-20	21-25	18-20	17-18	14-15
21-30	23-24	17-18	15-16	13-14

Якщо фактичні значення PWC_{170} перебільшують вікову норму, то це свідчить про підвищений (гарний) рівень працездатності і навпаки.

Характеризуючи фізичну працездатність слід зауважити, що наведена вище методика її визначення дає лише орієнтовне уявлення про цей феномен, так як людина складається не тільки із м'язів та систем забезпечення їх діяльності, а ще має розум і такі психо-емоційні якості як сила волі, мотивації, прагнення, здатність до мобілізації зусиль та ін. У зв'язку з цим працездатність, в тому числі фізична є поняттям дуже багатограним. Зовнішнім проявленням високої працездатності можуть буди високі досягнення у спорті, у фізичній праці, досягнення по максимуму роботи, яку може виконати людина до виникнення значних фізіологічних зрушень.

Приблизну оцінку рівня фізичної працездатності можна одержати, підіймаючись сходами. Треба вийти на 4-й поверх у середньому темпі ходи без зупинки. Якщо людина легко пододала цей підйом і відчуває, що ще є резерв — дається оцінка «добре». Якщо ж людина задихалась, то це означає, що рівень її здоров'я знижений.

Згідно рекомендаціям В.І. Бобрицької (2000) рівень фізичної працездатності орієнтовано можна оцінити пробою з 20-ма присіданнями. Для цього треба підрахувати стабільний пульс сидячи за 10 с., далі у продовж 30 с треба зробити 20 присідань, піднімаючи руки вперед. Після цього знову треба сісти і зафіксувати час відновлення пульсу до вихідних значень, підраховуючи його за відрізками часу в 10 с. Якщо частота пульсу відновилась швидше, як за 1 хв. дається оцінка «відмінно», до 2 хв. — «добре», повільніше як за 3 хв. — «погано». Таку ж оцінку можна дати шляхом проведення проби з затримкою дихання. Треба зробити 1–2 глибокі вдихи — видихи, а потім глибоко вдихнути (не максимально!) і затримати дихання на скільки це можливо. Якщо дихання затримується на ≥ 60 с — оцінка «відмінно», 40–59 с — «добре», ≤ 39 с — «погано» (для жінок на 10 с менше).

Слід пам'ятати, що кількісні характеристики працездатності дітей і підлітків не завжди об'єктивні, так як у них ще не достатньо розвинута здатність до вольових напружень. Діти часто кидають роботу за довго до досягнення межі напруженої діяльності.

М'язова працездатність в цілому залежить від м'язової сили і витривалості, а також від стану вегетативних компонентів організму, то б то від стану діяльності серцево — судинної системи, дихання, терморегуляції, обміну речовин та наявності стереотипів рухів. Між цими компонентами існують певні взаємовідношення. Тому для більшої точності вікової характеристики фізичної працездатності підлітків А. А. Маркосян (1974) рекомендує враховувати чотири елементи:

- рівень розвитку сили (показники динамометрії);
- рівень розвитку різних видів моторики (оцінюється кількістю або швидкістю тих чи інших рухів за 1 хвилину);
- рівень розвитку функцій серцево — судинної і дихальної систем;
- рівень розвитку витривалості і здатності до короткострокового розвитку потужності (саме це характеризує показник PWC_{170}).

У зв'язку з вищесказаним виникає потреба інтегрально оцінювати рівень розвитку кардіо-респіраторної системи дітей. Для цього можна використовувати показник *максимального вживлення кисню (МВК)*, який визначається за формулою 16, рекомендованою А. А. Гуминським із співавт. (1990):

$$MBK = A \cdot K \cdot \sqrt{\frac{N}{f - h}}, \quad (16)$$

де: A — емпіричний коефіцієнт, який враховує вік і стать дитини, визначається за табл. 28; N — потужність фізичної роботи, яку можна виконати, наприклад, за допомогою степп-тесту, або присідань; f — частота пульсу в кінці виконаної роботи N ; h — поправка до пульсу, яка враховує вік і стать дитини, визначається за табл. 28; K — віковий коефіцієнт, значення якого наведені у табл. 29.

Якісну оцінку рівня розвитку кардіо-респіраторної системи на основі визначення МВК проводять за критеріями, наведеними у табл. 30.

Данні, необхідні для розрахунку MBK , в тому числі потужність навантаження і відповідну частоту пульсу на це навантаження, рекомендується визначати за методикою степп-тесту, яка описана вище для оцінки фізичної працездатності. До того ж, одні і ті данні степп-тесту можна використовувати як для розрахунку PWC_{170} , так і для визначення MBK . Враховуючі, що найбільш точні і об'єктивні результати дає визначення

МВК при пульсі 135–155 скорочень за хвилину, то найкраще для розрахунку *МВК* використовувати данні другого навантаження по методиці визначення PWC_{170} . В остаточному вигляді *МВК* представляють у перерахунку на 1 кг маси тіла дітей.

Показником, протилежним працездатності, є *втома*, тобто тимчасове зменшення працездатності організму, його окремих органів або систем. Фізична втома звично настає після тривалої напруженої або короткострокової, але занадто інтенсивної фізичної роботи (динамічної або статичної).

Таблиця 28

Значення поправочних коефіцієнтів для розрахунку МВК в залежності від віку і статі дітей (А. А. Гуминський з співавт., 1990)

Вік (років)	Значення коефіцієнту А		Значення поправки до пульсу <i>h</i>	
	Хлопці	Дівчата	Хлопці	Дівчата
8	1,05	0,80	-30	-30
9	1,11	0,85	-30	-30
10	1,11	0,95	-30	-30
11	1,15	0,95	-40	-30
12	1,20	0,98	-50	-40
13	1,20	0,98	-50	-40
14	1,25	1,05	-60	-40
15	1,27	1,05	-60	-40
16	1,29	1,10	-60	-40

Таблиця 29

Значення коефіцієнту К для визначення МВК у дітей різного віку (А. А. Гуминський з співавт., 1990)

Вік (років)	Коефіцієнт, К	Вік (років)	Коефіцієнт, К
8	0,931	13	0,891
9	0,922	14	0,883
10	0,914	15	0,876
11	0,907	16	0,868
12	0,900	≥ 17	0,860

Таблиця 30

Критерії оцінки рівня розвитку кардіо-респіраторної системи за показником максимального вживання кисню (МВК/кг), мл/кг (А. А. Гуминський з співавт., 1990)

Значення МВК / кг		Рівень розвитку кардіо-респіраторної системи
Хлопці	Дівчата	
55-60	45-50	Відмінний
50-54	40-44	Добрий
45-49	35-39	Задовільний
≤ 44	≤ 34	Не задовільний

Показником втоми є перш за все зменшення фізичної сили або працездатності, що може бути обумовлено як змінами у самому м'язі, так і із змінами у центральній нервовій системі (у нервових центрах). Крайнім випадком стомлення того чи іншого м'язу є його тривале скорочення і тимчасова не здатність до повного розслаблення, що називається *контрактурою*.

Участь нервової системи у процесах розвитку втоми пов'язана, в основному, з накопиченням продуктів розпаду, або з виснаженням медіаторів у нервових синапсах. Відновленню працездатності за рахунок ЦНС значно сприяють зміна виду діяльності (активний або пасивний відпочинок) позитивні емоції і мотивації та ін.

Процеси втоми на рівні м'язів пов'язані з виснаженням енергоносіїв і перш за все аденозінтрифосфорної кислоти (АТФ) і з накопиченням у м'язах продуктів анаеробного розпаду глікогену, особливо молочної кислоти, для виведення якої потрібен певний час. До речі, відчуття болю у м'язах, які напружено працювали, може тривати декілька днів і обумовлено, в певній мірі, накопичення молочної кислоти. Відновленню працездатності м'язів сприяє спокій (відпочинок), помірна розминка м'язів, цільовий масаж, а також білково-вуглеводна їжа.

Маленькі діти (до 4-х років) дуже швидко втомлюються при м'язових навантаженнях. З п'яти років здатність до фізичної роботи дітей поступово починає збільшуватись разом з зростанням енергетичних можливостей скелетних м'язів та із структурно-функціональним дозріванням

елементів центральної нервової системи та самих м'язів. Але у дітей дошкільного та молодшого шкільного віку ще не завершується остаточна диференціація скелетних м'язів, тому в цілому у дітей 6–9 років фізична працездатність у 2,5–3 рази нижча, ніж у дітей 15–16 років.

Переломний момент у розвитку фізичної працездатності дітей відбувається у 12–13 років, коли спостерігаються суттєві зміни в морфології м'язових волокон та в енергетиці скорочень: стрибкоподібно зростає м'язова витривалість, а разом з цим, здатність до тривалого виконання навантажень з меншим ризиком стомлення.

Слід зазначити також, що фізична працездатність (як і розумова працездатність) дітей має певні коливання на протязі доби: найвищі її рівні спостерігаються з 10 до 14 години, а також з 17 до 19 години. В період з 7 до 10 години ранку та з 16 до 17 години спостерігаються періоди наростання працездатності (*фази впрацьовування*), а в періоди з 14 до 16 години та з 19 години вечора працездатність падає (*фази «стомлення»*). У продовж тижня також виділяють періоди оптимальної працездатності (вівторок, середа, четвер), періоди наростання працездатності (неділя, понеділок) та періоди стомлення (п'ятниця, субота). Найменша працездатність для більшості людей у нічні години (з 23.00 до 6.00 годин ранку) та в п'ятницю. Суттєво знижується фізична працездатність і на протязі 1–1,5 годин після приймання їжі. На динаміку працездатності людей в певній мірі впливають індивідуальні біологічні ритми кожної особи. Вказана вище динаміка працездатності властива так званим *нормохронікам*. У людей, які відносяться до «жайворонків» найбільш висока працездатність зміщена на 1,5–2 години на початок дня, а для «сов» — на той же термін другої половини дня. Вказану періодизацію працездатності слід враховувати при організації занять з фізичної культури та спортивних тренувань.

5.3. Фізіолого-гігієнічні рекомендації по розвитку рухових здібностей у дітей

У новонародженої дитини відсутні координовані рухи, вона не може сидіти, стояти виконувати послідовні рухові дії. У наступні періоди життя рухові здібності дітей формуються шляхом створення відповідних

умовних рефлексів за механізмом виникнення тимчасових нейронних зв'язків між кірковими центрами рухового (пропріоцептивного), зорового, тактильного або вестибулярного аналізаторів і центрами безумовних рухових рефлексів, що знаходяться на рівні рефлекторних дуг спинного мозку. За даними А. Г. Хрипкової із співавт. (1990), перші більш-менш координовані дії з'являються у дітей в 1,5–2 місяці, коли за рахунок виникнення тонуусу потиличних м'язів шиї діти починають піднімати і утримувати голову. У 2,5–3 місяці поступово починають розвиватись рухи руками у бік побаченого предмету. У 4 місяці діти починають перевертатись із спини на бік, а у 5–5,5 місяців — перевертатись із спини на живіт і навпаки. У віці від 3 до 6 місяців діти опановують повзання. Лежачі на животі вони прагнуть піднімати не тільки голову а і верхню частину тулуба, вчатьс я напружувати м'язи рук і ніг.

У 7–8 місяців діти вже здатні добре повзати на велику відстань. В цей же період більшість дітей починає сідати, вставати, стояти і присідати, тримаючись за опору.

До кінця першого року життя діти починають ходити, але довжина перших кроків не перебільшує 10–15 см. До віку 4–х років довжина кроків поступово збільшується до 40 см, але самі кроки ще залишаються невпевненими, нерівномірними і частими. У період з 8 до 15 років довжина кроків продовжує зростати до 60–80 см, а кількість кроків зменшується.

У віці 4–5 років у дітей починає інтенсивно вдосконалюватись координація рухів і їм стають притаманні такі рухові акти як біг, плигання, сковзання на ковзанах, плавання, гімнастичні вправи, ігрища з м'ячем.

У період з 12 до 14 років найінтенсивніше вдосконалюється влучність кидань та точність плигань. Дальність плигань у хлопців наростає до 13–14 років, а у дівчат — до 12–13 років; висота плигань наростає до 11–12 років.

В період статевого дозрівання у окремих дітей може спостерігатись тимчасове погіршення координації рухів та зниження витривалості до фізичних навантажень. Причина цього перш за все у глибоких морфофункціональних перебудовах в організмі підлітків, в тому числі на рівні нервово — м'язових структур та у гормональній сфері. Вказані проявлення зникають по мірі статевого дозрівання дітей.

Важливо пам'ятати, що гармонічний фізичний розвиток і вдосконалення рухових актів можливі лише при наданні дітям достатньої рухової активності за добу, при цьому це повинні бути не тільки цілеспрямовані фізичні вправи, але і повільні рухові дії.

Підраховано, що у вільному режимі влітку діти 7–10 років за добу можуть здійснювати до 16 тисяч природних локомоцій (рухів). У хлопців 14–15 років, відносно школярів 8 років, рухова активність зростає на 35 %, а об'єм виконаної роботи навіть на 160 %. Природна активність у дівчаток за добу значно нижча, ніж у хлопців і вони у більшій мірі потребують організованих форм фізичного виховання. Взимку природна рухова активність усіх дітей падає на 35–40 %. Встановлено також, що природна рухова активність дітей зменшується з зростанням віку.

За даними А. Г. Хрипкової із співавт. (1990) *гігієнічною нормою фізичної (рухової) активності* дітей 11–15 років слід вважати:

- 25–30 тисяч локомоцій за добу;
- виконання об'єму роботи у 110–150 тис. кг м /добу;
- переважання динамічної активності над спокоєм не менше ніж на 25 % за добу.

Якщо учні 11–15 років мають рухову активність у 2 і більше разів нижчу, ніж це передбачено гігієнічними нормами, то прийнято вважати, що вони переносять руховий голод — *гіподинамію*. У таких дітей можуть порушуватись обмінні процеси, спостерігається ожиріння, падає імунна активність, формується низька працездатність, спостерігаються порушення нормального фізичного розвитку м'язової, серцево-судинної і дихальної систем.

Слід зауважити, що фізична активність дітей може тимчасово значно знижуватись під час гострих захворювань, при недостатній калорійності їжі, при загостренні хронічних хвороб, при наявності нервово-психічних стресів, особливо таких, що мають характер пригнічення. В цьому випадку тимчасове падіння рухової активності дітей має захисну функцію і не повинно оцінюватись, як гіподинамія. Вихователям слід уважно відноситись до поточного стану дітей і навіть штучно обмежувати їх активність поки не нормалізується функціональний стан.

Надмірна рухова активність дітей, наприклад, під час інтенсивних спортивних тренувань або змагань і особливо, коли це супроводжується значними нервово-емоційними напруженнями, може також давати різноманітні негативні наслідки. У цих випадках не виключні порушення у стані опорно-рухового апарату, розтягнення зв'язок, деформація міжхребетних дисків, суглобів та ін. При тривалій дії вказаних перенавантажень можливі порушення функціонального стану центральної нервової системи, зниження імунної активності, порушення нормального розвитку серцево-судинної та дихальної систем. Інтенсивні фізичні навантаження дітей можуть також пригнічувати функції гіпофізу і надниркових залоз, що може негативно впливати на природні процеси росту, розвитку і диференціації (затримується зростання довжини тіла, пригнічується статеве дозрівання та інше). Все це потребує суворого дотримання гігієнічних норм фізичного навантаження для дітей і підлітків і постійного лікарського контролю за функціональним станом і станом здоров'я тих дітей, які систематично займаються спортом.

Найважливіше правило оптимального розвитку рухових якостей у дітей — це *послідовність і поступовість збільшення навантажень*. Із усіх вікових груп дітей найбільш продуктивним для розвитку рухових можливостей і фізичного вдосконалення є молодший шкільний вік (6–11 років).

З початком навчання у школі природна рухова активність дітей зменшується у 2 рази, тому найкраще, якщо це компенсувати організованими формами фізичного виховання, серед яких виділяють:

- уроки фізичної культури, які компенсують до 11 % рухового дефіциту;
- ранкова гімнастика до 10 хвилин вдома, та гігієнічна гімнастика перед початком уроків у школі які компенсує до 10 % рухового дефіциту;
- фізкультпаузи на уроках та вдома компенсують до 7 % рухового дефіциту;
- рухові ігрища на перервах та після уроків, помірні спортивні тренування дають компенсацію до 60 % необхідної рухової активності за добу.

Особливо слід сказати про користь *фізкультпауз*: не зважаючи на те, що вони компенсують відносно невеликий об'єм рухового дефіциту, фізкультпаузи несуть значний оздоровчий ефект, а також є заходом активного відпочинку і підтримки високої працездатності (в тому числі розумової) на протязі всієї доби. Фізкультпаузи повинні тривати мінімум 1,5–2 хв і включати вправи переходу від пози сидіння до пози стояння (5–10 разів), ходіння на місці, вправи з поворотами та нахилами тулуба, вправи для рук і пальців, дихальні вправи та ін.

Згідно рекомендацій А. Г. Хрипкової (1990) фізкультпаузи найкраще проводити в моменти максимального падіння працездатності і виникнення у дітей симптомів стомлення:

- у I–II класах це через кожні 15–17 хв уроку (2 рази за урок);
- у III–IX класах це доцільно робити на 20–25 хв від початку уроку;
- при виконанні домашніх завдань діти I–V класів повинні мати фізкультпаузи через кожні 30–40 хвилині праці.

Для молодших школярів (I–II клас) доцільно проводити активізовані рухливими іграшками перерви, особливо після III уроку. Корисним для здоров'я та для підтримки високої працездатності дітей вважається їх активний відпочинок на протязі 1–1,5 години після школи перед початком виконання домашніх завдань. Такий відпочинок краще всього проводити на свіжому повітрі, а якщо цього не дозволяє погода — то в добре провітреному приміщенні.

5.4. Загальні гігієнічні вимоги до фізичного виховання дітей

Фізичне виховання має дві задачі: оздоровчу і виховну. Кінцева мета фізичного виховання полягає у сприянні фізичному розвитку дітей і підлітків, в укріпленні їх здоров'я і в підготовці до трудової діяльності.

Усі засоби фізичного виховання умовно поділяються на дві групи:

- фізичні вправи, спортивні ігри та різноманітні види спорту;
- дотримання режиму дня, вимог особистої гігієни та впровадження заходів загартовування.

Правильна організація фізичного виховання передбачає гармонічну єдність засобів обох груп з врахуванням стану здоров'я, вікових, статевих і індивідуальних особливостей кожної дитини. Це стосується не тільки практично здорових дітей, а і дітей, які за станом здоров'я належать до спеціальних груп здоров'я.

Фізичне навантаження, як відомо, впливає не ізольовано на той чи інший орган або систему, а на весь організм у цілому. Воно викликає зміни не тільки у м'язах, суглобах, зв'язках і загальній конституції тіла, але і у багатьох функціях внутрішніх органів, а також в стані процесів обміну речовин. Під дією фізичних вправ у 8–10 разів збільшується споживання тканинами кисню. Показники роботи серцево-судинної та дихальної систем можуть зростати у 2–3 рази, а витрати енергії — у 5–7 разів. При фізичних навантаженнях у 3–4 рази збільшується виведення з сечею і потом продуктів розпаду, а засвоєння поживних речовин зростає у 2–5 рази. Все це потребує певних умов і факторів для занять фізичною культурою.

Перш за все дітям рекомендується дотримуватись *правильного режиму дня*, тобто раціонально чергувати різні види діяльності і відпочинку, включаючи нічний сон. Правильно організований режим дня сприяє підтримці високої працездатності дітей на тривалий час, а також забезпечує засвоєння корисних звичок (стереотипів) у використанні часу: привчає цінити та правильно розподіляти час, раціонально використовувати час на працю і відпочинок.

При нераціональних режимах, або його порушеннях у дітей можливі *перевтомлення*, які можуть проявлятися невротами, роздратованістю, безсонням, головними білями, відставанням у фізичному і розумовому розвитку, зниженням захисних сил (імунітету), частими гострими та хронічними хворобами.

Правильний режим дня повинен передбачати не тільки час для учбових занять, для особистої гігієни, сну, але і для занять по інтересам. Спеціальний час треба передбачати для перебування на відкритому повітрі, в тому числі в рухливих іграшках і спортивних розвагах. Разова тривалість такого активного відпочинку у робочі дні тижня для школярів усіх вікових груп не повинна перебільшувати 1,5 години і передбачати

помірне фізичне навантаження, що сприятиме підвищенню працездатності дітей, в тому числі розумової. Якщо активний відпочинок буде перебільшувати 1,5 години, або буде давати дуже значне навантаження, то працездатність дітей після такого відпочинку може, навпаки, падати. Між учбовими заняттями у школі, а також під час перерв у виконанні домашніх завдань не рекомендуються активні спортивні ігри типу футбол, волейбол, баскетбол, так як вони (завдяки своїй інтенсивності) також негативно впливають на зосередженість і працездатність. За добу робочого дня може бути 2–3 випадки активного відпочинку дітей. У вихідні та канікулярні дні тривалість безперервного перебування дітей на свіжому повітрі може бути збільшена у 2–2,5 рази.

Для дітей дошкільного віку (4–6 років) під час їх перебування на свіжому повітрі, доцільно впроваджувати фізичні вправи або ігри, направлені на розвиток і вдосконалення ходіння, бігу, лазіння, стрибків. Так, наприклад, позитивний вплив на формування постави і на закріплення склепіння стопи (для профілактики її сплюснення) створює ковзання на ковзанах, яке дозволяється дітям з 3–5 років.

Дуже корисним для нормалізації розвитку дітей є плавання, яке не тільки вдосконалює діяльність серцево-судинної і дихальної систем, але і сприяє розвитку майже усіх груп м'язів тіла, інтенсивно загартовує організм. Плавання рекомендується в будь-якому віці. Привчати дітей до плавання треба поступово і, перш за все, треба привчати їх не боятися води. Перші заняття з плавання треба проводити у воді з температурою не нижче + 20 °С і тривалістю одного сеансу 2–3 хв. Поступово (за 4–5 днів) час сеансу плавань можна збільшувати до 10–15 хв.

Фізичні вправи для дітей молодшого шкільного віку повинні бути як можна різноманітнішими по динаміці і напрямку впливу на м'язи і, найкраще, з елементами гри (дивись підрозділи 6.7–6.10).

У підлітковому віці необхідно обмежувати фізичні вправи, які сприяють розвитку м'язів і м'язової сили, так як це може затримувати ріст кісток у довжину. В цей віковий період найбільш доцільно займатись велоспортом, легкою атлетикою, боксом, тенісом. В той же час треба пам'ятати, що у підлітковому віці найбільш проявляється невідповідність розвитку серця і судин, маси серця і маси тіла і, таким чином, для підлітків треба з обережністю призначати значні навантаження.

При організації усіх занять з фізкультури, а також спеціальних фізичних занять (тренувань) рекомендується спочатку виконувати вправи на швидкість, далі на витривалість і в кінці занять — на силу. Така послідовність найбільш раціональна у використанні фізичних можливостей і резервів організму, а також сприятлива для гармонійного фізичного розвитку.

Існують спеціальні обґрунтування мінімальних строків початку систематичних занять тим чи іншим видом спорту для дітей різного віку. Ці обґрунтування враховують, перш за все, анатомо-морфологічні вікові особливості і функціональні можливості дітей. Варіант вказаних обґрунтувань, запропонований А. Г. Хрипковою із співавт. (1990), наведений у табл. 31.

Таблиця 31

Рекомендації для зарахування дітей різного віку в учбово-тренувальні групи за окремими видами спорту (за А. Г. Хрипковою, 1990)

Вид спорту	Вік зарахування, років			
	Група початкової підготовки	Учбово-тренувальна група	Спортивні класи в загальній школі	Спортивні класи в спеціальних школах інтернатах
Фігурне ковзання, плавання, стрибки у воду, художня гімнастика	6–7	9–10	9–10	10–11
Спортивна гімнастика, акробатика, гірсько-лижний спорт	8–9	9–10	9–10	10–11
Гребля академічна, лижі, хокей із шайбою, теніс	9–10	13–14	13–14	13–14
Баскетбол, волейбол, футбол, легка атлетика, боротьба, бокс	8–10	12–13	10–12	12–13
Важка атлетика	10	13	13–14	14–15

При організації занять з фізичної культури для дівчат, слід враховувати особливості їх організму та відносну слабкість м'язової системи. Для дівчаток треба виключити стрибки з висоти на тверду опору, треба також скорочувати кількість вправ на спортивних приладах. Під час менструацій дівчата — підлітки повинні звільнитись від занять фізичною культурою і спортом.

Організуючі заняття з фізкультури та спорту слід враховувати, що всіх дітей, в залежності від стану здоров'я, фізичного стану та рівня фізичної підготовленості умовно поділяють на три групи: основну, підготовчу та спеціальну.

Основну групу формують із здорових і фізично підготовлених дітей I–II групи здоров'я (дивись підрозділ 5.1). Діти такої групи допускаються до занять по загальним програмам фізичного виховання в повному обсязі і, без обмежень, можуть залучатися до спортивної спеціалізації і до спортивних змагань.

Підготовчу групу формують із учнів з незначними відхиленнями у стані здоров'я, з таких, що недостатньо фізично підготовлені, а також із дітей основної групи на період відновлення ними стану здоров'я після перенесених гострих захворювань та травм. Цю групу в основному складають діти II і частково III групи здоров'я і вони повинні займатись за полегшеними програмами фізичного виховання. Особливо обмежуються вправи на знаряддях, біг, стрибки, тривалі лижні прогулянки, заняття футболом, хокеєм, важкою атлетикою, боксом, боротьбою, тенісом та ін. Для цих дітей доцільно впроваджувати додаткові заняття для підвищення рівня фізичної підготовленості. Діти підготовчої групи повинні 2 рази на рік проходити медичний огляд.

Спеціальну групу формують із дітей III групи здоров'я. Сюди входять діти з суттєвими (за висновками лікарів) відхиленнями у стані здоров'я, або такі, що мають тимчасове обмеження по фізичному навантаженню (наприклад, після перенесеного гострого захворювання), але допущені до виконання учбової роботи. Фізичною культурою такі діти займаються за спеціальними програмами. Діти цієї групи повинні 2–3 рази на рік проходити медичний огляд, а до занять фізкультурою допускаються тільки з дозволу лікаря.

Велике значення у фізичному вихованні дітей належить заходам *загартовування* за допомогою повітряних та сонячних ванн, водних процедур та ін.

Загартовування значно підвищує опір організму негативним факторам зовнішнього середовища, сприяє очищенню шкіри організму від залишків поту, сала, вмерлих клітин епітелію, покращує терморегуляторні функції, підвищує тонус м'язів, витривалість серцево — судинної системи, покращує склад крові та її імунну активність.

З метою досягнення найбільшого ефекту від загартовування потрібно дотримуватись наступних вимог:

- правильно дозувати рівень факторів, що загартовують, в залежності від віку, стану здоров'я та індивідуальних реакцій організму на ці фактори;
- інтенсивність процедур, що загартовують, треба нарощувати виключно поступово;
- всі процедури, що загартовують, треба застосовувати тільки регулярно, без тривалих перерв і, найкраще, щоденно з перших днів народження дитини, або з дня початку заходів щодо загартовування (якщо виникла потреба перервати регулярність загартовування більше чим на 5–7 днів, то відновлення цього процесу слід починати з менших доз діючих факторів і поступово за 3–4 дні їх нарощувати до того рівня, який був на момент перерви);
- постійно здійснювати контроль за впливом процедур, що загартовують, на організм.

Фактори, що здатні загартовувати, особливо енергія сонця і низька температура води при їх безконтрольному і надмірному застосуванні, можуть давати не оздоровчий, а, навпаки, негативний ефект, чого слід уникати.

Нижче приведено опис методик проведення найбільш поширених прийомів та заходів, що до загартовування дітей.

Повітряні ванни рекомендуються дітям з першого дня народження. Проводяться такі ванни тривалістю по 10–15 хвилин і поділяються на холодні (6–14 °С), прохолодні (14–20 °С) і теплі (21–30 °С). Тривалість повітряної ванни може бути збільшена до 1 години, якщо вона

супроводжується спортивними вправами, або рухливими заняттями. Під час повітряних ванн діти повинні бути мінімально одягнені (наприклад, перебувати у купальних костюмах, або плавках).

Сонячні ванни проводяться серед молодших школярів лише після огляду їх лікарем і визначення індивідуальної тривалості такої процедури для кожного з дітей. Перші 2–3 сонячні ванни для дітей любого віку не повинні перебільшувати 5–6 хвилин за день. Далі, поступово збільшуючи термін перебування дітей під прямими променями сонця, можна через 5–6 днів доводити максимальну тривалість разової процедури до 1 години. Сонячні ванни проводяться не раніше, чим через 1,5 години після приймання їжі і, найкраще, у період з 9 до 11 години ранку та з 16 до 18 години вечора. При достатній адаптації дітей до сонячних променів, загальне число сонячних ванн за добу може збільшуватись до 2–3.

Водні процедури поділяються на місцеві водні процедури, на обтирання, обливання і на купання.

Місцеві водні процедури — це ранкове вмивання, миття рук перед вживанням їжі та миття ніг перед сном (найкраще холодною водою).

Обтирання проводять мокрим рушником. Перші обтирання проводять водою з температурою 30–33 °С у кімнаті з температурою не нижче + 16 °С. Поступово температуру води знижують, але не нижче 18 °С. Процедуру роблять 1–2 рази на день.

Обливання проводять в режимі обтирань і замість них. Доцільно до обливань переходити після 1–1,5 місяців попередніх обтирань. Обливання можна замінити водними ваннами з температурою 35–36 °С (10 хв), а потім загальне обливання водою з температурою 32–34 °С. Температура води для обливань повинна бути не нижче 24 °С.

Позитивно впливає на організм, в тому числі на стан нервової системи, *контрастний душ*: 3–4 хв гаряча вода (38–40 °С), далі 10–15 с — холодна (18–20 °С) і так 2 — 3 рази. Температуру холодної води при перших процедурах можна підвищити до 28–30 °С. До мінімальної температури холодної води треба знижувати поступово, декілька місяців із швидкістю зменшення 2–5 °С в місяць. Систематичний контрастний душ дозволяє позбутися багатьох хвороб неврологічного походження: неврозів, роздратованості, гастриту, шлункових ерозій та ін.

Плавання (купання) для дошкільнят, а також для учнів молодших та середніх класів дозволяється при температурі води у відкритому водоймищі не нижче + 20 °С. Перші купання не повинні перебільшувати 2–3 хв. Максимальна тривалість одного купання дітей молодшого і середнього шкільного віку при їх активній поведінці (плаванні, грі в м'яч) не повинна перебільшувати 8–10 хв, а у старших школярів — 15 хв.

Плавання дозволяється через 1–1,5 години після приймання їжі. Діти, які спітніли, перед купанням повинні відпочити 10–15 хв.

Влітку високий ефект загартовування дає *ходіння (біг) дітей босоніж* по землі, траві, гальці, піску та ін. Тривалість таких процедур може бути від 5 хв і до декількох годин. В результаті ходіння босоніж активізуються рефлексогенні зони на стопах ніг, які відображають майже всі органи організму, що значно покращує функціональний стан дітей.

Певний ефект загартовування дають *організовані туристичні походи* влітку або взимку, які рекомендується проводити у вихідні чи канікулярні дні. Віддаленість походів для дітей молодшого шкільного віку не повинна перебільшувати 10 км (з врахуванням шляху повернення додому), для підлітків — 16 км. Через кожні 2 км походу повинні проводитись привали на 10–15 хв, а через 6–8 км привали на 30–40 хв, в тому числі для приймання їжі.

Всі *місця для занять* дітей фізкультурою і спортом повинні відповідати певним гігієнічним вимогам, викладеним у відповідних санітарних правилах, щодо обладнання шкільних приміщень та пришкольніх ділянок.

Спортивні майданчики на відкритому повітрі повинні бути рівними і без сторонніх предметів, здатних причинити травми. Територія майданчика повинна щоденно прибиратись, а влітку за 40–45 хв до занять зволожуватись, щоб зменшити утворення пилу. Місця для бігу, стрибків, гімнастики обладнуються за спеціальними вимогами (Л. Д. Глазирина, 2001; А. П. Матвеев, 2003)

Поле для гри у футбол доцільно засіяти травою. Майданчики для гри у баскетбол та волейбол бажано покрити проти травматичним покриттям (гранулітом, піском та ін).

Катки влаштовуються взимку або на відкритих водоймищах (при товщині льоду не менше 25 см), або на земельних ділянках (з товщиною льодового покриття до 15 см). Площа катків повинна бути із розрахунку 8 м² на одну дитину. Зони для фігурного катання або бігу на ковзанах утворюють спеціально і окремо від загального катку. Каток для гри в хокей повинен мати огорожу із дерев'яних щитів, висотою не нижче 0,8 м. Катки повинні мати приміщення для відпочинку та обігріву дітей з температурою не нижче 12–15 °С.

Гімнастичні зали повинні мати площу із розрахунку 4 м² на одну дитину. *Обладнання* спортивних залів своїми розмірами та станом повинно відповідати вимогам гігієни і дозволяти використовувати його дітьми різних вікових груп. Спортивні зали повинні також мати ізольовані роздягальні та туалетні кімнати окремо для хлопців і дівчат.

Штучні басейни для плавання повинні мати площу із розрахунку 5 м² на одну дитину. Температура води повинна підтримуватись на рівні 28–30 °С. Перед заняттями у басейні всі діти повинні пройти медичний огляд, який в подальшому проводиться не менше ніж 1 раз на місяць. Кожна дитина перед входом у басейн повинна помитись під душем з милом.

5.5. Шляхи оздоровлення дітей та критерії оцінки рівня їх фізичної підготовленості

Окремі вікові періоди у житті людини характеризуються специфічними особливостями функціонального стану організму, різною здатністю до фізичної і розумової діяльності, специфікою рухової активності, поведінки та ін. Переходи від одного вікового періоду до іншого слід вважати «критичними» періодами життя, так як протягом них, зазвичай, відбуваються зміни діяльності різних органів і систем. В дитячому та середньому віці ці зміни найчастіше мають прогресивний характер, коли підвищується рівень організації структур організму, формується адаптація до конкретних умов середовища. Для дорослих старшого віку більш притаманні зміни регресивного характеру, які найчастіше супроводжуються напруженням механізмів адаптації, або зривом адаптації (дивись підрозділ 5.1), результатом чого можуть стати різноманітні хвороби.

Найкращими заходами стимуляції та підтримки прогресивних і, водночас, уповільнення та стримування регресивних функціональних зрушень в організмі людини, слід вважати різноманітні оздоровчі фізичні тренування. Вказане особливо важливо для дитячого організму, бо всі створені в дитинстві функціональні резерви та запаси фізичних сил є найкращою запорукою активного і щасливого життя людини в майбутньому.

Враховуючи рекомендації Г. Л. Апанасенко (1998) можна розпочинати оздоровчі фізичні тренування дітей вже з 2-х тижневого віку (наприклад, керовані дорослими рухи руками, ногами, «грудничкове плавання» та інші). З 1,5–2-х місячного віку можна застосовувати для дітей масаж, пасивні та пасивно-активні рухові вправи руками та ногами тривалістю до 12 хв щодня. З 7–8 місяців програма занять фізичними вправами може бути значно розширена і направлена на впровадження активних форм рухів (повзання на певну відстань, рачкування, гра з іграшками та інше). В 9–10 місяців рівень завантаженості можна значно збільшувати і доводити тривалість фізичних занять до однієї години на день (краще серіями по 10–12 хв) з використанням вправ на закріплення опорно-рухового апарату (ходіння з підтримкою, вставання і присідання у дитячому манежі та інше).

В кінці першого року життя фізичні тренування можуть збільшуватися до 15–20 хв за один сеанс і включати, в основному, вправи на опанування переміщень (самостійна ходьба на певну відстань, напівприсідання, присідання, рухові дії руками).

В продовж другого року життя до складу фізичних тренувань малюків треба включати вправи по вдосконаленню ходьби, повзання, по подоланню перешкод, а також ігри з м'ячем, іграшками, плавання та ін. Кожен з вправ в цьому віці не повинні бути надто тривалими, особливо такі, що направлені на розвиток спритності і координації. До цього віку вже доцільно створити у дітей правильні *стереотипи виконання фізичних навантажень*: спочатку треба виконувати вправи для верхніх і нижніх кінцівок, а потім для тулуба. Біг чи рухові ігри виконуються в кінці занять.

У молодшому дошкільному віці (3–4 роки) основна увага під час фізичних тренувань повинна бути направлена на вдосконалення рухів,

дій, витривалості та спритності. Крім гімнастичних вправ дітей цього віку слід залучати до плавання, бігу, стрибків у довжину, ковзання на ковзанах, лижах, до ігор з м'ячем та іншими спортивними знаряддями, до їзди на велосипеді.

Заняття фізичними вправами гімнастичного змісту слід проводити щоденно у формі ранкової зарядки або спеціалізованих занять, тривалість яких у 3-х річному віці не повинна перебільшувати 25 хв.; у 4-х річному віці — 30–35 хв (3–4 рази на тиждень); у 5-ти річному віці — до 40 хв.

У дітей дошкільного віку (5–6 років) фізичний потенціал вже достатньо зростає і дуже важливою задачею у цей період є створення міцного фундаменту для інтенсифікації фізичного навантаження у наступному. Діти цього віку повинні навчитись не тільки здійснювати певні рухи, а і свідомо ними керувати (дозувати). Важливим стає також психічна підготовка дітей до підвищених розумових та фізичних навантажень, що обумовлена початком навчання у школі. З цього віку слід приділяти увагу розвитку *силових якостей* дітей, але це повинні бути вправи без обтяження (за винятком метань снарядів вагою 100–150 г), а саме: біг підтюпцем по 5–7 хвилин, стрибки на одній нозі, віджимання з упору, стрибки у довжину, тривалі прогулянки, ходіння на лижах та ін.

Перед вступом до школи діти повинні мати певний рівень розвитку рухових якостей і навичок, які є соматичною основою «шкільної зрілості» і створюють передумови більш легкого адаптування до умов школи. У табл. 32 наведені контрольні показники достатньої фізичної підготовленості дітей до вступу в школу.

Період молодшого шкільного віку (6–10 років) є самим відповідальним часом в онтогенезі людини для формування функціональної основи майбутнього фізичного потенціалу організму, а також для виховання активної життєвої позиції щодо свого здоров'я. В цей період, крім планової фізичної активності на уроках фізкультури, та під час фізкультпауз, діти повинні залучатись до щоденної ранкової гімнастики, а також до 2–3 занять на тиждень у спортивних секціях. Сумарна тривалість рухової активності дітей в цей період життя повинна сягати 4–5 годин на добу (включаючи активний відпочинок на повітрі).

Таблиця 32

Контрольні показники фізичної підготовленості дітей 6–7 років до вступу в школу (за В. І. Бобрицькою, 2000)

Показники фізичних досягнень	Нормативні значення показників	
	хлопчики	дівчата
Стрибки у довжину з місця, см	100	90
Віджимання з упору на гімнастичному ослоні, разів	10	8
Плавання довільне, без урахування часу, м	50	50
Біг на 1000 м, (хв, с)	5,20	5,40
Прискорений перехід пішки 5 км, хв	70	70
Лижний перехід 3 км, хв	60	60
Велопробіг 10 км	60	60
Кидання тенісного м'яча, м	18	18

Важлива задача фізичної підготовки дітей 6–10 років полягає у створенні найкращих умов для закріплення функціональних вигинів хребта (кіфозів і лордозів, які остаточно формуються, відповідно, у 6–8 років та у 11–12 років), а також для закріплення нормальної форми стопи та постави. З цією метою в арсеналі вправ дітей молодшого шкільного віку доцільно збільшити кількість вправ для спини (для розвитку «м'язового корсету»): вправи на турніках, підтягування на перекладині, вправи на спортивній драбині, стрибки на носках та ін. Організуючи фізичне виховання дітей 6–10 років слід пам'ятати, що внаслідок слабкого серцевого м'яза, малого об'єму серця та широкого просвіту судин, школяри молодшого шкільного віку, відносно підлітків, мають ще низькі функціональні резерви при фізичних навантаженнях і швидко втомлюються. Контрольні показники фізичної підготовленості молодших школярів наведені у табл. 33.

У підлітковому віці (11–15 років) організм дітей проходить другий період прискореного росту та інтенсивного функціонального дозрівання, в тому числі статевого.

Таблиця 33

Контрольні показники фізичної підготовленості дітей 7–10 років
(за В. І. Бобрицькою, 2000)

Показники фізичних досягнень	Нормативні значення показників	
	хлопці	дівчата
Біг 2000 м, хв	10	–
Біг 1000 м, хв	–	5,2
Піший перехід 10 км, год	2	2
Біг, 60 м, с	10,8	11,1
Лижний перехід 5 км, хв	40	45
Велопробіг 20 км	85	100
Віджимання з упору на підлозі, разів	8	5
Стрибки у довжину з місця, см	165	155
Кидання тенісного м'яча, м	25	12

У дітей 11–15 років продовжується окостеніння скелета, причому значні фізичні навантаження здатні прискорювати цей процес і уповільнювати ріст трубчастих кісток кінцівок у довжину. Гормональні перебудови в організмі підлітків значно впливають на стан вегетативних функцій, що приводить, наприклад, до зростання частоти серцевих скорочень та частоти дихання, до підвищення рівня артеріального тиску (може проявлятися так звана «юнацька гіпертонія»). На сам кінець цього періоду життя у дітей значно збільшуються функціональні резерви організму, зростають витривалість, фізична сила, розумова та фізична працездатність. В підлітковому віці остаточно складається і закріплюється різниця між функціональними та фізичними можливостями хлопчиків і дівчаток. Все це слід враховувати при організації роботи з фізичної культури серед підлітків.

Фізична активність підлітків найчастіше реалізується в організованих формах на уроках фізичної культури, під час активного відпочинку у школі та за її межами. Більшість підлітків починають тренуватись у

спортивних секціях за обраними видами спорту (див. табл. 35), на всі види з яких в цей період знімаються майже всі обмеження, якщо до цього нема обмежень за станом розвитку та здоров'я.

В період старшого шкільного віку (16–17 років) практично завершується ріст розмірів тіла у довжину, тоді як ще можуть продовжуватись процеси росту у продольних напрямках. В цей період значно підвищується міцність скелета, інтенсивно наростає маса м'язів, завершується розвиток центральної та периферійної частин нервової системи, хоча процеси збудження ще можуть дещо переважати над процесами гальмування.

Для підтримки достатнього рівня фізичного розвитку в підлітковому та юнацькому віці дітям перш за все доцільно займатись у спортивних секціях не менше ніж 2–3 рази на тиждень. Тривалість кожного заняття для підлітків не повинна перебільшувати 1,3–1,5 години, для юнаків і дівчат 1,5–2,0 години. Обов'язковою залишається щоденна ранкова фізична зарядка, тривалістю не менше 20–30 хв. Якщо деякі діти не охоплені організованими формами масової фізичної культури (наприклад, у сільській місцевості), то треба, щоб вони обов'язково проводили 2–3 разові щотижневі самостійні тренування. Самоконтроль оптимальності фізичного розвитку дітей старшого шкільного віку слід здійснювати за критеріями, наведеними у табл. 34.

При впровадженні організованого або індивідуального оздоровчого тренування слід враховувати такі основні рекомендації:

- чим вища інтенсивність навантаження, тим менше має бути його обсяг;
- чим нижча функціональна готовність тих, хто тренується, тим менше мають бути інтенсивність та обсяг навантаження, але більша кратність таких занять у тижневому циклі;
- повторні навантаження в оздоровчому тренуванні допустимі лише після повного відновлення функцій організму після попереднього навантаження.

Згідно рекомендаціям В. І. Бобрицької (2000) найбільш раціональним способом дозування обсягу навантаження при оздоровчому тренуванні є застосування бальної системи з розрахунку, що 1 бал відповідає 7 мл спожитого під час роботи кисню на кожен кг маси тіла.

Таблиця 34

Контрольні показники фізичної підготовленості підлітків
13–15 років та юнаків і дівчат 16–17 років (за В. І. Бобрицькою, 2000)

Показники фізичних досягнень	Нормативні значення показників			
	хлопці		дівчата	
	13–15 років	16–17 років	13–15 років	16–17 років
Біг 3000 м, (хв, с)	–	12,5	–	–
Біг 2000 м, (хв, с)	9,20	–	10,30	11,0
Ходьба 10 км, (год., хв)	1,45	–	2,45	–
Ходьба 20 км, (год., хв)	–	3,45	–	4,0
Лижний перехід 5 км, хв	28	–	32	–
Лижна гонка 10 км, хв	–	60	–	70
Біг 60 м, с	9,6	–	9,9	–
Біг 100 м, с	15,0	13,5	16,2	16,2
Віджимання від підлоги, разів	22	30	12	10
Підтягування на перекладині, разів.	–	8	–	–
Стрибок у довжину з місця, м	1,8	2,1	1,6	1,8
Кидання гранати, м	25	35	16	16
Велопробіг 30 км, год., хв	1,30	1,20	1,40	1,30

З урахуванням такого взаємозв'язку розроблені тренувальні програми для занять, наприклад, бігом (додаток 4). Для переводу балів навантаження у кілокалорії та у певну категорію важкості праці, необхідно:

1. Перевести бали навантаження в *мл* фактично спожитого кисню (*ФСК*):

$$ФСК = n \cdot K \cdot M, \text{ мл}, \quad (17)$$

де: *n* — бал навантаження (за табл. додатка 4); *M* — маса тіла, кг; *K* — коефіцієнт переводу балів навантаження у спожитий кисень ($K \approx 7 \text{ мл/кг}$).

2. Перевести показники спожитого кисню у кілокалорії витраченої енергії, враховуючи калорійний еквівалент 1 л спожитого кисню, який в середньому становить 1 л $O_2 = 4,8 \text{ ккал/хв}$.
3. Остаточню рівень навантаження визначається за критеріями табл. 24.

Під час фізичних занять (тренувань) дуже важливим є володіння експрес-методами контролю адекватності і ефективності навантажень, що використовуються. Такий контроль рекомендується здійснювати за показниками фізіологічних реакцій організму на навантаження, які можуть бути: нормальними, пограничними з нормою та патологічними (надмірними) — дивись табл. 35.

Якщо під час тренувань та відпочинку після них у людей виникають симптоми пограничного стану, то навантаження треба зменшити.

Таблиця 35

Показники адекватності рівня фізичних навантажень функціональним можливостям організму під час фізичних тренувань (за В. І. Бобрицькою, 2000)

Назва показника або стану організму	Характер проявлення показника при окремих станах		
	нормальний	пограничний (межа з нормою)	патологічний (надмірний)
Суб'єктивні відчуття під час тренувань	Є бажання продовжувати і підсилювати навантаження	Відчуття межі можливостей, болі у грудях, бажання зменшити навантаження	Порушення координації, біль у грудях, порушення ритму серця
Самопочуття відразу після тренувань	Відчуття «мязової радості» і слабкої втоми	Відчуття пригніченості, втомленості	Відчуття сильної втоми, тривалі болі у грудях
Динаміка пульсу після тренувань (через 3 хв)	Стає ≤ 120 уд/хв	Залишається > 120 уд/хв	Перевищує 140 уд/хв
Зникнення відчуття втоми після тренувань	Зникає за період ≤ 2 годин	Зберігається більше чим 2 години	Зберігається на 12 і більше годин
Відчуття після відпочинку	Бажання знову тренуватися	Зниження інтересу до тренувань	Небажання більше тренуватися
Показники пульсу під час відпочинку	≤ 80 уд/хв	Зберігається більше 80 уд/хв в прожовж 12 годин	Більше 12 годин зберігається на рівні більше 180 уд/хв
Тривалість відчуття локальної втоми	До 12 годин	Від 12 до 25 годин	Більше 25 годин

При симптомах патологічного стану тренування треба взагалі припинити або значно зменшити їх рівень. Рекомендується також пройти обстеження функціонального стану у лікарні та визначитись із доцільністю подальших занять тим видом тренувань, які викликають надмірні навантаження.

Фізичне вдосконалення дітей повинно гармонійно вписуватись у гігієнічно обґрунтований режим дня для дітей різного віку з раціональним чергуванням праці і відпочинку, розумової роботи та фізично активної діяльності, а також з достатньою тривалістю сну. Фізіологічні норми тривалості сну залежать від віку людини і мають тенденцію до зменшення. За даними С. В. Попова (1997) новонароджена дитина повинна спати за добу в середньому 16–20 годин; у віці 6-ти місяців — до 13–16 годин; у 3–5 років — до 11 годин; у 6–9 років — 10,5 годин; у 10–13 років — до 10 годин; у 14–18 років — 8,5 годин; у 19–30 років — до 7–7,5 годин; у 31–45 років — до 7 годин; у 46–60 — не менше 6 годин. Примірники раціональних режимів дня дітей різних класів, які вчать в першу або другу зміну наведені у додатках 5 і 6. В додатку 7 наведені гігієнічні норми часу на організовану рухову активність дітей різного віку, які слід здійснювати під час саме таких режимних моментів дня, як ранкова гімнастика, вільні заняття, прогулянки та ін.

Контрольні питання та тести до матеріалу частини II (модуля 2)

Питання до самоконтролю знань

1. *Поняття здоров'я та показники стану здоров'я.*
2. *Сучасні фактори, впливаючи на здоров'я людей.*
3. *Найбільш поширені форми захворювань сучасних дітей.*
4. *Показники соматичного здоров'я.*
5. *Фази адаптації і взаємозв'язок із станом здоров'я.*
6. *Групи здоров'я.*
7. *Основні види захворювань, які не сумісні з фізично-активними заняттями.*

8. Особливості реакцій організму школярів 7–12 років на статичні та динамічні навантаження.
9. Суть методу оцінки фізичної працездатності за тестом PWC_{170} .
10. Існуючі рівні важкості та напруженості праці.
11. Які фактори визначають рівень працездатності дітей впродовж доби?
12. Показники фізичного та розумового стомлення.
13. Динаміка фізичної працездатності дітей впродовж доби.
14. У якому віці найбільшими темпами зростає фізична сила, координація рухів та витривалість?
15. Яка гігієнічна норма фізичної активності дітей 11–15 років за об'ємом роботи?
16. Яке оздоровче значення мають фізкультпаузи під час проведення уроків у дітей I–III класів?
17. Що таке режим дня і його значення у вихованні дітей?
18. Чому у підлітковому віці треба обмежувати фізичні вправи, які сприяють розвитку фізичної сили?
19. Які діти за станом здоров'я та фізичного розвитку відносяться до основної, підготовчої та спеціальної групи?
20. Прийоми загартовування дітей.
21. На розвиток яких якостей повинні бути направлені фізичні тренування дітей у віці 7–10 років?
22. Яка тривалість нічного сну вважається нормою для дітей 10–13 років?
23. Як впливає фізичне навантаження на ріст кісток у довжину для дітей 13–15 років?

Завдання для тестового контролю знань залікового модуля 2

1. Загальні показники захворюваності дітей шкільного віку за останні роки:
 - а) зросли;
 - б) зменшились;
 - в) не змінились.

2. Найбільш поширеною формою захворювань сучасних дітей середнього шкільного віку є:
 - а) *ендокринні і алергічні хвороби;*
 - б) *хвороби органів дихання;*
 - в) *хвороби шкіри.*
3. До I групи здоров'я відносяться:
 - а) *діти і підлітки, що мають хронічні хвороби, щойно перенесли гостре захворювання або мають обмежені функціональні можливості;*
 - б) *здорові діти і підлітки нормального фізичного розвитку без хронічних хвороб;*
 - в) *практично здорові діти з незначними функціональними відхиленнями розвитку та хронічними хворобами у стані компенсації.*
4. Діти і підлітки з хронічними хворобами у стані субкомпенсації та із зниженими функціональними можливостями до фізично-активних занять на уроках фізкультури:
 - а) *допускаються без обмежень;*
 - б) *не допускаються;*
 - в) *допускаються за дозволом лікаря.*
5. До фізичних тренувань не допускаються:
 - а) *діти, що мають захворювання печінки;*
 - б) *діти, що мають близькозорість;*
 - в) *фізично слабкі діти.*
6. Оптимальним віком дитини для початку систематичних фізичних тренувань є:
 - а) *5–7 років;*
 - б) *9–10 років;*
 - в) *15–17 років.*
7. Які симптоми стану проявляються при сильному перевтомленні дитини:
 - а) *важко зосередитись;*
 - б) *помітне послаблення уваги;*
 - в) *погіршення пам'яті.*
8. Тест на визначення фізичної працездатності PWC_{170} передбачає:
 - а) *виявити, який рівень фізичного навантаження є для людини субмаксимальним;*

- б) виявити, при якому навантаженні систолічний кров'яний тиск досягне 170 мм. рт. ст.*
 - в) виявити, яку роботу зможе виконати людина за 170 с.*
- 9. При якому показнику тривалості затримки дихання (в секундах) після глибокого вдиху прогнозується фізична працездатність на рівні «добре»?:
 - а) більше або дорівнює 75 с;*
 - б) в межах від 60 до 75 с;*
 - в) в межах від 40 до 59 с.*
- 10. Процеси стомлення м'язів пов'язані:
 - а) з виснаженням енергоносіїв (АТФ) у м'язах;*
 - б) з визначенням медіатора (ацетилхоліну) у нервових синапсах;*
 - в) з розвитком гальмівних процесів у нервово-м'язових сполуках.*
- 11. Найбільш висока фізична працездатність впродовж доби в середньому має місце:
 - а) з 6 до 10 години ранку та з 15–17 години дня;*
 - б) з 8 до 12 години та з 18 до 21 години вечора;*
 - в) з 10 до 14 години та з 17 до 19 години вечора.*
- 12. В якому віці у дітей найінтенсивніше розвивається координація рухів?:
 - а) в період з 2 до 4-х років життя;*
 - б) в період з 4-х до 6 років життя;*
 - в) в період з 12 до 16 років життя.*
- 13. Руховий «голод» (гіподинамію) переносять діти, які у весняно-літній період:
 - а) мають менше 15 тис. локомоцій (рухів) за добу;*
 - б) мають більше 15 тис. локомоцій за добу;*
 - в) взагалі майже не мають рухової активності.*
- 14. Фізкультпаузи під час занять у класі учнів IV класу треба проводити:
 - а) через кожні 15–17 хвилин уроку;*
 - б) через кожні 10–15 хвилин уроку;*
 - в) через 20–25 хвилин від початку уроку.*

15. При навчанні у першу зміну після повернення із школи діти повинні приступати до виконання домашніх завдань:
 - а) після 1–1,5 годинного активного відпочинку;
 - б) після 2–3 годинного активного відпочинку;
 - в) після 1,5–2 годинного пасивного відпочинку.
16. При правильній організації занять з фізкультури треба дотримуватись наступної послідовності навантажень:
 - а) вправи на витривалість, далі на силу і на швидкість;
 - б) вправи на силу, далі на швидкість і витривалість;
 - в) вправи на швидкість, далі на витривалість і на силу.
17. Діти, які мають незначні відхилення у стані здоров'я або недостатньо фізично підготовлені залучаються для занять фізичною культурою:
 - а) до складу основної групи;
 - б) до складу спеціальної групи;
 - в) до складу підготовчої групи.
18. Перші сонячні ванни для дітей будь-якого віку не повинні перебільшувати:
 - а) 2–5 хвилин;
 - б) 5–6 хвилин;
 - в) 10–15 хвилин.
19. Критеріями фізичної підготовленості дітей до вступу в школу по показнику віджимання з упору на гімнастичному ослоні є:
 - а) для хлопчиків 5 раз, для дівчат 3 рази;
 - б) для хлопчиків 8 раз, для дівчат 5 раз;
 - в) для хлопчиків 10 раз, для дівчат 8 раз.
20. Для підтримки достатнього рівня фізичного розвитку у підлітково-му та юнацькому віці доцільно займатись у спортивних секціях:
 - а) 1 раз на тиждень тривалістю до 2 годин;
 - б) 2–3 рази на тиждень тривалістю 1,5–2 години;
 - в) 4–5 разів на тиждень тривалістю 1–1,5 години.
21. Гігієнічно обґрунтована тривалість сну за добу для дітей 10–13 років становить:
 - а) до 11 годин;
 - б) до 10 годин;
 - в) до 8 годин.

Частина III

ОСНОВИ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ДІТЕЙ

6. Загальні основи теорії фізичного виховання дошкільнят та школярів

Сучасна теорія і методика фізичного виховання активно розвивається за допомогою як об'єктивних, так і суб'єктивних факторів. Насамперед вдосконалюється зміст навчального матеріалу, поглиблюються методи навчання, форми організації навчально-виховного процесу. Все це відбувається завдяки змінам ідеологічних спрямувань суспільства та інтенсифікації навчання.

6.1. Основні поняття фізичного виховання. Система фізичного виховання

Аналіз педагогічних джерел засвідчує, що в теорії подаються різні трактування основних понять, які забезпечують практику такої галузі, як фізична культура і спорт. Їх зміст з розвитком науки про фізичне виховання розширюється і уточнюється, а це свідчить, що йде інтенсивний пошук суспільних законів управління процесом фізичного вдосконалення людини.

Фізична культура є частиною загальної культури суспільства і спрямована на укріплення і підвищення рівня здоров'я людей, всебічний розвиток їх фізичних здібностей і використання цих здібностей у суспільній практиці та повсякденному житті.

Спорт є найбільш специфічною формою фізичної культури та може розглядатись однією із сторін культурної діяльності суспільства. Спорт

є також дієвим засобом і методом зміцнення здоров'я і фізичного вдосконалення людей, підготовки їх до трудової і суспільної діяльності, розвитку вольових якостей, засобом морального та естетичного виховання. Визначальною рисою спорту є наявність змагальної діяльності як засобу співставлення та вдосконалення певних здібностей людини. Спорт поділяють на спорт вищих досягнень і масовий спорт. *Спорт вищих досягнень* передбачає організацію систематичних занять, тренувань, змагань, у ході яких реалізується завдання максимально можливих спортивних результатів, які б могли перевищувати уже досягнуті раніше в тому чи іншому виді спорту. *Масовий спорт* передбачає заняття окремими видами спорту, переважно масовими, або фізичними вправами у різних формах (гімнастикою, легкою атлетикою, плаванням, туризмом тощо) з метою активного відпочинку, зняття нервово-емоційного напруження, зміцнення фізичної сили та здоров'я.

В теорії фізичної культури (спорту) застосовуються такі понятійні категорії, як фізичний рух, фізичний розвиток, фізична підготовка, фізична підготовленість, фізична вдосконаленість і фізична освіта.

Фізичний рух — це специфічна форма суспільного руху, що ставить собі за мету допомагати поліпшенню рівня фізичної культури населення та розвитку спорту. Цей рух передбачає цілеспрямовану діяльність державних і суспільних організацій, спрямовану на розвиток фізичної культури і спорту.

Фізичний розвиток — це, процес генетично обумовлених та об'єктивно детермінованих факторами життя кількісних та якісних природних (морфологічних і функціональних) змін в організмі людини протягом її індивідуального життя. Фізичний розвиток характеризують: зріст, маса тіла, довжина кола грудної клітини, життєва ємність легень та інше. Рівень фізичного розвитку та функціональних здібностей конкретної людини оцінюють шляхом порівняння фактичних соматометричних або фізіометричних показників її розвитку з відповідними нормативами.

Фізична підготовка — це спеціалізований процес фізичного виховання, спрямований на підготовку людини до праці і суспільно корисної діяльності.

Фізична підготовленість — це результат фізичної підготовки, який був досягнутий людиною в результаті оволодіння руховими навичками, які необхідні для засвоєння певного виду діяльності. Оптимальна фізична підготовленість для здійснення будь-якого виду діяльності називається *фізичною готовністю*.

Фізичним вдосконаленням називається процес оптимізації рівня здоров'я і всебічного розвитку фізичних здібностей людини, який відповідає вимогам людської діяльності у певних умовах виробництва, військової справи тощо і забезпечує на тривалий час високу працездатність. Конкретні показники фізичного вдосконалення визначаються реальними запитами та умовами життя і змінюються з розвитком суспільства.

Фізичною освітою є навчання людей руховим умінням і навичкам, засобам керування рухами свого тіла в часі та просторі, а також надбання людьми теоретичних знань по використанню рухових умінь і навичок у різних умовах життя і діяльності.

Система фізичного виховання — це сукупність ідеологічних і науково-методичних основ фізичного виховання. Система фізичного виховання спрямована на розвиток фізичних і духовних якостей людини, на підготовку її до певної діяльності в конкретних соціально-економічних умовах.

Елементами системи фізичного виховання є кадри працівників фізкультурного руху і матеріально-технічна база, яка необхідна для забезпечення занять з фізичної культури і спорту.

За роки незалежності Україною прийнято низку стратегічних державних і національних програм, спрямованих на збереження і поліпшення фізичного здоров'я громадян. Серед таких документів слід виділити Національну програму планування сім'ї, Національну програму «Діти України», Програму розв'язання проблем інвалідності, Програму імунопрофілактики, Цільову комплексну програму генетичного моніторингу. У вересні 1999 р. постановою Верховної Ради України була також схвалена концепція поліпшення здоров'я, зокрема молодого покоління українців.

Сучасна система фізичного виховання в Україні базується на Законі «Про фізичну культуру і спорт», прийнятому Верховною Радою України у грудні 1993 р.

В плані реалізації цього Закону слід розглядати ряд відповідних Постанов Кабінету Міністрів України та Указів Президента України, в тому числі таких як «Про Національну програму «Репродуктивне здоров'я в 2002–2005 роках» та Цільова комплексна програма «Фізичне виховання — здоров'я нації».

В указаних вище документах намічені конкретні шляхи що до впровадження фізичної культури і спорту в побут кожної людини, шляхи розвитку системи фізкультурного руху і удосконалення всієї системи фізичного виховання громадян України на перспективу.

Науково-методичну основу системи фізичного виховання складають гуманітарні і природознавчі науки і, особливо, спеціальні дисципліни, які вивчають різні сторони процесу фізичного виховання (динамічна анатомія, психологія і фізіологія спорту, спортивна медицина, науково-педагогічні дисципліни з теорії та методики фізичного виховання).

На підставі вказаних дисциплін, в наш час створені науково-обґрунтовані Програми фізичного виховання різних контингентів людей. Слід відмітити обов'язковість виконання вимог цих документів для всіх державних та громадських організацій, установ, закладів та колективів, в яких впроваджуються фізична культура та спорт.

Організаційна основа системи фізичного виховання представляє собою єдність двох можливих форм організацій: державних та громадсько-самодіяльних.

До державних організацій, які призначені організовувати обов'язкові заняття з фізичного виховання, відносяться установи та заклади наступних міністерств і відомств України:

1. Міністерства Охорони Здоров'я (пологові будинки, дитячі садки, санаторії, дома відпочинку, оздоровчо-лікувальні установи та ін.).
2. Міністерства освіти і науки (дитячі садки, учбові заклади I, II, III, IV рівня акредитації).
3. Міністерства Оборони і внутрішніх справ (військові частини, училища та ін.).

До громадсько-самодіяльних організацій, здійснюючих фізичне виховання, відносяться колективи фізичної культури добровільних спортивних товариств (які збудовані по виробничому або територіальному

принципу), клуби за видами спорту, спортивні секції, тощо. У цих установах заняття з фізичної культури звично проводяться на добровільних засадах, та на самоокупності.

Фахівці в області фізичного виховання готуються в інститутах фізичної культури, на факультетах фізичного виховання педагогічних університетів, а також на базі середніх фізкультурних учбових закладів (шкіл тренерів, коледжів фізичного виховання, училищ фізичного виховання та інших).

В нинішній час в Україні працюють десятки тисяч фахівців з вищою і середньою фізкультурною освітою і їх кількість має тенденцію до збільшення, так як постійно розширюється мережа фізкультурних навчальних закладів.

Матеріально-технічна база системи фізичного виховання формується з фінансів, спортивного інвентарю і спортивних споруд (стадіонів, спортивних майданчиків, гімнастичних залів, плавальних басейнів та ін.).

6.2. Фізичне виховання як елемент суспільного життя

Фізичне виховання є педагогічним процесом, спрямованим на формування здорового, фізично досконалого, соціально активного і морально стійкого підростаючого покоління. Фізичне виховання вирішує задачі зміцнення здоров'я, всебічного розвитку фізичних і духовних сил, підвищення працездатності, подовження творчого довголіття та життя людей, задіяних у всіх сферах діяльності. У процесі фізичного виховання здійснюється морфологічне (за формою і будовою тіла) і функціональне вдосконалення організму людини, розвиток фізичних якостей, формування рухових умінь, навичок, набувається спеціальна система знань. Фізичному вихованню належить також значна роль у вдосконаленні фізичних здібностей людей.

Фізичне виховання виникло разом з появою людського суспільства і було обумовлене перш за все соціальними факторами: потребами трудової та військової діяльності людей, потребами взаємних змагань, тощо.

Як будь-яке суспільне явище фізичне виховання носить історичний, а в класовому суспільстві, класовий характер. Це означає, що мета

фізичного виховання визначається потребами суспільства, які витікають, насамперед, з певного способу виробництва. Провідну роль в розвитку фізичного виховання відіграє політика керуючого класу та держави. Основні ідеї та зміст фізичного виховання завжди тісно пов'язані з філософськими, педагогічними та іншими поглядами, які домінують в певному суспільстві. В реалізації своїх задач фізичне виховання базується на досягненнях біології (в тому числі вікової анатомії та фізіології), психології та інших наук.

6.3. Рухова активність — необхідна умова розвитку дитячого організму

У шкільні роки діти одержують знання і уміння, проходять школу виховання і формування основних ділових, морально-вольових та психічних якостей, необхідних для подальшого життя в суспільстві. Але якими б широкими і глибокими знаннями не володів учень, як би добре не був він професійно підготовлений до вступу в самостійне життя, багато чого в нього може не виходити, якщо з дитинства не забезпечено нормального фізичного розвитку його організму, не буде закладений фундамент міцного здоров'я.

Механізація і автоматизація виробництва, розширення транспортного обслуговування населення з одного боку різко знизили м'язову активність людини, а з іншого — суттєво підвищили нервово-психічні навантаження. Сучасні побутові умови (особливо у міських умовах), також значно зменшують фізичне навантаження людей і все це разом створює недостачу рухів, приводить до *гіподинамії*.

Вказане особливо несприятливо впливає на стан і розвиток організму дітей, який росте, і функції якого диференціюються. В результаті гіподинамії може порушуватись нормальний хід фізичного і нервово-психічного розвитку дітей, не формується достатня м'язова і розумова працездатність, послаблюються захисні сили організму до дії факторів зовнішнього середовища, погіршується стан здоров'я. Саме фізична культура і спорт здатні у найкращій формі компенсувати дефіцит рухів, запобігти негативним наслідкам гіподинамії, раціоналізувати спосіб життя людини.

Фізична активність є головним стимулятором практично всіх фізіологічних функцій організму, запорукою нормального розумового і фізичного вдосконалення людини. Фізичні вправи сприяють розвитку опорно-рухового апарату, центральної нервової системи і внутрішніх органів, збагачують дитину новими відчуттями, допомагають швидше та більш глибоко пізнати оточуючий світ. Вони укріплюють здоров'я і загартовують організм, роблять дітей більш організованими, вольовими та цілеспрямованими. Таким чином, достатня рухова активність є необхідною передумовою гармонійного розвитку організму і особистості дітей. Але спостереження свідчать, що в останні роки у більшості сучасних дітей шкільного віку, особливо міських поселень, спостерігається дефіцит рухової активності в режимі дня. Якщо у 80-ті роки довільна рухова активність (хода, біг, ігри) у дітей займали 19–22 % активного часу доби, то в наш час (2005 рік) це складає тільки 16–19 % денного часу, із них на організовані форми фізичного виховання відводиться лише 1–3 % часу. Встановлено також, що спільна рухова активність школярів знижується від молодших класів до старших, причому вона в різних навчальних чвертях не однакова. Особливо мала фізична активність дітей взимку.

Спостереження свідчать, що до 82–85 % денного часу більшість сучасних учнів знаходяться у статичному положенні, сидячи за партою чи робочим столом. Це негативно впливає на розвиток опорно-рухового апарату, обмежує вдосконалення функціональних можливостей серцево-судинної і дихальної систем організму дитини. В результаті малорухомості (гіпокінезії) у дітей можуть проявлятися неадекватні реакції серця на навантаження, може зменшуватись життєва ємність легень, сповільнюватись моторний розвиток, розвиток фізичної та розумової працездатності. У дітей з малорухомим образом життя зменшуються загальні показники навчальних досягнень, більш виразно проявляються ознаки стомлення і перевтомлення: знижується увага, збільшується час мислення, послаблюється пам'ять, погіршується координація рухів. У багатьох школярів спостерігається порушення постави, а у деяких — викривлення хребта (кіфози, сколіози і т. д.) через слабкість м'язів. Недостача рухів в житті дітей молодшого шкільного віку є однією з причин появи зайвої ваги майже у кожного четвертого-п'ятого сучасного школяра. До негативних

проявів гіпокінезії, в комплексі з іншими факторами, відноситься зниження і так недостатньо розвинутої до 13–14 років імунної активності організму дітей до застудних, інфекційних та інших захворювань. Потрібно також враховувати несприятливий вплив гіподинамії на загальні показники росту і розвитку організму дітей.

В цілях подолання негативного впливу гіподинамії необхідно, перш за все, сприяти широкому раціональному застосуванню ігор і фізичних вправ в проміжку між уроками та під час виконання домашніх завдань. Після занять у школі обов'язково необхідно дітям передбачати час для активного відпочинку, для занять фізичними вправами і іграми на відкритому повітрі. Це заспокоює і укріплює нервову систему, знімає напругу, створює бадьорість, сприяє підвищенню розумової і фізичної працездатності, підвищує успішність навчання школярів.

Нехтування ранковою гігієнічною гімнастикою, уроками фізичної культури, іграми і прогулянками на свіжому повітрі, заняттями у спортивному залі приводить до того, що вже в середині навчального тижня діти більш втомлюються і знижують активність навчання відносно тих, хто впроваджує раціональну активність. Прагнення деяких батьків відгородити дитину від фізкультури і зосередити її зусилля лише на навчанні не сприяє гармонічному розвитку організму дітей, утворює неправильні стереотипи поведінки на все майбутнє життя.

Рухова активність може давати найбільший ефект лише тоді, коли заняття фізичними вправами і іграми дозуються за часом і інтенсивністю, а також враховують вікові і індивідуальні особливості організму дітей та місце проведення.

Оптимальний руховий режим дітей повинен складатися з ранкової гімнастики, рухливих ігор на шкільних перервах, уроків фізичної культури, активного відпочинку на повітрі після обіду, занять в гуртках і спортивних секціях, організованих занять фізичними вправами і іграми в оздоровчо-фізкультурних комплексах за місцем проживання, прогулянок перед сном, активного відпочинку у вихідні дні і канікули. Тільки комплексне впровадження всіх вказаних вище заходів рухового режиму дітей може принести бажаний результат — виховання фізично і розумово розвинутих та здорових людей.

6.4. Мета, завдання, засоби та принципи фізичного виховання

Мета фізичного виховання витікає з основного завдання виховання, яке полягає в необхідності підготувати всебічно розвинутих, активних та здорових членів суспільства, які органічно поєднує в собі гуманістичні і загальнолюдські позитивні риси особистості, гармонію фізичного та психічного розвитку.

Завдання фізичного виховання можна згрупувати в наступні 3 групи:

1. *Оздоровчі завдання*, що полягають у зміцненні опорно-рухового апарату, формуванні правильної постави, нормалізації розвитку внутрішніх органів, у покращенні діяльності центральної нервової системи, загартовуванні організму.
2. *Освітні завдання*, що полягають у формуванні і удосконаленні рухових умінь та навичок, у придбанні знань в області теорії, методики і організації фізичної культури і спорту.
3. *Виховні завдання*, що полягають в удосконаленні рухових якостей (сили, швидкості, витривалості, спритності та ін.), у зміцненні вольових якостей (волі до перемоги, сміливості, наполегливості, мужності та ін.), у покращенні психічних здібностей (уваги, пам'яті та ін.), у вихованні позитивних моральних рис, прищепленні правильних естетичних смаків. Слід підкреслити, що реалізація вказаних вище оздоровчих, освітніх і виховних завдань фізичного виховання повинна здійснюватись у певному взаємозв'язку, що потребує їх комплексного вирішення.

Основним специфічним засобом фізичного виховання людини є *фізичні вправи*, то б то рухові дії, які використовуються у відповідності з закономірностями фізичного виховання. В свою чергу фізичні вправи є такими видами рухових дій, які спрямовані на реалізацію завдань фізичного виховання та підпорядковані його закономірностям. Тільки за допомогою фізичних вправ здійснюється спрямований вплив на людину з метою розвитку його фізичних і духовних здібностей.

Система фізичного виховання керується наступними положеннями або принципами:

- принципом зв'язку фізичного виховання з практикою трудової і оборонної діяльності, що виражає основну соціальну закономірність фізичного виховання, його головну службову функцію, яка полягає у підготовці людей до діяльності і життя;
- принципом всебічного розвитку особистості, що передбачає, по-перше, суворе дотримання єдності різних сторін виховання фізичних, розумових, моральних, трудових і естетичних якостей та, по-друге, (в більш вузькому плані) різнобічну фізичну підготовку;
- принципом оздоровчої спрямованості, який передбачає відповідальність робітників фізичного виховання перед державою, суспільством та родиною за стан здоров'я тих, хто займається фізичною культурою. Цей принцип передбачає також обов'язковість медичного і педагогічного контролю за станом розвитку та здоров'я всіх, хто займається спортом.
- принцип свідомості і активності;
- принцип наочності;
- принцип доступності (з цього принципу витікає дуже важлива вимога індивідуального підходу до тих, що займаються);
- принципом систематичності (що включає в себе правила послідовності: «Від відомого до невідомого», «Від простого і легкого до складного і важкого», «Від загального до часткового»);
- принципом міцності (що вимагає слухного вивчення та освоєння поточного матеріалу перш, ніж переходити до наступного).

6.5. Класифікація фізичних вправ

Основним специфічним *засобом фізичного виховання* є фізичні вправи — рухові дії, які використовуються у відповідності з закономірностями фізичного виховання, або фізичні вправи — це такі види рухових дій, які спрямовані на реалізацію завдань фізичного виховання та підпорядковані його закономірностям. Тільки за допомогою фізичних

вправ здійснюється спрямований вплив на людину з метою розвитку його фізичних і духовних здібностей.

При розгляданні *змісту фізичних вправ* (ФВ) з педагогічної точки зору особливо важливим є те, що вони цілеспрямовано розвивають здібності людини в єдності з формуванням певних вмінь та навиків. Це означає, що для фахівців фізичного виховання головним аспектом в розумінні суті ФВ повинен бути узагальнюючий педагогічний аспект, при якому визначається їх значення для реалізації тих чи інших виховально-освітніх завдань.

Форма фізичних вправ представляє її внутрішню та зовнішню структуру. Внутрішня структура ФВ характеризується тим, як під час її виконання пов'язані між собою різні процеси функціонування організму, як вони співвідносяться, взаємодіють та узгоджуються друг з другом.

Зовнішня структура ФВ — це видима форма, яка характеризується співвідношенням просторових, часових і динамічних (силових) параметрів руху.

Способи виконання рухових дій, за допомогою яких рухове завдання вирішується доцільно, з відносно більшою ефективністю, прийнято називати *технікою фізичних вправ*. Розрізняють основу техніки рухів, її головну ланку і деталі.

Класифікація фізичних вправ. Всі фізичні вправи поділяються на:

- 1) швидко-силові види вправ, які характеризуються максимальною інтенсивністю або потужністю зусиль (спринтерський біг, метання, стрибки, піднімання штанги і т. д.);
- 2) види вправ, які потребують переважного проявлення витривалості в рухах циклічного характеру (біг на середні-довгі дистанції, лижні гонки, ходьба, плавання, веслування);
- 3) види вправ, які потребують головним чином координаційних та інших здібностей в умовах суворо заданої програми рухів (гімнастичні та акробатичні вправи, стрибки у воду, фігурне катання, синхронне плавання);
- 4) види вправ, які потребують комплексного проявлення фізичних якостей в умовах змінних режимів рухової діяльності, безперервної зміни ситуацій і форм дій (боротьба, бокс, фехтування, спортивні ігри тощо).

Виділяють також групи вправ за їх конкретним тренувальним призначенням. При цьому виділяють *підготовчі* та *основні* вправи, а перші, в свою чергу, підрозділяють на *загально-підготовчі* та *спеціально-підготовчі*.

Існує також класифікація вправ по їх приналежності до видів спортивної спеціалізації: гімнастики, спортивних ігор і туризму, легкої та важкої атлетики та ін.

Всі фізичні вправи звично реалізуються під впливом певних факторів, які можуть бути сприятливими (наприклад, для спортивних досягнень) або несприятливими. Група факторів, які визначають вплив фізичних видів:

1. Індивідуальні особливості тих, хто займається вправами (вікові, статеві, стан здоров'я, рівень підготовленості, режим праці, навчання, відпочинку, стан побуту).
2. Особливості самих фізичних вправ, тобто їх складність, новизна, важкість навантаження, емоційність.
3. Особливості зовнішніх умов (метеорологічних та географічних факторів, якість обладнання та знаряддя, гігієнічний стан місць занять та ін.).

6.6. Основні методики виховання життєво важливих рухових якостей у дітей

Рухові якості є показниками різних рухових здібностей чи можливостей людини. Розвиток рухових функцій у людей різного віку може відбуватись безперервно, але не рівномірно. У дитячому віці (до 16–18 років) рухові якості можуть розвиватись дуже інтенсивно. З віком це значно уповільнюється. Активна рухова діяльність сприяє більш швидкому, а головне — більш гармонійному дозріванню морфологічних структур і функціональних систем організму, що забезпечують певні рухові акти. За допомогою фізичних вправ і ігор можна активно впливати на процес вікового розвитку рухових якостей, виправляти відхилення від нормального ходу цього розвитку.

В кожному віці слід приділяти однакову увагу вихованню таких важливих рухових якостей як спритність, сила, витривалість.

Спритність проявляється у здібності опановувати нові рухи, створювати динамічні стереотипи і у швидкості перебудови їх у відповідності від зміни обставин. Показником спритності є координаційна складність рухів. Для оцінки спритності враховують час, необхідний для оволодіння складними рухами, а також ступінь підготовки, яка досягається в даному русі після занять фізичними вправами та іграми.

Спритність розвивається у дітей досить повільно. Найбільші зміни в координації рухів, як вказувалось раніше, спостерігаються у дітей у віці від 7 до 12–13 років. В цей же період створюється основа для оволодіння складними руховими навичками в наступні роки. Тому дітям цього віку рекомендується виконувати як найбільше фізичних вправ для виховання координації рухів. При цьому важливо вдосконалювати м'язове почуття (вміння розрізняти темп і розслаблення м'язів), а також почуття часу і простору.

Спритність удосконалюють у вправах з швидкою зміною ситуацій, де потрібні точність, швидкість і координація рухів. Для розвитку спритності корисні вправи з гімнастики (без предметів, з предметами, на приладах), акробатики (стрибки з трампліну, на батуті), вправи з великими м'ячами (передачі, перекидання, ловля та ін.). В цей віковий період корисно також використовувати ігри, які спонукають дітей переходити від одних дій до інших відповідно до зміни обставин (наприклад, у 6–7 років — «Ладки», у 8 років — «Зайці на городі», у 9 років «Рухлива ціль»), а також спортивні ігри: футбол, теніс.

У дітей 7–8 років найбільш інтенсивно вдосконалюються навички точних рухів. Цьому сприяють такі вправи, як метання в ціль, вправи з малими м'ячами (удари в підлогу, удари в стіну, підкидання і ловля м'яча з різними додатковими рухами), різноманітні складні маніпуляції з іншими дрібними предметами — палицями, обручами, кубиками і т. д. Ці вправи, до речі, в подальшому сприяють кращому оволодінню технікою письма, малювання.

Одним із проявів спритності є вміння зберігати рівновагу тіла в статичному положенні і в русі. Стійкість тіла у дітей при статичній позі

з віком покращується. Якщо в 6–7 річному віці діти при проходженні 15-метрової прямої з закритими очами відхиляються в бік в середньому на 90,9 см, то в 10 років — на 50,2 см, а в 12 років — майже на ту величину, що і дорослі — 32,4 см.

Найважливішим показником фізичного розвитку є набуття фізичної сили м'язів. У дітей 6–8 років всі м'язи інтенсивно ростуть, але краще розвинені м'язи тулуба, слабкіше — м'язи кінцівок. Тому сила згиначів-розгиначів тулуба і кінцівок у період до 9 років збільшується не значно, а лише з 9 років (під впливом фізичних вправ) сила м'язів здатна значно зростати, що може тривати до 18–24 років. В подальші періоди життя величина приросту сили м'язів поступово уповільнюється.

Вправи для виховання сили у дітей повинні бути в основному динамічними. При розвитку сили навантаження не повинні бути граничними. Максимальні потужності і великі за об'ємом навантаження, пов'язані з великими енерговитратами у дітей 3–14 років, можуть привести до загальної затримки росту дітей. Силові вправи для дітей не повинні також викликати довгочасного напруження. М'язи дітей мають тонкім'язові волокна (міофібрили), тому розвивати їх потрібно різнобічно і поступово. Найкращими вправами для розвитку сили у дітей 6–8 років слід вважати: рухливі ігри, естафети, віджимання від підлоги, загально розвиваючі вправи; для дітей 9–11 років — спортивні ігри, підтягування, піднімання тулуба з положення сидячи, загально розвиваючі вправи та ін., для дітей 12–14 років — вправи на турніку, бруссях, кільцях, бокс, піднімання помірних

Одночасно з вихованням сили необхідно виробляти в дітей здібність *розслабляти м'язи* після їх напруження.

Еластичність м'язово-сполучного апарату та здібність до вільного розслаблення дозволяє збільшувати амплітуду рухів, що дає збільшення не тільки в силі, але і в спритності рухів.

Гнучкість і рухливість в суглобах допомагають уникати травм опорно-рухового апарату. В цих цілях рекомендується використовувати різні вправи на розтягування, які позитивно діють на м'язи, зв'язки і суглобні сумки. Серед таких вправ найчастіше впроваджують вправи на спортивній драбині, на турніках.

Особливу увагу при фізичному вихованні дітей потрібно приділяти вдосконаленню *швидкості рухів*. Під час розвитку у дітей кількості вирішують дві задачі: збільшення швидкості простих рухів і збільшення частоти рухів.

Велике значення мають і складні рухові реакції. Основні з них — реакції на рухливий об'єкт і реакції вибору. Швидкість реакції дитини в певній мірі залежить від типу нервової системи і є якістю, яка передається у спадщину від батьків, але її можна розвивати за допомогою фізичних вправ і рухливих ігор.

Прояв такої якості, як швидкість, має кілька напрямків: швидкість рухових або поведінкових реакцій, швидкість мислення, швидкість дій.

Швидкісні якості краще вдосконалювати в процесі виконання ігрових вправ. Для розвитку цих якостей корисні старти із різних висхідних положень з бігом на 10–30 м, естафети, рухливі і спортивні ігри.

Швидкісно-силові якості можна розвивати за допомогою рухливих ігор і змагань, відводячи на них 50 % загального часу занять спортом.

Не менш важлива і така задача фізичного виховання дітей, як формування здібностей виконувати швидко роботу протягом тривалого часу. Ця якість, перш за все, залежить від наявності витривалості.

Витривалість — це здібність організму протистояти втоми і здібність до довгострокової рухливої діяльності без зниження її ефективності.

Витривалість виховується шляхом застосування фізичних вправ і ігор, які здійснюють на організм дитини загальне фізичне навантаження в деякій мірі більше того, яке вона вже звикла переносити. В процесі таких занять організм дитини поступово адаптується до стану втоми, яка обумовлена збільшенням об'єму роботи і, як результат, підвищується здібність виконувати той чи інший рух більш тривало, а також утворюється здібність швидко відновлювати сили після фізичного навантаження.

Характер і загальний об'єм навантаження при вправах, направлених на виховання витривалості, повинен визначатися з урахуванням віку і фізичної підготовки кожної конкретної дитини.

На заняттях з дітьми молодшого віку навантаження на серцево-судинну і дихальну системи повинні бути дуже нетривалими і чергуватися з достатнім відпочинком..

Дітям у 7–10 років потрібні також вправи на виховання силової витримки. Діти цього шкільного віку часто не можуть довго підтримувати якесь зусилля на постійному рівні, і навіть при нетривалій роботі (1–1,5 хв.) вони відволікаються. Це пояснюється обмеженим поширенням (іrrадіацію) процесів збудження чи гальмування в корі великих півкуль головного мозку, а також невмінням точно диференціювати ступінь м'язової напруги. З віком здібність до підтримки зусиль на постійному рівні покращується і досягає найвищого рівня у 16–20 років.

6.7. Теорія впливу рухливих ігор на організм дітей

При організації та проведенні рухливих ігор слід дотримуватися такої методики: назвати гру; пояснити основний зміст гри; подати основні правила гри; пояснити основний зміст гри; подавати основні правила гри; у відповідності до віку дітей; розподілити ролі; роздати іграшки та атрибути; обрати ведучих; в процесі гри керуватися її діями, направляти гравців на творчу ініціативу; слідкувати за емоційністю, мовою, мімікою, жестами, правилами, добиватися від гравців свідомої дисципліни; регулювати психічне та фізичне навантаження на протязі гри; слідкувати за пульсом гравців; організовано закінчити гру; проаналізувати гру відповідно до вікової групи; оголосити висновки та пропозиції; розкрити конкретні вимоги до кожного компоненту (проектувальний компонент, конструктивний, комунікативний, гностичний).

Кожен рух викликає затрату м'язової енергії. Дослідження свідчать, що під впливом фізичних вправ і рухливих ігор діти швидше і краще ростуть. Це пояснюється тим, що фізична активність сприяє посиленню обміну речовин, кровообігу та дихання. Завдяки цьому до клітин, в тому числі кісток і м'язів, доставляється більше «будівельного матеріалу», і кістки більше збільшуються як у довжину, так і в ширину, більш інтенсивно нарастають зв'язки та м'язи. В результаті занять іграми і фізичними вправами збільшуються і розвиваються також всі внутрішні органи. Саме в цьому яскраві приклади проявлення таких закономірностей розвитку дітей (дивись розділ 1) як системогенез та «енергетичне правило м'язів».

Серце дитини за період росту збільшується у 8–10 разів, і для стимуляції цього процесу дуже корисні помірні фізичні навантаження, інакше поверхня серця може обрости жиром, а міокард (м'язи серця) стає в'ялим, крихким, не здатним до сильних скорочень. Це, в свою чергу, погіршує забезпечення тканин, особливо периферійних органів, киснем. Регулярні заняття фізичними вправами і рухливими іграми укріплюють не тільки скелетні м'язи людини, а і серцевий м'яз. Серцевий м'яз натренованої людини з кожним скороченням посилає в кров'яні судини (артерії) значно більше крові, ніж у осіб, які фізично мало тренувані. В проміжку між сильними скороченнями натреноване серце довше відпочиває і завдяки цьому зменшується частота серцевих скорочень. Тобто серце починає працювати більш економно, менше втомлюється, стає витривалішим. Натреноване серце добре вправляється з довготривалою тяжкою працею, і, навпаки, серце людини, яка мало тренувана і веде малорухливий спосіб життя, гірше справляється із своєю насосною функцією і, як результат, недостатньо забезпечує периферичні органи, особливо тканини кінцівок, кров'ю. Людина, яка з дитячих років вела малорухливий спосіб життя, має завжди послаблену серцево-судинну систему і тому важко переносить фізичні навантаження.

Вплив рухливих ігор на функцію дихання також вельми благодійний, особливо якщо заняття фізичною культурою проводяться на свіжому повітрі. Організм при фізичних навантаженнях потребує підвищеної кількості кисню, дитина починає дихати частіше та більш глибоко, що сприяє збільшенню розмірів грудної клітини і легень, а також підвищує силу дихальних м'язів (міжреберних, діафрагми). При цьому слід дотримуватись правильного (найбільш ефективного) стереотипу дихання, який полягає в тому, що тривалість вдишу повинна бути менше тривалості видиху. Діти, та і дорослі люди, які ведуть малорухомий образ життя, майже ніколи не дихають на повні груди, повітря встигає заповнювати лише середню частину легень і зразу ж видихається. Верхівки легень при цьому працюють недостатньо і можуть виникати застійні явища, найгіршими наслідками чого (при певних умовах) можуть стати не тільки об'ємно-функціональні недоліки, а і різноманітні легеневі захворювання: запалення легень, хронічні бронхіти, плеврити, туберкульоз.

Рухливі ігри також позитивно впливають і на функцію травлення та обміну речовин: активізуються процеси всмоктування та застосуванням організмом продуктів перетравлення білків, жирів та вуглеводів, зменшуються запаси жирових відкладень, більш інтенсивно проходить обмін мінеральних речовин в кістках, міжклітинній рідині.

Рухливі ігри добре діють і на нервову систему. За рахунок підсиленого кровообігу нервові клітини одержують більше споживчих речовин, кисню, краще розвиваються і енергійніше працюють. Здібність нервової системи точно керувати роботою певних груп м'язів, що обумовлює координацією (узгодженням) рухів, найбільш досконало розвивається саме рухливими іграми і фізичними вправами. Людина, яка добре володіє координацією рухів, швидше засвоює нові складні елементи фізичної роботи, виконує їх спритніше, ніж фізично невідгодована людина.

Систематичні заняття рухливими іграми виробляють у дітей почуття ритму, тобто вміння виконувати ряд рухів в один проміжок часу, а також розвивають витримку, яка необхідна в як у спорті так і у будь-якій трудовій діяльності.

Позитивний вплив має активний рухливий режим на стійкість розумової працездатності школярів протягом навчального року. Правильно підібраний об'єм рухової активності та відпочинку, що відповідають можливостям дитячого організму, допомагають зберігати високу розумову працездатність до кінця уроків у школі, до кінця всього дня, тижня, чверті і навчального року. До того ж відомо, що раціональне чергування розумового і фізичного навантаження для організму найменш втомливе, а найкращим видом відпочинку після напруженої розумової праці є фізична активність. Тому саме прогулянки, рухливі ігри (з невеликим навантаженням на організм) після закінчення уроків є найкращим засобом відновлення розумової працездатності.

Вірно поставлене фізичне виховання дітей повинно стати основою подальшого здорового образу життя, успіхів у будь-якій області суспільної діяльності. Важливо прагнути, щоб заняття фізичною культурою і спортом, як засоби укріплення здоров'я, залишались потребою на все життя, стали своєрідним стереотипом поведінки.

6.8. Вплив рухливих ігор на характер і поведінку дітей

Рухливі ігри і вправи не тільки укріплюють здоров'я і розвивають організм дитини, але і є засобом виховання характеру, впливають на всю поведінку дітей.

Під час ігор дитина вчиться підкорювати свої інтереси інтересам колективу, спільними зусиллями досягати поставленої мети. Завдяки іграм діти стають більш дисциплінованими, гуртовими, вчаться вірно оцінювати свої сили, почувати себе частиною спільного колективу, команди.

В дошкільному віці (3–5 років), а також у молодшому шкільному віці (6–8 років) ігри мають особливо велике виховне значення. Ігри дітей цього віку часто мають наслідувальний характер, тому важливо, щоб зразки для подражань були позитивними. Граючись, діти часто зображають події чи дії, які привертають їхню увагу, прагнуть походити на героїв, яким вони симпатизують. Тому слід піклуватись, щоб ці герої цього заслуговували.

Слід пам'ятати, що для дитини зміст, вкладений в гру, має особливо велике значення, так як граючись, дитина завжди глибоко переживає ті дії, які вона виконує. Для кожної дитини гра несе перш за все задоволення потреб у русі, вона є фізичною вправою і способом оцінки своїх сил в порівнянні з силою товаришів. В грі діти привчаються поважати правила, встановлені колективом, то б то привчаються жити суспільним життям.

До підбору ігор потрібно підходити дуже відповідально. Свого часу ще Н. К. Крупська писала, що є ігри, які виробляють жорстокість, погано діють на нервову систему, і є ігри, які мають велике виховне значення, укріплюють волю, виховують почуття справедливості, вміння допомогти в біді.

Найбільше виховне значення мають командні ігри. Кожна команда прагне перемогти. Щоб виграти, учасники команди повинні діяти згуртованим колективом, кожен гравець повинен жертвувати своїми інтересами заради спільної цілі, володіти завзятістю, витримою, узгоджувати свої дії з діями товаришів, допомагати їм у важких ігрових ситуаціях.

Правильно організовані ігри мають також велике освітнє значення, вони знайомлять дітей з оточуючою дійсністю, з взаємовідносинами між людьми, розширюють кругозір дітей, тобто вчать вдивлятися в життя.

Дітям 9–10 років більше підходять ігри з невизначеним, змінюючим складом команди, однак і в цій грі потрібно вводити правила, які потребують від дітей взаємної допомоги і підтримки. Наприклад, в гру можна ввести правило, за яким кожен спійманий повинен стояти на місці, поки хто-небудь з товаришів не виручить його.

В спільних іграх укріплюється дружба дітей, розкриваються шляхи до пізнання характеру, інтересів і здібностей кожної дитини.

Починаючи з 11–12 років доцільно впроваджувати колективні ігри з визначеним складом: волейбол, футбол, хокей.

6.9. Методика розвитку фізичних якостей у дітей молодшого шкільного віку

Однією з важливих задач фізичного виховання дітей 6–10 років є навчання їх правильній техніці рухів.

Рухова активність людини передбачає виконання окремих рухів, рухових дій та цілісної рухової діяльності.

Рух — це моторна функція організму, що виражається у зміні положень тіла або окремих його частин.

Амплітуда (розмах) рухів є одним із головних елементів структури будь-якої вправи.

Загально-розвиваючі вправи з широкою амплітудою сприяють розтягуванню м'язів, розвитку гнучкості, рухливості в суглобах. Для збільшення амплітуди найбільш ефективні ривки назад з положення руки верх, присіди, нахили, руки та опір, додаткова допомога партнера (наприклад, одночасне прогинання з випадом вперед із положення стоячи спиною один до одного, взявшись руками, витягнутими вгору), помірні обтяження махових рухів.

Напрямок руху. Змінюючи напрямок руху можна вибірково подіяти на м'язи, суглоби і зв'язки.

Загально-розвиваючі вправи, які сприяють оволодінню точним напрямком руху, потрібно проводити не тільки в основних але і в проміжних площинах. Рекомендується включати в урок вправи з прапорцями і гімнастичними палками, які підкреслюють дійсний напрямок руху і положення рук.

Швидкість руху. Максимальна швидкість руху потрібна не завжди. В деяких діях (ьрудові процеси, художня і спортивна гімнастика, ігри) найбільш доцільна оптимальна швидкість. На уроках фізичної культури треба вчити молодь самостійно регулювати швидкість своїх рухів. З цією метою вчитель пропонує учням виконувати вправи то швидко, то повільно: на початку руху — повільно, у кінці — швидко, і навпаки. Особливо значимо вміти регулювати швидкість при ходьбі та бігові, руху на лижах. Це дозволяє правильно розподілити сили і досягти високих результатів. Вміння регулювати швидкість руху виробляється і за допомогою таких завдань, як подолання дистанції за певний час.

Не менш важливо розвивати в учнів швидкість рухової реакції. Вміння швидко підключитися до руху, дії — це суттєвий показник мобільності нервово — м'язової системи. Для того, щоб виробити швидкість реакції, рекомендується вводити в заняття елементи несподіваності (наприклад, на який-небудь сигнал швидко виконати обумовлений рух), рухливі ігри, естафети (особливо такі, де стартувати треба з положення сидячи чи лежачі, використовуючи стройові команди).

Темп. Частота однакових рухів (наприклад, кількості кроків за хвилину) представляє собою частковий вираз швидкості в циклічних рухах — бігу, ходьбі, плаванні і т. д. Залежно від амплітуди вправи можуть виконуватися повільно — на 4 рахунки (кружляння тулуба) чи швидко — 2 рухи на один рахунок (рухи руками та пальцями). Необхідно стежити за тим, щоб учні закінчили рух відповідно рахунку. Для найбільш досконалого впливу на організм вправи в деяких випадках виконуються в індивідуальному темпі (кружляння тулуба, присідання на одній нозі, згинання рук в упорі).

Ритм — це співвідношення довготи різноманітних частин руху, це його малюнок. Ритм являє собою елемент руху. Він дозволяє зекономити сили, а відповідно і знижувати втомлюваність організму. Відомо,

наприклад, що ходьба по купинах чи по шпалах, зв'язана з нерівномірними рухами і постійними переключаннями уваги, дуже втомлює. Правильний ритм виробляється поступово за допомогою підготовчих та спеціальних вправ (імітація повороту дискоболу в колі, але без знаряддя), а також особливими прийомами (наприклад, вистукування частоти кроків при розбігу останніх кроків перед відштовхуванням у стрибках в висоту).

Координація (узгодження) рухів. Вміння послідовно з'єднувати різні рухи необхідна умова високопродуктивної рухової діяльності. У процесі навчання складним діям ми часто зустрічаємося з цією задачею. Ще більше значення має здібність одночасно поєднувати різні за формою і характером рухи. Це надзвичайно важливо в трудовій практиці та в спорті, де найбільше дії представляють собою зразки складного поєднання різних рухів. Виховувати і удосконалювати цю здібність у дітей молодшого віку можна за допомогою вправ, в яких узгоджуються рухи рук та ніг, вправ в русі, ігор з бігом та метаннями, різноманітних вправ з малим м'ячем. В середніх і старших класах ці вправи ускладнюються і наближаються до прикладних. Вміння володіти вагою різних предметів та інерцією тіла, що рухається. Людина, яка не має цієї здібності, піднімаючи яку-небудь вагу, прикладає надмірно-велике зусилля, яке затухає до кінця руху, внаслідок чого вона, як правило, не може закінчити дію. Крім того, це часто призводить до небажаних наслідків — пошкодженню м'язів.

Рухова діяльність дітей 6–10 років не повинна бути надмірною. Слід стеретися інтенсивного навантаження, так як значна частина енергетичних ресурсів організму в цьому віці витрачається на процеси розвитку. Крім того у дітей цього віку ще не вдосконалений опорно-руховий апарат, продовжується окостеніння кісток.

Не зважаючи на те, що при повному рухливому режимі дівчатка цього віку майже не відстають від хлопців у фізичній підготовці, слід застосовувати диференційований підхід до хлопців і дівчат 6–10 років під час вибору вправ і навантажень для дівчаток навантаження повинні бути переважно менш інтенсивними).

При організації занять рухливими іграми з дітьми 6–10 років необхідно враховувати особливості стану їх центральної нервової системи, велику рухливість нервових процесів. Тривалі одноманітні вправи в цьому віці дуже швидко викликають стомлення дітей і навпаки застосування різноманітних динамічних ігрових завдань, їх чергування і проведення занять ігровим методом дозволяють упродовжити час активності дітей, підвищити ефективність самих занять.

Під час вибору рухливої гри завжди слід враховувати наступне: дидактичні особливості і характер гри; рівень фізичної підготовки і розвитку дітей; вікові і фізичні якості кожної дитини і всього класу; час і місце проведення рухливої гри. Перед проведенням гри необхідно провести розмітку майданчика, пояснення гри, комплектування команд, розміщення гравців, вибір ведучого, роздачу інвентарю, розташування наочних засобів, призначення помічників чи суддів по проведенню гри. Пояснення (нагадування) основних правил гри є однією з важливіших умов їх успішної підготовки і проведення. Гру слід пояснити зрозуміло і точно і в той же час просто. Голос не повинен бути надміру голосним або, навпаки, надміру тихим, слід уникати необмеженості і монотонності в поясненні.

Корисно застосування наочних методів з методики тієї чи іншої гри, при чому показ повинен бути зразковим. Його слід супроводжувати обраною розповіддю, акцентуючи увагу на діях, які забезпечують найкраще виконання вправ, що вивчаються. Під час показу вправ рекомендується давати конкретні вказівки: «Стрибай по розмітці», «Стрибай якомога далі і вище», «Роби, як я».

Для розвитку координованих рухових якостей дітей рекомендується застосувати різноманітні методи, найбільш поширеним із яких є *повторний метод*. Цей метод полягає у багаторазовому повторенні гри чи окремих її елементів з метою їх досконалого опанування

Другим поширеним методом вдосконалення координації рухів є змінний метод, який передбачає чергування вправ. *Змінний метод* найбільш відповідає характеру ігрових дій. Застосовуючи цей метод, педагог почергово використовує вправи, які потребують великої напруги, і вправи з невеликим навантаженням, забезпечуючи збільшення тривалості їх виконання.

Для розвитку загальних рухливих якостей застосовується *ігровий метод*, при якому використовується різноманітні рухливі ігри. Метод сприяє удосконаленню техніки і тактики гри в складних умовах. Він дає можливість ефективно розвивати такі якості як швидкість, кмітливість, орієнтацію, самостійність, ініціативність. В ігрових вправах, естафетах і колективних іграх поглиблюється почуття відповідальності, виховується колективізм, дисциплінованість, прагнення до перемоги.

Важливе значення для впровадження ігрових методів має ігровий матеріал. Спеціально підібрані ігри сприяють розвитку спільної і швидкісної витримки. Швидкість і координація рухів, які виховуються в іграх, мають важливе значення для подальшого ознайомлення з різними видами легкої атлетики. Змістом рухливих ігор є різноманітні види бігу, стрибків, метань і інших рухів. Для рухливих ігор характерне, по-перше, об'єднання активності і самостійності кожного гравця з колективною діяльністю, а, по-друге, безперервна зміна умов, в яких ця гра відбувається. Правила колективних ігор призначені регламентувати дії і взаємовідносини гравців, полегшувати вибір тактики гри, а також спрямовувати керівництво грою.

Виділяють дві основні групи ігор — некомандні і командні. *Некомандні* ігри поділяються на ігри з ведучими та без ведучих, а *командні* — на ігри з одночасною участю всіх гравців і з позачерговою участю (естафети). Командні ігри розділяють також за ступенем контакту супротивників. На ігри *безпосереднього* контакту (наприклад, фізична боротьба), або *опосередкованого* контакту (наприклад, теніс, волейбол).

Розрізняють також ігри імітаційні, з перебіганням, з подоланням перешкод, з м'ячем, з палицями і іншими предметами. Слід зазначити, що учнів 1–2 класів більше захоплюють ігри імітаційні, сюжетного характеру. Для них більш придатні ігри з перебіганням, стрибками, ловленням і киданням м'ячів та інших предметів.

У дітей 9–11 років (3–4 класи) спостерігається, як вказувалось у підрозділі 4.6, інтенсифікація фізичного розвитку координаційних здібностей. Зростає сила, швидкість, витримка, адаптаційні можливості організму до фізичного навантаження і психологічного саморегулювання. Для таких дітей доцільно рекомендувати командні ігри з подоланням перешкод, естафети, баскетбол, волейбол, футбол та ін.

6.10. Зміст найбільш типових рухливих ігор для учнів молодших класів

Нижче приводиться опис та методика здійснення найбільш типових ігор, рекомендованих для учнів 1–4 класів для розвитку координації та швидкості рухів, витривалості, фізичної сили та кмітливості:

1. Гра 1 «*Хто швидше?*»

Клас ділиться на дві команди: дівчаток та хлопчиків, які шикуються по росту в одну шеренгу. За сигналом вчителя «Розійдись!» діти рухаються в різні сторони по майдану. За командою «В шеренгу шикуйсь!» діти повинні стати в одну шеренгу по росту, як перед початком уроку. А вчитель відмічає, хто швидше пошикувався, дівчатка чи хлопчики.

2. Гра 2 «*Мисливець і лисиці*»

Один з гравців — «мисливець», а всі останні — «лисиці». Мисливець стає на середину майданчика і 3 рази підкидує м'яч угору. В цей час лисиці розбігаються подалі від мисливця, але не перебігають меж майданчика. Спіймавши м'яч після 3-го кидка, мисливець, не сходячи з місця, намагається попасти м'ячем в одну з лисиць. Якщо він промахнеться, то піднімає м'яч і знову кидає його в будь-кого з гравців. Гравець, в якого мисливець попав м'ячем, стає його помічником. Помічник піднімає м'яч, кидає його мисливцю. Якщо мисливець кине м'яч помічникові, той сам кидає м'яч в лисиць. Гра закінчується, коли залишається незачепленою одна лисиця.

3. Гра 3 «*Група, струнко!*»

Діти шикуються в одну шеренгу. Учитель, стоячи обличчям до гравців, подає команди. Діти повинні їх виконувати лише в тому випадку, якщо перед командою буде вимовлено слово «група». Якщо його не буде, то реагувати на команду не треба. Той, хто допустив помилку, робить крок уперед і продовжує гру. Перемагають діти, які були найбільш уважні і дякуючи цьому залишилися на своєму місці.

4. Гра 4 «*Запам'ятай своє місце*»

Учитель шикуює гравців у певному порядку. Діти повинні запам'ятати свої місця. Потім вони розходяться. За сигналом вчителя кожен гравець повинен зайняти своє місце.

5. Гра 5 «*Біг в обручах*»
Команди шикуються в колони по одному за загальною лінією старту. У ведучих гравців в руках гімнастичні обручі. Проти кожної команди на відстані 10 м ставиться поворотна стійка. За сигналом викладача, ведучий кожної команди, надіває на себе обруч, біжить до стійки, оббігає її і вертається назад, де за лінією старту до кожного з них приєднується наступний гравець його команди. Він також пролазить в обруч, і вони удвох пробігають той же шлях. Після цього обруч передається наступним гравцям і вони у такому ж порядку (спочатку один, а потім парами), пробігають дистанцію, поки не пройдуть всі останні діти. Перемагає команда, яка перша виконала завдання.
6. Гра 6 «*Вудочка*»
Діти стоять по колу, учитель — в центрі кола. Він держить в руках шнур (на кінці якого прив'язаний мішечок з піском) або скакалку. Учитель круте мотузку по колу над самою землею, а діти підстрибують вверх, щоб мішечок не зачепив їхніх ніг.
7. Гра 7 «*Вода, земля, повітря*»
Гравці розташовуються в середині майданчика, утворюючи 2–3 групи кіл («землю»). На одній стороні майданчика (за лінією) позначається «вода», за іншою — «повітря». Вибирають двох ведучих, які стають за межею майданчика, на довгих її сторонах один проти одного. Учитель час від часу називає одне з живих істот, мешкаючих у воді, на землі або у повітрі. Почувши вимовлене учителем слово, діти швидко перебігають до потрібного місця, а ведучі їх ловлять. Якщо названа тварина мешкає в середовищі, де в даний момент знаходяться гравці, то всі присідають і чекають наступного моменту. Після кількох перебігів ведучі замінюються тими, хто вибув із гри. Гравці, які були спіймані, або не правильно діяли по сигналу, із гри вибувають, поки не залишаться 1–2 переможці.
8. Гра 8 «*Всі на місці?*»
Перед гравцями розкладають різні предмети: іграшки, побутові предмети, шкільні речі. Ведучий повертається до них спиною.

В цей час один предмет прибирається. Повернувшись обличчям до гравців, ведучий повинен назвати цей предмет і показати те місце, де він лежав. Якщо ведучий вгадав, то він зараховується до групи переможців, якщо ні — до групи переможених. Ведучими повинні побувати всі діти.

9. Гра 9 «Сусід зліва»

Гравці утворюють коло. Ведучий підходить до одного з них і робить кілька простих рухів (плескає у долоні, піднімає одну руку, стрибає, присідає і т. д.). Услід за ним ці рухи повторює учень, який стоїть зліва від того, перед яким ведучий зупинився. Якщо гравець не зможе правильно повторити рухи ведучого, то сам замінює ведучого.

10. Гра 10 «Північний і південний вітер»

Вибирають двох ведучих. Одному на руку пов'язують синю стрічку (це північний вітер), другому — червону (це південний вітер). Інші діти бігають по майданчику. Північний вітер намагається заморозити якомога більше дітей (доторкнутися до них рукою). «Заморожені» гравці приймають яку-небудь нерухому позу. Південний вітер намагається розморозити дітей, торкаючись їх рукою і говорячи: «Вільний!». Через 2–3 хв назначають нових ведучих, і гра повторюється.

11. Гра 11 «На трьох ногах»

Двом учням, що стоять поруч, зв'язують мотузкою або скакалкою дві суміжні ноги трохи вище стопи. У змаганнях одночасно беруть участь 2 пари гравців. За сигналом вони повинні добігти до лінії фінішу і повернутися назад. Щоб зручніше було пересуватися, гравці кладуть руки один одному на плечі.

7. Загальні умови організації позакласної роботи з фізичного виховання

Для учнів початкових класів позакласна робота з фізичного виховання будується з урахуванням задач, які передбачені навчальною програмою, при цьому використовуються доступні види фізичної культури.

Зміст занять з фізичної культури для учнів цього віку складається з фізкультурно-оздоровчих та фізкультурно-масових заходів.

До складу *фізкультурно-оздоровчих заходів* входять: гімнастика до початку занять, фізкультпаузи під час уроків та ігри на перервах.

Фізкультурно-масові заходи включають заняття на уроках фізичної культури, а також у групах загальної фізичної підготовки, у фізкультурній секції, на спортивних змаганнях, на спортивному святі, ігри на місцевості, прогулянки, екскурсії, походи.

Всі заходи з фізичної культури мають великі можливості рішення педагогічних задач. Так ігри розвивають ініціативу, витримку, допомагають застосувати добуті навички у нестандартних умовах; змагання виховують волю, наполегливість; прогулянки, екскурсії — закріплюють навички орієнтування на місцевості, розширюють географічні знання, виховують почуття взаємної допомоги, дисципліни.

Різноманітність форм, специфіка організації і змісту позакласної роботи з фізичного виховання вимагають чіткого керівництва. Загальне керівництво і контроль за її проведенням повинен здійснювати директор школи. Він забезпечує умови до організації фізкультурних заходів, залучає до цієї роботи учителів, батьків. Конкретно позакласну роботу з фізичного виховання організують і проводять вчителі з фізичного виховання. Вони керують діяльністю спортивних секцій, проводять внутрішкільні змагання, планують і проводять масові фізкультурні заходи (спортивні свята, показові виступи спортсменів), ведуть пропаганду фізичної культури і спорту серед учнів.

У роботі з класом учителю фізичної культури повинні допомагати класний керівник (вихователь). Вони залучають учнів до фізкультурно-оздоровчих заходів, контролюють виконання учнями правил особистої гігієни, допомагають організувати походи, екскурсії, слідкують за виконанням учнями різних форм фізичних вправ під час фізкультпауз на період перебування у школі.

Важливе місце у фізкультурній роботі у школі належить медичним працівникам. Ці фахівці, сумісно з вчителями фізичної культури, повинні визначати види занять з фізичної культури, та перелік фізичних вправ для окремих учнів, які віднесені до спеціальної медичної групи,

періодично перевіряти стан здоров'я учнів, контролювати стан санітарно-гігієнічних умов, в тому числі в місцях проведення занять з фізичної культури. Лікар та медсестра обов'язково повинні бути присутніми на всіх спортивних змаганнях.

7.1. Фізкультурно-оздоровчі заходи у режимі дня

Загальна мета фізкультурно-оздоровчих заходів у школі полягає в тому, щоб покращити здоров'я та оптимізувати фізичний розвиток школярів. Ці заходи також спрямовані на створення певного життєвого тону та зниження стомлення школярів від або під час навчальної розумової роботи. Так, наприклад, при переключенні учнів з одного виду діяльності на другий рекомендується проводити короткочасну перерву або фізкультпаузу. Такий захід здатен сприяти підвищенню активності і розумової працездатності учнів на заняттях по загальноосвітнім предметам.

Фізкультурно-оздоровчі заходи у режимі дня учнів початкових класів повинні включати: гімнастику до занять, фізкультпаузи на уроках та ігри на перервах.

Гімнастика до занять проводиться перед першим уроком. Такі заняття необхідно проводити великими групами, наприклад, у спортивному залі, у просторому коридорі або, якщо дозволяє погода, на майданчиках біля школи. У зв'язку з віковими особливостями та з різною складністю і технікою виконання вправ гімнастику до занять рекомендується проводити окремо для учнів 1–2, 3–4, 5–8 і 9–11 класів.

У склад комплексів вправ з гімнастики треба включати 6–8 вправ, в тому числі: дозовану ходьбу на місці, махові рухи руками, ногами, нахили та повороти тулуба, стрибки, а також вправи на глибоке дихання. Бажано ранкову гімнастику проводити з музикальним супроводженням.

Слід пам'ятати, що рівень фізичного навантаження при виконанні вправ залежить не лише від рівня фізичної підготовки, стану здоров'я, статевих та вікових особливостей дітей, але і від того, наскільки правильно виконуються вправи.

Головною умовою правильного дозування фізичного навантаження при виконанні вправ є поступове збільшення навантаження. Організм

любої людини може порівняно легко витримувати значне фізичне навантаження за умови попередньої підготовки шляхом виконання спочатку легких вправ з подальшим поступовим підвищенням інтенсивності роботи. Беручи до уваги цю важливу умову впрацьовування організму, можна обґрунтовано обирати комплекси гімнастики.

Методичними прийомами дозування фізичного навантаження можуть бути:

- 1) зміна висхідних положень;
- 2) застосування навантажень вагою, або використання опору;
- 3) зміна кількості повторюваних вправ;
- 4) зміна темпу виконання вправ;
- 5) застосування пауз між вправами та ін.

Фізичне навантаження може змінюватися при заміні тієї чи іншої вправи новою вправою, більш складною, а також зміною всього комплексу вправ.

Обґрунтовуючи той чи інший комплекс вправ, спочатку треба визначити, кому він призначений. При цьому обирають:

- 1) стать, вік, спеціалізацію, стан здоров'я та фізичну підготовку дітей, для яких складається комплекс вправ;
- 2) порядковий номер окремих вправи;
- 3) вихідне положення, тобто з якого початкового положення (рук, ніг і тулуба) починаються окремі вправи. Звичайно «*Висхідне положення*» позначається умовно двома літерами «В. п.»;
- 4) зміст окремих вправ;
- 5) рахунок, на який виконуються певні рухові акти;
- 6) режим дихання під час виконання окремих вправ;
- 7) кількість повторення кожної вправи;
- 8) темп виконання вправ.

Нижче наведемо приклад комплексу загально розвиваючих вправ на місці, який можна застосувати під час ранкової гімнастики (гімнастики до занять) для учнів 1–3 класів:

1. В. п. — основна стійка (о. с.) — руки опущені, ноги на ширині плеч. 1 — руки вперед; 2 — руки уверх; 3 — руки в сторону; 4 — в. п. Руки тримати прямими. Дихання рівномірне.

2. В. п. — руки перед грудьми «в замок». 1 — руки вперед «в замок» долоньями назовні; 2 — те ж, уверх; 3 — те ж, вперед; 4 — в. п. У в. п. лікті тримати на рівні плечей, у положенні 1–2–3 — руки прямі.
3. В. п. — права рука уверх, ліва внизу. 1–2 — два ривка руками назад; 3–4 — те ж, зі зміною положення рук. Кисті зжати в кулаки. Ривки виконувати якого енергійніше.
4. В. п. — нахил вперед, прогинаючись, руки в сторони. 1 — поворот тулуба вліво; 2 — те ж, вправо. Дивитися вперед. Руки прямі.
5. В. п. — руки на пояс. 1 — нахил прогинаючись, руки в сторони; 2 — в. п. Ноги прямі. Дивитися вперед.
6. В. п. — руки на пояс, випад вперед правою ногою. 1–2–3 — пружинясті покачування на ногах; 4 — стрибком зміна положення ніг. Тулуб тримати прямо, нога позаду пряма.
7. В. п. — руки вперед. 1 — взмах правою ногою, дістати ліву руку; 2 — в. п.; 3 — взмах лівою ногою, дістати праву руку. 4 — в. п. Руки не опускати. Мах виконувати прямою ногою.
8. В. п. — о. с. 1 — упор присівши; 2 — стрибок уверх, руки уверх. Стрибки виконувати м'яко на носках.
9. В. п. — о. с. 1 — руки уверх, піднятися навшпиньки, зробити глибокий вдих; 2 — в. п., зробити видих.

Протягом навчального дня учням, особливо молодших класів, важко утримувати активну увагу на декілька уроків, що пов'язано, як вказувалось, з віковими особливостями нервової системи. Зниження уваги на уроках, в певній мірі, обумовлене відсутністю рухової активності. Піднімати працездатність у дітей повинні вчителі і це досягається нескладними фізичними вправами. *Фізкультпаузи* доцільно проводити під час занять по загальноосвітнім предметам.

Тривалість кожної фізкультпаузи повинна становити 2–3 хв. За період фізкультпаузи учні звично виконують 3–4 вправи, які включають потягування, розслаблення, рухи руками, ногами, кистями рук та нахили тулуба. Вправи під час фізкультпауз треба виконувати у повільному темпі. Під час такої фізкультпаузи доцільно провести 2–3 вправи для відпочинку і укріплення м'язів очей (офтальмотренінгу).

Рекомендується використовувати наступні методики офтальмотренінгу (контроль часу і команди на виконання подає вчитель):

1. Всі діти по команді закривають очі на 10 с та відкривають їх на 15 с; вправа повторюється 3–4 рази за хвилину.
2. Діти, дивлячись прямо перед собою, повільно піднімають зір уверх на 2–3 с, потім вниз на 2–3 с, вліво на 2–3 с і вправо на 2–3 с. Положення голови при цьому не змінюється. Вправа повторюється 3–4 рази.
3. Діти по команді піднімають вперед витягнуту праву руку з піднятим великим пальцем. Далі необхідно кожній дитині фокусувати зір (погляд) на пальці своєї руки впродовж 10 с, а потім, не змінюючи положення голови, перевести погляд на більш далекий предмет, наприклад, на стіну, і дивитись на неї також 10 с, потім знову на палець (10 с) — на стіну (10 секунд). І так до 5–6 разів.

Всі вказані вправи треба рекомендувати дітям виконувати і дома через кожні 45–60 хв безперервної роботи з використанням зору (наприклад, під час виконання домашніх завдань, читання літератури і т. д.).

Рекомендується застосовувати два варіанти фізкультпауз. При першому варіанті усі вправи виконуються тільки з одного положення (наприклад, сидячи за партою), при другому — із різних положень (наприклад, одну вправу учні виконують сидячи, другу — стоячи між партами). Фізкультпаузи треба проводити кожен день, у 1–2 класах — на кожному уроці, у 3–4 класах — на трьох уроках (другому, третьому і четвертому). Найкращий час для проведення фізкультпауз — через 20–30 хв від початку уроку. Для дітей 1–2 класів на 3–4 уроках доцільно проводити по дві фізкультпаузи — через кожні 15 хв уроків.

Гри на перервах проводяться з метою поповнення дефіциту рухової активності дітей, раціональної організації відпочинку учнів під час перерв, зняття стомлення та підвищення розумової працездатності. У школах передбачений термін перерв між уроками 10 хв., велика перерва між другим і третім уроками (30 хв.), або дві великі перерви між другим–третім і третім–четвертим уроками по 20 хв.

Наведемо приклади змісту деяких фізкультпауз, які задаються у віршованій формі:

1. *Трава низенька-низенька,
Дерева високі-високі,
Птахи летять відлітають,
А діти тихенько за парти сідають.
Щось не хочеться сидіти
Треба трохи відпочити
Руки вгору, руки вниз –
На сусіда подивись
Руки вгору, руки в боки
І зроби чотири кроки,
Вище руки підніміть
І спокійно опустіть.*
2. *Виростемо великими,
Яблук нарвемо,
В кошики великі
Ми їх складемо.*
3. *Раз — підняти руки вгору,
Два — нагнутися додолю.
Не згинайте тільки ноги,
Як торкаєтесь підлоги!
3, 4 — прямо встати —
Будемо знову починати.*
4. *Йшла лисичка по доріжці
І скакалочку знайшла.
Пострибала, пострибала,
Положила і пішла.
Хто зуміє присідати
І ногам роботу дати?
Раз — піднялись, два — присіли.
Хай мужніє наше тіло!
Хто ж втомився присідати,
Можна вже відпочивати.*

Під час перерв учні повинні знаходитися поза класом. В теплий час (осінь, весна) учням найкраще знаходитися на свіжому повітрі, а взимку — у коридорах або у рекреаціях (зелених кутках природи).

Спеціальні дослідження вчених дозволили знайти оптимальний режим фізичних навантажень під час великої перерви. Ці навантаження повинні бути на рівні малої і середньої інтенсивності, не викликати значної стомленості, бо дуже збуджуючі ігри можуть знизити подальшу працездатність дитини, зменшити її зосередженість.

При проведенні перерв на свіжому повітрі з учнями проводяться рухливі ігри, вправи з м'ячем, лазіння по канату. Для вибору гри на час перерви слід враховувати кількість дітей, які приймають у ній участь, їх вік, фізичні можливості. Необхідно пропонувати посильні ігри та визначати в ній місце кожного учня. Правила гри повинні бути простими і відомими учням. Під час перерв не доцільно опановувати нові види ігор. Підбираються також такі ігри, у яких можна використовувати просте

ігрове обладнання (м'ячі, скакалки, прапорці). Прикладом ігор на період перерв можуть бути ігри типу «Запам'ятай своє місце», «Всі на місці», «Сусід зліва».

Необхідно, щоб на перервах учні користувалися повною свободою при виборі гри або інших видів розваг. Тільки в цьому випадку перерви можуть бути засобами активного відпочинку дітей з різними типами нервової системи та з різним складом інтересів.

7.2. Фізкультурно-масові заходи у позанавчальний час

Фізкультурно-масові заходи, які проводять у позанавчальний час, необхідно за змістом пов'язувати з уроками фізичної культури або з оздоровчими заходами в режимі дня. Цим забезпечується різноманітність фізичної підготовки учнів, а також досягається профілактика стомлення та підвищення розумової працездатності за рахунок активного відпочинку.

У зв'язку з особливостями психічного та фізичного стану дітей молодшого шкільного віку, робота з фізичного виховання у позанавчальний час не може проводитися учнями самостійно, а повинна бути організована у рамках фізкультурного гуртка під керівництвом вчителя.

Керівник гуртка (найчастіше це учитель фізичної культури) може обрати у кожному класі із числа учнів помічника учителя з фізичної культури. Всю роботу гурток повинен проводити за планом. Спираючись на цей план, у школі можуть організовуватися фізкультурні свята, показові виступи, спортивні змагання. Роботу фізкультурного гуртка доцільно висвітлювати на спортивному стенді або у спільному випуску спортивної газети.

Гурток фізичної культури звично комплектується з учнів, які мають бажання після уроків додатково займатися фізичною культурою і не мають для цього медичних протипоказань. У гуртку повинно бути не більш 20 осіб. Комплектування гуртка проводиться з урахуванням віку, фізичної підготовки, а також за статевим складом учнів.

Робота у гуртках найчастіше проводиться на основі навчальної програми з фізичної культури. У заняття включаються різні ігри, елементи легкої атлетики та гімнастики. При цьому слід частіше

змінювати характер вправ, проводити заняття ігровим методом, включаючи елементи змагань.

З учнями, віднесеними за станом здоров'я до спеціальної медичної групи, заняття у спортивних гуртках проводяться окремо. В цьому випадку групи комплектуються з учнів з однотипними відхиленнями у фізичному розвитку або захворюваннями і не більше ніж по 15 осіб у кожній групі. Зарахування у оздоровчі групи проводиться за рекомендаціями лікаря. Заняття з учнями, які відносяться до спеціальних медичних груп, повинні проводити вчителі з фізичної культури, які пройшли спеціальний семінар або курси підвищення спеціалізації.

Спортивні змагання можуть проводитися серед учнів однієї школи або між фізкультурними колективами кількох шкіл. Необхідно, щоб кожен, навіть найслабший учень, відчув себе безпосереднім учасником змагань, знайшов упевненість у собі.

Для участі у позашкільних змаганнях створюються збірні команди по окремим видам спорту. При організації змагань необхідно дотримуватися таких вимог:

- повинна бути визначена вікова група учасників змагань;
- змагатися учні можуть тільки за тими видами спорту, якими вони регулярно займаються;
- для участі у змаганнях необхідна обов'язкова попередня підготовка (тренування) учнів-учасників змагань по тим видам спорту, по яким будуть відбуватися самі змагання.

При проведенні, наприклад, змагань з футболу кожна команда може приймати участь тільки в одній грі за день. Тривалість змагань для учнів початкових класів не повинна перевищувати однієї години. За один-два місяці до початку змагань розробляється спеціальне положення, де визначаються задачі, час, місце і умови проведення змагань, форма одягу, програма, порядок визначення переможців і нагородження кращих команд (учасників).

В молодших класах в програму змагань можуть включатись рухливі ігри з різними предметами і без них, ігри типу естафети «Веселі старті». Змагання повинні проводитися, як правило, серед змішаних команд по 12–18 осіб у кожній (порівну хлопчиків та дівчат).

Уважно слідкуючи за ходом гри (естафети), учителю необхідно регулювати фізичне навантаження такими методичними прийомами:

- збільшення (зменшення) часу гри (естафети);
- збільшення кількості повторень елементів гри (естафети);
- збільшення (зменшення) розмірів майданчика (дистанції);
- зміна характеру і правил гри (естафети);
- зміна ведучого;
- зміна кількості учасників гри (естафети).

Протягом гри (естафети) необхідно виховувати природність рухів, повну мобілізацію рухових здібностей учасників гри (естафети), культуру суперництва.

Гру (естафету) слід закінчувати організовано і своєчасно, не допускаючи втоми, надмірної збудженості, зниження інтересу до гри.

Після закінчення гри (естафети) доцільно давати спокійну ходьбу і вправи на увагу, підвести підсумки, об'явити результати, привести приклади позитивних дій окремих учасників гри, вказати на помилки.

Нижче наведені приклади деяких естафет із застосуванням загально розвиваючих вправ з предметами та без них:

- I. Клас ділиться на декілька команд.
 1. В положенні напівприсядки дійти до фінішу, там зробити 5 нахилів вперед (не згинаючи коліна) і повернутися напівприсядки назад, передати естафету.
 2. «Собачим ходом» дійти до фінішу і назад.
 3. «Зайчиком» дострибати до фінішу, присісти 5 разів і «зайчиком» повернутися назад.
 4. Присядки дострибати до фінішу, повернутися назад бігом.
 5. Добігти до фінішу, в упорі лежачи на стегнах зробити 8 віджимань і повернутися назад бігом.
- II. Клас ділиться на 3–4 команди. В 10–12 м від стартової лінії проти кожної команди устанавлюють орієнтир (прапорець, м'яч і т. д.). Усі гравці по черзі виконують однакові завдання. Виграє команда, яка першою закінчила естафету.
 1. Стрибок на двох ногах (руки на поясі) треба дострибати до фінішу і назад віддати естафету партнеру.

2. На одній нозі (другу тримаємо рукою) дострибати до фінішу. Змінити ногу, повернутися назад і віддати естафету наступному гравцю.
3. Добігти до фінішу, взяти скакалку і стрибнути через неї 5 разів, покласти її і повернутися назад і віддати естафету наступному гравцю.
4. Стрибати з м'ячем між ногами до фінішу, повернутись назад бігом і віддати естафету партнеру.

III. Учні діляться на команди.

1. Біг до фінішу і назад з високим підніманням стегна.
2. Добігти до фінішу і назад, обертаючи руки в різні сторони.
3. Добігти до фінішу, там зробити 8 нахилів в сторони, руки за головою, повернутися назад.
4. Дійти до фінішу в глибокому нахилі, охопивши себе за ступні ніг.
5. Дійти в повному присіді до фінішу, назад повернутися бігом.
6. Стрибками дійти до фінішу і назад.

Успіх у проведенні змагань залежить від чіткої роботи суддівської колегії, яку повинен очолювати головний суддя. Змагання завжди повинні починатися парадом учасників змагань.

Спортивні ігри є найбільш цікавим видом змагань і в той самий час найбільш важким, особливо для дітей молодших класів. Під час спортивних ігор всі учні вступають у безпосередній поєдинок, вони всі одночасно борються, наприклад, за володіння м'ячем, і тут можливі конфліктні ситуації.

Задача суддів полягає в тому, щоб не тільки слідкувати за дотриманням правил тієї чи іншої гри, а ще і за тим, щоб спортивна гра не прийняла азартного характеру, тобто судді повинні ще контролювати психічний стан учасників. Для зняття напруги змагань рекомендується використовувати короткочасні зупинки, які знижують темп гри, а також частіше міняти гравців.

Нижче наведено основні вимоги, які необхідно мати на увазі при організації змагань, наприклад, з футболу. Поле для дітей 8–12 років повинно бути розміром 40×60 м. Дозволяється проводити ігри на майданчиках меншого розміру, які мають футбольну розмітку. Для гри

використовується звичайний футбольний м'яч. Учасники змагань розділяються на вікові групи: 6–7–8, 9–10 або 11–12 років. Протягом гри дозволяється будь-яка кількість заміन гравців. Спортивна форма учасників гри складається з футболки та трусів (тренувального костюма) та гумових тапок (кед). Гру на полі може проводити один суддя. Гра повинна продовжуватись 30 хв. (2 тайми по 15 хв), з перервою на 10 хв після першого тайму. Під час гри мета кожної команди забити якомога більше м'ячів у ворота суперника.

8. Загальні положення що до проведення спортивних змагань

Спортивні змагання є однією з форм фізичного виховання школярів, за допомогою якої вирішується ціла низка важливих освітніх і оздоровчих завдань.

За характером проведення змагання можуть бути:

- *особисті*, під час яких результати зараховуються кожному учаснику окремо і визначається місце, зайняте у змаганні кожним учасником;
- *особисто командні*, у яких визначаються одночасно місця, зайняті окремими учасниками і командою в цілому;
- *командні*, у яких результати зараховуються команді в цілому і визначається місце кожної команди у змаганні.

Перш ніж почати підготовку до проведення будь-яких змагань необхідно:

1. Створити оргкомітет з 3–5 осіб, які мають досвід організації спортивних змагань.
2. Перевірити наявність і стан матеріальної частини змагань (спортивного обладнання і інвентарю, розмітки майданчиків або залу, звукової апаратури, нагрудних номерів, нарукавних пов'язок, емблем для суддів і учасників та ін.).
3. Розробити «Положення про змагання» згідно встановленої форми, а також розглянути і затвердити це Положення на раді колективу фізичної культури школи, району або міста і узгодити його з адміністрацією школи.

4. Скласти і провести апробацію програми змагань. Особливо ретельно слід продумати ті етапи змагань, які носять комплексний характер, типу «Веселих стартів» та ін.
5. Скласти деталізований план проведення змагань з урахуванням регламенту часу, місць шикунвань і переміщень учасників, розмітки майданчику, розміщення глядачів, по черговості реалізації видів програми, відповідальних за підготовку і прибирання інвентарю, зміст пауз та ін.
6. Розподілити обов'язки серед членів оргкомітету, визначити відповідальних за окремі ділянки роботи: організаторську і інформаційну, добір і діяльність суддівської бригади, підготовку учасників, матеріальне забезпечення змагань та ін.
7. Підготувати і вивісити об'яву та іншу інформацію про змагання. Якщо школа радіофікована, таку ж інформацію треба давати і по шкільному радіо.
8. Провести нараду фізоргів (представників класів, капітанів команд) і ознайомити їх з програмою змагань, з умовами підготовки і участі команд, з системою заліків та іншими пунктами «Положення».
9. Надати можливість командам (класам) провести тренування, на яких учні повинні ознайомитись з умовами і правилами ігрових завдань і всією програмою змагань в цілому.
10. Підібрати і затвердити склад суддівської колегії із числа учнів, педагогів, спеціально запрошених спортсменів і ветеранів спорту, батьків, які мають суддівські категорії або досвід суддівства змагань.
11. Провести засідання суддівської колегії спільно з представниками організаційного комітету, на якому розглянути Програму змагань, розподілити обов'язки (призначити головного суддю і його замісника, секретаріат, суддів при учасниках змагань, відповідальних за суддів і ін.); уточнити правила змагань, систему заліку та визначення переможців.
12. Підготувати дипломи, грамоти, вимпели, призи та сувеніри для нагородження переможців, учасників змагань і найбільш активних глядачів-болільників.

13. Визначити склад журі і почесних гостей та своєчасно їх повідомити (передати запрошення, де вказати вид, дату, місце і час змагань).
14. Призначити ведучого змагань і суддю-інформатора. З урахуванням виду і програми змагань вони повинні зібрати матеріал із історії фізичної культури і відповідних видів спорту, дані про учасників, гостей і глядачів.
15. Призначити членів комісії з пропаганди (юнкорів, фотографів, юних художників) для збору матеріалу і висвітлення ходу підготовки і проведення змагань.
16. Підібрати і записати музичний супровід параду учасників, масових гімнастичних виступів, окремих номерів програми змагань, музичних пауз, тощо;
17. Перевірити готовність змагань за 1–2 дні до їх проведення, для чого зібрати стисло інформацію від членів оргкомітету і суддівської колегії про зроблену роботу).
18. Організувати і провести медичний огляд учасників змагань з метою оцінки відповідності функціонального стану їх організму вимогам участі у змаганнях. Треба забезпечити також, щоб медперсонал був присутнім у місці проведення самих змагань.
19. Після проведення змагань на заключному засіданні оргкомітету треба провести обговорення і підведення підсумків. Керівник оргкомітету і головний суддя повинні написати звіт про змагання, до якого звично додаються робочі протоколи секретаріату і журі про результати змагань та визнання переможців.

Спортивні змагання рекомендується проводити не більше ніж 1–2 рази за рік. Результати змагань доцільно проаналізувати у всіх класах та освітити у стінній печаті.

Контрольні питання та тести до матеріалу частини (Навчального модуля 3)

Питання до самоконтролю знань

1. *Фізична культура та її складові.*
2. *Поняття «Фізична підготовленість» та «Фізична підготовка».*

3. *Поняття «Система фізичного виховання».*
4. *Механізм рухової активності.*
5. *Поняття «Амплітуда рухів».*
6. *Поняття «Напрямок руху».*
7. *Поняття «Швидкість руху».*
8. *Поняття «Ритм».*
9. *Поняття «Темп».*
10. *Поняття «Координація рухів».*
11. *Основні засоби фізичного виховання.*
12. *Зміст фізичних вправ.*
13. *Форми фізичних вправ.*
14. *Техніка фізичних вправ.*
15. *Класифікація фізичних вправ.*
16. *Фактори, які визначають вплив фізичних вправ.*
17. *Дидактичні принципи фізичного виховання.*

Завдання для тестового контролю знань залікового модуля 3

1. За історичними даними першими з'явилися:
 - а) *теорія фізичного виховання;*
 - б) *практика фізичного виховання;*
 - в) *система фізичного виховання.*
2. Процес оптимізації рівня здоров'я і всебічного розвитку фізичних здібностей людини у зв'язку з певним видом діяльності називається:
 - а) *фізичною підготовкою;*
 - б) *фізичним розвитком;*
 - в) *фізичним вдосконаленням.*
3. Результати фізичної підготовки є:
 - а) *технічна підготовленість;*
 - б) *фізична підготовленість;*
 - в) *психічна підготовленість.*
4. Вкажіть основні засоби фізичного виховання:
 - а) *режим дня та харчування;*
 - б) *народні ігри та хороводи;*

- в) *правила особистої та громадської гігієни;*
 - г) *фізичні вправи.*
5. Дайте характеристику рухів:
- а) *швидкість рухів;*
 - б) *траєкторія рухів;*
 - в) *амплітуда рухів;*
 - г) *положення тіла.*
6. Принцип навчання, який передбачає творче ставлення до занять:
- а) *активність і свідомість;*
 - б) *систематичність;*
 - в) *наочність;*
 - г) *міцність;*
 - д) *доступність;*
 - е) *індивідуалізація.*
7. Із скількох етапів складається процес навчання фізичним вправам:
- а) *одного;*
 - б) *двох;*
 - в) *трьох;*
 - г) *чотирьох;*
 - д) *правильної відповіді немає.*
8. Як називається етап фізичного виховання учнів молодших класів:
- а) *навчальний;*
 - б) *основний;*
 - в) *базовий;*
 - г) *результативний етап спеціальної спрямованості.*
9. У якій частині уроку слід приступати до формування нової рухової дії:
- а) *підготовчій частині;*
 - б) *на початку уроку;*
 - в) *в кінці уроку;*
 - г) *в заключній частині.*
10. Загальне керівництво проведенням рухливих перерв покладено на:
- а) *учителя фізичної культури;*
 - б) *учителя початкових класів;*
 - в) *директора школи та його заступників.*

ЛІТЕРАТУРА

1. Андріанов В.Є. Методичні рекомендації до лабораторно-практичних занять з основ теорії і методики фізичного виховання. — Кривий Ріг, 2000. — 42 с.
2. Андріанов В.Є. Основи фізичного виховання. Методичні рекомендації для студентів факультету вчителів початкових класів. — Кривий Ріг, 2002. — 50 с.
3. Антонік О. В., Антонік В. І., Соціальна медицина України-індикатор фізичного і духовного здоров'я народу. // Збірка наук. праць «Актуальні проблеми духовності», Вип. 5. — Кривий Ріг: СП Міра, 2004. — С.222–232.
4. Антонік І. П., Антонік В. І. Фізіологічні дослідження нервових процесів та вищої нервової діяльності. — Кривий Ріг: ВД Суха Балка, 2006. — 126 с.
5. Апанасенко Г. Л., Попова Л. А. Медицинская валеология. — К.: Здоров'я, 1998. — 224 с.
6. Безруких М. М., Сонькин В. Д., Фарбер Д. А. Возрастная физиология (Физиология развития ребенка). — М.: ИЦ «Академия», 2002. — 416 с.
7. Бобрицька В. І. Анатомія, вікова фізіологія і шкільна гігієна. Навч. метод. посібн. — К.: Професіонал, 2004. — 80 с.
8. Булич Є. Г., Муравов І. В. Валеологія. Теоретичні основи валеології. — К.: Знання, 1997. — 224 с.
9. Валеологія. Навч. посібн. для студ. вищих педагогічних закладів освіти / за ред. В. І. Бобрицької. — Полтава: Полтавський ПДУ, 2000. — 146 с.
10. Гальперин С. И. Анатомия и физиология человека. Возрастные особенности с основами школьной гигиены. — М.: Высшая школа, 1974. — 468 с.
11. Гальперин С. И. Физиологические особенности детей. — М.: Просвещение, 1965. — 243 с.
12. Ганонг Вільям Ф. Фізіологія людини: Підручник / Переклад з англ.. Наук. редактор перекладу М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. — Львів: БАК, 2002. — 784 с.

13. Глазырина Л. Д. Физическая культура — дошкольникам: Младший возраст: Пособие для педагогов дошк. учреждений. — М.: Владос, 2001. — 272 с.
14. Глазырина Л. Д. Физическая культура — дошкольникам: Средний возраст: Пособие для педагогов дошк. учреждений. — М.: Владос, 2001. — 304 с.
15. Глазырина Л. Д. Физическая культура — дошкольникам: Старший возраст: Пособие для педагогов дошк. учреждений. — М.: Владос, 2001. — 264 с.
16. Грибан В. Г. Валеология. — К.: Центр навчальної літератури, 2005. — 256 с.
17. Гуминский А. А., Леонтьева Н. Н., Маринова К. В. Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии. — М.: Просвещение, 1990. — 238 с.
18. Данилова Н. Н. Психофизиология: Учебник для ВУЗов. — М.: Аспект Пресс, 2001. — 373 с.
19. Дробинская А. О. Основы педиатрии и гигиены детей раннего и дошкольного возраста. — М.: Владос, 2003. — 400 с.
20. Державні тести і нормативні оцінки фізичної підготовленості населення України. — К., 1966. — 161 с.
21. Елесеинин А. Г. Спорт. Характер. Честь. М.: Фізкультура и спорт, 1994. — 143 с.
22. Закон України «Про фізичну культуру і спорт» — К., 1993. — 21 с.
23. Козинец Г. И., Бирюкова Л. С., Горбунова Н. А. и др.. Практическая трансфизиология. — М.: Триада-Х, 1997. — 435 с.
24. Концепція фізичного виховання в системі освіти України.// Фізичне виховання в школі. — 1998. — № 2. — С. 2-8.
25. Кучер І. С. Фізіологія людини і тварин. Навч. посібник. — К.: Вища школа, 1991. — 327 с.
26. Лозинский В. С. Учитесь быть здоровыми. — К., 1993. — 160 с.
27. Маркосян А. А. Вопросы возрастной физиологии. — М.: Просвещение, 1974. — 223 с.
28. Маруненко І. М., Неведомська Є. О., Бобрицька В.І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни. — К.: ВД «Професіонал», 2004. — 479 с.
29. Марютина Т. М., Ермолаев О. Ю. Введение в психофизиологию. М.: Московский психолого-социальный институт: Флинта, 2001. — 400 с.
30. Матвеев А. П. Методика физического воспитания в начальной школе. — М.: Владос-Пресс, 2003. — 248 с.
31. Оценка тяжести труда и его физиологическое нормирование. Метод. ред., Сост. Розенблат В. В., Солонин Ю. Г. и др. — Свердловск, 1975. — 23 с.
32. Попов С. В. Валеология в школе и дома (О физическом благополучии школьников). — СПб, 1997. — 256 с.
33. Сапин М. Р., Билич Г. Л. Анатомия человека. — М.: Высшая школа, 1989. — 543 с.

34. Слободян Л. М. Довідник педіатра. — Тернопіль: Укрмедкнига, 2005. — 452 с.
35. Смирнов В. М., Будылина С. М. Физиология сенсорных систем и высшая нервная деятельность: Учебное для студ. высш. учеб. Заведений. — М.: Издательский центр Академия, 2003. — 304 с.
36. Тезако Л. Н., Морфина О. В. Практическая антропология. Учебное пособие. — Ростов н/Д: Феникс, 2003. — 320с.
37. Ульмер Г., Брюк К., Вальдек Ф., Гарт О., Тевс Г. Физиология человека: В 4-х Томах. Пер. с англ./Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. — М.: Мир, 1986.
38. Фізичний розвиток дітей різних регіонів України (випуск I, міські школярі) / За ред. Баріляка І. Р., Польки Н. С. — Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. — 208 с.
39. Хрипкова А. Г., Антропова М. В., Фарбер Д. А. Возрастная физиология и школьная гигиена. — М.: Просвещение, 1990. — 319 с.
40. Хрипкова А. Г., Колесов Д. В. Гигиена и здоровье школьника. — М.: Просвещение, 1988. — 212 с.
41. Хрипкова А. Г. Вікова фізіологія. — К.: Вища школа, 1982. — 262 с.
42. Шиян Б. М. Теорія і методика фізичного виховання школярів. Частина I. Тернопіль. 2001. — 271 с.
43. Шиян Б. М. Теорія і методика фізичного виховання школярів. Частина II. Тернопіль. 2002. — 247 с.
44. Ярослав С. Ю. Фізіологія людини. К.: Радянська школа, 1965. — 391с.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Таблиця для розрахунку основного обміну чоловіків

Таблиця А

Вага, кг	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
кілокалорії	107	121	135	148	162	176	190	203	217	231	245	258
Вага, кг	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
кілокалорії	272	286	300	313	327	341	355	368	382	396	410	424
Вага, кг	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	33
кілокалорії	438	458	465	479	493	507	520	534	548	562	575	520
Вага, кг	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	43	44
кілокалорії	534	548	562	575	589	608	617	630	644	658	658	672
Вага, кг	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
кілокалорії	685	699	713	727	740	754	768	782	795	809	823	837
Вага, кг	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
кілокалорії	850	864	878	892	905	919	933	947	960	974	988	1002
Вага, кг	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
кілокалорії	1015	1029	1043	1057	1070	1084	1098	1112	1125	1139	1153	1167
Вага, кг	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
кілокалорії	1180	1194	1208	1222	1235	1249	1263	1277	1290	1304	1318	1332
Вага, кг	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
кілокалорії	1345	1359	1373	1387	1406	1414	1428	1442	1455	1469	1483	1497
Вага, кг	105	106	107	108	109	ПО	111	112	113	114	115	116
кілокалорії	1510	1524	1538	1552	1565	1579	1593	1607	1620	1634	1648	1662
Вага, кг	117	118	119	120	121	122	123	124	-	-	-	-
кілокалорії	1675	1689	1703	1717	1730	1744	1758	1772	-	-	-	-

Таблиця Б

Ріст, см	Чоловіки (хлопці) – вік, років																		
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	
40	-40																		
44	±0																		
48	+40																		
52	80	15																	
56	120	55	0																
60	160	95	40	2															
64	200	135	70	10															
68	280	175	ПО	50															
72	320	215	150	90	40														
76	360	255	190	130	80	30													
80	400	295	230	170	120	70													
84	440	335	270	210	160	ПО	60												
88	480	375	310	250	200	160	100												
92	520	415	350	290	250	220	140	100											
96	560	455	390	330	300	280	180	140	113										
100		495	430	370	350	330	230	180	153	128									
104		535	470	410	400	390	280	220	193	168									
108		575	510	450	450	450	330	260	233	208									
112		615	550	500	500	500	380	300	273	248									
116		655	590	540	550	550	430	340	313	288									
120		695	630	580	600	600	480	380	353	328									
124			670	630	640	650	530	420	393	368									
128			710	680	690	700	580	460	433	408									
132			750	720	740	750	630	500	473	448									
136			790	770	780	800	680	540	513	488									
140			830	810	830	840	720	580	553	528									
144				860	880	890	760	620	593	568									
148				900	920	950	820	660	633	608									
152				940	960	990	860	700	673	648	619	605	592	578	565	551	538	524	
156				910	990	1030	890	740	713	678	639	625	612	598	585	571	558	544	
160				1030	1020	1060	920	780	743	708	659	645	631	618	605	591	578	564	
164					1060	1100	960	810	773	738	679	665	652	638	625	611	598	584	
168					1100	1140	1000	840	803	768	699	685	672	658	645	631	618	604	
172						1190	1020	860	823	788	719	705	692	678	665	651	638	624	
176						1230	1040	880	843	808	739	725	718	698	685	671	658	644	
180							1060	900	863	828	759	745	732	718	705	691	678	664	
184								920	883	848	779	765	752	738	725	711	698	684	
188								940	903	868	799	785	772	758	745	731	718	704	
192									923	888	819	805	792	778	765	751	738	724	
196										908	839	825	812	798	785	771	758	744	
200											845	845	832	818	805	791	778	764	

Закінчення таблиці Б

Ріст, см	Чоловіки (хлопці) — вік, років														
	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65
40															
44															
48															
52															
56															
60															
64															
68															
72															
76															
80															
84															
88															
92															
96															
100															
104															
108															
112															
116															
120															
124															
128															
132															
136															
140															
144															
148															
152	511	497	484	470	457	443	430	416	402	389	375	362	348	335	321
156	531	517	504	490	477	463	450	436	422	409	395	382	368	355	341
160	551	537	524	510	497	483	470	456	443	429	415	402	388	375	361
164	571	557	544	530	517	503	490	476	463	449	436	422	408	395	381
168	591	577	564	550	537	523	510	496	483	469	456	442	428	415	401
172	611	597	584	570	557	543	530	516	503	489	476	462	449	435	421
176	631	617	604	590	577	563	550	536	523	509	496	482	469	455	442
180	651	637	624	610	597	583	570	556	543	529	516	502	489	475	462
184	671	657	644	630	617	603	590	576	563	549	536	522	509	495	482
188	691	677	664	650	637	623	610	596	583	569	556	542	529	515	502
192	711	697	684	670	657	643	630	616	603	589	576	562	549	535	522
196	731	717	704	690	677	663	650	636	623	609	596	582	569	555	542
200	751	737	724	710	697	683	670	656	643	629	616	602	589	575	562

Додаток 2**Таблиця для розрахунку основного обміну жінок**

Таблиця А

Вага, кг	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
кілокалорії	683	693	702	712	721	731	741	751	760	770	779	789
Вага, кг	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
кілокалорії	798	808	818	827	837	846	856	865	875	885	894	904
Вага, кг	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
кілокалорії	913	923	932	942	952	961	971	989	900	999	1009	1019
Вага, кг	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
кілокалорії	1028	1038	1047	1057	1066	1076	1085	1095	1105	1114	1124	1133
Вага, кг	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
кілокалорії	1143	1152	1162	1172	1181	1191	1200	1210	1219	1229	1238	1248
Вага, кг	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
кілокалорії	1258	1267	1277	1286	1296	1305	1315	1325	1334	1344	1353	1363
Вага, кг	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
кілокалорії	1372	1382	1391	1401	1411	1420	1430	1439	1449	1458	1468	1478
Вага, кг	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98
кілокалорії	1487	1497	1506	1516	1525	1535	1544	1554	1564	1573	1583	1592
Вага, кг	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
кілокалорії	1602	1611	1621	1631	1640	1650	1659	1669	1678	1688	1698	1707
Вага, кг	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122
кілокалорії	1717	1726	1736	1745	1755	1764	1774	1784	1793	1803	1812	1822
Вага, кг	123	124										
кілокалорії	1831	1841										

Таблиця Б

Ріст, см	Жінки (дівчата) – вік, років												
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
40	-344	-234	-194										
44	-328	-218	-178										
48	-312	-202	-162										
52	-296	-186	-146										
56	-280	-170	-130	-134									
60	-264	-154	-114	-118									
64	-248	-138	-98	-102	-111								
68	-232	-122	-82	-86	-95								
72	-216	-106	-66	-70	-79	-89							
76	-200	-90	-50	-54	-63	-73							
80	-184	-74	-34	-38	-47	-57	-66						
84	-168	-58	-18	-22	-31	-31	-50						
88	-152	-42	-2	-6	-15	-5	34	-43					
92	-136	-26	12	10	1	19	-18	-27					
96	-120	-10	25	26	17	27	-2	-11	-21				
100	-104	6	40	42	33	43	14	5	-5	-14			
104		22	56	58	54	62	30	21	11	2			
108		38	72	74	75	85	56	37	27	18			
112		54	88	90	91	101	72	53	43	34			
116		70	105	106	107	117	98	69	59	50			
120		86	126	132	123	143	114	85	75	66			
124			142	148	138	159	130	101	101	82			
128			158	164	161	175	146	117	107	98			
132			174	180	181	191	162	133	123	114			
136			190	196	197	207	178	140	139	130			
140			206	212	213	228	194	165	155	146			
144				228	239	249	210	181	171	162			
148				244	255	265	236	197	187	178			
152				260	271	281	252	212	201	192	183	174	164
156				276	287	297	260	227	215	206	190	181	172
160				282	293	303	274	242	229	220	198	188	179
164					309	313	290	257	243	234	205	196	186
168						325	306	271	255	246	213	203	194
172						331		285	267	258	220	211	201
176								299	279	270	227	218	209
180								313	291	282	235	225	216
184								327	303	294	242	233	223
188									313	304	250	240	231
192									322	314	257	248	238
196									333	324	264	255	246
200										334	272	262	253

Закінчення таблиці Б

Ріст, см	Жінки (дівчата) — вік, років													
	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53
40														
44														
48														
52														
56														
60														
64														
68														
72														
76														
80														
84														
88														
92														
96														
100														
104														
108														
112														
116														
120														
124														
128														
132														
136														
140														
144														
148														
152	155	146	136	127	117	108	99	89	80	71	61	52	43	33
156	162	153	144	134	125	116	106	97	87	78	69	59	50	41
160	170	160	151	142	132	123	114	104	95	86	76	67	57	48
164	177	168	158	149	140	130	121	112	102	93	84	74	65	56
168	184	175	166	156	147	138	128	119	110	100	91	82	72	63
172	192	183	173	164	154	145	136	126	117	108	98	89	80	70
176	199	190	181	171	162	153	143	134	123	115	106	96	87	78
180	207	197	188	179	169	160	151	141	132	124	113	104	94	85
184	214	204	195	186	177	167	158	149	139	130	121	111	102	93
188	221	215	203	193	184	175	165	156	147	137	128	119	109	100
192	229	220	210	201	191	182	173	163	154	145	135	126	117	107
196	236	227	218	208	199	190	180	171	161	152	143	133	124	115
200	244	234	225	216	206	197	188	178	169	160	150	141	131	122

Додаток 3*Хімічний склад деяких харчових продуктів (В. І. Бобрицька, 2004)*

Назва продукту	Білки, %	Жири, %	Вуглеводи, %	Енергетична цінність 100 г продукту, ккал кДж	
зерно, хліб, крупи					
Хліб житній	5,5	1,0	44,5	189	795
Хліб пшеничний	8,6	1,4	48,5	226	950
Батон пшеничний	7,4	2,9	45,9	249	1046
Булка міська	10,3	2,0	51,0	282	1184
Мука пшенична в/с	10,8	0,9	73,6	354	1485
Макарони в/с	12,3	1,1	67,3	330	1389
Крупи:					
• вівсяна	11,9	6,9	63,9	344	1444
• перлова	9,3	1,1	72,4	324	1356
• гречана	12,6	3,3	66,5	328	1377
• манна	11,3	0,7	73,3	324	1364
• пшоно	12,0	2,8	70,4	332	1397
• ячнева	9,3	1,5	70,7	243	1440
• рис	7,3	2,5	74,4	346	1188
• горох	23,0	2,0	59,0	249	1268
• квасоля	22,3	1,7	58,4	307	1293
• соя	34,9	1,7	30,8	393	1653
м'ясо, яйця, риба, ковбаси					
Свинина м'ясна	14,6	33,0	-	354	1485
Свинина жирна	11,4	49,3	-	487	2046
Яловичина	18,9	12,4	-	186	782
Телятина	19,7	1,2	-	90	377
м'ясо кроля	20,7	12,9	-	198	8333
Баранина	16,3	15,3	-	202	849
Курятина	18,2	18,4	-	240	1008
Гуси	9,0	27,8	-	300	1260
Індичка	13,6	10,1	-	150	630
Качка	13,8	8,9	-	139	584
Яйця курячі	12,7	11,5	-	156	657
Короп	16,0	3,6	-	96	402
Щука	18,8	0,7	-	82	343

Продовження додатку 3

Назва продукту	Білки, %	Жири, %	Вуглеводи, %	Енергетична цінність 100 г продукту, ккал кДж	
Лящ	17,1	4,1	-	104	439
Скумбрія	18,0	9,0	-	152	640
Ставрида	18,5	5,0	-	119	498
Кета	22,0	5,6	-	137	577
Оселедець атлантичний	9,3	3,0	-	66	277
Оселедець тихоокеанський	10,2	4,2	-	81	340
Ікра зерниста	26,2	15,8	-	256	1075
Ікра кетова	31,6	13,8	-	258	1084
Шинка	12,9	26,6	-	300	1260
Грудинка	7,8	47,6	-	475	1995
Ковбаса п/к	17,4	28,9	-	340	1428
Ковбаса московська	21,0	40,5	-	463	1945
Ковбаса копчена	-	-	-	-	-
Сардельки	14,7	10,0	-	159	668
Сосиски	12,2	19,0	-	288	1210
Ковбаса варена	13,4	27,4		301	1264
Жири					
Смалець	-	99,0	-	927	3893
Масло вершкове	0,6	82,5	-	781	3130
Сало свине	1,9	87,4	-	821	3448
Олія соняшникова	-	99,9	-	929	3902
Маргарин	0,5	82,0	0,4	766	3217
Молочні продукти					
Молоко коров'яче	3,2	3,6	4,7	67	243
Сметана 30 %	2,4	30,0	2,3	302	1126
Сир жирний	14,0	18,0	2,3	225	945
Сир нежирний	18,0	0,6	2,5	86	360
Сир голандський	26,8	27,3	2,0	361	1080
Вершки, 20 %	2,8	20,0	3,8	213	895
Кефір жирний	3,3	3,7	3,0	67	281
Сир плавлений	22,1	18,2	-	268	1126

Продовження додатку 3

Назва продукту	Білки, %	Жири, %	Вуглеводи, %	Енергетична цінність 100 г продукту, ккал кДж	
Овочі квашені					
Капуста	5,8	2,3	-	17	71
Огірки	0,7	0,4	-	8	34
Томати	0,9	0,9	-	11	46
Овочі свіжі					
Баклажани	0,6	0,1	6,8	24	100
Капуста білоголова	1,8	-	6,1	28	117
Капуста цвітна	2,5	-	2,2	29	121
Капуста червоноголова	1,5	-	5,2	27	
Картопля молода	1,7	-	17,8	80	347
Картопля з XI по I міс.	1,5	-	15,8	71	
Картопля по III міс.	1,4	-	14,7	66	
Картопля з III по VI міс	1,2	-	12,6	56	
Цибуля городня	1,7	-	11,2	43	180
Морква червона до 1 січня	1,3	-	6,4	33	138
Морква від 1 січня	1,1	-	6,0	29	
Огірок	0,8	-	3,6	15	63
Перець червоний солодкий	1,3	-	7,0	27	113
Буряк	1,7	-	10,7	48	201
Редька	1,9	-	8,4	34	142
Томати	0,6	-	4,7	19	79
Кавун	0,7	-	9,9	38	159
Зелений горошок	5,0	-	13,4	75	315
Диня	0,4	-	4,5	25	105
Топінамбур	1,3	-	3,8	59	248
Кабачки	0,4	-	2,5	12	50
Петрушка	3,1	-	6,8	41	172
Салат	1,1	-	1,5	11	46
Кабак столовий	0,3	-	4,4	19	80
Кріп	1,8	-	5,6	30	126

Продовження додатку 3

Назва продукту	Білки, %	Жири, %	Вуглеводи, %	Енергетична цінність 100 г продукту, ккал кДж	
Хрін	1,6	–	10,4	49	206
Часник	5,1	–	16,5	89	374
Щавель	2,0	–	4,0	27	113
Фрукти					
Абрикоси	0,9	–	11,3	46	192
Вишні	0,8	–	11,8	49	205
Груші	0,4	–	12,2	42	176
Сливи	0,8	–	10,4	43	180
Черешні	1,1	–	12,6	52	218
Яблука	0,4	–	11,9	46	192
Виноград	0,6	–	18,1	69	289
Ожина	2,0	–	7,3	33	138
Суниці садові	1,8	–	12,1	41	172
Малина	0,8	–	10,8	41	172
Смородина чорна	1,0	–	11,0	40	167
Смородина біла	0,3	–	7,8	40	167
Смородина червона	0,5	–	7,2	43	181
Шипшина суха	4,0	–	71,5	252	1059
Шипшина свіжа	1,6	–	28,2	101	423
Помаранч	0,7	–	6,3	33	139
Банан	0,9	–	13,4	60	252
Лимон	0,4	–	1,8	21	88
Мандарин	0,6	–	6,4	32	134
Персик	0,8	–	9,4	44	185
Плоди сушені					
Курага	5,2	–	66,4	302	1268
Родзинки	1,6	–	63,8	273	1147
Груша	3,0	–	68,5	303	1273
Чорнослив	1,7	–	48,8	218	915
Яблука	1,5	–	50,4	220	945
Горіхи					
Грецькі	8,1	26,5	3,9	295	1239

Закінчення додатку 3

Назва продукту	Білки, %	Жири, %	Вуглеводи, %	Енергетична цінність 100 г продукту, ккал кДж	
Арахіс	20,6	33,4	11,6	443	1860
Ліщина лісова	8,6	26,2	4,0	294	1235
Гриби					
Білі	4,2	0,4	2,3	30	126
Підберезники	3,5	0,4	1,8	25	105
Гриби білі сушені	36,0	0,4	23,5	281	1180
Лисички	1,6	1,1	5,3	22	92
Маслюки	0,9	0,7	3,4	19	79
Опеньки	2,2	1,2	4,6	20	84
Сироїжки	1,1	0,7	4,6	17	71
Десерт					
Морозиво молочне	3,2	3,5	22,5	137	575
Пломбір	4,2	15,0	20,4	240	1008
Ескімо вершкове	3,2	20,4	19,7	284	1193
Цукор	-	-	99,9	410	1722
Мед	0,4	-	81,3	335	1407
Льодяники	-	-	96,2	541	2272
Ірис	3,9	9,0	80,3	429	1801
Халва арахісова	16,7	30,4	43,2	545	2289
Тістечко сухе	7,0	17,1	62,9	446	1847
Приклади деяких страв					
Салат з редьки зі сметаною	-	-	-	130	547
Пельмені	-	-	-	349	1467
Вареники	-	-	-	499	2095
Борщ	-	-	-	240	1006
Кава з молоком	-	-	-	187	787

Додаток 4

Система балів для оцінки навантаження від бігу¹

1,5 км, хв	Бали	2 км, хв	Бали	2,5 км, хв	Бали
14,29–12,00	2	18,50–15,36	2 ³ / ₄	21,44–18,00	3
11,59–10,00	3	15,36–13,00	4	17,59–15,00	4 ¹ / ₂
9,59–8,00	4	12,59–10,24	5 ¹ / ₂	14,59–12,00	6
7,59–6,30	5	10,23–8,27	6 ¹ / ₂	11,59–9,45	7 ¹ / ₂
≤ 6,30	6	≤ 8,27	8	≤ 9,45	9
3 км, хв	Бали	4 км, хв	Бали	5 км, хв	Бали
22,47–19,00	5 ² / ₃	36,14–30,00	5	44,56–37,12	6 ¹ / ₄
18,59–15,12	7 ¹ / ₂	29,59–25,00	7 ¹ / ₂	37,11–31,12	9 ¹ / ₃
15,11–12,21	9 ¹ / ₂	24,59–20,00	10	30,59–24,48	12 ¹ / ₂
12,20–11,00	11 ¹ / ₂	19,59–16,15	12 ¹ / ₂	24,47–20,10	15 ¹ / ₂
≤ 11,00	13 ¹ / ₂	≤ 16,15	15	≤ 20,10	18 ¹ / ₂
6 км, хв	Бали	7 км, хв	Бали	8 км, хв	Бали
55,05–45,36	7 ³ / ₄	63,47–52,48	8 ³ / ₄	72,29–60,00	10
45,35–38,00	11 ¹ / ₃	52,47–44,00	13 ¹ / ₃	59,59–50,00	15
37,59–30,24	15 ¹ / ₂	43,59–35,12	17 ¹ / ₂	49,59–40,00	20
30,23–24,42	19	35,11–28,36	22	39,59–32,30	25
≤ 24,42	23 ¹ / ₂	≤ 28,36	26	≤ 32,30	30
9 км, хв	Бали	10 км, хв	Бали		
79,44–66,00	11	86,59–72,00	12		
65,59–55,00	16 ¹ / ₂	71,59–60,00	18		
54,59–44,00	22	59,59–48,00	24		
43,59–35,45	27 ¹ / ₂	47,59–39,00	30		
≤ 35,45	33	≤ 39,00	36		

¹ Для переводу балів у показники рівня навантаження (по критерію споживання кисню на 1 кг маси тіла) треба бал помножити на 7 мл.

Додаток 5

Режим для учнів, що відвідують школу в першу зміну

Режимні моменти	7-8 років	9-10 років	11-12 років	13-14 років	14-15 років	16-17 років
	1-2-й клас	3-4-й клас	5-6-й клас	7-й клас	8-й клас	9-й клас
Пробудження	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Ранкова гімнастика, загартувочні процедури	7.00-7.30	7.00-7.30	7.00-7.30	7.00-7.30	7.00-7.30	7.00-7.30
Умивання. Прибирання ліжка. Ранковий сніданок	7.30-7.50	7.30-7.50	7.30-7.50	7.30-7.50	7.30-7.50	7.30-7.50
Дорога до школи (прогулянка)	7.50-8.20	7.50-8.20	7.50-8.20	7.50-8.20	7.50-8.20	7.50-8.20
Учбові заняття у школі	8.20-12.30	8.20-13.30	8.20-14.00	8.20-14.00	8.20-14.30	8.20-14.30
Дорога із школи додому (прогулянка)	12.30-13.00	13.30-14.00	14.00-14.30	14.00-14.30	14.30-15.00	14.30-15.00
Обід	13.00-13.30	14.00-14.30	14.30-15.00	14.30-15.00	15.00-15.30	15.00-15.30
Денний сон	13.30-14.30	не нормується	не нормується	-	-	-
Прогулянка на повітрі	14.30-16.00	14.30-16.00	15.00-16.00	15.00-16.00	15.30-16.00	15.30-16.00
Підготовка уроків	16.00-17.00					
	(для 1 класу) 16.00-17.30 (для 2 класу)	16.00-18.00	16.00-18.30	16.00-19.00	16.00-19.00	16.00-19.00
Перебування на повітрі, або заняття в гуртках	17.30-19.00	18.00-19.00	18.30-19.30	19.00-20.00	19.00-20.00	19.30-21.00
Вечера, різні справи по інтересам	19.00-20.00	19.00-20.30	19.30-21.00	20.00-21.00	20.00-21.30	21.00-22.00
Сон	20.30-7.00	21.00-7.00	21.30-7.00	21.30-7.00	22.00-7.00	22.30-7.00

Додаток 6*Режим для учнів, що відвідують школу в другу зміну*

Режимні моменти	9–10 років	11–12 років	13–14 років	15–16 років
	3–4-й клас	5–6-й клас	7-й клас	8–9 клас
Пробудження	7.30	7.30	7.30	7.30
Ранкова гімнастика, загартовуючі процедури				
Умивання, прибирання ліжка	7.30–8.00	7.30–8.00	7.30–8.00	7.30–8.00
Ранковий сніданок і допомога родині	8.00–9.00	8.00–9.00	8.00–9.00	8.00–9.00
Підготовка уроків	9.00–11.00	9.00–11.30	9.00–11.30	9.00–12.00
Вільні заняття і прогулянка	11.00–13.00	11.30–13.00	11.30–13.00	12.00–13.00
Обід	13.00–13.30	13.00–13.30	13.00–13.30	13.00–13.30
Дорога до школи (прогулянка)	13.30–14.00	13.30–14.00	13.30–14.00	13.30–14.00
Учбові заняття у школі	14.00–19.00	14.00–19.30	14.00–19.00	14.00–19.00
Дорога до дому (прогулянка)	19.00–19.30	19.30–20.00	20.00–20.30	20.00–20.30
Вечеря і вільний час	19.30–20.30	20.00–21.00	20.30–21.30	20.30–22.00
Підготовка до сну	20.30–21.00	21.00–21.30	21.30–22.00	22.00–22.30
Сон	21.00–7.30	21.30–7.30	22.00–7.30	22.30–7.30

Додаток 7*Гігієнічні норми часу на організовану рухову активність впродовж дня для дітей та школярів різного віку*

Вік, років	Вид рухів	Тривалість, хв	Загальний час, хв
1–2	Ранкова гімнастика	5	60–80
	Рухливі ігри	5 x 2 = 10	
	Заняття з фізкультури, двічі на тиждень	10	
	Масаж та гімнастика	10	
	Ходьба, ігри на прогулянці	40–60	
3–4	Ранкова гімнастика	10	80–195
	Фізкультхвилинки	10	

Закінчення додатка 7

Вік, років	Вид рухів	Тривалість, хв	Загальний час, хв
3-4	Фізкультурні заняття тричі на тиждень	15-25	80-195
	Гімнастика після сну	10	
	Ігри на прогулянках	40	
	Індивідуальні заняття з розвитку моторики	10	
5	Ранкова гімнастика	7-10	90-120
	Фізкультхвилинки на заняттях	10	
	Заняття фізкультурою тричі на тиждень	30	
	Гімнастика після сну	10	
	Ігри на прогулянках (денний, вечірній)	50	
	Індивідуальні заняття	10	
6-7	Ранкова гімнастика	10	105-170
	Гімнастика до уроків	10	
	Фізкультпаузи на уроках	10	
	Урок фізкультури (2-3 рази на тиждень)	35	
	Динамічна перерва	25	
	Гімнастика після денного сну	10	
	Ігри на прогулянках, спортивні розваги	60	
	Індивідуальні заняття	10	
8-10	Ранкова гімнастика	10	115-220
	Гімнастика до уроків	10	
	Фізкультхвилини на уроках	10	
	Урок фізкультури (2-3 рази на тиждень)	45	
	Динамічна перерва	25	
	Ігри і спортивні розваги на прогулянках	60	
	Заняття в гуртках, секціях (2-3 рази на тиждень)	60	
11-14	Ранкова гімнастика	10-15	110-235
	Гімнастика до уроків	10	
	Фізкультхвилинки	10	
	Рухливі ігри на перервах	20	
	Урок фізкультури (2-3 рази на тиждень)	45	
	Самостійні фізичні вправи під час прогулянок	60	
	Заняття в спортивних секціях	60	
	Домашні завдання з фізкультури	20	

Додаток 8

Ключі відповідей до тестів для перевірки рівня засвоєння знань за навчальними модулями Тест по матеріалу частини I (модуля 1)

1–б); 2–в); 3–в); 4–в); 5–а); 6–а); 7–б); 8–в); 9–а); 10–б); 11–в); 12–в); 13–б); 14–в); 15–в); 16–б); 17–а); 18–а); 19–б); 20–б); 21–б); 22–а); 23–б); 24–в); 25–а); 26–а); 27–б); 28–в); 29–б); 30–в); 31–а).

Тест по матеріалу частини II (модуля 2)

1–а); 2–б); 3–б); 4–б); 5–а); 6–б); 7–б); 8–а); 9–в); 10–а); 11–в); 12–б); 13–а); 14–в); 15–а); 16–в); 17–в); 18–б); 19–в); 20–б); 21–б).

Тест по матеріалу частини III (модуля 3)

1–в); 2–а); 3–б); 4–г); 5–б); 6–а); 7–в); 8–в); 9–б); 10–в).

Зразок бланку відповідей

Бланк відповіді																			
До тестів з дисципліни _____																			
Дата « ____ » _____ 200 р. Залік при _____ правильних відповідях																			
Варіант _____ П.І. Б. _____ група, курс _____																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Оцінка (балів) _____										Викладач _____									

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

В. І. Антонік, І. П. Антонік, В. Є. Андріанов

АНАТОМІЯ, ФІЗІОЛОГІЯ ДІТЕЙ З ОСНОВАМИ ГІГІЄНИ ТА ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Підготовка оригінал-макету – Л. Г. Гаврилюк
Керівник видавничого відділу – С. О. Кіцно

Редакція видавництва не несе відповідальності
за зміст наданих автором матеріалів.

Відтворення цього видання або жодної з його частин будь-яким способом
без дозволу редакції не допускається.

Усі права захищені.

Формат 60x84/16. Підписано до друку 30.05.2009.
Друк офсетний. Папір офсетний. Гарнітура Таймс.
Обл.-вид. арк. 9,38. Ум. друк. арк. 19,53
Наклад 600 прим.

ТОВ «Видавничий дім «Професіонал»
м. Київ, вул. Прирічна 25-а, оф. 16
Тел./факс (044) 502-97-99 (багатоканальний)
e-mail: epprofibook@gmail.com,
rlprofibook@gmail.com
Свідоцтво ДК № 1533

Видавництво «Центр учбової літератури»
вул. Електриків, 23
м. Київ, 04176
тел./факс 425-01-34, тел. 451-65-95, 425-04-47, 425-20-63
8-800-501-68-00 (безкоштовно в межах України)

e-mail: office@uabook.com
сайт: WWW.CUL.COM.UA

Свідоцтво ДК № 2458 від 30.03.2006