МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Полтавський інститут бізнесу МНТУ імені академіка Юрія Бугая

Функціональна діагностика та контроль у фізичній терапії та ерготерапії

Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів



Полтава 2021

УДК 796/799:364-786(075)
ББК 75.099 я 73
Х 76

Рецензенти:

Жамардій Валерій Олександрович – доктор педагогічних наук наук, доцент кафедри фізичного виховання та здоров'я, фізичної терапії, ерготерапії з спортивною медициною та фізичною реабілітацією.Українського державного медичного університету.

Харченко Олександр Вікторович – доктор медичних наук, професор кафедри анатомії, клінічної анатомії, патоморфології, судової медицини з медичним правом України медичного інституту ЧНУ імені Петра Могили.

Корносенко Оксана Костянтинівна – доктор педагогічних наук, професор, завідувачка кафедри теорії та методики фізичного виховання, адаптивної та масової фізичної культури Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка

Хоменко П.В., Фастівець А.В.

Функціональна діагностика та контроль у фізичній терапії та ерготерапії: навч. посіб. / П.В. Хоменко, А.В. Фастівець; Полтавський інститут бізнесу МНТУ імені академіка Юрія Бугая. – Полтава : ФОП Болотін, 2021. – 250 с.

УДК 796/799:364-786(075)
ББК 75.099 я 73
Х 76

© П.В. Хоменко, А.В. Фастівець, 2021
© ПІБ МНТУ 2021

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ 7

ПЕРЕДМОВА 8

РОЗДІЛ І
ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ У ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ ТА ЕРГОТЕРАПІЇ

Тема 1
Поняття про методи дослідження у фізичній терапії та ерготерапії 10
1.1. Поняття про методи дослідження 10
1.2. Основні завдання медико-педагогічного контролю у фізичній терапії та ерготерапії 12
1.3. Форми контролю за фізичним станом організму 12
1.4. Загальні методичні вимоги до проведення тестів 13
1.5. Поняття про норми та функціональні проби Поняття про оцінку Шкали оцінок 15

Тема 2
Фізіологічні резерви організму людини – об'єктивний критерій її функціональної підготовленості і фізичного стану 17
2.1. Поняття про фізичний стан організму організму 17
2.2. Класифікація резервів організму Поняття про фізіологічні резерви 18
2.3. Фази мобілізації резервів організму 19
2.4. Генетична і фенотипічна обумовленість зростання функціональних резервів 20

Тема 3
Використання фізіологічних показників рівня здоров'я при дозуванні фізичних навантажень 22
3.1. Поняття дози норми навантажень 22
3.2. Фізіологічні основи нормування інтенсивності фізичних навантажень .. 23
3.3. Фізіологічні основи дозування об'єму навантажень 25
3.4. Дозування фізичних навантажень при оздоровчому тренуванні юних спортсменів 26

РОЗДІЛ ІІ
ДІАГНОСТИКА МОРФОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗА МЕТОДИКОЮ АНТРОПОМЕТРІЇ У ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ ТА ЕРГОТЕРАПІЇ

Тема 1
Загальна характеристика антропометричних вимірювань 29
1.1. Поняття про антропометрію, вимоги до антропометричних вимірювань 29
1.2. Характеристика антропометричного інструментарію 30
1.3. Основні антропометричні точки тіла людини 34

Тема 2
Загальнометодичні принципи вимірювання розмірів тіла 37
2.1. Методика вимірювання повздовжніх розмірів тіла 37
2.2. Визначення поперечних розмірів тіла 38
2.3. Визначення обхватних розмірів 49
2.4. Визначення товщини шкірно-жирових складок 40
2.5. Методика оцінки пропорції тіла 40

Тема 3
Оцінка фізичного розвитку за антропометричними показниками 43
3.1. Поняття про фізичний розвиток 43
3.2. Визначення площі поверхні тіла і його сегментів 43
3.3. Методи визначення складу тіла 45
3.4. Моделі складу тіла 46
3.5. Визначення жирової маси тіла 46
3.6. Визначення м'язової і безжирової маси тіла 47
3.7. Визначення маси кісткової тканини 48
3.8. Методика вимірювання маси тіла та оцінки відповідності маси тіла зросту 48
3.9. Оцінка площі поверхні тіла 48
3.10. Методика визначення основних розрахункових показників та індексів антропометрії 49
3.11. Методика визначення соматотипу спортсмена 51

РОЗДІЛ ІІІ
ДІАГНОСТИКА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ У ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ ТА ЕРГОТЕРАПІЇ

Тема 1
Дихальна система людини та методи її дослідження в практиці фізичної терапії та ерготерапії 54
1.1. Загальна анатомо-фізіологічна характеристика дихальної системи людини 54
1.2. Загальні механізми та особливості регуляції дихання 56
1.3. Вікові особливості розвитку системи дихання людини 57

1.4. Методика визначення показників зовнішнього дихання та їх належних величин 60
1.5. Тести на затримку дихання 72
1.6. Поняття про показники анаеробної і аеробної фізичної працездатності . 75
1.7. Методи визначення показника максимального споживання кисню..... 76
1.8. Показники функціонування дихальної системи в процесі м'язової роботи 83

Тема 2
Серцево-судинна система людини та методи її дослідження в практиці фізичної терапії та ерготерапії..... 85
2.1. Загальна характеристика кровоносної системи людини..... 85
2.2. Вікові особливості серцево-судинної системи 90
2.3. Методи дослідження серцево-судинної системи 92
2.4. Функціональні проби та ортостатичні тести в дослідженні серцево-судинної системи 99
2.5. Біоелектричні явища в серці Електрокардіограма як метод дослідження роботи серця 107
2.6. Тестування працездатності і загального фізичного стану серцево-судинної системи 115
2.7. Зміни в ССС під впливом фізичних навантажень 124

Тема 3
Методика дослідження системи крові людини 130
3.1. Загальна характеристика та функції системи крові людини..... 130
3.2. Склад та форменні елементи крові Вікові особливості крові 132
3.3. Методика загального аналізу крові..... 136
3.4. Показники біохімічного гомеостазу крові та їх динаміка під час м'язової діяльності..... 138
3.5. Норми лабораторних досліджень системи крові 146

Тема 4
Нервова система та методи її дослідження у фізичній терапії та ерготерапії..... 150
4.1. Анатомо-фізіологічна характеристика нервової системи людини 150
4.2. Онтогенетичний розвиток нервової системи людини 164
4.3. Методи дослідження нервової системи..... 167
4.4. Фізіологічні зміни в нервовій системі під час м'язової діяльності 183

Тема 5
Сенсорні системи Методи дослідження аналізаторів 185
5.1. Будова, властивості, значення сенсорних систем 185
5.2. Зоровий аналізатор: будова, властивості, методи діагностики 187
5.3. Слуховий аналізатор: будова, вікові особливості та методи дослідження..... 201
5.4. Вестибулярний апарат людини та методи його діагностики 211

5.5. Шкірний аналізатор та пропріорецептивна чутливість 219
5.6. Дослідження смакової й нюхової рецепції 224

РОЗДІЛ IV
ІНТЕГРОВАНІ ТЕСТОВІ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ РІВНЯ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ ЛЮДИНИ ТА ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ САМОКОНТРОЛЮ

Тема 1 Інтегровані тестові системи виявлення фізичної підготовленості людини 229
1.1. Визначення фізичної працездатності за Гарвардським степ-тестом 229
1.2. Методика тесту PWC 170 233
1.3. Методика проведення тесту Купера..... 239
1.4. Визначення рівня підготовленості людини до занять фізичною культурою і спортом 241

Тема 2
Теоретико-методичні основи організації та проведення самоконтролю під час занять фізичною культурою і спортом 244
2.1. Поняття про самоконтроль Об'єктивні і суб'єктивні показники самоконтролю..... 244
2.2. Особливості самоконтролю спортсмена..... 244
2.3. Самоконтроль в масовій фізичній культурі 247
2.4. Самоконтроль, його основні методи, показники, критерії та оцінки, щоденник самоконтролю..... 247

Рекомендована література 252

Додатки 256

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

Умовне (скорочене позначення)	**Повна назва**	**Одиниці вимірювання**
СТ	Систолічний артеріальний тиск	мм.рт.ст.
ДТ	Діастолічний артеріальний тиск	мм.рт.ст.
ПТ	Пульсовий артеріальний тиск	мм.рт.ст.
САТ	Середній артеріальний тиск	мм.рт.ст.
СОК	Систолічний об’єм крові	мл
ХОК	Хвилинний об’єм крові	мл
ІС	Індекс Скібінскі	у.о
ДО	Дихальний об’єм	мл, л
нДО	Належний дихальний об’єм	мл, л
ЖЄЛ	Життєва ємність легень	мл, л
нЖЕЛ	Належна життєва ємність легень	мл, л
МВЛ	Максимальна вентиляція легень	л/хв
ЧД	Частота дихання	рази/хв
ХОД	Хвилинний об’єм дихання	л/хв
РОВд	Резервний об’єм вдиху	мл, л
РОВид	Резервний об’єм видиху	мл, л
ЗЄЛ	Загальна ємність легень	мл, л
ФЗЄ	Функціональна залишкова ємність	мл, л
Тест Штанге	Затримка дихання на вдихові	с
Тест Генчі	Затримка дихання на видихові	с
аPWC170	Абсолютна загальна фізична працездатність	вт; кгм/хв
вPWC170	Відносна загальна фізична працездатність	вт/кг; кгм/хв./кг
ІГСТ	Індекс Гарвардського степ тесту	у.о
аМСК	Абсолютне максимальне споживання кисню	л/хв
вМСК	Відносне максимальне споживання кисню	мл/хв/кг
ПАНО	Поріг анаеробного обміну	% від МСК

Одиниці системи СІ

Найменування	Розмірність	Найменування	Позначення	
			Міжнародне	Вітчизняне
Основні одиниці				
Довжина	L	Метр	m	м
Маса	M	Кілограм	kg	кг
Час	T	Секунда	s	с
Сила струму	I	Ампер	A	А
Температура	Q	Кельвін	K	К
Кількість речовини	N	Моль	mol	моль
Сила світла	J	Кандела	cd	кд
Додаткові одиниці				
Кут на площині	L°	Радіан	rad	рад
Кут у просторі	L°	Стерадіан	sr	ср

ПЕРЕДМОВА

Професійна педагогічна освіта сьогодні набуває значення чинника соціально-економічного, інтелектуального, духовного й фізичного оновлення суспільства, її сутнісними характеристиками є неперервність набуття знань, фахова компетентність та ціннісне ставлення особистості до власного фізичного здоров'я й здоров'я нації загалом. Це стосується передовсім фахівця фізичної терапії та ерготерапії, від якого залежить посилення оздоровчого потенціалу фізичного виховання, забезпечення диференційованого підходу до фізичного розвитку різновікових груп дітей і дорослих, своєчасного та якісного прогнозування їхніх потреб і моделей життєтворчості.

Здоров'я сучасної людини залежить від багатьох факторів. Більшість з них пов'язана із способом життя і рівнем рухової активності. Майбутній фахівець фізичної терапії та ерготерапії повинен володіти достатнім об'ємом знань, вмінь і навичок, які б дозволили йому науково обґрунтовано вирішувати питання нормування фізичних навантажень учнів різного віку, рівня фізичної підготовленості, вміти контролювати і аналізувати реакцію організму на виконання фізичних навантажень з тим, щоб творчо скорегувати оздоровчий процес, не допускаючи в ньому перенапружень і перетренованості.

Результати сучасних наукових досліджень, аналіз практики роботи загальноосвітніх і вищих навчальних закладів уможливили виявлення того факту, що значна частина фахівців фізичної терапії та ерготерапії недостатньо підготовлена до реалізації системи професійних функцій і потребує суттєвого вдосконалення професійно-педагогічної компетентності. Водночас за даними розробників Цільової комплексної програми "Фізичне виховання – здоров'я нації" майже 90 % дітей, учнів і студентів мають відхилення у здоров'ї, понад 50 % – незадовільну фізичну підготовку (у віці 16-19 років – 61 %, 20-25 років – 67,2 %). З огляду на це, 78,2 % фахівців, опитаних у рамках дослідження, зазначають, що сучасна підготовка фахівця фізичної терапії та ерготерапії має бути спрямованою на формування дієвих і довготривалих медико-біологічних знань; 74,3 % респондентів виявляють потребу створення цілісної наукової картини світу й розуміння особистості кожного вихованця в ньому. Це засвідчує нагальну соціальну потребу в оновлених підходах саме до природничонаукового компонента професійної підготовки фахівця фізичної терапії та ерготерапії, здатного забезпечити цілісність медичного, біологічного, здоров'язберігального знання для науково обґрунтованого реабілітаційного процесу.

Діагностика – розділ медицини, що вивчає методи та принципи встановлення діагнозу.

Під час дослідження хворого лікар будує модель хвороби, яку зіставляє з еталоном – **нозологічною формою,** описаною сучасною наукою. Більш конкретний зміст поняття діагноз - це стислий висновок лікаря про суть хвороби та стан хворого, а сам висновок може бути – «здоровий» або «хворий». Вважається, що якщо у людини не виявлено прояву патології, то вона є «здоровою», а якщо є відхилення та зміни від фізіологічної норми, то вона

«хвора». Звичайно такий підхід є умовним, тому що у людини може бути щонайменше чотири стани:

1) оптимальна стійкість до дії патогенних чинників, коли хороша фізична, психічна та соціальна адаптованість;

2) стан перед захворюванням, коли можливий розвиток патологічного процесу без зміни сили дії патогенного чинника, внаслідок зниження резистентності;

3) стан, який характеризується наявністю патологічного процесу без специфічних симптомів хвороби;

4) хвороба, а саме такий прояв патологічного процесу, який позначається на соціальному статусі хворого.

У зв'язку з цим розрізняють три типи діагностичних моделей.

1. Нозологічна діагностика.

2. Донозологічна діагностика за функціональними показниками.

3. Діагностика здоров'я за прямими показниками.

Вибір моделі залежить від мети діагностики, тобто стан одного й того ж пацієнта може бути описаний різними моделями. При цьому головним буде не симптоматика, а інтерпретація та інтеграція при остаточному формулюванні діагнозу.

Посібник «Функціональна діагностика та контроль у фізичній терапії та ерготерапії» інтегрована методична розробка, яка поєднує в собі основи спортивної метрології, анатомії, фізіології людини, фізіології спортивної діяльності, математичної статистики та інших наук. Даний посібник є узагальнювальним з вивчення предметів біологічного циклу, він сприяє їх наближенню до завдань теорії та практики фізичної терапії та ерготерапії. Дослідницькі вміння – сукупність систематизованих знань, умінь і навичок, поглядів і переконань, які свідчили про функціональну здатність майбутнього фахівця до творчого пошукового розв'язання пізнавальних завдань. Метою науково-дослідницької роботи майбутніх фахівців фізичної терапії та ерготерапії стало набуття практичних навичок організації й виконання наукової роботи та досвіду пошуку, опрацьовування й обміну інформацією.

РОЗДІЛ І

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ У ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ТА ЕРГОТЕРАПІЇ

Тема 1. Поняття про методи дослідження у фізичної терапії та ерготерапії

1.1. Поняття про методи дослідження.
1.2. Основні завдання медико-педагогічного контролю фізичної терапії та ерготерапії
1.3. Форми контролю за фізичним станом організму
1.4. Загальні методичні вимоги до проведення тестів
1.5. Поняття про норми та функціональні проби. Поняття про оцінку. Шкали оцінок.

1.1. Поняття про методи дослідження

Метод дослідження – це спосіб за допомогою якого здійснюється перевірка, контроль та корекція того чи іншого явища, стану чи динамічного процесу. Всі методи контролю у фізичній терапії та ерготерапії поділяються на інструментальні та візуальні. При візуальному обстеженні отримують якісні показники і оцінка носить суб'єктивний характер. Інструментальні показники оцінюють стан організму більш об'єктивно і дають кількісне вираження вимірюваних ознак.

Предмет методів дослідження у фізичній терапії та ерготерапії має на меті дослідження функціонального стану організму, динаміку його тренованості, фізіологічне обґрунтування занять певними видами спорту, контроль за досягненням результату, попередження та профілактику травм та професійних захворювань.

Відсутність спільних, незалежних від виду діяльності критеріїв оцінки підготовленості організму юних спортсменів утруднює порівняння одержаних результатів навіть в однім і тім же виді спортивної діяльності. Саме тому одним із завдань навчально-методичної підготовки юних спортсменів є уніфікація методів, засобів і параметрів обстеження школярів, стандартизація умов, за яких проводять обстеження. Усе це сприятиме одержанню об'єктивних експериментальних даних, співставлення і аналіз яких сприятимуть вдосконаленню тренувального процесу.

Спортивний результат не може бути основним показником фізичної підготовленості. Адже високі спортивні досягнення юний спортсмен, як правило, показує лише за короткий змагальний період річного тренувального циклу. Крім того, використання змагань, навіть в якості контрольного проходження дистанції, не завжди доцільне, і бажане, оскільки пов'язане із значним психічним напруженням школярів. Досить важко передбачити потенційні можливості юного спортсмена за результатом, досягнутого ним в перехідному або підготовчому періодах тренувального циклу. Ще важче

оцінити рівень фізичної підготовленості спортсмена-початківця, який має досить низький спортивний результат.

Для визначення положення органів використовують три перпендикулярні площини: сагітальну (стрілоподібну), яка проходить у передньо-задньому напрямку і ділить тіло на праву та ліву половини; фронтальну площину (лобову), проходить вертикально через будь-яку точка тіла, поділяючи його на передню і задню частини; горизонтальну площину, що проходить через будь-яку точку тіла, поділяючи його на верхню та нижню частини. Крім цього, використовують терміни, які вказують на розміщення органів і напрям частин тіла (рис. 1.1).

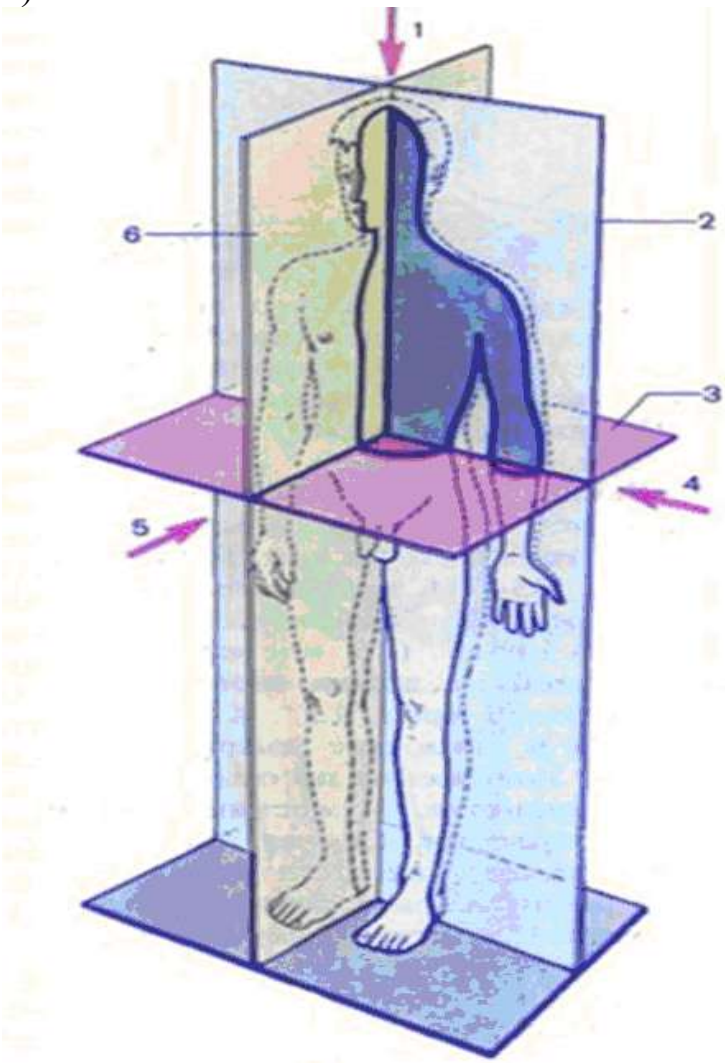


Рис. 1.1. Схема осей та площин в тілі людини:

1 – вертикальна вісь; 2 – фронтальна площина; 3 – горизонтальна площина; 4 – поперечна вісь; 5 – сагітальна вісь; 6 – сагітальна площина.

Медіальний (medialis) – розташований ближче до серединної площини.

Латеральний (lateralis) — бічний, розташований убік від серединної площини.

Краніальний (cranialis) — черепний, що лежить ближче до голови.

Каудальний (caudalis) — хвостовий, що лежить ближче до кінця тулуба.

Вентральний (ventralis) — звернений до передньої черевної поверхні.

Дорзальний (dorsalis) — спинний, звернений до задньої, спинної поверхні.

Проксимальний (proximalis) — міститься ближче до верхньої частини тулуба.

Дистальний (distalis) — ближче до нижньої частини тулуба.

1.2. Основні завдання медико-педагогічного контролю у фізичної терапії та ерготерапії

Основними завданнями медично-педагогічного контролю фізичного стану є такі:

— оцінка умов і організації проведення навчально-тренувальних занять;

— вивчення впливу тренувальних занять на організм спортсмена;

— вивчення функціонального стану спортсмена з метою оцінки рівня його натренованості на різних етапах тренувального циклу;

— оцінка відповідності тренувальної системи та використовуваних засобів основним завданням тренування і можливостям організму спортсмена з метою вдосконалення планування та індивідуалізації навчально-тренувального процесу;

— використання медично-біологічних, педагогічних та психологічних засобів з метою прискорення відновних процесів після великих тренувальних навантажень.

1.3. Форми контролю за фізичним станом організму

Виділяють три типи станів спортсмена: *етапні, біжучі (перебіжні), оперативні*. *Етапний стан,* як правило, триває протягом тривалого часу — тиждень, місяць і більше. Його прикладом може бути стан спортивної форми (або перенатренованості), який виникає внаслідок систематичних тренувань (або систематичних перенавантажень).

Перебіжний стан виникає під впливом одного або декількох занять. У спортивній практиці прикладом такого стану може бути період після тренувального заняття (відновний період). Цей стан характеризується післяробочими структурними і функціональними змінами в організмі. Він обумовлює зверхвідновлення (величину негайного тренувального ефекту) і формується на основі кумулятивного тренувального ефекту.

Оперативний стан — це стан спортсмена в даний момент часу: в період розминки, після неї, після виконання окремої вправи тощо. Оперативній стан постійно змінюється протягом заняття. Дослідження даного стану проводять під час виконання тренувального заняття, в період змагань або ж безпосередньо після їх закінчення. Дані оперативного контролю використовуються для раціонального планування інтервалів відпочинку між повторними виконаннями вправ, при вирішенні питань про доцільність використання окремих прийомів, які регулюють передстартові реакції, для визначення оптимальної тривалості розминки та інтервалу часу від її закінчення до початку основної діяльності (старту) тощо. Оцінюючи оперативний стан, необхідно враховувати індивідуальні особливості обстежуваних осіб.

Відповідно до трьох типів станів спортсмена, які можуть мати місце у зв'язку з виконанням фізичних вправ, виділяють три основних форми контролю цих станів — *етапний, перебіжний* і *оперативний.* Метою *етапного контролю є* оцінка стану спортсмена протягом більш-менш тривалого періоду часу (підготовчий період тренувань, змагальний період тощо). Дані етапного контролю використовуються для вдосконалення планування та індивідуалізації навчально-тренувального процесу. За його допомогою:

— оцінюють ефективність виконання завдання, поставленого на певний період тренування;

— порівнюють виконаний обсяг роботи, засоби та методи тренування з досягнутим рівнем рухових якостей та навичок, з функціональним станом різних систем організму (оцінка приросту "кількості" здоров'я);

— оцінюють психічний стан і загальну працездатність спортсменів;

— роблять висновки щодо подальшого вдосконалення тренувального процесу.

За допомогою *етапного контролю* здійснюють реєстрацію навантажень на етапах, тривалість яких звичайно визначається специфічними особливостями окремих видів спорту і кваліфікацією спортсмена. Найчастіше етапні обстеження проводять кожні 2-3 місяці, краще на навчально-тренувальних зборах після дня відпочинку та легкого сніданку. Обстеження проводять в стані спокою під час виконання дозованих навантажень та навантажень максимальної потужності.

Перебіжний контроль — це оперативна реєстрація навантажень за кожний тренувальний день спортсмена. Він дозволяє судити про щодобові коливання стану спортсмена. За допомогою даного контролю визначають обсяг роботи, виконаної спортсменом за один мікроцикл.

1.4. Загальні методичні вимоги до проведення тестів

Тест – це завдання стандартної форми, за допомогою якого проводиться випробування для визначення рівня фізичної підготовленості чи розвитку певної фізичної якості. Процедуру виконання тесту називають тестуванням.

Уявлення про тести сформувалося у кінці XIX століття. Засновником вважається англійський генетик Гальтон. Наукове обґрунтування теорія тестування одержала у середині 20 років XX-го століття. Початок розробки систем тестування у СРСР розпочався у 1931 році і досяг свого піку в 1960.

Тести, в основі яких лежить рухове завдання називають моторними. В залежності від того, яке завдання стоїть перед досліджуваним виділяють три групи рухових тестів (табл. 1.1.).

Таблиця 1.1
Класифікація рухових тестів

Назва тесту	**Завдання спортсмена**	**Результат**	**Приклад**
Контрольні вправи	Показати максимальний результат	Рухове досягнення	3000 м за 11хв
Стандартні функціональні проби	Дозування за величиною виконаної роботи	Фізіологічні чи біохімічні показники	Реєстрація ЧСС при стандартній роботі
	Дозування за величиною фізіологічних зрушень	Рухові показники при стандартній величині фізіологічних зрушень	Швидкість бігу при пульсі 160 ск/хв
Максимальні функціональні проби	Показати максимальний результат	Фізіологічні чи біохімічні показники	Визначення МСК

Інколи використовується не один, а кілька тестів, які мають єдину кінцеву мету. Таку групу тестів називають батареєю тестів.

Основні характеристики тестів – інформативність, надійність, стабільність, узгодженість та еквівалентність.

Інформативність (валідність) тесту – це об'єктивна міра відображення цікавого для досліджувача явища у результаті виконання контрольної вправи.

Надійність тесту – ступінь співпадання результатів при повторному тестуванні одних і тих же осіб в однакових умовах.

Стабільність тесту – ступінь співпадання результатів, що проведені в різний час. Повторне тестування називають ретестом.

Стабільність залежить від таких показників:

1. Вид тесту – морфологічні показники більш стабільні ніж силові;

2. Статевий та віковий контингент досліджуваних – у дорослих тести більш стабільні, ніж у дітей, у спортсменів високої кваліфікації стабільніші, ніж у початківців.

3. Часовий інтервал між проведенням тесту та ретесту.

Узгодженість тесту – надійність оцінки результатів незалежно від особистих якостей різних дослідників, що його проводять.

Еквівалентність тестів. Певну рухову якість можна виміряти за допомогою кількох тестів. Такі тести є еквівалентними, тобто майже рівноцінними

1.5. Поняття про норми та функціональні проби. Поняття про оцінку. Шкали оцінок

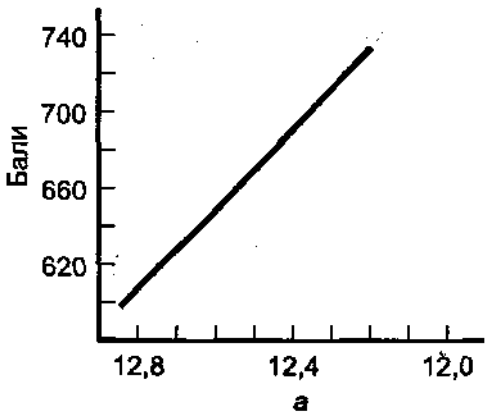
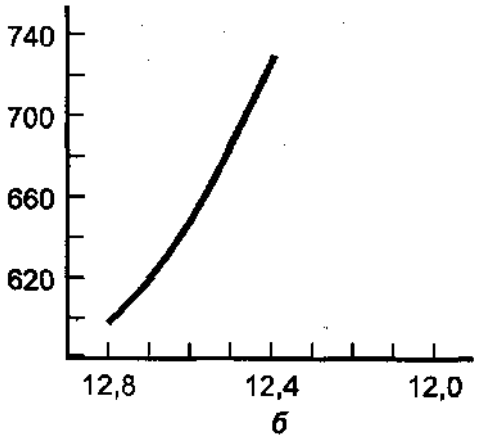
Нормою називається гранична величина результату тесту, на основі якої проводять класифікацію спортсменів. Є офіційні (розрядні) та неофіційні норми. Також виділяють вікові норми, статеві, індивідуальні.

Функціональні проби – це різні дозовані навантаження, що дозволяють оцінити функціональний стан організму залежно від форми руху, потужності і режиму роботи.

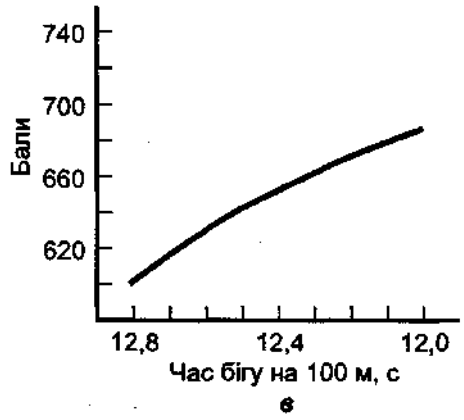
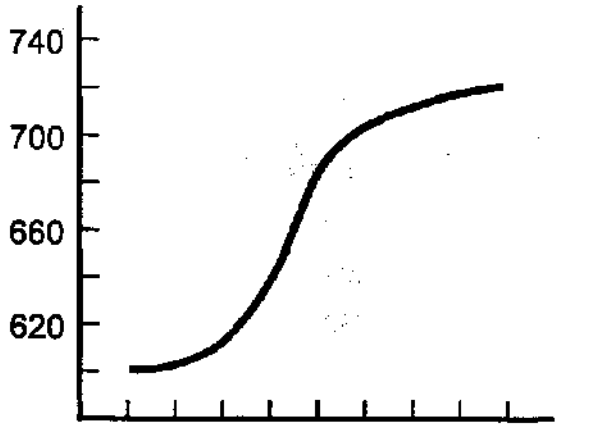
Оцінкою називається узагальнена міра успіху в певному тестовому завданні. Процес виставляння оцінок називається оцінюванням. Він включає в себе 3 стадії:

- Вибір шкали оцінювання, за допомогою якої відбувається переведення результатів тестів у оцінки; *Пропорційна шкала, Прогресуюча шкала, Регресуюча шкала, Сигмовидна* (або 8-подібна) *шкала, Перцентильна шкала (табл. 1.2).*

Таблиця 1.2.
Характеристика шкал оцінювання

№ п/п	Назва шкали	Графічне відображення	Характеристика
1	Пропорційна		Передбачає нарахування однакової кількості балів при рівному прирості результатів.
2	Прогресуюча		Рівні прирости результатів оцінюються по-різному. Чим вищі абсолютні прирости, тим більша прибавка в оцінці.

Продовження табл. 1.2.

3	Регресуюча	 в	Передбачає по мірі наростання досягнень в тесті нарахування все меншої кількості балів.
4	Сигмовидна (або 8-подібна)	 г	Поліпшення дуже низьких та дуже високих результатів заохочується слабо. Тут найвище оцінюється приріст результативності у середній зоні досягнень.
5	Перцентильна	В її основу покладено таку систему нарахування балів: кожний школяр за свій результат у тесті отримує стільки балів, скільки процентів дітей він випередив.	

- Перетворення результатів тесту на бали;
- Визначення суми загальної оцінки і порівняння її з віковими нормами.

Тема 2. Фізіологічні резерви організму людини – об'єктивний критерій її функціональної підготовленості і фізичного стану

2.1. Поняття про фізичний стан організму.
2.2. Класифікація резервів організму. Поняття про фізіологічні резерви.
2.3. Фази мобілізації резервів організму.
2.4. Генетична і фенотипічна обумовленість зростання функціональних резервів.

2.1. Поняття про фізичний стан організму

З позиції фізіологічної науки «фізичний стан» людини – це відповідність показників життєдіяльності організму нормативам з урахуванням віку і статі, це можливість тканин, органів, систем органів організму максимально збільшити свою функцію у порівнянні зі станом спокою.

Фізичний розвиток – звичайний процес вікових змін морфологічних та функціональних ознак організму, який обумовлений спадковими факторами та конкретними умовами зовнішнього середовища.

«Фізичний розвиток» вживається у двох значеннях: як процес, що відбувається в організмі людини в ході природного вікового розвитку і під впливом фізичного виховання, і як стан. **Фізичний розвиток (як стан)** – це комплекс ознак, які характеризують морфофункціональний стан організму, рівень розвитку фізичних якостей і здібностей, необхідних для життєдіяльності організму.

Ознаки фізичного розвитку можна розділити на три групи: соматометричні, соматоскопічні і фізіометричні.

До соматометричних ознак відносять – довжину і масу тіла, розміри грудної клітки, талії, стегон і т.п., довжину тулуба, кінцівок; до стоматоскопічних – форму грудної клітки, спини, ніг, стопи, поставу, рельєф і пружність мускулатури, статевий розвиток; до фізіометричних – рівень розвитку скелетної мускулатури, фізичну працездатність, рівень фізичних якостей (силу, швидкість, витривалість, гнучкість, координацію).

Фізичні якості – це властивості, що характеризують окремі якісні сторони рухових можливостей людини: силу, швидкість, витривалість, гнучкість та інші.

Фізичне здоров'я – це динамічний стан, що характеризується резервом функцій органів і систем, і є основою виконання людиною своїх біологічних і соціальних функцій.

Фізичний стан – згідно визначенню міжнародного комітету по стандартизації тестів, характеризує особу людини, стан здоров'я, статуру і конституцію, функціональні можливості організму, фізичну працездатність і підготовленість. Показниками фізичного стану є: рівень максимального споживання кисню, рівень максимальної фізичної працездатності, параметри діяльності функціональних систем організму, морфологічного і психічного статусу, фізичної підготовленості, стану здоров'я. У здорових і практично здорових людей виділяють 4-5 рівнів фізичного стану (низький рівень, нижче середнього, середній, вище середнього, високий).

Фізичний стан – це також рівень стійкості організму до дії несприятливих факторів навколишнього середовища. Звідси фізіологічне тестування фізичної підготовленості полягає у визначенні об'єму функціональних резервів тканин, органів, систем органів і організму в цілому при збереженні якісних меж їх функцій.

2.2. Класифікація резервів організму. Поняття про фізіологічні резерви

Можливості людського організму (психічні і фізичні резерви) наукою вивчені дуже мало. Проте ніхто сьогодні не заперечує факту існування прихованих можливостей організму (резервів), які людина може використати, потрапляючи в екстремальні умови, пристосовуючись до високих психічних та фізичних навантажень.

Загальновідомо, що в умовах оптимального емоційного збудження людина може виконати значно більшу величину роботи, ніж в умовах відсутності вольового зосередження. Значно більші можливості мобілізації функцій має фізично натренований організм у порівнянні з ненатренованим. Таким чином, резерви зростають та активізуються в процесі систематичних фізичних тренувань, тривалої дії тих чи інших несприятливих факторів зовнішнього середовища (тепла, холоду, атмосферного тиску тощо).

Натренована людина відрізняється від ненатренованої не лише за об'ємом функціональних резервів, а й за будовою тіла, розвитком м'язової і кісткової тканин, міцністю зв'язкового і рухливістю суглобного апаратів. Виходячи з цього, всі резерви умовно поділяють на *функціональні* і *морфологічні.* До складу функціональних резервів входять резерви біологічні (біохімічні та фізіологічні) і соціальні (психічні та спортивно-технічні).

Оскільки виконання фізичних вправ є наслідком довільної діяльності людини, то психічні резерви є пусковим (оцінка вартості, сигналів до діяльності) і корегуючим (вольові зусилля) механізмом по відношенню до фізіологічних та біохімічних резервів.

Спортивно-технічні резерви визначаються наявністю рухових і тактичних навичок, спроможністю до їх вдосконалення, ефективного формування нових навичок на базі старих. *Біохімічні резерви* визначають інтенсивність і економічність процесів обміну, ефективність енергозабезпечення діяльності, швидкість відновлення енергосубстратів.

Фізіологічні резерви пов'язані з інтенсивністю і тривалістю роботи окремих клітин (нервових, м'язових тощо), органів (серця, легень, нирок тощо), систем органів (коардіореспіраторної, видільної тощо), з досконалістю механізмів нервово-гуморальної регуляції функцій. Таким чином, фізіологічні резерви можна розглядати на рівні клітин, тканин, органів, систем органів і організму в цілому. Фізіологічні резерви клітин переважно забезпечують адаптацію (акліматизацію) до тривалої дії тих чи інших подразників зовнішнього середовища; резерви органів і систем органів обумовлюють безпосередній перехід організму від спокою до інтенсивної м'язової діяльності; резерви регуляторних систем забезпечують узгоджені зміни функцій вегетативних та анімальних систем з метою досягнення найбільш ефективного для даних умов рівня функціонування організму.

2.3. Фази мобілізації резервів організму

При переході від стану спокою до діяльності фізіологічні резерви включаються пофазно. Об'єктивно простежити за переходом від однієї фази мобілізації резервів організму до іншої практично не можливо, важко також визначити і момент повного вичерпання доступних для використання *резервних можливостей організму* (РМО),

Наслідком механічного перевикористання фізіологічних резерів спортсменом (тривалі та часті тренування і змагальні навантаження на рівні максимальних можливостей організму), ймовірно, є стан перенатренованості. Резерви, що пов'язані із збереженням життя (боротьба за виживання), реалізуються і після виключення свідомості. Перевикористання прихованих резервів (особливо тваринами) спричиняє смерть.

Мобілізація фізіологічних *резервів першого об'єму* – до 35% РМО відбувається при переході від стану спокою до звичайної професійної діяльності. Виконання такої роботи, як правило, не пов'язане з потребою значної мобілізації волі. В основі механізмів мобілізації резервів цього об'єму лежать безумовні і умовні рефлекси.

Другий об'єм резервів (35-65% РМО) включається при потраплянні людини в екстримальну ситуацію – при швидкій і вираженій зміні стану навколишнього середовища, при виконанні надмірно напруженої фізичної роботи з наступними суттєвими змінами постійності внутрішнього середовища. Включення резервів цього об'єму обумовлюється не лише максимальною мобілізацією механізмів нервової і гуморальної регуляції функцій, а й активізацією вольових зусиль, використанням емоцій.

За межею 65% абсолютних можливостей організму лежить поріг мобілізації – *третій об'єм резервів.* Довільне, з допомогою вольових зусиль, використання цих резервів не можливе. В той же час прояв надзусиль не можливе без використання хоч незначної частини резервів саме цього об'єму. Третій об'єм резервів включається в умовах, які загрожують збереженню життя, часто після втрати свідомості, під час агоній. Включення резервів цього об'єму забезпечується безумовними рефлексами і зворотним гуморальним зв'язком. Не виключена можливість утворення в цих умовах ще не відомих в науці біологічно активних речовин, що володіють надмобілізаційним ефектом.

Фізіологічні резерви організму людини (особливо третій об'єм резервів) вивчені неповно. Адже для проведення досліджень необхідно підвести організм до стану, який знаходиться за порогом мобілізації (атонального стану), чого з відомих причин не може допустити дослідник. Звичайно, що можливості використання прихованих резервів організму в майбутньому визначатимуться нашими знаннями механізмів їх зростання і мобілізації. Про це свідчать успіхи висококваліфікованих спортсменів (рекорсменів), які завдяки систематичним напруженим тренуванням збільшують не лише резерви другого об'єму за рахунок третього, а й загальний об'єм резервів.

Основною умовою збільшення об'єму фізіологічних резервів організму спортсмена є фізичні тренування. Викликані ними функціональні зміни в організмі активізують компенсаторні механізми адаптації, формуючи якісно

новий структурний слід в системі (Ф.З.Меєрсон, 1981). При цьому збільшується синтез нуклеїнових кислот і білків, які відповідають за специфічну адаптацію до даного подразника (тренувального навантаження). Як налідок, активізуються структури, що раніше лімітували функцію даної клітини, і збільшуються резерви тих функціональних систем, які обумовлюють розвиток специфічної працездатності.

Мобілізація фізіологічних резервів відбувається завдяки активізації механізмів нервової і гуморальної систем регуляції. Механізмом термінової мобілізації резервів є емоції і вольові зусилля, їх направленого вдосконалення можна досягти систематичним аутогенним тренуванням. Для швидкого збільшення об'єму фізіолічних резервів, що визначають рівень прояву рухових якостей, використовують різноманітні фармакологічні засоби, спецефічне харчування тощо.

2.4. Генетична і фенотипічна обумовленість зростання функціональних резервів.

Швидкість досягнення високих специфічних функціональних резервів організму за допомогою даної тренувальної програми називається *тренувальністю.* Ступінь тренувальності визначають шляхом вимірювання величин функціональних ефектів, які сформувались внаслідок виконання конкретної тренувальної програми. Специфічність функціональних ефектів тренування лежить в основі специфічності тренувальності. Прикладом цього може бути неоднакова придатність окремих учнів до тренування різних рухових якостей.

В залежності від величини і темпів розвитку тренувальних ефектів виділяють чотири варіанти тренувальності (Я.М.Коц, 1986):

1).висока і швидка тренувальність - великі тренувальні ефекти, швидко наростаючі в початковому періоді тренування з наступними повільними змінами;

2) висока і повільна тренувальність – великі тренувальні ефекти, що наростають послідовно і повільно;

3) низька і швидка тренувальність – невеликі тренувальні ефекти з швидким їх ростом на початку тренування;

4) низька і повільна тренувальність – невеликі тренувальні ефекти, що наростають послідовно і повільно.

Функціональні можливості спортсменів і взагалі резерви людини передаються спадково (генетична обумовленість тренувальності), розвиваються за генетичною програмою і збільшуються чи створюються в процесі тренувань.

Спадкова обумовленість функціональних тренувальних ефектів у значній мірі пояснюється їх високою залежністю від антропометричних і морфологічних ознак, які мають високий коефіцієнт спадковості. Високі коефіцієнти спадковості характерні для таких показників кардіо-респіраторної системи, як загальна і життєва ємність легень, залишковий і резервний об’єм легень, тривалість затримки дихання, максимальна ЧСС, величина ЧСС в спокої, товщина стінок лівого шлуночка.

Висока генетична обумовленість характерна для показників, що лежать в основі швидкісно-силових якостей: відносна максимальна довільна сила м’язів (коефіцієнт спадковості − 0,6), максимальна анаеробна потужність за методом Маргарія (коефіцієнт спаковості у близнят − 0,97), вміст швидких м'язових волокон, швидкість рухової реакції тощо. Встановлена висока спадкова обумовленість максимальної аеробної працездатності, визначеної з допомогою тесту фізичної працездатності (коефіцієнт спадковості − 0,9).

Висока спадковість показників, що лежать в основі швидкісно-силових і витриваліших якостей, вказує на необхідність використання їх для цілеспрямованого відбору талановитої молоді в спортивні секції, для прогнозування спортивних досягнень. Проте прогнозування буде найбільш повним при врахуванні чутливості даного організму до тренування (тренувальність), що також залежить від генотипу. Так, біля 70-80 % величини приросту МСК під впливом тренуваня на витривалість визначається спадковістю, а 20-30 % залежить від передтренувального рівня МСК (Я.М.Коц, 1986). Якщо спортсмен не має генетичних задатків для високого МСК, то воно (МСК) і після багаторічного тренування не зросте до бажаного рівня. Зростання МСК під впливом фізичних тренувань, швидко вичерпуючись, припиняється. Проте працездатність і спортивні результати продовжують збільшуватись при стабілізації рівня МСК, обумовленого спадковістю. Так, якщо генетичний бар’єр МСК складає 5 л/хв, то подолати його фізичними тренуваннями неможливо. У таких випадках аеробна працездатність підвищуватиметься за рахунок інших резервів, зокрема, завдяки змінам в м’язових волокнах типу 2.

Виявлення спадково обумовлених задатків, що лежать в основі розвитку тих чи інших рухових якостей даних спортсменів, можливе лише при наявності певних умов середовища, які можуть змінити формування фенотипу. Вирішальним осередковим фактором тут є фізичне тренування. Досягнення спортсменами рекордних результатів можливе лише за умови оптимального поєднання генотипу і фенотипу.

Тема 3. Використання фізіологічних показників рівня здоров'я при дозуванні фізичних навантажень

3.1. Поняття дози та норми навантажень.
3.2. Фізіологічні основи нормування інтенсивності фізичних навантажень.
3.3. Фізіологічні основи дозування об'єму навантажень.
3.4. Дозування фізичних навантажень при оздоровчому тренуванні юних спортсменів

3.1. Поняття дози норми навантажень

Доза ***навантаження*** − це його величина, тобто об'єм і інтенсивність. ***Величина навантажень*** − це міра впливу фізичних навантажень конкретного об'єму і інтенсивності на організм людини.

Норма навантаження − це доза навантаження, яку необхідно виконати, щоб вирішити конкретне завдання – досягнення запланованого спортивного результату, підтримання або збільшення рівня здоров'я. Нормування навантажень полягає у визначенні їх нормативних доз.

Нормуванням навантажень передбачається не лише виконання конкретної за об'ємом і інтенсивністю величини навантаження (дози), а і вказується на майбутній результат, який людина зможе одержати, виконавши певну дозу навантажень. В цілому доза навантаження може бути більшою або меншою від норми, або ж відповідати їй.

Виділяють *фізичні* (тривалість і швидкість виконання вправ, число повторень тощо) і *фізіологічні* (споживання кисню, кисневий борг, ЧСС, ХОД, киснева ємкість крові тощо) показники величин фізичних навантажень. Найбільш повними і інформативними звичайно є комбіновані (фізичні і фізіологічні) показники навантаження.

Формування функціональних ефектів тренування відбувається лише за умови, коли тренувальні навантаження досягають або перевищують так зване порогове навантаження (принцип прогресуючого навантаження). Порогове прогресуюче навантаження, як правило, має бути більшим звичайного повсякденного побутового або звичайного тренувального навантаження.

Принцип порогових навантажень лежить в основі індивідуалізації тренувань. У свою чергу індивідуальний підхід до тренувань окремих спортсменів можливий при обов'язковому врахуванні рівня їх функціональної підготовленості. Адже одне і те ж тренувальне навантаження може бути пороговим для спортсмена-початківця і непороговим (під-пороговим) для спортсмена високої кваліфікації. Саме тому для визначення величини тренувальних навантажень необхідно знати об'єм фізіологічних резервів (рівень здоров'я) особи, яка вирішила займатись фізичною культурою і спортом.

Загальноприйнятим є такий тижневий об'єм рухової активності: для дітей дошкільного віку − 21-28 годин, для школярів − 14-21, для учнів середніх і вищих навчальних закладів − 10-14, для представників інших верств населення − 6-10 годин. Таке нормування величин рухової активності досить приблизне,

адже за одну і ту ж одиницю часу можна виконати різну за об'ємом роботу, яка призведе до неоднакових фізіологічних зрушень в організмі. Так, при ходьбі швидкістю 4 км/год (ЧСС 80-100 ск/хв) втрати енергії становлять 200 ккал/год, під час бігу швидкістю 9 км/год ЧСС зростає до 150 ск/хв, а енерговитрати − до 600 ккал/год.

3.2. Фізіологічні основи нормування інтенсивності фізичних навантажень

Інтенсивність навантажень − це кількість рухових дій, виконаних за одиницю часу, це напруженість функцій органів і систем організму при виконанні певного навантаження. За *зовнішніми* показниками інтенсивність навантажень вимірюється *швидкістю,* а за *внутрішніми* − *напруженістю* (відношення фактичної швидкості до максимально можливої для обстежуваного), а також за збільшенням концентрації молочної кислоти в крові, за приростом ЧСС тощо. Дозування інтенсивності навантажень за зовнішніми показниками в порівнянні з внутрішніми технічно більш просте, але менш точне.

Розрізняють *абсолютну і відносну інтенсивність тренувальних навантажень* (ТН). ***Абсолютне ТН*** − це максимальне для кожної людини навантаження, виражене у фізичних одиницях виміру (м/с, кг, частота рухів тощо). ***Відносна інтенсивність навантажень*** вимірюється в процентах. Наприклад, попереднім велоергометричним тестуванням встановлено, шо максимальна потужність навантаження в обстежуваного становить 200 Вт (100%). Якщо для тренувань пропонується виконувати навантаження інтенсивністю 50% від максимального, то тренувальне навантаження становитиме 100 Вт .

З фізіологічних (внутрішніх) показників фізичного навантаженняв спортивній практиці найбільшого використання знайшли такі, як:споживання кисню, рівень молочної кислоти в крові, кисневий борг, ЧСС тощо.

Розрізняють порогову (мінімальну), середню і пікову (максимальну) ЧСС, і відповідно порогову, середню і пікову величини фізичних навантажень. *Порогова ЧСС* − це найменша ЧСС, тренувальні навантаження при якій не сприяють виникненню позитивних тренувальних ефектів. *Пікова ЧСС* − максимально допустима на тренуваннях ЧСС, її перевищення не бажане, оскільки може призвести до перенапруження і розвитку перенатренованості. Частота пульсу, що відповідає середній інтенсивності навантаження даного тренувального заняття, називається *середньою.* При визначенні оптимальної інтенсивності тренувальних навантажень, звичайно, слід враховувати індивідуальні особливості людини, її вік, стать, фізичний стан, рівень адаптації до фізичних навантажень.

Використання ЧСС як внутрішнього показника інтенсивності фізичного навантаження можливе лише для вправ, спрямованих на розвиток загальної витривалості, тобто для вправ тривалістю більше трьох хвилин (в діапазоні 120-170 ск/хв). Це пояснюється досить тривалим (біля 3 хв) періодом роботи серцево-судинної системи.

Відносну робочу частоту серцевих скорочень **(ВР ЧСС)** розраховують за формулою:

$$\text{ВР чсс} = {}^{Рчссс}\!/_{мчсс} \times 100\ \%$$

де: **РЧСС** − ЧСС в період виконання вправи;

МЧСС − максимальна для даної людини ЧСС визначена за формулою: 220 – вік.

Приблизна інтенсивність витривалісних тренувальних навантажень за *відносним показником ЧСС* **(ВР ЧСС)** для молодих здорових чоловіків і жінок така: порогова ВР ЧСС − *65-75%,* середня − 80-90% і пікова (максимальна) − 95% і більше.

Досить раціональним є дозування інтенсивності фізичних навантажень з урахуванням величин *належного максимального споживання кисню* **(НМСК)** в процентах від НМСК. Величини НМСК розраховують з врахуванням віку, статі і маси тіла за формулами:

$$\text{Н МСК чол.} = \frac{1}{(1 + 0{,}624 + вік) \times (0{,}5 : маса\_тіла - 0{,}0014) + 0{,}011}$$

$$\text{Н МСК жін.} = \frac{1}{(8 \times 76 + вік) \times (28224 : масу\_тіла - 1) - 50}$$

Пропонується така класифікація потужності фізичних навантажень (в процентах від НМСК): легка − 20% НМСК, інтенсивна − 35-50% НМСК, субмаксимальна − 75% НМСК, максимальна − 100% НМСК, виснажуюча або субмаксимальна − більше 100% НМСК.

Для більшості людей, зайнятих на виробництві, а також для школярів, які не займаються в спортивних секціях, інтенсивність фізичних навантажень за рівнем споживання кисню сьогодні не перебільшує 20-30% від МСК, мінімальна інтенсивність ефективного тренувального навантаження становить не менше 40-50% максимальної середньої працездатності. Таким чином, фізичні навантаження переважної більшості людей, зайнятих на виробництві та учнів, які не займаються спортом недостатні для підвищення фізичної працездатності і підтримування їх на оптимальному, сумісному з добрим здоров'ям, рівні.

На початковому етапі занять оздоровчою фізкультурою інтенсивність навантажень для здорових осіб не повинна перевищувати 60% МСК. Згодом, в ході розвитку функціональних можливостей організму, потужність навантажень доцільно збільшити до 70-80% МСК і більше.

При тренуванні спортсменів, у яких абсолютні велечини МСК значно вищі, ніж у не спортсменів, використовуються навантаження з МСК 100-150% від належного.

Інтенсивність тренувальних навантажень можна визначити і за *показником анаеробного порогу* **(АП** або **ПАНО).** Визначається АП за рівнем молочної кислоти в крові. Інтенсивність нагромадження молочної кислоти в крові збільшується із збільшенням потужності навантаження. Період швидкого зростання рівня молочної кислоти в крові розцінюється як анаеробний поріг.

АП можна розрахувати і за кількістю виділеного через легені вуглекислого газу. Адже його утворення в процесі роботи точно відповідає вмісту кислоти в крові, яка нейтралізується бікарбонатною системою крові з виділенням додаткової кількості вуглекислого газу.

3.3. Фізіологічні основи дозування об'єму навантажень

Об'єм навантажень Основним її показником є час, затрачений на тренувальну і змагальну діяльність та число тренувальних занять. Об'єм навантажень характеризується *зовнішніми* (кількістю виконаних вправ за тренування, добу, рік) і *внутрішніми* (реакція фізіологічних систем на виконану роботу) показниками, між якими існує прямий взаємозв'язок. Чим більший зовнішній об'єм навантажень, тим більше виражена реакція-відповідь на нього. Проте ця залежність не лінійна, оскільки змінюється в процесі адаптації організму до фізичних навантажень.

За об'ємом навантаження бувають великі, середні і малі. Великий об'єм навантажень забезпечує розвиваючий НТЕ, а при багаторазовому повторенні – КТЕ. Ознаками великого об'єму навантажень є значна втома, зниження працездатності, значна втрата маси тіла (більш ніж на 1 кг), тривале (більше 24 годин) відновлення функцій організму.

Середній об'єм навантажень сприяє розвитку підтримуючого КТЕ, який забезпечує збереження досягнутого раніше рівня підготовленості. Тривалість відновного періоду після виконання середнього об'єму навантажень проводиться менше 24 годин, втрата маси тіла − до 1 кг.

Незначні за об'ємом навантаження не забезпечують росту функціональних тренувальних ефектів, вони лише сприяють відновленню працездатності після попередніх значних навантажень, оптимізують нервово-психічний стан-спортсмена, створюючи тим самим оптимальні умови до ефективного прояву дії великого і середнього об'ємів навантажень.

Величина витрат часу (об'єм навантажень) на підготовку спортсменів високої кваліфікації завжди більша, ніж на підготовку спортсменів масових розрядів. При цьому досягнення високих спортивних результатів спортсменами високої кваліфікації обумовлено перш за все збільшенням об'єму інтенсивних навантажень (42-54%.для спортсменів масових розрядів; 74-76% від загального об'єму навантажень для кандидатів у майстри спорту і майстрів спорту .

Тривалість навантаження. Серед дослідників немає єдиної думки щодо тривалості тренувальних навантажень для осіб різного віку, статі і рівня фізичної підготовленості.

Тривалість періоду повного розвитку адаптаційних реакцій організму (період завершення впрацювання основних енергозабезпечуючих систем) становить 5-8 хвилин. Його і приймають за мінімальну тривалість тренування, звичайно, при достатній інтенсивності навантаження. Виконання тренувальних навантажень тривалістю менше 6 хвилин (при достатній інтенсивності і частоті) не забезпечує належної активізації процесів обміну і призводить до припинення розвитку натренованості.

Шестихвилинна тривалість тренувальних навантажень може практикуватись лише на початкових етапах оздоровчих тренувань. Оптимальна тривалість навантажень значно більша, вона залежить від віку, статі, рівня фізичної підготовленості: для молодих людей − 45 хв, для людей старшого віку − 30 хв, для осіб віком 60 років − 20 хв .

Порогова тривалість тренувальних навантажень (як окремих вправ, так і всього тренувального заняття і тренувального циклу в цілому) залежить від їх інтенсивності: чим більша інтенсивність навантажень, тим коротшою має бути їх тривалість. Так, при інтенсивності оздоровчих навантажень більш 80% від МСК їх тривалість не повинна перебільшувати 10 хвилин, при навантаженнях інтенсивністю 80% від МСК − 20-30 хвилин, при навантаженнях інтенсивністю 60% від максимальної аеробної працездатності − однієї-двох годин (туристський похід, легкий біг, ходьба, лижні прогулянки).

Частота тренувальних занять. Перехід НТЕ від окремих тренувальних занять в КТЕ можливий лише за умови, якщо величина (за об'ємом і інтенсивністю) тренувального навантаження достатня для активізації генетичного апарата клітин. При цьому тривалість інтервалів між заняттями повинна бути такою, щоб повторне виконання навантаження виконувалось на фоні ще не згаслих в активованих діяльністю рухових нервових центрах слідових явищ від попереднього заняття. Оптимальним для повторного виконання підтримуючого або розвиваючого навантаження вважається інтервал, рівний 24-48 годинам. Повне згасання слідів від попереднього заняття завершується приблизно через чотири доби. Повторення тренувань через цей час не даватиме яких-небудь помітних результатів у розвитку рухових якостей.

При тренуванні витривалості оптимальним вважається частота занять 3-5 разів на тиждень, для швидкісно-силового тренування − 3 рази.

3.4. Дозування фізичних навантажень при оздоровчому тренуванні юних спортсменів

Особлива складність фізичного виховання дітей пов'язана з ростом і розвитком їх організму. При надмірних витратах енергії на м'язову роботу, особливо при неповноцінному харчуванні, ріст і розвиток організму можуть бути порушені. Крім того, інтенсивні тренувальні і змагальні навантаження часто виступають як стресові фактори, які через нейрогуморальну систему також впливають на процеси розвитку організму, на прояв акселерації.

В дитячому спорті домінуюче значення завжди повинні мати спортивно-оздоровчі і санітарно-гігієнічні вимоги, а тоді вже суто спортивні.

Необхідно завжди пам’ятати, що інтенсивні навантаження в період природного інтенсивного розвитку організму можуть негативно впливати на фізичний розвиток, формування конституційних особливостей і вдосконалення вегетативних функцій. Так, виконання інтенсивних тренувань дівчатками у віці 9-11 років може призвести до небажаних морфо-функціональних змін. Внаслідок андрогенної переваги функцій гіпофіза і наднирників у таких дівчаток формуватиметься тіло з широкими плечима, вузьким тазом тощо. Згодом такі зміни можуть призвести до порушень циклічності місячних, утруднень запліднення яйцеклітини, ускладнень перебігу вагітності та родів.

Суттєвий вплив на прояв акселерації дітей виявляє гіподинамія, прямим наслідком якої є збільшення маси тіла. Вважається, що існує певна критична маса тіла (жирова маса), яка сприяє запуску механізмів статевого дозрівання. У хлопчиків прискорення статевого дозрівання корелює з ростом м’язової маси. Наслідком ожиріння дівчаток вважається раннє статеве дозрівання. Таким чином, на статеве дозрівання хлопчиків більш виражений вплив виявляють фізичні навантаження, а на дозрівання дівчаток – гіподинамія. Надмірна гіподинамія, як і надмірні навантаження, призводять до виникнення в організмі різноманітних патологій.

В тренуванні школярів значну увагу належить приділяти, вдосконаленню пропріорецептивних рефлексів − вмінню визначати положення частин тіла, оцінювати величину зусиль м’язів, сполученню пропріорецептивних рефлексів з екстерорецептивними (оцінка віддалі, ваги, глибини тощо).

Для учнів 12-14-річного віку характерні підвищена втомлюваність, вразливість, збудливість, недостатньо критична оцінка своїх успіхів і поразок.

Обсяг тренувальних навантажень юних спортсменів. З дітьми шкільного віку кожний тиждень необхідно проводити 6-15 годин організованих занять фізичними вправами за спеціальними програмами і стільки ж годин, а по можливості і більше, самостійних занять на свіжому повітрі або в приміщенні. Для школярів початкових класів об’єм рухової активності повинен бути дещо більшим (14-15 годин), ніж для старшокласників (для дівчат 4-9, для юнаків − 7-12 годин організованих занять на тиждень).

Загальний об’єм м’язової діяльності школярів (організовані і самостійні заняття фізичними вправами) повинен становити в середньому не менше 20 годин на тиждень. Зменшення об’єму рухової активності учнів старших класів повинне йти паралельно з підвищенням інтенсивності навантажень.

Інтенсивність тренувальних навантажень юних спортсменів Поняття інтенсивності (потужності) навантаження для кожного конкретного учня досить індивідуальне. Адже максимальна потужність для одного учня досить часто може бути помірною для іншого. Інтенсивність фізичних навантажень школярів найчастіше визначають за величиною ЧСС. Це обумовлено наявністю лінійної залежності частоти пульсу від потужності (інтенсивності) навантаження. Показник ЧСС надійно характеризує інтенсивність навантажень, тривалість яких більша 2-3 хв, тобто більша тривалості часу впрацювання кардіореспіраторної системи організму. Для фізичних вправ тривалістю менше 2 хв, при яких ЧСС не відображає інтенсивності навантажень, доцільно використовувати показник пульсового боргу. *Пульсовий борг* (ПБ) визначається за показником ЧСС перших п’яти

хвилин після виконання роботи. З пульсової вартості 5-хвилинного відновного періоду віднімають п’ятикратну величину ЧСС спокою (ЧСС):

$$\textbf{ПБ} = \textbf{ЧСС}_1+\textbf{ЧСС}_2+\textbf{ЧСС}_3 + \textbf{ЧСС}_4 + \textbf{ЧСС}_5 - 5\textbf{ЧСС}_{сп}$$

Відношення величини ПБ до часу виконання вправи (час протягом якого утворюється ПБ) становить *показник інтенсивності навантажень* (ІН).

За допомогою показника ІН оцінюється як інтенсивність енерговитрат при виконанні самих різних за характером фізичних вправ, так і (при виконанні дозованих навантажень) працездатність досліджуваних осіб. Зниження показника ІН при повторному виконанні дозованого навантаження свідчить про зростання фізичної працездатності, зростання ж величини ІН вказує на зниження працездатності обстежуваного.

Об’єктивність дозування інтенсивності різних за характером фізичних вправ значно зростає при врахуванні належного МСК (НМСК) − в процентах від НМСК.

НМСК для здорових не натренованих дітей можна визначити, користуючись такими формулами..

Для хлопчиків віком від 8 до 15 років:

$$\textbf{НМСК (мл)} = \textbf{МТ}\times\textbf{50},$$

де: МТ − маса тіла, кг;
50 − споживання кисню, мл/кг маси тіла.

Для дівчаток такого ж віку:

$$\textbf{НМСК (мл)} = \textbf{МТ} \times \textbf{40},$$

де: МТ − маса тіла, кг;
40 − споживання кисню, мл/кг маси тіла.

Порівнюючи МСК з НМСК, можна розрахувати рівень порогового навантаження і у відповідності з рівнем функціональної підготовленості обстежуваного (визначивши його фізичну підготовленість) розробити відповідну програму тренувальних навантажень.

Особливо старанною повинна бути підготовка до перших змагань. Плануючи допуск школярів до спортивних змагань, належить враховувати вікові обмеження. До шкільних змагань юні спортсмени допускаються у віці 9-10 років, до районних і міських − з 11-12, до обласних і регіональних − з 13-14, до державних − з 10-16, до міжнародних − з 16-18 років. Змагання бажано проводити в полегшених умовах. Це сприятиме зменшенню фізичного і психічного напруження дітей. З цією метою в шкільних видах спорту змагання проводять на скорочених дистанціях та зі зменшеною тривалістю (в спортивних іграх). Кількість змагань протягом року має бути обмеженою, особливо в період напружених занять у школі.

РОЗДІЛ ІІ
ДІАГНОСТИКА МОРФОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗА МЕТОДИКОЮ АНТРОПОМЕТРІЇ У ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ ТА ЕРГОТЕРАПІЇ

Тема 1. Загальна характеристика антропометричних вимірювань

1.1. Поняття про антропометрію, вимоги до антропометричних вимірювань
1.2. Характеристика антропометричного інструментарію.
1.3. Основні антропометричні точки тіла людини.

1.1. Поняття про антропометрію, вимоги до антропометричних вимірювань

Антропометрія (від грец. *Anthropos* – людина, *metreo* – міряю) – це метод вивчення людини, заснований на вимірюванні морфологічних і функціональних ознак його тіла. Разом з антропологією звичайно поєднується самотоскопія – огляд тіла, при якому фіксуються ознаки, що не піддаються вимірюванню.

Для тренерів і спортсменів антропометричні дані являють значний інтерес, бо дають можливість постійно слідкувати за особливостями фізичного розвитку, рекомендувати спортсменам – початківцям займатися тим чи іншим видом спорту, а також індивідуально планувати навантаження.

Для отримання об'єктивних результатів при антропометричних вимірюваннях необхідне досконале знання анатомії людини, локалізації основних загальноприйнятих вимірних точок скелета (виступів кісток, горбів, гребенів, країв епіфізів тощо), певних складок шкіри. Специфічних утворень, ділянок на поверхні тіла (надключичної, підключичної, грудної, груднинної, пупкової тощо).

Під час проведення антропометричних обстежень необхідно дотримуватись певних вимог, які забезпечують не тільки точність результатів, але і можливість їх порівняння:

1. Дослідження повинні проводитися в один і той же час доби – бажано в першу половину дня, бо до кінця дня повздовжні розміри тіла можуть зменшуватися. Тому кращий час для антропометричних вимірювань – вранці на тщесерце або через 2–3 години після вживання їжі. Якщо виникає необхідність у проведенні вимірів у середині дня або ввечері досліджуваному рекомендується провести перед дослідженням 10–15 хвилин в положенні лежачи, оскільки до кінця дня довжина тіла людини зменшується, як правило, на 2-3 см, що пов'язано із зниженням тонуса мязів, які підтримують хребтовий стовп у вертикальному положенні.

2. Ділянки тіла, на яких проводяться вимірювання, повинні бути повністю оголеними. Досліджуваний стоїть на цупкій рівній поверхні босоніж. Тому температура в приміщенні, де проводиться досліджування, повинна бути не нижче 18–20°С. Підлогу слід закривати килимом, щоб досліджуваний не стояв босоніж на цементі або дерев'яній підлозі. Освітлення приміщення повинно бути рівним і достатнім.

3. Необхідно забезпечити на весь період дослідження постійність пози досліджуваного (особливо при вимірюванні повздовжніх розмірів): стоячи; живіт підібраний; руки вільно опущені вздовж тулуба, пальці рук випрямлені, п'ятки разом, пальці ніг відведені вбік; голова в положенні "німецької горизонталі" (коли нижній край правої очної ямки і козелкова точка вуха знаходяться на одному рівні – в одній горизонтальній площині).

Виключення складає вимірювання дітей віком до 3–х років – воно проводиться в положенні дитини лежачи на столі.

4. Досліджування не повинно бути тривалим за часом. Якщо вимірювання триває понад 3 хвилин, досліджуваний втрачає фіксоване положення тіла.

5. Необхідно дотримуватися точних вимірювань.

6. Надійність вимірювання досягається лише при дотриманні відповідних вимог, інструкцій і використанні спеціального стандартного вивіреного інструментарію.

1.2. Характеристика антропометричного інструментарію.

Антропометричний інструментарій призначений для визначення повздовжніх, глибинних, поперечних, обхватних розмірів тіла, ваги тіла, товщини шкірно-жирових складок.

Цей інструментарій складається зі спеціальних інструментів і приладів, призначених для вимірів окремих показників людського тіла і кісток скелета та шкал і муляжів, які застосовуються для виявлення описових ознак.

У процесі антропометричних досліджень найчастіше використовуються такі інструменти:

1. **Металевий штанговий антропометр** системи Мартіна, що застосовується здебільшого для вимірювання зросту (довжини тіла) та довжини кінцівок живої людини, складається з чотирьох металевих трубок, які після збірки утворюють штатив завдовжки 2 м (рис. 2.1). Він містить дві міліметрові шкали, нульові позначки котрих знаходяться на протилежних кінцях штатива – нижньому та верхньому. По штативі вільно переміщується поперечна ніжка – лінійка, що може обертатися навколо своєї власної осі.



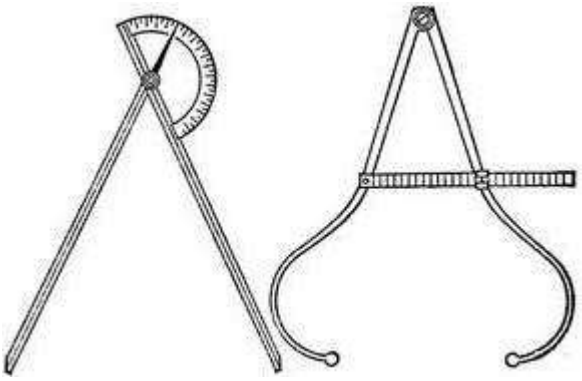
Рис. 2.1

2. **Дерев'яний станковий ростомір**. Цим приладом можна визначати довжину досліджуваного в положенні стоячи або сидячи (рис. 2.2).



Рис. 2.2.

3. **Ковзний циркуль** призначений для вимірів невеликих лінійних відстаней. Складається з плоскої металевої пластини з міліметровою шкалою та двох поперечних ніжок: нерухомої, закріпленої на нульовій позиції, та рухомої, що вільно пересуваючись уздовж лінійки, фіксує відстань між двома точками (рис. 2.3.).



Ніжки мають різні кінці: гострі, за допомогою яких здебільшого вимірюють черепи, та заокруглені, які застосовуються під час вимірів живих людей. Довжина ковзного циркуля – 220–300 мм.

Рис. 2.3.

4. **Великий і малий товщинні циркулі** застосовуються для вимірів відстаней між точками, які розташовані на сферичних поверхнях тіла чи кісток. Складається з двох рухливих пластин з'єднаних між собою гвинтом (рис. 2.4.).

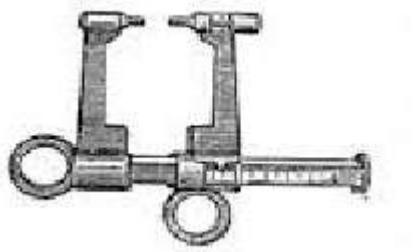


Рис. 2.4.

Нижні половини пластин мають пряму, а верхні – дугоподібну форму. Між пластинами закріплена лінійка з міліметровою шкалою, яка дає змогу фіксувати відстань між розведеними кінцями циркуля. Розмах великого товщинного циркуля становить 600 мм, малого – 250 мм. Циркулями визначають поперечні розміри.

5. **Міліметрові стрічки** використовують для вимірів периметрів (окружностей) людського тіла: грудей, кінцівок тощо. Це тонка металева або полотняна стрічка довжиною 1,5–2 м з міліметровою розбивкою (рис. 2.5.).



Рис. 2.5.

6. **Ваги медичні** з точністю вимірювання до 50,0 кг прилад застосовується для визначення ваги тіла (рис. 2.6).



Рис. 2.6.

7. **Каліпер** використовують для вимірювання шкірно-жирових складок. За цим показником можна визначити ступінь розвитку і локалізацію шкірно-жирових відкладень. Найчастіше застосовують каліпер із площею стикання поверхонь 90 мм ^{2}. Кожна із його ніжок має прямокутну форму із заокругленими кутами (розмір прямокутника 6х15 мм). Стандартний тиск (10 г/мм) задається пружинкою (рис. 2.7).



Рис. 2.7.

8. **Динамометри** (кистьовий, становий). Застосовується для вимірювання сили не тільки м’язів-згиначів кисті і м’язів-розгиначів тулуба, але і багатьох інших груп м’язів (рис. 2.8). Визначення сили окремих груп м’язів дозволяє стверджувати про топографію сили м’язів людини і, зокрема, спортсменів різних спеціальностей.



Рис. 2.8. Кистьовий і становий динамометри

9. **Гоніометри** використовують для визначення рухливості в суглобах в градусах. Сумарна рухливість у всіх досліджених суглобах дозволяє характеризувати таку фізичну якість людини як гнучкість (рис. 2.9).

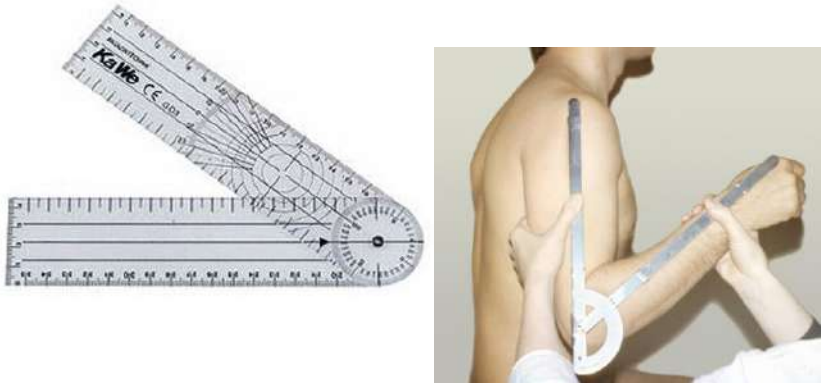


Рис. 2.9.

10. **Стопоміри** – для визначення розмірів стопи. За допомогою цього приладу можна визначити довжину і ширину стопи (рис. 2.10).

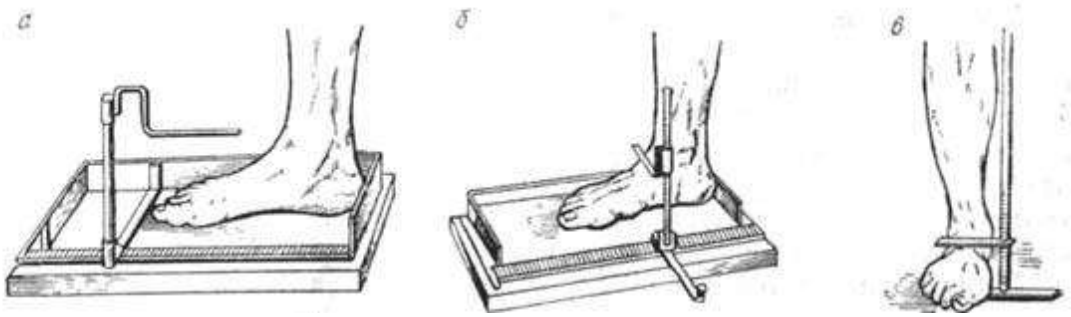


Рис. 2.10. Стопомір: а—загальний вигляд; б— вимірювання висоти підйому; в—спрощений варіант.

1.3. Основні антропометричні точки тіла людини

Розміри тіла, які використовують в антропометрії, поділяють на поздовжні, поперечні, обхватні.

Для забезпечення точності їх вимірювання використовують антропометричні точки. Для цієї мети використовують кісткові виступи, горби, краї кісток, виростки, складки тіла, специфічні шкірні утворення (грудні соски, пупок тощо).

Для вимірів голови й обличчя живої людини застосовують систему антропометричних точок (рис. 2.11) :

1. **Вертекс,** або верхівкова, *vertex (v)* – найвища точка на тім'ї при положенні голови в "німецькій горизонталі".

2. **Глабеля**, *glabella (g)* – найбільш виступаюча вперед точка між бровами в медіально-сагітальній площині.

3. **Селіон**, *sellion (se*) - найглибша точка перенісся.

4. **Тріхіон**, *trichion (tr)* – точка, розташована на перетині серединної площини з нижнім краєм волосяного покриву в лобовій частині.

5. **Еуріон,** або тім'яна, *euryon (eu*) – найбільш виступаюча назовні точка бічної стінки голови.

6**. Зигіон**, або вилична, *zygion (zy)* – найбільш виступаюча назовні точка виличної дуги.

7. **Офріон**, *ophryon (op)* – місце перетину медіально – сагітальної площини з лінією, проведеною між найвищими точками брів.

8. **Метопіон**, *metopion (m)* – точка на перетині серединної площини з лінією між найбільш виступаючими пунктами лобних горбів

9. **Лабрале суперіус**, або губна верхня, *labrale superius (ls)* – точка на верхній губі, яка лежить на перетині медіальної площини з межею між її шкірною і слизистою частинами.

10. **Назіон,** або верхньоносова, *nasion (n)* – точка в місці перетину носолобового шва з медіально – сагітальною площиною.

11. **Опістокраніон**, або потилична, *opisthokranion (op)* - найвіддаленіша від глабели точка голови в медіально – сагітальній площині.

12. **Лабрале інферіус**, або губна нижня, *labrale inferius (li)* – точка на нижній губі, яка лежить на перетині медіальної площини з межею між її шкірною і слизистою частиною.

13**. Субназале**, або підносова, *subnasale (sn)* – задня точка нижнього краю носової перегородки.

14. **Стоміон**, або ротова, *stomion (sto)* – серединна точка ротової щілини.

15**. Трагіон**, або козелкова, *tragion (t)* – точка над верхнім краєм козелка вуха, що лежить на перетині двох дотичних ліній, проведених до верхнього й переднього країв козелка.

16.**Гнатіон**, або підборідна, *gnathion (gn)* – найнижча точка підборіддя у медіально-сагітальній площині.

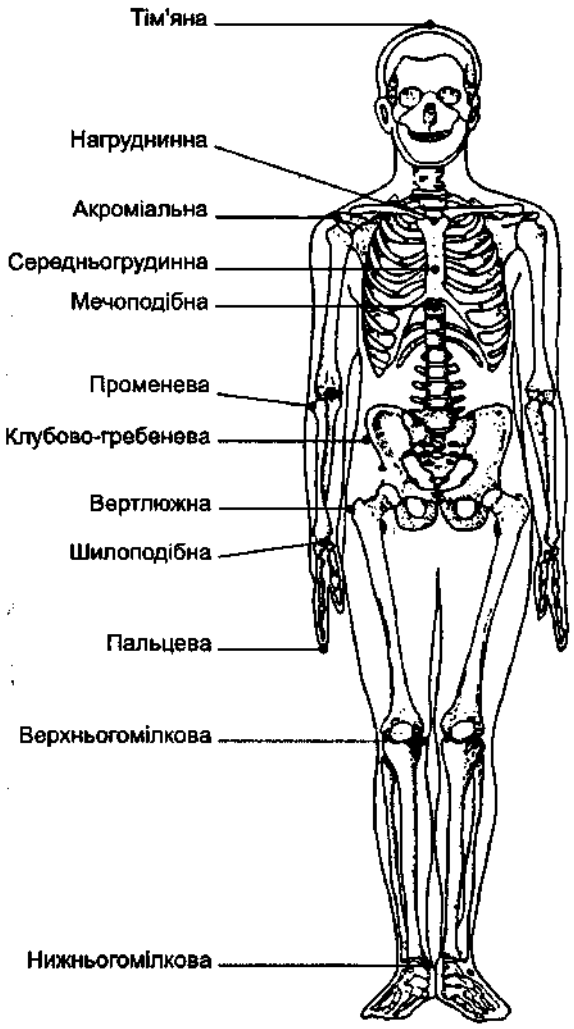
17. **Гоніон**, або нижньощелепна, *gonion (go)* – найбільш виступаюча назовні точка на куті нижньої щелепи.

Для вимірювання тіла живої людини застосовують систему антропометричних точок, які містяться на тулубі та кінцівках.

1. **Верхньогруднинна**, *suprasternale (sst)* – у центрі верхнього краю яремної вирізки груднини.

2. **Середньогруднинна,** *mesosternale (mst)* – у центрі тіла груднини на рівні верхнього краю четвертого грудинно-реберного зрощення.

3. **Соскова**, *thelion (th)* – точка в центрі соска, що визначається тільки в дітей та чоловіків.



4. **Шийна**, *cervicale (c)* – точка на верхівці остистого відростка сьомого шийного хребця.

5. **Нижньогруднинна** – точка в ділянці основи мечоподібного відростка груднини по середній лінії тіла.

6. **Плечова**, *akromion (a)* – найбільш виступаюча назовні точка на краю плечового відростка лопатки при вільно опущених руках.

7. **Променева**, *radiale (r)* – верхня точка голівки променевої кістки з зовнішньо-переднього боку передпліччя.

8. **Шилоподібна радіальна**, *stylion (sty)* – нижня точка шилоподібного відростка променевої кістки.

9. **Фалангова**, *phalangion (ph)* – верхня точка основної фаланги третього пальця на тильній поверхні.

Рис. 2.11. Система антропометричних точок тіла людини

10. **Пальцева**, *dacrylion (da)* – найнижча точка м’якоті дистальної фаланги третього пальця на опущеній руці.

11. **Поперекова**, *lumbale (lu)* – точка на верхівці остистого відростка сьомого шийного хребця.

12. **Пупкова**, *omphalion* (om) – у центрі пупка.

13**. Лобкова**, *sumphomysion (sy)* – по медіальній лінії на верхньому краї лобкового зрощення.

14. **Передня клубово-остиста**, *iliospinale anterius (is)* – найбільш виступаюча вперед точка верхньої передньої ості клубової кістки.

15. **Клубово-гребінцева**, *iliocristale (ic)* – найбільш виступаюча назовні точка на гребні клубової кістки.

16. **Вертлюгові**, *trochanterion (tro)* – найвища, найбільш виступаюча назовні точка великого вертлюга стегна.

17. **Верхньогомілкова внутрішня**, *tibiale (ti)* – найвища точка внутрішнього краю проксимального епіфізу великогомілкової кістки.

18. **Нижньогомілкова внутрішня**, *sphyrion (sph)* – найнижча точка внутрішнього краю проксимального епіфізу великогомілкової кістки.

19. **П'яткова**, *pternion (pte)* – найбільш виступаюча точка п'ятки.

20**. Кінцева**, *akropodion (ap*) – найбільш виступаюча вперед точка стопи на м'якоті дистальної фаланги першого або другого пальця.

Тема 2. Загальнометодичні принципи вимірювання розмірів тіла

2.1. Методика вимірювання повздовжніх розмірів тіла
2.2. Визначення поперечних розмірів тіла
2.3. Визначення обхватних розмірів
2.4. Визначення товщини шкірно-жирових складок
2.5. Методика оцінки пропорції тіла

2.1. Методика вимірювання повздовжніх розмірів тіла

Повздовжні розміри тіла людини визначають як проекційну відстань між антропометричними точками, які орієнтовані у вертикальній площині.

1. **Довжина тіла** (зріст) – висота над підлогою верхівкової точки досліджуваного. Вимірюється антропометром. Слід врахувати, що ця ознака змінюється протягом дня: вранці довжина тіла трохи більше ніж увечері.

Для класифікації росту найчастіше застосовується рубрикація, запропонована Р. Мартіном (табл. 2.1.) .

Таблиця 2.1.
Умовна рубрикація довжини тіла (в см)

Довжина тіла	Чоловіки	Жінки
Мала		
Карликова	До 129,9	До 120,9
дуже мала	130,0 – 149,9	121,0 – 139,9
мала	150,0 – 159,9	140,0 – 148,9
Середня		
нижче середньої	160,0 – 163,9	149,9 – 152,9
середня	164,0 – 166,9	153,0 – 155,9
вище середньої	167,0 – 169,9	156,0 – 158,9
Велика		
Велика	170,0 – 179,9	159,0 – 167,9
дуже велика	180,0 – 199,9	168,0 – 186,9
гігантська	вище 200,0	вище 187,0

2. **Довжина тулуба** – відстань від верхньогруднинної до лобкової точки.

3. **Довжина корпуса** – довжина тіла без довжини нижньої кінцівки.

4. **Довжина верхньої кінцівки** – відстань між плечовою та пальцевими точками.

5. **Довжина плеча** – відстань між плечовою та променевою точками.

6. **Довжина передпліччя** – відстань між променевою та шилоподібною точками.

7. **Довжина кисті** – відстань між шилоподібною та пальцевою точками.

8. **Довжина нижньої кінцівки** – півсума остисто–клубової і лобкової висот над підлогою; відстань між підлогою і верхівкою голівки стегнової кістки.

9. **Довжина стегна** – довжина нижньої кінцівки без висоти над підлогою верхньо-гомілкової точки.

10. **Довжина гомілки** – відстань між верхньогомілковою та нижньогомілковою точками.

11. **Довжина стопи** – відстань між п’ятковою і кінцевою точками.

2.2. Визначення поперечних розмірів тіла

Поперечні розміри тіла, або діаметри, визначаються за допомогою товщинних або ковзних циркулів, як проекційна відстань між антропометричними точками у фронтальній або сагітальній площинах.

Антропометричні точки промацують пальцями. Натиск ніжок циркуля повинен бути у всіх випадках однаковим. М’які тканини при цьому ледь притискуються.

1**. Акроміальний діаметр** (ширина плеча) – відстань між правою і лівою плечовими точками. Вимірювання легше проводити спереду.

2. **Дельтоподібний діаметр** – відстань між двома дельтоподібними точками, відповідними зовнішніми контурами дельтоподібних м’язів.

3. **Середньогруднинний поперечний діаметр грудної клітки** – горизонтальна відстань між найбільш виступаючими точками бокових поверхонь грудної клітки на рівні середньогруднинної точки, що відповідає рівню верхнього краю четвертих ребер. Ножки товщинного циркуля встановлюються по середньопідпахвовими лініями з обох боків грудної клітки.

4**. Нижньогруднинний поперечний діаметр грудної клітки** – горизонтальна відстань між найбільш виступаючими точками бокових поверхонь грудної клітки на рівні нижньогруднинної точки.

5. **Передньо-задній** (сагітальний) діаметр грудей вимірюється в горизонтальній площині по сагітальній осі на рівні середньогрудинної точки. Це відстань між середньогруднинною точкою і остистим відростком хребця, що лежить в цій же горизонтальній площині.

6. **Тазогребенневий діаметр** – найбільша відстань між двома клубово–гребеневими точками.

7. **Вертлюгів діаметр** – відстань між найбільш виступаючими точками великих вертлюгів стегнових кісток.

8**. Зовнішньо стегновий діаметр** – горизонтальна відстань між найбільш виступаючими точками верхньої частини стегон.

9. **Поперечний діаметр нижньої частини плеча** – найбільша відстань між зовнішнім і внутрішнім надвиростками плечової кістки.

10. **Поперечний діаметр дистальної частини передпліччя** – найбільша відстань між шилоподібними відростками променевої і ліктьової кісток.

11. **Поперечний діаметр дистальної частини стегна** – найбільша відстань по горизонталі між внутрішнім і зовнішнім надвиростками стегнової кістки.

12.**Поперечний діаметр дистальної частини гомілки** – найбільша відстань по горизонталі між зовнішньою і внутрішньою лодижками гомілки.

13. **Ширина кисті** – прямолінійна відстань між головками другої і п’ятої п’ясткової кісток. Вимір проводиться ковзним циркулем, ніжки якого із зовнішнього боку підводяться до названих точок.

14. **Плеснова ширина стопи** – пряма відстань між зовнішньою і внутрішньою плесновими точками. Вимір проводять циркулем або стопоміром.

2.3. Визначення обхватних розмірів

Обхватні розміри тіла людини, або периметри, вимірюють міліметровою стрічкою.

Вимірювання проводяться в стандартному положенні досліджуваного в горизонтальній площині. Дослідник, стоячи, перед досліджуваним, накладає стрічку на ту частину тіла, яка вимірюється так, щоб нульова поділка стрічки знаходилася спереду і в полі зору, а другий кінець її – над нульовим кінцем і відмічає поділку, що знаходиться супротив останнього. Стрічка повинна щільно прилягати до вимірюваної частини тіла. Але без вдавлювання в шкіру.

1. **Обхват голови** – стрічка проходить через найбільш виступаючу ділянку потилиці і точку надпереніссся, що найбільш виступає вперед між бровами по середній лінії.

2. **Обхват шиї** – вимірюється під щитоподібним хрящем.

3. **Обхват грудей** – стрічка проходить ззаду під нижніми кутами лопаток, спереду у чоловіків і дітей – на рівні сосків, у жінок – по верхньому краю грудної залози. Обхват грудей вимірюється в трьох станах: глибокому вдихові, глибокому видиху і в проміжному стані.

Різниця в показниках між максимальним вдихом і видихом дає величину так званої екскурсії грудної клітки.

4. **Обхват живота** – вимірюється на рівні пупкової точки в момент паузи між вдихом і видихом.

5. **Обхват талії** – стрічка накладається на 5–6 см вище клубових гребенів.

6. **Обхват плеча в спокійному стані** вимірюється в місці найбільшого розвитку м’язів плеча: рука вільно звисає, м’язи розслаблені.

7. **Обхват напруженого плеча** – досліджуваний піднімає руку в горизонтальне положення, згинає її в ліктьовому суглобі і максимально напружує м’язи плеча. Вимірювання виконується в найширшій частині плеча.

Різниця між обхватом напруженого і спокійного плеча характеризує екскурсію м’язів плеча.

8. **Обхват передпліччя** – вимірюється в горизонтальній площині і місці найбільшого розвитку м’язів передпліччя при вільно опущеній руці. М’язи розслаблені.

9. **Обхват через сідниці** – стрічка проходить через найбільш виступаючі ділянки сідниці.

10. **Обхват стегна** – вихідне положення вимірюваного: ноги на ширині плеч, вага тіла рівномірно розподілена на обидві ноги. Стрічка накладається на стегно під сідничною складкою, замикається на зовнішній поверхні стегна.

11. **Обхват гомілки** - стрічка накладається горизонтально в місці найбільшого розвитку триголового м’яза гомілки.

Окружність грудей після припинення росту людини, як правило, збільшується на 3–5 см.

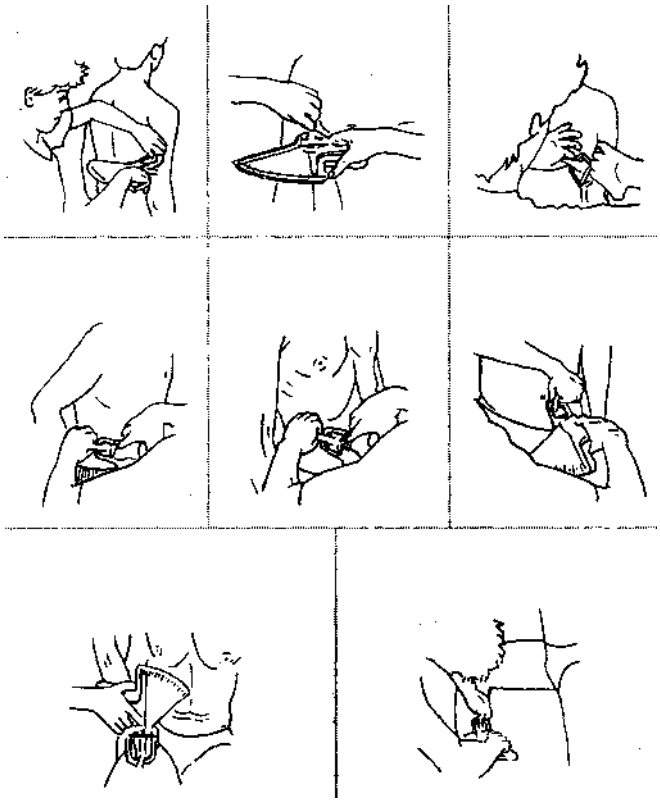
2.4. Визначення товщини шкірно-жирових складок

Для визначення товщини шкірно-жирових складок застосовується каліпер.

Площа шкіри, яку захоплюють пальцями в місці виміру не повинна бути меншою 20–40 см. Вимірювання здійснюється в суворо визначених місцях тіла.

Звичайно визначають товщину восьми повздовжніх шкірно-жирових складок (рис. 2.12).

1. В ділянці спини – під нижнім кутом лопатки.
2. В ділянці грудей – по підпахвому краю великого грудного м'яза.



3. В ділянці живота – справа, близько пупка.
4. На передній поверхні плеча – над двоголовим м'язом (приблизно на середині плеча).
5. На задній поверхні плеча – над триголовим м'язом плеча.
6. На тильній поверхні кисті – на середині III п'ясткової кістки.
7. На передній поверхні стегна – над прямим м'язом стегна, дещо нижче пахвинної зв'язки.
8. На задній поверхні гомілки – в ділянці зовнішньої головки литкового м'яза.

Рис. 2.12. Методика вимірювання шкірно-жирових складок

Схеми ряду авторів передбачають також вимірювання шкірно-жирових складок на щоці, на підборідді, на наколінником, на середній частині стегна.

2.5. Методика оцінки пропорції тіла

Розміри тіла дають змогу визначити пропорції тіла та фізичний розвиток людини.

Пропорції тіла – це співвідношення довжини тулуба, кінцівок, ширини плечей і таза до загальної довжини тіла (табл. 2.2.).

Розрізняють три основних типи пропорцій тіла:

1) доліхоморфний – довгі ноги, короткий і вузький тулуб;
2) брахіморфний – короткі ноги, довгий і широкий тулуб;
3) мезоморфний – середній варіант.

Таблиця 2.2.
Характеристика пропорцій тіла (за П. Башкировим)

Типи пропорцій	Окремі розміри, виражені у % довжини тіла				
	Довжина тулуба	Довжина ноги	Довжина руки	Ширина плечей	Ширина таза
Доліхоморфний	29,5	55,0	46,5	21,5	16,0
Мезоморфний	31,0	53,0	44,5	23,0	16,5
Брахіморфний	33,5	51,0	42,5	24,5	17,5

Пропорції тіла визначаються здебільшого розмірами скелета, однак на величину поперечних розмірів тіла впливає і ступінь розвитку м'язової та жирової тканини на різних ділянках тіла, а також ступінь фіксації плечового поясу.

Найбільш розповсюдженим і доступним способом оцінки пропорцій тіла людини є метод індексів. Він дозволяє за допомогою простих обрахунків охарактеризувати співвідношення частин тіла. Як правило, величина меншого розміру виражається в процентах більшого.

Пропорції тіла визначені за допомогою індексів можна порівнювати лише із подібною довжиною тіла. Якщо ж між порівнюваними індивідами відміни по загальній довжині тіла суттєві, то метод індексів не дозволяє точно визначати існуючі відміни в пропорціях тіла, оскільки природа індекса не враховує залежність розмірів тіла, які в нього входять, від його загальної величини. Відомо, що із збільшенням довжини тіла людини довжина ноги збільшується відносно швидше, а повздовжні і поперечні розміри тулуба повільніше. В результаті більш високорослі люди, не залежно від їх відношення до того чи іншого типу пропорцій тіла, є відносно більш довгоногими, з коротким і вузьким тулубом навпаки.

Таким чином, для точної порівняльної характеристики пропорцій тіла необхідно враховувати існуючі морфогенетичні кореляції росту різних його частин.

Кореляція розмірів може бути високою (коефіцієнт кореляції = 0,7 – 0,8). Вона характерна для довжини тіла і кінцівок, окремих сегментів кінцівок з їх загальною довжиною.

Середня величина кореляції (= 0,4 – 0,5) має місце між розмірами тулуба і довжиною тіла, плечовим і тазовим діаметрами, а також між останніми і довжиною ноги. Найменша кореляція (= 0,2–0,3) визначається між довжиною корпуса і тулуба, з одного боку, і довжиною кінцівок, плечовим і тазовим діаметрами – з другого. У жінок коефіцієнти кореляції, як правило, нижчі, ніж у чоловіків.

Вивчення парціальних кореляцій дозволяє визначити ступінь впливу одного розміру на взаємозв'язок двох інших. Так, наприклад, довжина руки зв'язана в основному з довжиною ноги і мало залежить від довжини і ширини тулуба. Довжина тулуба в свою чергу майже не залежить від довжини ніг і визначається довжиною корпуса. Плечовий і тазовий діаметри залежать від довжини ніг значно більше, ніж від довжини корпуса або тулуба.

Найбільш відомим індексом є так званий **індекс скелії** (ІС) по Мануврієї :

$$IC = \frac{довжина\ ноги}{зріст сидячи} * 100$$

За цим індексом прийнята наступна класифікація:
до 84,9 – брахискелія (коротконогість);
85,0 – 89,9 – мезоскелія (середньоногість);
90,0 і вище – макрос келія (довгоногість).

Тема 3. Оцінка фізичного розвитку за антропометричними показниками

3.1. Поняття про фізичний розвиток.
3.2. Визначення площі поверхні тіла і його сегментів
3.3. Методи визначення складу тіла
3.4. Моделі складу тіла
3.5. Визначення жирової маси тіла
3.6. Визначення м'язової і безжирової маси тіла
3.7. Визначення маси кісткової тканини
3.8. Методика вимірювання маси тіла та оцінки відповідності маси тіла зросту.
3.9. Оцінка площі поверхні тіла.
3.10. Методика визначення основних розрахункових показників та індексів антропометрії.
3.11. Методика визначення соматотипу спортсмена

3.1. Поняття про фізичний розвиток.

Фізичний розвиток людини – це комплекс морфофункціональних властивостей, що визначають фізичну дієздатність організму.

Тотальні розміри тіла, співвідношення яких інтегрально відбиває загальний рівень морфологічного розвитку організму, дозволяють сумарно охарактеризувати фізичний розвиток людини. Оцінка його легко доступна при проведенні масових обстежень спортсменів.

Структурно–механічні властивості організму в узагальненому вигляді характеризуються довжиною тіла, його вагою і обхватом грудей. Уяву про щільність, або питому вагу, дає співвідношення ваги і об'єму тіла. Масивність тіла визначається кількістю маси, яка припадає на одиницю поверхні. Відношення ваги тіла до його довжини і обхвату грудей є сумарною характеристикою як щільності, так і масивності.

Довжина тіла в поєднанні з обхватом грудей дає уяву про форму тіла.

Для отримання детальної характеристики фізичного розвитку необхідно врахувати також ступінь розвитку мускулатури і підшкірного жиру.

За однакового зросту перевагу у фізичному розвитку мають кремезні люди, тобто ті, які характеризуються більшою масою та щільністю тіла.

3.2. Визначення площі поверхні тіла і його сегментів

Однією із важливих ознак фізичного розвитку вважають площу поверхні тіла. Серед багатьох методів її визначення популярними є аналітичні методи – використання формул ***Boyd*** і ***Issakson***.

Формула Іссаксона може бути рекомендована для індивідів, в яких сума ваги і довжини тіла більші 160 одиниць.

Формула має вигляд:

$$S = \frac{100 + W + (H - 160)}{100}.$$

Для низькорослих людей із сумою ваги і довжини тіла менше 160 одиниць використовується формула Бойда:

$$S = 3.207 \times H^{0.3} \times W^{0.7285} - 0.0188 \log W,$$

де S – площа тіла в см ^{2}, H – довжина тіла в см, W – вага тіла в г.
Визначити площу поверхонь окремих частин тіла за двома тотальними розмірами тіла можна за рівняннями Л.К. Щекочіхіної, яка встановила залежність окремих частин тіла від довжини і ваги тіла одночасно.

Рівняння мають такий вигляд:
1.Поверхня голови з шиєю – S `

S`=0.050xL+0.074xP+3.41±0.71♂ (чоловіки).
S`=0.042xL+0.083xP+3.01±0.81♀ (жінки).

2.Поверхня тулуба – S_2

S_2=0.215xL+0.270xP-8025±1.49♂ (чоловіки).
S_2=0.142xL+0.266xP+3.94±2.03♀ (жінки).

3.Поверхня однієї руки – S_3

S_3 = 0.046 x L + 0.190 x P+ 2.056 ± 0.89♂ (чоловіки).
S_3=0.068 x L + 0.161 x P - 0.62 ± 0.82♀ (жінки).

4.Поверхня однієї ноги – S_4

S_4=0.156 x L + 0.276 x P- 9.53 ± 1.25 ♂ (чоловіки).
S_4=0.231 x L+0.238 x P – 17.32 ± ♀ (жінки).

де - довжина тіла (см), P – вага тіла (кг).

Для визначення площі поверхні окремих частин тіла людини точним признаний **метод запропонований Skerlj**. За цим методом площа поверхні голови і шиї визначається як:

$$2\pi (r^2+2h)$$

Площа поверхні тулуба:

$$2r_1\pi h_1$$

Площа поверхні обох плечей:

$$2[r_2\pi(r_2+2h_2)]$$

Площа поверхні обох передпліч з кистями:

$$2[r_3\pi(r_3+2h_3)]$$

Площа поверхні обох стегон:

$$2[(r_4 + r_5)\pi h_4]$$

Площа поверхні обох гомілок із стопами:

$$2[r_6\pi(r_6 + 2h_6)]$$

де r – радіус голови і шиї, поділені на 2; h – висота голови і шиї; r_1 – радіус тулуба (грудей під пахвами, таза і талії) поділені на три; h_1 – висота тулуба; r_2 – радіус обхвату плеча; h_2 – довжина плеча; r_3 – радіус обхвата передпліччя, h_3 – довжина передпліччя з кистю; r_4 – радіус обхвата стегна; r_5 – радіус обхвату коліна; h_4 – довжина стегна; r_6 – радіус обхвата гомілки; h_6 – довжина гомілки.

Радіуси розраховуються за формулою:

$$r = 0 / 2\pi$$

де 0 – величина обхвата даної частини тіла.

Вимірювання необхідно виконувати з точністю до 1 мм. Площі поверхонь сегментів тіла визначаються в дм ^{2} з точністю до 0,1.

3.3. Методи визначення складу тіла

Під складом тіла розуміють співвідношення компонентів ваги людського тіла.

При посиленому фізичному тренуванні наростає м'язова маса і втрачається надлишковий жир, а обмежена рухова активність викликає збільшення запасів жиру і зменшення безжирової маси.

Для визначення компонентів ваги тіла застосовують різні методи:

1. **Класичний анатомічний** – анатоми розтинали тіла померлих людей і вивчали вагу окремих органів і тканин. Такі дослідження важливі для встановлення середніх співвідношень компонентів ваги тіла і визначення констант , які входять до формул, що використовуються при розкладанні ваги на складові частини.

2**. Антропометричні** – вивчають зовнішні ознаки і особливості будови людського тіла, порівняно легко доступні для виміру і опису класичними антропометричними методами.

3**. Сенситометричні.** Це спосіб визначення об'єму людського тіла, отже і питомої ваги тіла. Вважають, що чим вища питома вага тіла людини, тим краще її фізичний розвиток, оскільки більша тіла свідчить про відносно кращий розвиток щільних тканин (питома вага жиру в середньому складає 0,900 г/см, кістки -1,600, м'язів – 1,100 г/см). Різне співвідношення компонентів суттєво впливає на питому вагу тіла, і за коливаннями останньої можна зробити висновок про варіації жирової маси.

4. **Рентгенографічний.** Рентгенограми дають можливість виміряти товщу жирового шару м'язів і кісток. При цьому підшкірний жир визначається в

місцях, які є недоступними для виміру каліпером. За допомогою рентгенографії можна описати і ступінь мінералізації кістки, що впливає на вагу скелета.

5. **Ультразвуковий.** За допомогою цього метода можна оцінити ступінь розвитку підшкірного жиру, м'язового шару, ширини кісток.

6. **Різні непрямі методи** засновані на застосуванні фізичних методів, аналізів фізіологічних і біохімічних показників. Наприклад, визначення м'язової маси проводиться за рівнем креатину в сечі, а визначення знежиреної маси – за показниками основного обміну.

3.4. Моделі складу тіла

Чеський вченьй Я. Матейка розчленував вагу тіла (W) на вагу кісткової, м'язової і жирової мас плюс залишок (W= О + Д + М +R, де 0 – символ кісткової маси, Д – жирової, М – м'язової, R – залишок). Пізніше було запропоновано розкладати вагу тіла на вагу порожньої або "активної" маси і на вагу жирової, або "пасивної" маси. Під порожньою масою розуміють вагу порожньої тілесної маси, яку можна розділити на біологічно відносно постійні частки, які включають 70 – 72 % води, 7% мінеральних речовин, органічну субстанцію, а також постійний процент ліпідів кісткового мозку (2 – 3 %), центральної нервової системи та інших органів. В цьому розумінні порожня маса відрізняється від знежиреної маси, яка не включає жирових утворень.

Американський дослідник І.Брожек запропонував такі моделі складу тіла:

1. **"Біохімічна" модель** – заснована на розкладанні ваги умовного індивіда:

вага тіла = жир + вода + білки + мінеральні речовини.

2. **Радіометричні моделі**:

вага тіла = жир + знежирена маса.

Ця модель заснована на припущенні, що калій (К) складає постійну частку знежиреної маси.

Необхідно враховувати, що вміст К в різних тканинах неоднаковий і в індивідів з надмірною вагою на 1 кг ваги тіла К значно менше в порівнянні з худими.

3. **Мінесотська модель.**

Уявляють, що вагу тіла можна розкласти на відносно активну її частину, яка пов'язана з обміном енергії і порівняно неактивну частину. До останньої належить жир і мінеральні речовини кісток, а також позаклітинна вода.

При вираховуванні із загальної ваги останніх трьох компонентів можна знайти "активну клітинну масу": $W= F + A_E+C +M_{o,}$

де W – загальний жир тіла, A_E – позаклітинна вода, С – "клітинний" залишок, M_o – мінеральна речовина скелета.

3.5. Визначення жирової маси тіла

Для визначення абсолютної кількості жирового компоненту у загальній вазі тіла користуються формулою Матейки:

$$D = d\ S\ k$$

де D – загальна кількість жиру (кг), d – середня товщина шару підшкірного жиру разом з шкірою (мм), S – поверхня тіла (см), k – константа, що дорівнює 0,13, отримана експериментальним шляхом на анатомічному матеріалі.

Середня товщина підшкірного жиру разом із шкірою підраховується слідуючим чином:

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7 + d_8}{16}$$

де $d_1 \ldots d_8$ – товщина шкірно-жирових складок (мм) на плечі (спереду і ззаду), передпліччі, спині, животі, стегні, гомілці і грудях.

Процентний вміст жиру у вазі тіла визначається за формулою:

$$\%жиру = \frac{Д(кг) \times 100}{W}$$

де Д - весь жир (кг), W - вага тіла (кг).

Для визначення маси підшкірного жиру користуються формулою Матейки:

$$D` = S \cdot d_1 \cdot 0.9$$

Де D` – підшкірний жир (кг), S – абсолютна поверхня тіла (см), d_1 – середня товщина підшкірно-жирового шару без шкіри (мм).

$$d_1 = \frac{\sum 8 шкірних складок}{16} - \frac{шкірна складка на тильній поверхні кисті}{2}$$

0,9 – константа для питомої ваги жиру.

3.6. Визначення м’язової і безжирової маси тіла

Для визначення абсолютної кількості м’язової тканини користуються формулою Матейки:

$$M = L \cdot r^2 \cdot k$$

де M – абсолютна маса м’язової тканини (кг), L – довжина тіла (см), r^2 – середнє значення радіусів плеча, передпліччя, стегна, гомілки без підшкірного жиру і шкіри (см), k – константа, яка дорівнює 6,5.

При цьому

$$r = \frac{\sum обхватів(плеча, передпліччя, стегна, гомілки)}{25{,}12} -$$

$$\_\frac{\sum \text{товщина жирових складок на передпліччі, плечі, спереду, ззаду, стегні, гомілці}}{100}$$

Для визначення порожньої маси тіла у дорослих користуються формулою ***Behnke*.** Під порожньою розуміють крім мускулатури, скелета, внутрішніх органів синовіальний жир суглобів, кісткового мозку, мієлінові оболонки провідних нервових шляхів, ліпіди крові.
Формула має вигляд:

$$L \cdot B \cdot M = R^2 \cdot П \cdot h,$$

де h – довжина тіла (см), R – радіус знежиреної маси, що дорівнює сумі семи розмірів (акроміального діаметра, поперечного діаметра грудної клітки, проекційного, вертикального діаметра, ширина двох зімкнутих колін, обхвата дистального відділу гомілки, обхвата зап'ястка), П = 3,14.

3.7. Визначення маси кісткової тканини

Для визначення абсолютної маси кісткової тканини на практиці використовують формулу Матейки:

$$O = L \cdot O^2 \cdot k$$

Де 0 – абсолютна маса кісткової тканини (кг), L – довжина тіла (см), O^2 – квадрат середньої величини діаметрів дистальних частин плеча, передпліччя, стегна і гомілки, k – константа, що дорівнює 1,2.

3.8. Методика вимірювання маси тіла та оцінки відповідності маси тіла зросту

Маса тіла вимірюється за допомогою вагів у кг.
Для визначення ідеальної маси тіла використовують такі формули:
Формула Брока:

МАСА = ЗРІСТ – 100 (якщо зріст до 165 см)
МАСА = ЗРІСТ – 105 (якщо зріст до 165 - 175 см)
МАСА = ЗРІСТ – 110 (якщо зріст до 175 - 185 см)

Стаціонарні формули:

Чоловіки:
Маса тіла = 50 + (зріст - 150) · 0,75 + (вік - 21) : 4
Жінки:
Маса тіла = 50 + (зріст - 150) · 0,32 + (вік - 21) : 5

3.9. Оцінка площі поверхні тіла:

Площа поверхні тіла (ППТ) визначається за формулою:
ППТ = 1 + (Мт = Н)/100
де:

МТ — маса тіла, кг;
Н — відхилення довжини тіла (см) від умовно середньої (160 см).

Іншим способом визначення ППТ є номограма Дюбуа (рис. 2.13):

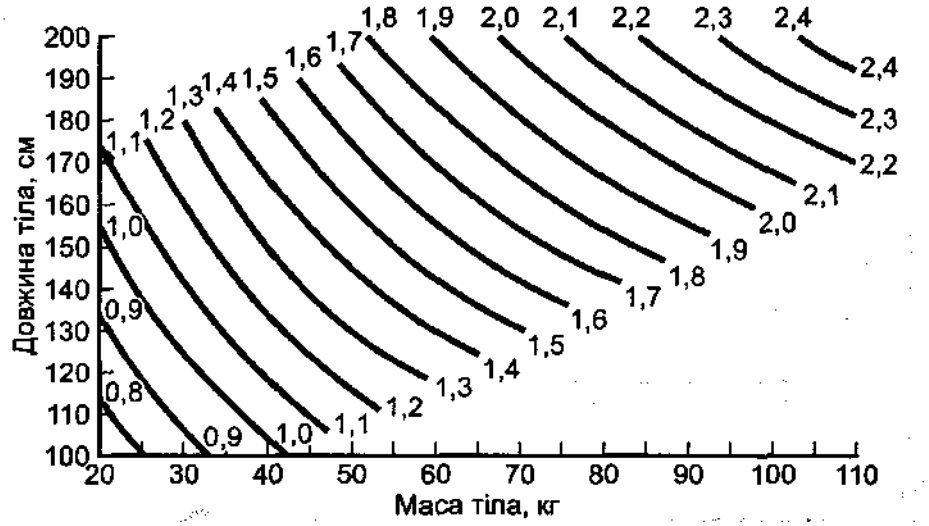


Рис. 2.13. Методика визначення площі поверхні тіла за номограмою Дюбуа

3.10. Методика визначення основних розрахункових показників та індексів антропометрії

Рівень розвитку мускулатури плеча:

РМП = (діаметр напруженого плеча – діаметр розслабленого плеча) 100 % / Діаметр напруженого плеча
Шкала оцінювання:
< 5% недостатній рівень розвитку мускулатури плеча;
5–12 % – високий розвиток мускулатури плеча

Рівень розвитку грудної клітки.

РГК = окружність грудної клітки (см) · 100 % / зріст (см)

Шкала оцінювання:
< 50% недостатній рівень розвитку;
50 – 55 % – нормальний розвиток;
55 – оптимальний розвиток;

Масово-ростовий індекс (Індекс Кетле).

ІК = маса тіла (кг): ріст (см)

Шкала оцінювання:
0,35–0,4 – нормальний розвиток для чоловіків;
0,325–0,375 – нормальний розвиток для жінок;

Коефіцієнт пропорційності.

КП = (Р ст. – Р сид.) · 100% / Р ст
де:
Р ст. – ріст стоячи, см;
Р сид. – ріст сидячи, см.

В нормі КП становить 87 – 92 %.

Індекс пропорційності (Індекс Ерісмана).

ІП = ОГК – (Р / 2)
де:
ОГК – окружність грудної клітки на видиху, см;
Р – ріст,см.

Шкала оцінювання:
+3 - +6 – нормальний розвиток для чоловіків;
- 1,5 - +2 – нормальний розвиток для жінок.

Показник міцності будови тіла (Індекс Пін'є).

ІП = Р ст. – (М + ОГК)
де
Р ст. – ріст стоячи, см;
М – маса тіла, кг;
ОГК – окружність грудної клітки на видиху, см.

Шкала оцінювання:
< 10 – міцна будова тіла;
10 – добра будова тіла;
21 – 25 – середня будова тіла;
26 – 35 – слабка будова тіла;
36 і більше – дуже слабка будова тіла.

Колнстунційний індекс відношення довжини верхньої кінцівки до зросту:

Довжина верхньої кінцівки, см / ріст, см ×100%

Шкала оцінювання:
> 47 – доліхоморфність;

45 – 47 – мезоморфність;
< 45 – брахіморфність.

Колнстунційний індекс відношення довжини нижньої кінцівки до зросту:

Довжина нижньої кінцівки, см / ріст, см ×100%

Шкала оцінювання:
> 55 – доліхоморфність;
50 – 55 – мезоморфність;
< 50 – брахіморфність.

Колнстунційний індекс відношення акроміального діаметру до зросту:

Акроміальний діаметр, см / ріст, см · 100%

Шкала оцінювання:
> 22 – доліхоморфність (вузькі плечі);
22 - 23 – мезоморфність;
< 33 – брахіморфність.

Кормічний індекс:

КІ = Висота тіла сидячи, см / довжина тіла, см
Шкала оцінювання:
> 52,3 – довгий тулуб;
51 – 52,2 – нормальний тулуб;
< 50,9 – короткий тулуб.

3.11. Методика визначення соматотипу спортсмена

Методика визначення соматотипу за Хіт-Картером.

Пікнічний ендоморфний тип – округла грудна клітка, мякі округлі форми, відносно короткі кінцівки, короткі і широкі кисті і стопи, велика кількість підшкірного жиру.

Атлетичний мезоморфний тип – трапецієподібна будова тіла, вузький таз, міцний плечовий пояс, добре розвинена мускулатура, груба будова кісток.

Астенічний ектоморфний тип – плоска і довга грудна клітка, відносно широкий таз, худе тіло і слабкий розвиток підшкірної основи, довгі тонкі кінцівки, вузькі ступні і кисті, мінімальна кількість підшкірного жиру.
Семибальна шкала.

1 – дуже слабка вираженість;
2 – слабка вираженість;
3 – нижче середнього;

4 – середня;
5 – вище середньої;
6 – висока;
7 – дуже висока.

Сума не повинна перевищувати 12 і не бути менше 9.

У 1914р. Сіго запропонував визначати конституцію людини за чотирьма основними системами органів: травної, дихальної, м'язової і нервової. У залежності від того, яка система превалює, автор виділив чотири типи конституції людини: дихальний (респіраторний), травний (дигестивний), м'язовий (мускульний) і мозковий (церебральний) (Рис 2.14.).

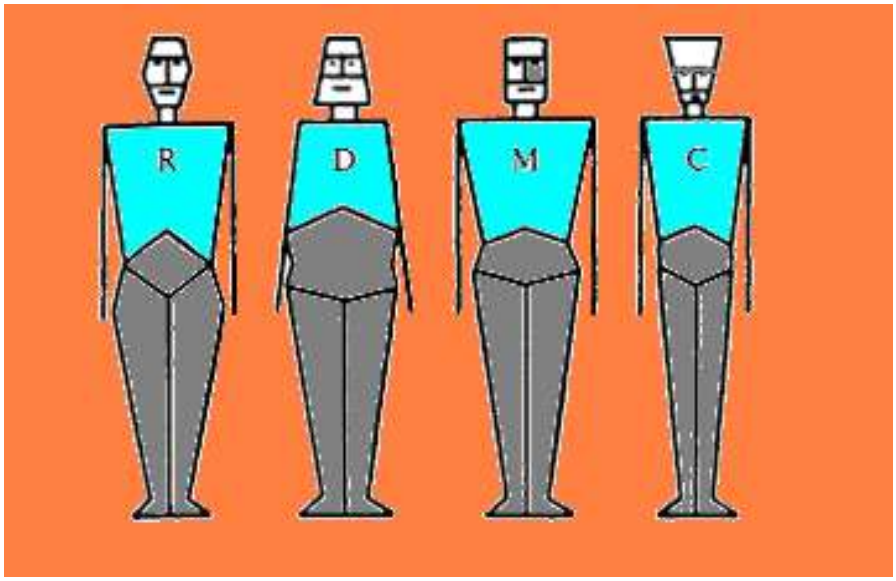


Рис. 2.14. Конституційні типи за Сіго: респіраторний, дигестивний, м'язовий і церебральний

Шевкуненко і Геселевич (1926) на основі співвідношення форм окремих частин тіла виділили три типи конституції людини:

Доліхоморфний тип – відрізняють подовжні розміри тіла, ріст вище за середній, довга і вузька грудна клітка, вузькі плечі, довгі кінцівки, короткий тулуб.

Брахіморфний тип – приосадкуватий, широкий, з добре вираженими поперечними розмірами, довгим тулубом, короткими кінцівками, шиєю і грудною кліткою.

Мезоморфний тип – характеризується проміжними ознаками (між доліхоморфним і брахіморфним типами).

Черноруцький (1927) на основі вивчення розташування органів, їхньої форми, особливостей метаболізму запропонував розрізняти три типи конституції: ***астенічний, нормостенічний і гіперстенічний***.

Усі розглянуті конституціональні схеми застосовуються в основному до чоловіків.

Шкерлі (1938) розробив класифікацію конституціональних типів для жінок на підставі кількості і характеру жировідкладення. Він виділив два основних типи з підтипами:

I тип – з рівномірним розподілом підшкірного жирового шару: а) нормально розвинутий, б) посилено розвинутий, в) слабко розвинутий жировий шар.

II тип – з нерівномірним жировідкладенням: а) у верхній половині тіла – верхній підтип, б) у нижній половині тіла – нижній підтип.

У 1929р. **Штефко й Островський** запропонували схему конституціональної діагностики для дітей. В основу цієї конституціональної схеми покладені жировідкладення, ступінь розвитку мускулатури і форма грудної клітки. Схема застосовна як для хлопчиків, так і для дівчаток. Автори виділили п’ять нормальних типів: астеноїдний, дигестивний, торакальний, м’язовий, абдомінальний і крім них змішані типи: астеноїдно-торакальний, м’язово -дигестивний тощо.

Астеноїдний тип характеризується тонким і ніжним кістяком. Переважно розвиті нижні кінцівки, тонка грудна клітка, що звужується донизу, гострий підгрудинний кут, живіт слабко розвитий.

Дигестивний (травний) тип характеризується сильно розвитим животом, що, випинаючись, утворить складки над лобковою поверхнею. Підгрудинний кут тупий.

Торакальний (грудний) тип характеризується сильним розвитком грудної клітки (переважно в довжину) з одночасним розвитком тих частин обличчя, що беруть участь у диханні. Грудна клітка довга, підгрудинний кут гострий, живіт невеликий, за формою нагадує грушу, життєва ємність легень велика.

М’язовий тип характеризується рівномірно розвинутим тулубом. Грудна клітка середньої довжини, підгрудинний кут середньої величини, плечі високі і широкі, живіт має форму груші. Сильно розвиті м'язи, особливо на кінцівках. Жировідкладення незначне.

Амбомідальний (черевний) тип – це особлива модифікація дигестивного типу. Він характеризується значним розвитком живота при малій грудній клітці, не сильно розвинутим жировим шаром, значним розвитком відділів товстого кишечника.

Найпоширенішими зараз є такі типи:

- ***Пікнічний ендоморфний тип*** – випукла грудна клітка, м’які форми внаслідок розвитку підшкірного жиру, відносно короткі кінцівки, короткі кисті і стопи, велика печінка.
- ***Атлетичний мезоморфний тип*** – трапецієподібна форма тулубу, вузький таз, добре розвинена мускулатура, груба будова кісток.
- ***Астенічний ектоморфний тип*** - плоска і довга грудна клітка, відносно широкий таз, довгі тонкі кінцівки, вузькі стопи і кисті, мінімальна кількість підшкірного жиру.

РОЗДІЛ ІІІ

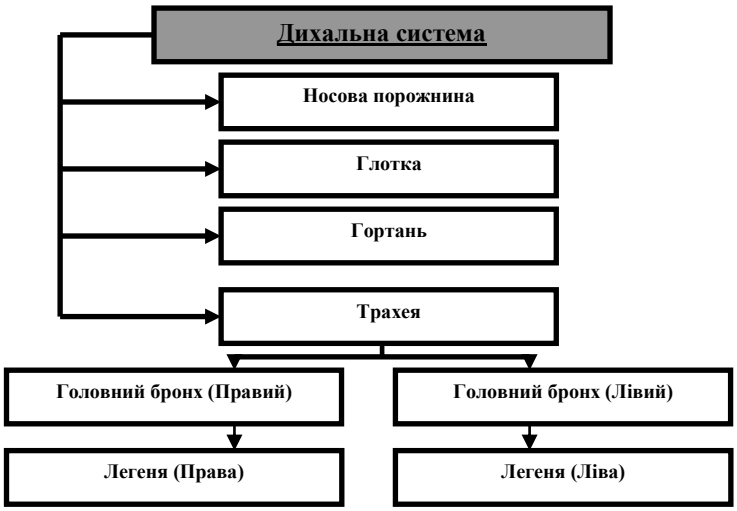
ДІАГНОСТИКА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ У ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ ТА ЕРГОТЕРАПІЇ

Тема 1. Дихальна система людини та методи її дослідження в практиці фізичної терапії та ерготерапії

1.1. Загальна анатомо-фізіологічна характеристика дихальної системи людини.
1.2. Загальні механізми та особливості регуляції дихання
1.3. Вікові особливості розвитку системи дихання людини
1.4. Методика визначення показників зовнішнього дихання та їх належних величин
1.5. Тести на затримку дихання.
1.6. Поняття про показники анаеробної і аеробної фізичної працездатності.
1.7. Методи визначення показника максимального споживання кисню.
1.8. Показники функціонування дихальної системи в процесі м'язової роботи.

1.1. Загальна анатомо-фізіологічна характеристика дихальної системи.

Дихання — це процес постійного обміну газами між організмом і навколишнім середовищем. Дихання забезпечує поступання в організм кисню, необхідного для здійснення окислювальних процесів, які є основним джерелом енергії. Під час окислювальних процесів утворюється вуглекислий газ, який видаляється з організму через легені.



Основною частиною дихального апарату є легені, які контактують із зовнішнім середовищем через повітроносні шляхи. У повітроносних шляхах газообміну не відбувається (рис. 3.1., 3.2).

Рис. 3.1. Загальна схема будови системи дихання людини

Процес дихання поділяють на 5 етапів:
1) конвекційне надходження повітря у повітроносні шляхи і дифузія газів між повітроносними шляхами та альвеолами (зовнішнє дихання);
2) дифузія газів між альвеолами і кров'ю;
3) перенос газів кров'ю;
4) дифузія газів між капілярною кров'ю і тканинами;

5) внутрішнє, або тканинне, дихання (вивчає біохімія).

Повітроності шляхи виконують в організмі такі функції:

1) зігрівання повітря;
2) зволоження повітря;
3) очищення повітря;
4) захисна.

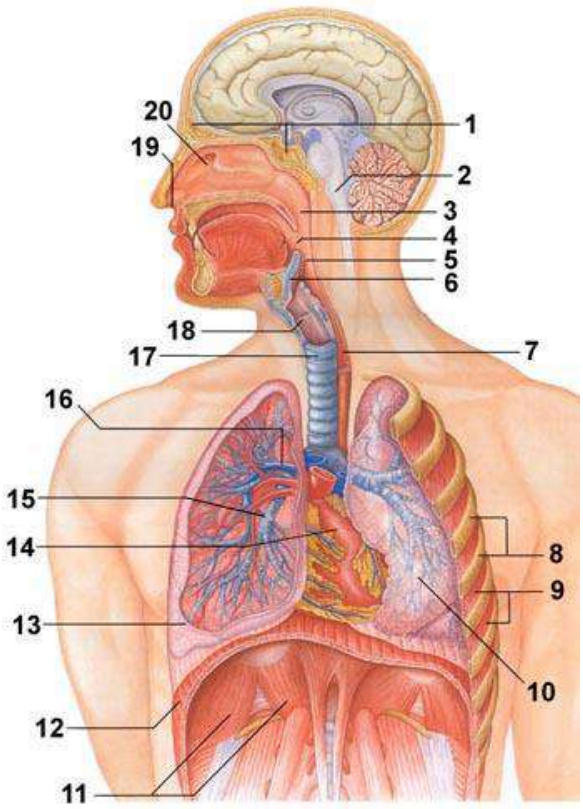


Рис 3.2. Загальна будова та розташування органів дихання

1 — приносові пазухи;
2 — стовбур мозку;
3 — носова частина горла;
4 — ротова частина горла;
5 — гортанна частина горла;
6 — надгортанник;
7 — стравохід;
8 — ребра;
9 — міжребербні м'язи;
10 — ліва легеня;
11 — поперекова частина діафрагми;
12 — діафрагма;
13 — листки плеври;
14 — серце;
15 — бронхи;
16 — легеневі судини;
17 — трахея;
18 — гортань;
19 — носове волосся;
20 — носова порожнина.

Газообмін забезпечують два механізми:

Дифузія – пасивне пересування молекул газу з області його високої концентрації в область низької. Рушійною силою дифузії є парціальний тиск газу (р), або градієнт концентрації газу (Δр): чим він вищий, тим інтенсивніший газообмін.

Конвекція – це активне пересування молекул газу з області його високої концентрації в область низької. Рушійною силою конвекції є Δр між атмосферним і альвеолярним повітрям

Рух повітря в легені та у зворотному напрямку зумовлений різницею тиску всередині і зовні тіла. Активна роль у диханні належить дихальним м'язам, головним із яких є діафрагма та зовнішні та внутрішні міжреберні м'язи. Під час вдиху діафрагма, яка в розслабленому стані має форму купола, сплющується, що збільшує об'єм грудної клітки. Зовнішні міжреберні м'язи скорочуються і піднімають ребра, що також призводить до збільшення об'єму грудної клітки. У глибокому вдиху беруть участь м'язи шиї і грудей. Внаслідок цього різко знижується тиск повітря всередині легень та в плевральній порожнині. Повітря рухається в напрямку нижчого тиску заповнюючи легені.

Під час видиху діафрагма рухається вгору набуваючи форми купола. Зовнішні міжреберні м'язи розслаблюються, внутрішні міжреберні м'язи та м'язи живота скорочуються. Тиск у грудній порожнині зростає і повітря видихається (рис. 3.3.).

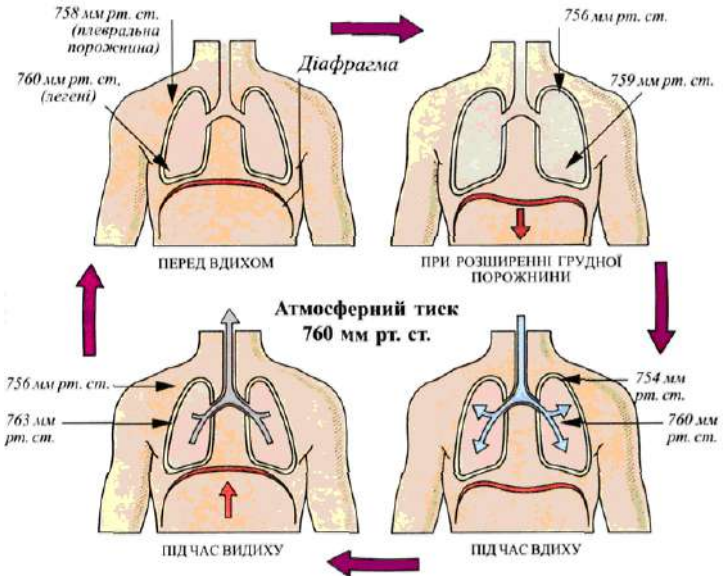


Рис 3.3. Динаміка тиску під час дихальних актів

Перенесення газів в системі дихання включає в себе 3 процеси – дифузія газів між альвеолами і кров'ю; перенос газів кров'ю; дифузія газів між капілярною кров'ю і тканинами.

Недостатнє постачання тканин киснем називається гіпоксією. В залежності від механізмів її виникнення розрізняють 4 основних типи гіпоксії:

1. Гіпоксична – є результатом недостатнього вмісту O_2 в альвеолярному повітрі (наприклад, в горах).
2. Анемічна – виникає при зниженні киснево-транспортних можливостей крові (наприклад, через зниження вмісту Hb в крові).
3. Циркуляторна – розвивається при зменшенні кровотоку через тканини (наприклад, у зв'язку з роботою шунтуючих судин).
4. Гістотоксична – виникає при неспроможності клітин використовувати O_2, що надійшов.

1.2. Загальні механізми та особливості регуляції дихання

Основним принципом регуляції дихання є саморегуляція при якій відхилення від нормального рівня таких показників як pCO_2, pO_2 і pH негайно викликає ряд процесів, спрямованих на їхнє відновлення.

Механізми регуляції дихання:

1. Рефлекторна регуляція. Головною складовою дихальної системи є дихальний центр (Дц), який розташований на дні 4 мозкового шлуночка в ретикулярній формації довгастого мозку на рівні корінців під'язикового нерва. Дц складається з двох відділів: вдиху (інспіраторний) і видиху (експіраторний). Вони взаємодіють за принципом реципрокної іннервації.

2. Дихальні рефлекси з рецепторів організму. Активність нейронів Дц зумовлюється рефлекторними впливами з різних рефлексогенних зон:

- підвищення судинного тонусу і посилення серцевої діяльності супроводжується паралельним посиленням функції дихання;
- больові подразнення змінюють ритм дихання;
- температурні подразнення гальмують видих;
- такі рефлекторні реакції травного каналу, як акти ковтання, блювання, змінюють характер дихання;
- емоційні прояви людини (сміх, плач) є видозміненими дихальними рухами;
- імпульси від пропріорецепторів посилюють дихання.

3. Регуляторний вплив кори великих півкуль. Людина може свідомо посилювати, послаблювати або затримувати дихання. Довільна затримка дихання знаходиться в прямій залежності від анаеробних можливостей людини. Довго затримувати дихання людина не спроможна, оскільки в організмі накопичується CO_2, який є стимулюючим фактором для роботи Дц. У регуляції дихання бере участь і варолієвий міст. Його пневмотаксичний центр активізує інспіраторні нейрони і прискорює частоту дихання, а друга група нейронів здійснює тонічні впливи на Дц.

4. Гуморальна регуляція. На активність Дц впливають імпульси від хеморецепторів. Вони подразнюються як при зменшенні вмісту O_2 в артеріальній крові (гіпоксемія), так і при збільшенні в ній CO_2 (гіперкапнія). В обох випадках підвищується ХОД.

М'язова робота завжди пов'язана із збільшенням газообміну, оскільки енергія утворюється в процесі окислення органічних речовин. Дихання при фізичній роботі має ряд особливостей, а саме: залежить від пози спортсмена, від координації рухів, підвищується легенева вентиляція (ЛВ), підвищується кисневий запит (КЗ), посилення роботи газотранспортної системи, утворення кисневого боргу

1.3. Вікові особливості розвитку системи дихання людини

Під час пологів порушується плацентарний газообмін, що призводить до виникнення гіпоксії та гіперкапнії. В результаті стимулюється робота дихального центру і дитина робить перший вдих. Дихальні шляхи у дітей значно коротші і по об'єму менші, ніж у дорослих. Ріст дихальних шляхів найінтенсивніше відбувається в перші 7 років життя і в період статевого дозрівання. Остаточне формування відбувається в 17-18 років.

В перші дні життя дихання у дітей через ніс утруднене. Носові ходи у дітей вужчі, ніж у дорослих. Вони остаточно формуються до 14-15 років.

Носоглотка у дітей широка і коротка, слухова труба знаходиться низько. Тому захворювання верхніх дихальних шляхів нерідко ускладнюються запаленням середнього вуха, так як інфекція легко проникає в середнє вухо через широку і коротку слухову трубу.

Положення і розміри гортані значно змінюються протягом життя. Гортань поволі опускається донизу в зв'язку із опусканням грудної клітки і ростом лицьового відділу черепа, особливо нижньої щелепи. Гортань у дітей коротша,

вужча і розташована вище, ніж у дорослих. Найінтенсивніше гортань росте на 1-3 році життя, в 10-12 років та в період статевого дозрівання. В 12-15 років у хлопчиків місце сполучення пластинок щитовидного хряща починає загострюватися і утворюється кадик, довшають голосові зв'язки, вся гортань стає ширшою і довшою, ніж у дівчаток. При цьому виявляється диспропорція в рості гортані в цілому і окремих частин голосового апарату. У зв'язку із змінами в гортані міняється голос, який поступово стає таким, яким він буде в даної людини у дорослому віці. Цей процес називається мутацією голосу.

Після 25 років хрящі гортані поступово окостеніють, починаючи із щитоподібного хряща. Це окостеніння у жінок закінчується значно пізніше, ніж у чоловіків. Остаточне окостеніння щитоподібного хряща відбувається в чоловіків у 50 років, а у жінок – на 76 році життя.

Голосові зв'язки новонароджених короткі – їх довжина сягає 4-4,5 см. Вони інтенсивно ростуть і до першого року життя досягають 7 см в довжину.

Довжина трахеї у дорослої людини складає 10-13 см. На рівні Th_{IV-V} трахея поділяється на правий і лівий бронхи.

У новонароджених трахея вузька і коротка, довжина її 4 см, до 14-15 років довжина трахеї становить 7 см. У новонароджених трахея лежить на 1-2 хребця вище, ніж у дорослих. Хрящова частина розвинута слабко, що дає значні резерви при розтягуванні і звужені трахеї.

У дітей трахея і бронхи розвиваються поступово. Вони ростуть поступово паралельно із ростом тулуба. Просвіт трахеї і бронхів у дітей значно вужчий, ніж у дорослих, хрящі їх ще не зміцнілі. М'язові і еластичні волокна розвинуті слабко. Слизова оболонка, що вистилає трахею і бронхи у дітей, дуже ніжна і багата кровоносними судинами. Тому трахея і бронхи у дітей легко травмуються. В бронхах новонароджених разом з хрящовими півкільцями зустрічаються і гіалінові пластинки. Слизові залози розвинуті погано.

Легені у дітей розвинені ще недостатньо, мало еластичні і відносно великі. У новонароджених їх верхівки не виступають над ключицями, а знаходяться на рівні перших ребер. Нижня межа легенів з віком поступово знижується через опускання нутрощів і діафрагми.

В легенях нараховується до 350 млн. альвеол, а їхня поверхня досягає 150 $м^2$. Під час фізичної роботи, коли при глибоких вдихах альвеоли значно розтягуються, розміри дихальної поверхні збільшуються.

Легені у дітей ростуть головним чином внаслідок збільшення об'єму альвеол. Кількість альвеол до 8 років досягає кількості їх у дорослої людини. У віці від 3 до 7 років темпи росту легень знижуються. Взагалі ріст альвеол триває до 24-28 років.

Спостерігається два періоди особливо інтенсивного *росту легень* – від народження до 3-місячного віку і в період статевого дозрівання (від 12 до 16 років). Також з віком збільшується і *обхват грудної клітки.*

На долю легень до 7 років припадає майже 3/4 об'єму грудної клітки, їх маса досягає 350 г, а об'єм – 500 мл. До цього віку легенева тканина стає майже еластичною, як у дорослої людини.

Сегментарна будова легень виражена чітко у всіх вікових періодах життя. Після 35-40 років наступають інволютивні зміни: епітелій дихальних шляхів

стає тонким, слизова оболонка поступово атрофується, секрет залоз набуває в'язкості і важко відділяється.

У дітей раннього віку міжреберні м'язи ще слабкі, тому у новонароджених переважає діафрагмальне дихання з незначною участю міжреберних м'язів. У віці від 3 до 7 років, у зв'язку із розвитком плечового поясу, все більше починає переважати грудний тип дихання, і до 7 років він стає вираженим. У 7-8 років починаються статеві відмінності в типі дихання: у хлопчиків переважає черевний тип, а у дівчаток – грудний тип дихання. Закінчується статеве диференціювання дихання до 14-17 років. Але тип дихання може змінюватися в залежності від занять спортом, трудовою діяльністю.

Дихання новонародженої дитини часте і поверхневе, частота дихання може значно коливатись від 48 до 63 дихальних рухів за хвилину під час сну, у дітей шкільного віку – 18-20 на хв. Об'єм дихального повітря у дитини: в 1 місяць – 30 мл; в 1 рік – 70 мл; в 6 років – 156 мл; в 10 років – 230 мл; в 14 років – 300 мл.

Внаслідок великої частоти дихання у дітей значно вищий хвилинний об'єм дихання (в перерахунку на 1 кг маси): у новонародженого ХОД становить 650-700 мл повітря; до кінця першого року життя – 2600-2700 мл; до 6 років – 3500 мл; у 10 років – 4300 мл; в 14 років – 4900 мл; у дорослої людини – 5000-6000 мл.

У стані спокою доросла людина може вдихнути і видихнути відносно постійний об'єм повітря (близько 500 мл). Але при посиленому диханні можна вдихнути і видихнути приблизно 1500 мл повітря.

Об'єм життєвої ємності легень (далі ЖЄЛ) залежить від віку, статі, ступеню розвитку грудної клітки, дихальних м'язів. Оскільки вимірювання ЖЄЛ вимагає активної і свідомої участі самої дитини, то вона може бути визначена після 4-5 років.

Нижча ефективність легеневої вентиляції у дітей виражається в іншому газовому складі як видихуваного, так і альвеолярного повітря. Чим молодші діти, тим менший процент вуглекислого газу і тим більший процент кисню у видихуваному і альвеолярному повітрі.

Кількість альвеол до 8 років близько 300 млн, майже як у дорослих – 400 млн. Проте їх об'єм маленький, що зумовлює меншу дифузійну спроможність легень.

У хлопчиків органи дихання більші, ніж у дівчаток, що зумовлює більші функціональні можливості дихальної та серцево-судинної систем. Це проявляється вже в 7 років, тому ще в початкових класах треба давати різні навантаження хлопчикам і дівчаткам. Дихання у дітей відрізняється високою частотою, що пов'язано із підвищеною інтенсивністю обміну речовин.

Дихальний центр у дітей легко збуджується, тому їх дихання значно прискорює свою частоту при психічних збудженнях, підвищенні t^0 тіла, фізичних навантаженнях. ХОД з віком збільшується.

З віком посилюється утилізація O_2 в легенях, що підвищує працездатність організму. З віком зростає МСК, оскільки збільшуються розміри тіла. Проте відносний показник майже не змінюється.

ЖЕЛ. В процесі росту і розвитку дітей збільшуються як абсолютні показники легеневих об'ємів, так і співвідношення між ними. Наприклад, ЖЕЛ

в 5 років становить ≈ 800-1300 мл, в 10 років – 1300-2300 мл, в 15 років – 2300-4300 мл. Діти високого зросту мають більшу ЖЕЛ.

1.4. Методика визначення показників зовнішнього дихання та їх належних величин

Спірометрія – це метод визначення життєвої ємності легенів і об'ємів повітря, що її складають. Ці показники залежать від віку, зросту, статі, фізичного розвитку людини та інших факторів (рис. 3.4.).

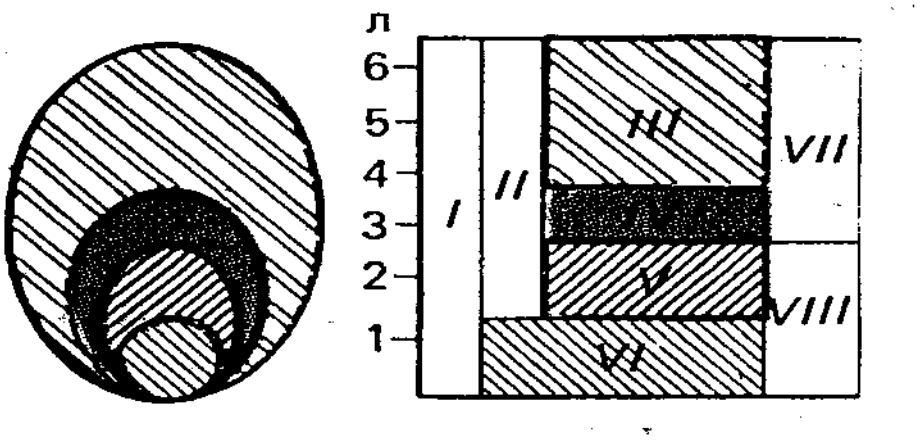


Рис. 3.4. Основні показники системи дихання

I – загальна ємність легень
II – життєва ємність легень
III – резервний об'єм вдиху
IV – дихальний об'єм
V - резервний об'єм видиху
VI – залишковий об'єм
VII – ємність вдиху
VIII – функціональна залишкова ємність

Для вимірювання легеневих об'ємів і ємностей використовують водяний або сухий спірометр (Рис. 3.5).



а б

Рис 3.5. Спірометр (а – рідинний; б – сухий)

1. Дихальний об'єм (ДО) — об'єм повітря, що його людина вдихає і видихає у спокійному стані.

Досліджуваний після спокійного видиху робить максимальний видих у спірометр. Визначений показник являється величиною дихального об’єму, котрий показує кількість повітря, що видихає людина за один дихальний цикл.

2. Резервний об'єм видиху (РОВид) — максимальний об'єм повітря, яке можна видихнути додатково після спокійного видиху.

Після спокійного вдиху досліджуваний робить спокійний видих і видих залишкового об’єму в спірометр. Визначена величина називається резервний об’єм видиху. Величина резервного об’єму видиху показує, яку кількість повітря людина здатна видихнути після спокійного видиху.

3. Резервний об'єм вдиху (РОВд) — максимальний об'єм повітря, яке можна вдихнути додатково після спокійного вдиху.

Показник визначається як різниця між життєвою ємністю легень (ЖЕЛ) та сумою дихального об’єму (ДО) і резервного об’єму видиху (РОВид), які визначаються за допомогою спірометра:

РОВд = ЖЕЛ – (ДО + (РОВид)

4. Життєва ємкість легенів (ЖЄЛ) — максимальний об'єм повітря, яке можна видихнути після максимального вдиху.

Досліджуваний після максимального вдиху робить максимальний видих у спірометр. Визначений показник називається життєвою ємністю легень.

Життєва ємність легень (ЖЕЛ) дорівнює сумі дихального обєму (ДО), резервного об'єму вдиху (РОВд) та резервного об'єму видиху (РОВид):

ЖЄЛ=ДО+РОВд+РОВид

5. Залишковий об'єм (ЗО) — об'єм повітря в легенях, після максимального видиху. Залишковим об'ємом є відносно сталою величиною, що становить 1,2 л (1200 мл).

6. Функціональна залишкова ємкість (ФЗЄ) — об'єм повітря в легенях, що залишається після спокійного видиху. Вона дорівнює сумі залишкового об’єму (ЗО) і резервного об'єму видиху (РОВид).

ФЗЄ = ЗО+РОВид

7. Загальна ємкість легенів (ЗЄЛ) — об'єм повітря, що знаходиться в легенях після максимального вдиху. Визначається сумою величин життєвої ємності легень (ЖЄЛ) і залишкового об’єму (ЗО).

ЗЄЛ=ЖЄЛ+ЗО

8. Хвилинний об'єм дихання (ХОД) — об'єм повітря, яке проходить через легені за 1 хв. Показник розраховують, підсумовуючи дихальні об'єми (ДО) за 1 хв спокійного дихання (частота дихання ЧД):

ХОД мл/хв = ЧД×ДО

Величина ХОД залежить від ряду факторів: фізичного навантаження, вмісту CO_2, недостачі O_2 у повітрі, що вдихається. Збільшення легеневої вентиляції спостерігається при підвищеній потребі організму в кисні і може відбуватися шляхом поглиблення дихання та збільшення його частоти.

Частота дихання (ЧД, п/хв) – кількість дихальних рухів, здійснених реципієнтом за одну хвилину. В нормі у дорослих нетренованих осіб величина ЧД складає від 16 до 20 дихальних рухів на хвилину. У спортсменів часто спостерігається деяке зниження значень ЧД.

9. Максимальна вентиляція легенів (МВЛ) — об'єм повітря, яке може пройти через дихальну систему протягом 1 хв при максимально інтенсивному диханні.

Показник розраховують, підсумовуючи життєму ємність легень (ЖЕЛ) за 1 хв інтенсивного дихання ($ЧД_{макс}$), або спрощено:

$$МВЛ = ЧД_{макс} \cdot ЖЕЛ$$

Досліджуваний повинен дихати якомога глибше і частіше. МВЛ визначають, підсумовуючи об'єми всіх дихальних рухів при форсуванні дихання за 15 хв і потім перераховуючи на 1 хв.

Величина МВЛ значною мірою залежить від індивідуальних властивостей досліджуваного і тому її слід виражати не лише в абсолютних цифрах (л/хв), а й у процентах до належної величини.

Належна величина МВЛ (НМВЛ) розраховується за формулою:

НМВЛ = 0,5×НЖЄЛ-35,

де НЖЄЛ — належна величина життєвої ємкості легень.
35 — максимальна частота дихання здорової людини.

10. Резерв вентиляції (РВ) розраховують за різницею між максимальною вентиляцією легень (МВЛ) і хвилинним обємом дихання (ХОД):

РВ = МВЛ—ХОД

11. Альвеолярна вентиляція легенів (АВЛ) – об'єм вдихуваного повітря, яке надходить до альвеол за 1 хв. Для визначення треба знати дихальний об'єм (ДО), величину «мертвого простору» (МП) і частоту дихання (ЧД).

«Мертвий простір» — це простір повітроносних шляхів, у яких не відбувається газообмін. Величина його в середньому 150 мл.

$$\mathbf{АВЛ = (ДО—МП)×ЧД}$$

12. Коефіцієнт вентиляції легенів (КВЛ) – це відношення об'єму повітря, що надійшло в легені при вдихові, до об'єму повітря, яке вже знаходиться на цей час у легенях. КВЛ показує, яка частина альвеолярного повітря поновлюється (вентилюється) за один дихальний період.

Показник обчислюється за формулою з використанням показників дихального об’єму (ДО), мертвого простору (МП), залишкового об’єму (ЗО) та резервного об’єму видиху (РОВид):

$$\mathbf{КВЛ = ДО – МП / ЗО + РОВид}$$

13. Життєвий показник (ЖП) – відношення життєвої ємності легень (ЖЄЛ) до маси тіла (М).

Показник обчислюється за формулою:

$$\mathbf{ЖП = ЖЕЛ / М}$$

14. Процент використання ЖЄЛ — процентне відношення дихального об’єму (ДО) до життєвої ємності легень (ЖЄЛ):

$$\mathbf{ПВ_{жел} = ДО/ЖЕЛ×100\%}$$

15. Вентиляційний індекс (ВІ). Цей розрахунковий показник свого часу було запропоновано Ґаррісоном. Вентиляційний індекс розглядається як відношення хвилинного об’єму дихання до життєвої ємності легенів. На думку більшості фахівців, значення ВІ можна визначити як критерій реалізації потенційних можливостей системи зовнішнього дихання конкретного реципієнта. Вочевидь, що це положення справедливо при достатньо високих величинах ЖЄЛ і ДО (відомо, що висока величина ХОД може визначатися як несприятливим підвищенням ЧД, так і більш оптимальним шляхом – за рахунок збільшення дихального об’єму).

В загальному виді формула для визначення значень вентиляційного індексу за Ґаріссоном має такий вигляд:

$$\mathbf{ВІ = ХОД / ЖЄЛ}$$

де ВІ – вентиляційний індекс Ґаріссона, %; ХОД – хвилинний об’єм дихання, л/хв; ЖЄЛ – фактична життєва ємність легенів, л.

В нормі вентиляційний коефіцієнт Ґаріссона складає 1,2–2,6%. Для спортсменів характерним є деяке зниження цього параметру (в основному, за рахунок підвищення значень життєвої ємності легенів).

16. Індекс гіпоксії (ІГ). Цей розрахунковий показник характеризує ступінь стійкості організму до дефіциту кисню. У спортивній функціональній діагностиці індекс гіпоксії набуває важливого значення у процесі обстеження спортсменів, які виконують фізичні навантаження з великою кисневою заборгованістю (дистанції спринтів в циклічних видах спорту, деякі види спортивних ігор тощо).

Традиційно величину індексу гіпоксії розраховують за такою формулою:

$$\textbf{ІГ = Твид. / ЧСС}$$

де ІГ – індекс гіпоксії, у.о.; Твид. – час затримки дихання на видиху, с.; ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.

В нормі у здорових нетренованих чоловіків значення ІГ складає 0,409–0,586 у.о., у жінок – 0,369–0,546 у.о. В осіб, які систематично займаються фізичною культурою і спортом, реєструються більш високі величини індексу гіпоксії: серед чоловіків – 0,609–0,786 у.о., серед жінок – 0,509–0,686 у.о.

Належні величини показників спірометрії

Оцінюють виміряні показники, зіставляючи їх із середніми величинами, одержаними при обстеженні здорових людей (тобто по відношенню до норми). Однак діапазон такої норми досить великий через значні індивідуальні відмінності здорових людей, тому обчислюють нормальні показники для конкретного досліджуваного. З цією метою враховують максимально можливу кількість особливостей людини (зріст, масу, вік, стать та ін.) і теоретично розраховують його норму — належну величину.

Показники зовнішнього дихання зазнають зміни в процесі росту і розвитку організму. Найбільш широко використовуваним показником зовнішнього дихання у дітей є життєва ємкість легень, яка залежить від статі, віку, маси і довжини тіла.

Належну життєву ємкість легенів (НЖЄЛ) розраховують за формулами:

<u>для чоловіків:</u>

$$\textbf{НЖЄЛ}_{\text{л}} = (\textbf{зріст}_{\text{см}} \times 0{,}052) - (\textbf{вік}_{\text{роки}} \times 0{,}022) - 3{,}60;$$

<u>для жінок:</u>

$$\textbf{НЖЄЛ}_{\text{л}} = (\textbf{зріст}_{\text{см}} \times 0{,}041) - (\textbf{вік}_{\text{роки}} \times 0{,}018) - 2{,}68.$$

Належну ЖЄЛ можна визначити, користуючись показниками величин належного основного об'єму (НО, ккал на добу, Дж) за формулою А.Антоні і Х.Венрата (1962):

<u>для чоловіків</u>

$$\textbf{НЖЄЛ = НО} \times \textbf{2,6;}$$

<u>для жінок</u>

$$\textbf{НЖЄЛ = НО} \times \textbf{2,2;}$$

Для порівняння можна використати стаціонарні формули, що також враховують стать, вік та зріст досліджуваного:

<u>для чоловіків</u>

$$\textbf{НЖЄЛ = 27,63 - (0,112} \times \textbf{вік,роки)} \times \textbf{зріст,см;}$$

<u>для жінок</u>

$$\textbf{НЖЄЛ = 27,78 - (0,101} \times \textbf{вік,} \text{ роки)} \times \textbf{зріст,}\text{см;}$$

Також можна використати спрощені формули, запропоновані Шиком і Канаєвим (1980):

<u>для чоловіків</u>

$$\textbf{НЖЄЛ = 0,52} \times \textbf{вік,}\text{роки} \textbf{ - 3,2;}$$

<u>для жінок</u>

$$\textbf{НЖЄЛ = 0,49} \times \textbf{зріст,}_{\text{см}} \textbf{ - 3,76.}$$

Одним із способів визначення належної величини ЖЄЛ за показниками віку, статі та зросту є графічні номограми (Рис 3.6. та 3.7.):

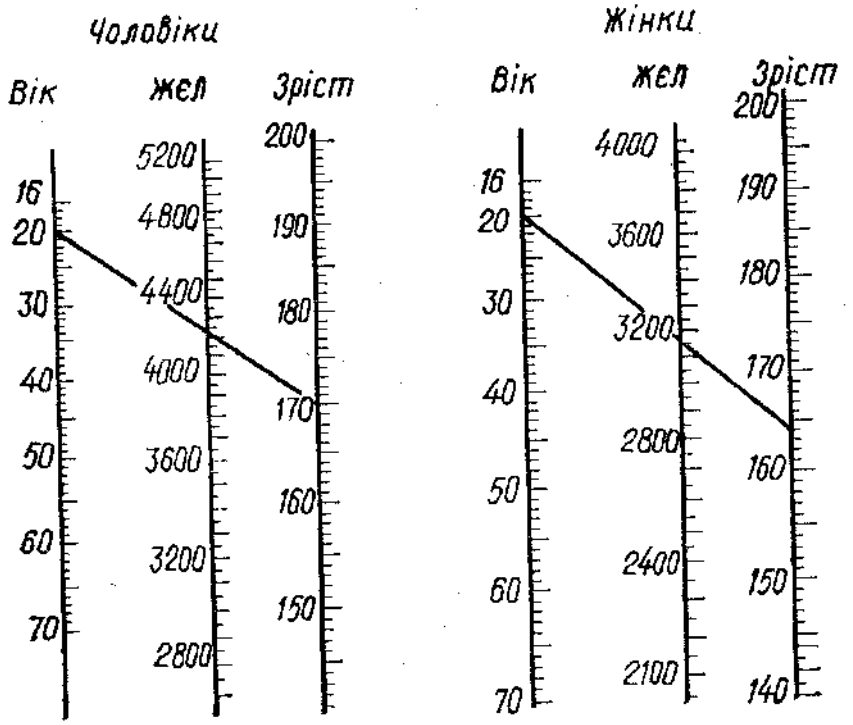


Рис. 3.6. Номограма для визначення значень ЖЕЛ за віком та зростом

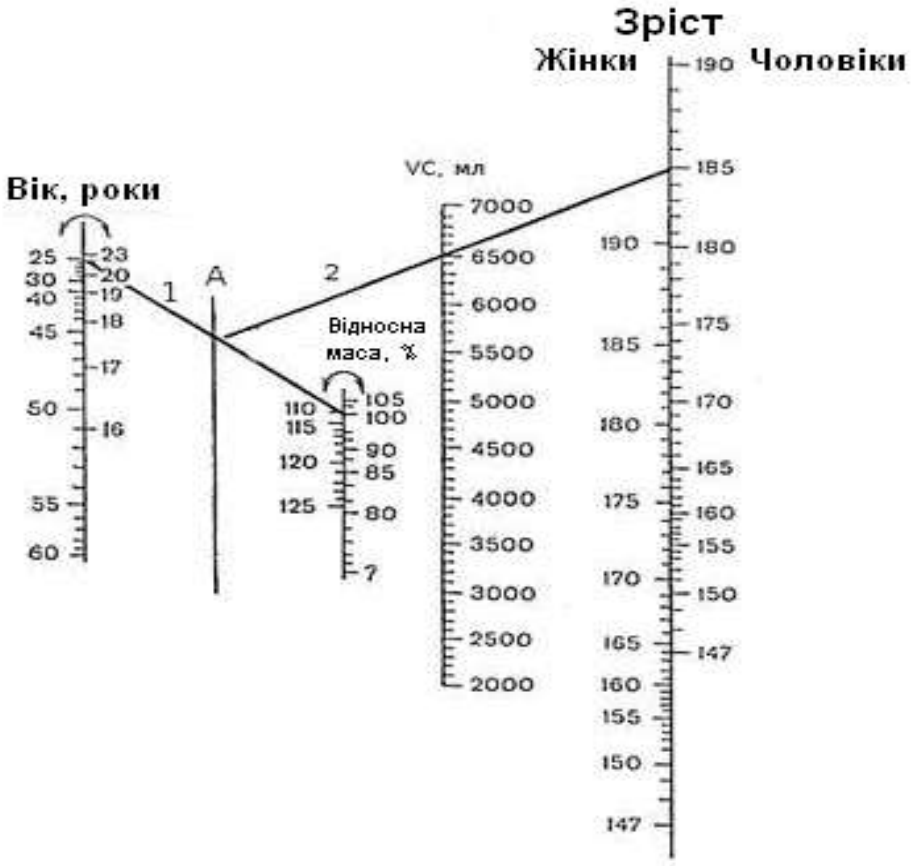


Рис. 3.7. Номограма для визначення значень ЖЕЛ за віком, зростом та відносною масою тіла

Залежність між масою тіла, зростом та ЖЄЛ наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.
Середня величина ЖЕЛ

Зріст, см	Маса тіла, кг							
ЖІНКИ								
	45	50	55	60	65	70	75	80
150	2650	2700	2750	2850	2850	2900	2950	3000
155	2850	2900	2950	3000	3050	3100	3150	3200
160	3050	3100	3150	3200	3250	3320	3350	3400
165	3250	3300	3350	3400	3450	3500	3550	3600
170	3450	3500	3550	3600	3650	3700	3750	3800
175	3650	3700	3750	3800	3850	3900	3950	4000
180	3850	3900	3950	4000	4050	4100	4150	4200

ЧОЛОВІКИ											
Зріст, см	Маса тіла, кг										
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
160	3500	3650	3800	3950	4100	4250	4400	4550	4700	4850	5000
165	3700	3850	4000	4150	4300	4450	4600	4750	4900	5050	5200
170	3900	4050	4200	4350	4500	4650	4800	4950	5100	5250	5400
175	4100	4250	4400	4550	4700	4850	5000	5150	5300	5450	5600
180	4300	4450	4600	4750	4900	5050	5200	5350	5500	5650	5800
185	4500	4650	4800	4950	5100	5250	5400	5550	5700	5850	6000
190	4700	4850	5000	5150	5300	5450	5600	5750	5900	6050	6200

Показники зовнішнього дихання зазнають змін в процесі росту і розвитку організму. З віком життєва ємкість легенів у дітей прогресивно збільшується. У хлопчиків вона, як правило, більше, ніж у дівчаток.

Належна величина життєвої ємкості легенів розраховується за формулами:

<u>для хлопчиків 8-12 років:</u>

$$\text{ЖЕЛ нал} = ((\text{зріст}_{(\text{см})} \times 0{,}052) - (\text{вік}_{(\text{років})} \times 0{,}022)) - 4{,}60;$$

<u>для хлопчиків 13-16 років:</u>

$$\text{ЖЕЛ нал} = ((\text{зріст}_{(\text{см})} \times 0{,}052) - (\text{вік}_{(\text{років})} \times 0{,}022)) - 4{,}20;$$

<u>для дівчаток 8-16 років:</u>

$$\text{ЖЕЛ нал} = ((\text{зріст}_{(\text{см})} \times 0{,}041) - (\text{вік}_{(\text{роки})} \times 0{,}018)) - 3{,}70.$$

У таблиці 3.2. наведено динаміку показників ЖЄЛ у дітей шкільного віку.

Таблиця 3.2.
Середні величини ЖЄЛ у дітей шкільного віку

Вік, роки	Життєва ємність легень, л	
	Хлопці	Дівчата
4	1,15	-
5	1,2	0,85
6	1,2	1,1
7	1,4	1,25
8	1,5	1,3
9	1,7	1,5
10	2	1,7
11	2,1	1,8
12	2,2	2
13	2,3	2,2
14	2,8	2,5
15	3,3	2,7
16	3,8	2,8

Обчислену належну величину приймають за 100 %, а фактичну, одержану під час дослідження (ФЖЄЛ), ФЖЄЛ виражають у процентах до належної.

Відхилення ФЖЄЛ від НЖЄЛ у здорових людей, як правило, не перевищує ± 10 — 15 %. У спортсменів ФЖЄЛ більша за належну.

Спірографія (лат. spiro дихати + грец. grapho писати, зображати) — метод дослідження функції легенів шляхом графічної реєстрації в часі їх об'єму при диханні.

Спірографія проводиться за допомогою приладу – спірограма (рис. 3.8).



Рис. 3.8. Спірограф

За допомогою спірографії визначають:

- число дихань в 1 хв (частота дихання, ЧД);
- об’єм повітря, що потрапляє в легені протягом одного вдиху (дихальний об'єм, ДО);

- об’єм повітря, що потрапляє в легені за 1 хв (хвилинний об’єм дихання, ХОД);
- об'єм кисню, споживаного організмом протягом 1 хв (споживання кисню, $ПО_2$);
- об’єм кисню, споживаного організмом з 1 л, що надходить в легені, повітря (коефіцієнт використовування кисню, $КВО_2$);
- максимальний об’єм повітря, що видихається з легень при спокійному видиху після максимального глибокого вдиху (життєва ємність легенів, ЖЄЛ);
- максимальний об’єм повітря, що видихається з легень при форсованому видиху після максимально глибокого вдиху (форсована життєва місткість легенів, ФЖМЛ);
- максимальний об’єм повітря, що поступає в легені при спокійному вдиху після максимально глибокого видиху (життєва місткість легенів на вдиху, ЖМЛвд);
- максимальний об’єм газу, що видихається з легень за 1 с з при форсованому видиху після максимального глибокого вдиху (об’єм форсованого видиху за 1 с, ОФВ1;
- відношення об’єму форсованого видиху за 1 с до життєвої місткості легенів, виражене у відсотках (індекс Тіффно, ІТ);
- максимальний об’єм повітря, що надходить в легені протягом 1 хв при форсованому диханні з максимальною частотою і глибиною (максимальна вентиляція легень);
- відношення максимальної вентиляції легенів до життєвої місткості легенів, виражене у відсотках належних величин (показник швидкості руху повітря, ПШРП).

Методика проведення спірографії

Спірографію проводять звичайно натщесерце, або через 1–1/2 год після сніданку. Повне спірографічне дослідження починають із запису самостійного дихання у спокої, яке для отримання надійного результату проводиться не менше 3–5 хв. Обстежуваному пропонують дихати спокійно, не фіксуючи уваги на диханні. При цьому реєструють ЧД, ДО і споживання кисню. Потім після короткої перерви (1–2 хв), під час якої прилад закритого типу відключають, послідовно записують ЖЄЛ, ФЖЄЛ і МВЛ. Кожний з цих показників визначають не менше 3 разів до отримання максимальних значень. При реєстрації ЖЄЛ рекомендують максимально глибоко вдихнути і потім максимально глибоко видихнути. У разі вираженої бронхіальної обструкції, коли утруднений навіть спокійний видих, доцільно виміряти ЖМЛвд. Для цього спочатку необхідно максимально глибоко видихнути, а потім максимально глибоко вдихнути. При реєстрації ФЖЄЛ слід виконати максимально глибокий вдих і після невеликої затримки дихання (на 1–2 с) максимально швидко і максимально глибоко видихнути (максимальне зусилля повинне бути досягнуте на початку видиху і підтримуватися постійно). Для визначення МВЛ обстежуваному пропонують дихати щосили — якомога

частіше і в той же час якомога глибше. Заздалегідь корисно продемонструвати необхідний характер дихання. Час реєстрації МВЛ щоб уникнути гіпокапнії, що виявляється запамороченням, непритомністю і ін., не повинен перевищувати 10–15 с.

Якщо обстежуваний легко виконує необхідні дихальні маневри, тривалість інтервалів між окремими вимірюваннями ЖЄЛ, ФЖЄЛ і МВЛ не перевищує 1 хв. При виникненні втоми і задишки, що частіше спостерігається після вимагаючої великої фізичної напруги процедури визначення МВЛ, інтервали між окремими вимірюваннями подовжуються до 2–3 хв і більше. Якщо цього недостатньо дослідження продовжують через 1–2 год або переносять на наступний день.

Спірографія в скороченому варіанті включає реєстрацію ЖЄЛ, ФЖЄЛ (для вимірювання ОФВ1) і розрахунок ІТ. Якщо вимірювання ОФВ1, а, отже, і розрахунок ІТ неможливі, проводять дослідження МВЛ і обчислюють ПСДВ.

Оцінка результатів спірографії

Оцінка результатів спірографічного дослідження проводиться шляхом зіставлення фактичних величин функціональних показників з так званими належними величинами, встановленими при обстеженні практично здорових осіб. Спіріграфія — важливий метод функціональної діагностики зовнішнього дихання.

За результатами спірографії отримують криву — спірограму (рис. 3.9).

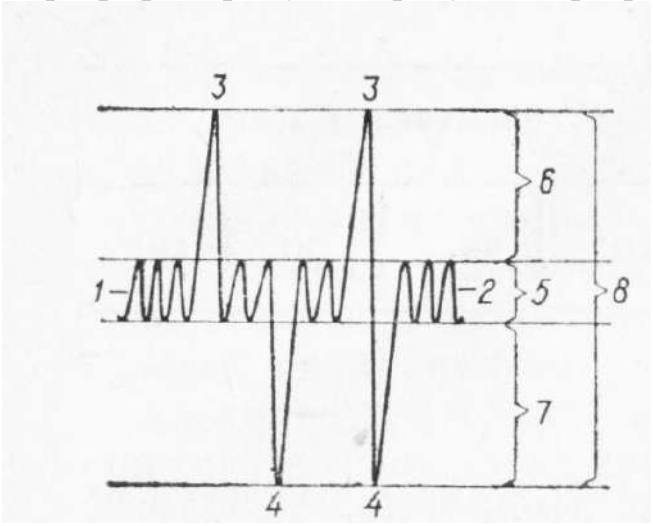


Рис.3.9. Спірограма (схема):

1 — вдих;
2 — видих;
3 — глибокий вдих;
4 — глибокий видих;
5 — дихальний об'єм;
6 — резервний об'єм вдиху;
7 — резервний об'єм видиху;
8 — життєва ємкість легень.

Пневмотахометрія

Пневмотахометрія – метод визначення швидкості повітряного потоку при максимально швидкому вдиху і видиху, отже, і пропускної здатності бронхіального древа. Методику пневмотахометрії проводять за допомогою приладу пневмотахометра (рис. 3.10).

В нормі потужність видиху і вдиху більше або рівна потужності вдиху. У здорових чоловіків з нормальною прохідністю бронхів потужність видиху і вдиху складає 3,5–5,5 л/с, у жінок – 3–3,8 л/с .

Фактичний пневмотахометрический показник сам по собі не характеризує стану бронхіальної прохідності. Його необхідно зіставляти з належними величинами. Належна потужність видиху рівна фактичній ЖЕЛ × 1,2. Чим більше ЖЕЛ, тим вище максимальна об’ємна швидкість видиху.



З підвищенням рівня тренованості швидкість вдиху переважає над швидкістю видиху, особливо у плавців. Збільшення швидкості вдиху у плавців пов'язане з підвищенням резервних можливостей легенів.

Рис. 3.10. Пневмотахометр

Сила дихальних м'язів.

Функціональний стан дихальних м’язів визначають пневмомано-метром. Одиниця виміру сили м'язів видиху умовна — мм рт.ст. *(пневмоно-метричний показник* — **ПМП).** У здорових учнів старших класів досліджений за допомогою модифікованого пневмоманомєтра у юнаків становить — 100 мм. рт. ст., у дівчат — 70 мм рт.ст.

Методика оксигемографії.

Оксигемографія – це фотоелектричний метод визначення з одночасним записом ступеня насичення крові киснем; він заснований на відмінностях спектральних властивостей оксигемоглобіну і відновленого гемоглобіну.

Оксигемограф складається з фотодатчиків та вимірювального приладу. Датчик накладається на верхню частину вушної раковини, яку він охоплює з обох боків: до одного боку примикає джерело світла – маленька лампочка, вмонтована в датчик, а до протилежного – блок з фотоелементом. Лампочка є одночасно і джерелом світла і тепла. Тепло викликає значне розширення судин і збільшення швидкості кровотоку, завдяки цьому кров у нагрітій частині

вушної раковини залишається артеріальною. Чим більше кров насичена киснем, тим більше вона пропускає світла, тому що поглинання світла оксигемоглобіном значно менше, ніж відновленим гемоглобіном. Відповідно посилюється електричний струм у фотоелементі, що реєструється пишучим пристроєм.

За допомогою методу оксигемометрії реєструють ступінь насичення крові киснем після довільної затримки дихання (СНз) і її відношення до початкового ступеня насичення (СНп), коли реципієнт дихав атмосферним повітрям (приймається в середньому за 95%). На підставі цих даних розраховують коефіцієнт використання кисню за формулою: **КВК = СНз / СНп**. В нормі величина КВК складає 0,25-0,30 у.о. Зниження цього показника свідчить про неекономічність використання кисню організмом реципієнта.

Методи газового аналізу

Оцінка кількості кисню і вуглекислого газу в артеріальній і венозній крові є досить цінним методом, який надає можливість скласти уявлення про різні види дихальної недостатності, яка, на жаль, є поширеним явищем не тільки серед хворих людей, але й осіб, які систематично піддаються дії високих фізичних навантажень. Сьогодні існує достатня кількість сучасних методичних підходів до визначення газового складу крові із застосуванням відповідної апаратури. В нормі ступінь насичення артеріальної крові киснем складає близько 95%. При різних видах дихальної недостатності виникає так звана ***артеріальна гіпоксемія*** – недонасичення гемоглобіну артеріальної крові киснем через порушення газообміну в легенях або їх поразку.

Тимчасова артеріальна гіпоксемія досить часто фіксується при гострих поразках дихального апарату (пневмонії, бронхіоліти тощо). У залежності від важкості несприятливих змін в дихальній системі ступінь насичення артеріальної крові киснем може знижуватися до 85-90%, а в деяких випадках до 60-70% і навіть 50%. У разі важких поразок легенів може розвиватися також ***артеріальна гіперкапнія*** – істотне підвищення вмісту вуглекислого газу в крові, що призводить до виникнення газового ацидозу.

1.5. Тести на затримку дихання.

Тривалість затримки дихання досить індивідуальна, вона залежить під вольових якостей спортсмена (вольовий компонент затримки дихання) і, звичайно, економічності споживання кисню клітинами організму.

Вольовий компонент затримки дихання визначають за першими скороченнями діафрагми (коливання черевної стінки). Слід пам'ятати, що повторні затримки дихання завжди бувають більш результативні, ніж перші

Тест Штанге (затримка дихання на вдиху, апное). Обстежуванний учень в положенні сидячи робить глибокий вдих, затискує спеціальним затискачем (або пальцями) ніздрі і якнайдовше затримує дихання. Середнім показником є здатність затримати дихання на вдиху для нетренованих людей на 40-55 с, для тренованих – на 60-90 с і більше. З наростанням тренованості час затримки

дихання зростає, при захворюванні або перевтомі цей час знижується до 30-35 секунд.

Ця проба характеризує стійкість організму до недостатності кисню.

Секундоміром вимірюють час від моменту затримки дихання до його припинення. Протягом всього часу затримки дихання вимірюють ЧСС. Після виконання тесту розраховують пульсовий *індекс затримки дихання* (ІЗД) – відношення кількості пульсових ударів за весь період затримки до тривалості апное (с).

Оцінка тесту: менше 1,39 с – незадовільно, 1,40-1,49 – задовільно, більше 1,50 – добре. Чим меньша величина ІЗД, тим більша стійкість організму до кисневого голоду. При втомі, перенапруженні, захворюваннях органів кровообігу і дихання, при анемії величина ІЗД зменшується, що обумовлено підвищенням збудливості дихального центру, зміною інтенсивності процесів обміну в тканинах.

Тест Серкіна. Дозволяє визначити реакцію системи дихання на фізичне навантаження.

Затримку дихання проводять тричі: в стані спокою, після 20 присідань за 30с і через 1 хв відпочинку (табл. 3.3).

Таблиця 3.3.
Оцінка результатів тесту Серкіна

Контингент досліджуваних	Частини проби		
	Перша	Друга	Третя
Здорові, треновані	46-60 с	> 50% першої частини	> 100% першої частини
Здорові, нетреновані	36-45 с	30-50% першої частини	70-100% першої частини
З прихованою недостатністю кровообігу	20-35 с	< 30% першої частини	< 70% першої частини

Результати оформлюють у вигляді графіку, відклавши по осі Х спроби (спокій, навантаження, 30 сек та 1хв), а по осі У – затримку дихання у секундах.

Тест Генчі (затримка дихання на видиху). При проведенні цього тесту обстережуваному пропонується після видиху затримати дихання якомога довше.

Апное на видиху оцінюють так: менше 34 с – незадовільно, 35-39 с – задовільно, більше 40 с – добре.

Нормативні величини затримки дихання учнів шкільного віку наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

Нормативні величини затримки дихання учнів шкільного віку.

Вік, роки	Хлопці		Дівчата	
	Затримка дихання			
	На вдиху	На видиху	На вдиху	На видиху
8	44,7	18,3	38,4	17,3
9	44,3	19,8	42,6	19,2
10	50,0	22,9	51,4	23,0
11	51,2	24,2	44,7	20,3
12	61,9	21,4	48,6	21,3
13	61,0	24,0	50,4	19,8
14	64,2	25,2	54,9	24,2
15	73,0	28,0	60,5	26,2

Тест Кліптеля. У обстежуванного визначають частоту дихання в стані спокою і після затримки дихання на вдиху. Потім виконується відповідне даному виду спорту навантаження, а за ним тричі визначається затримка дихання: спочатку зразу ж після навантаження, тоді на другій і на п'ятій хвилинах після нього. Після кожної затримки дихання підраховується частота дихання за 1 хв. В нормі частота дихання після кожної затримки дихання повинна залишатись без змін або не пізніше, ніж через дві хвилини повернутися до рівня спокою. На п'ятій хвилині після навантаження тривалість затримки дихання повинна бути однакова з величиною до навантаження.

Індекс Скібінські (ІС).

ІС дозволяє комплексно оцінити функцію серцево-судинної і дихальної систем. Для цього користуються формулою:

$$\textbf{ІС = (ЖЕЛ / 100) × затримка дихання] / ЧСС}$$

Оцінка ІС проводиться за шкалою: 5 і нижче – дуже погано. 6-10 – незадовільно, 11-30 – задовільно, 31-60 – добре, 61 і більше – відмінно.

Проба Дубровського перевіряє стійкість до гіпоксії. Випробовуваному накладають на грудну клітку і на черевну стінку манжети. Після глибокого вдиху дихання затримують і фіксують на кімографі перші асциляції, діафрагми, що свідчать про скорочення. Тривалість затримки дихання говорить про ступінь стійкості до гіпоксії. Чим вона вища, тим кращий функціональний стан спортсмена.

1.6. Поняття про показники анаеробної і аеробної фізичної працездатності

Споживання O_2 під час фізичної роботи зростає в міру зростання її потужності та тривалості.

Для кожної людини існує межа, вище якої споживання O_2 не зростатиме. Людина досягає рівня свого МСК не раніше 3 хв від початку роботи.

МСК є показником аеробної працездатності організму, тобто спроможності виконувати важку роботу, забезпечуючи енерговитрати за рахунок O_2, який споживається безпосередньо під час роботи.

Методи визначення МСК є прямі і не прямі. Суть прямого методу полягає в тому, що людина виконує, потужність якої поступово зростає. Відносно зростає і споживання O_2, але наступає період, коли потужність роботи зростає, а споживання O_2 залишається на попередньому рівні - це –і буде величина МСК. Суть непрямих методів (див. лабораторну роботу № 2) полягає в тому, що МСК визначається за ЧСС, оскільки прискорення роботи серця відбувається майже паралельно зростанню споживанню O_2.

Величина МСК і спортивні результати. У нетренованих величина МСК ≈ 2-3,5 л/хв, у спортсменів високого класу ≈ 6-6,5 л/хв. Оскільки абсолютна величина МСК залежить від розмірів тіла, її ділять на вагу людини. У нетренованих людей відносний показник МСК ≈ 35-45 мл, у спортсменів високого класу ≈ 50-90 мл.

Спортивний результат в бігові на довгі дистанції, лижних гонках, плаванні, ковзанярському та велосипедному спорті на 60-80% залежить від рівня МСК. Збільшення МСК лише на 1 мл/хв/кг дозволяє «скинути» 3,5 сек з результату в бігу на 5 км на ковзанах. Спортсмен, МСК якого складає 79 мл/хв/кг буде вигравати щосекунди 1 м дистанції у спортсмена, МСК якого становить 65 мл/хв/кг. На дистанції 10 км це дасть виграш у 8 хв.

Процент використання МСК. Спортсмен не може працювати тривалий час на граничному напруженні діяльності серцево-судинної та дихальної систем. Визначено, що навіть добре тренована людина може працювати при споживанні O_2 90-95% від свого МСК не більше 10-15 хв. У неспортсменів цей час дорівнює 2,5 хв. Тривалість підтримання споживання O_2 на максимальному рівні є показником витривалості.

Анаеробною працездатністю називають спроможність людини працювати в умовах нестачі O_2 за рахунок анаеробних джерел енергії. Показником анаеробної працездатності є максимальний КБ. Виділяють його дві частини: 1) алактатна (2-4 л) – це кількість O_2, яка йде на ресинтез КрФ, АТФ; 2) лактатна – це об'єм O_2, який йде на ліквідацію молочної кислоти, що накопичилась у м'язах під час роботи. Непрямим методом визначення анаеробної працездатності організму є затримка дихання, прямий метод – аналіз повітря, яке видихає випробовуваний у відновлювальний період.

Від величини анаеробної працездатності залежать результати у спортсменів, робота яких триває від декількох секунд до 7-8 хв.

Поріг анаеробного обміну (ПАНО). При роботі МСК подальше збільшення потужності роботи відбувається за рахунок роботи м'язів, які використовують вже анаеробні джерела енергії. Поява в організмі перших ознак анаеробного ресинтезу АТФ називають порогом анаеробного обміну. Вимірюється ПАНО в процентах від МСК. У спортсменів ПАНО дорівнює, як правило, 50-70% від МСК. Чим вище ПАНО, тим важчу роботу спортсмен виконує, відновлюючи АТФ за рахунок більш продуктивних аеробних джерел енергії.

1.7. Методи визначення показника максимального споживання кисню

Максимальне споживання кисню визначають прямим і непрямим методами. Для визначення МСК прямим методом досліджуваному пропонують інтенсивне навантаження (з включенням в роботу не менше 2/3 м'язової маси і ЧСС І80-І90ск/хв.) протягом 4-5 хв. При виконанні роботи (частіше велоергометричної) за допомогою газового лічильника реєструють легеневу вентиляцію, а після роботи визначають вміст кисню в атмосферному і у видихуваному (в мішку Дугласа) повітрі. Методи прямого визначення величини МСК є досить приладомісткими і незручними, тому більш широко використовуються непрямі методи. Непряме визначення МСК базується на наявності лінійної залежності між ЧСС, споживанням кисню, з одного боку, і потужністю циклічної роботи субмаксимальної інтенсивності з іншого.

Визначення МСК за допомогою спірографа.

Взявши в рот загубник спірографа, обстежуваний виконує педалювання на велоергометрі (потужність навантаження для чоловіків – спочатку 50 Вт, тоді 100, 150; для жінок – 25 Вт, тоді 50, 75, 100 Вт). Тривалість кожної сходинки навантаження – 1 хв. Період, коли збільшення рівня відхилення спірограми від горизонталі припиняється, свідчить про досягнення рівня максимального споживання кисню.

При тестуванні МСК особливу увагу обстежуваного звертають на необхідність вольового підвищення потужності роботи, оскільки при недостатній мотивації до діяльності одержаний результат МСК буде знижений. Слід також пам'ятати, що досягнення рівня критичної потужності навантаження пов'язане з певним ризиком для здоров'я (особливо для учнів молодшого шкільного віку), а тому при прямому тестуванні МСК необхідна присутність медпрацівника.

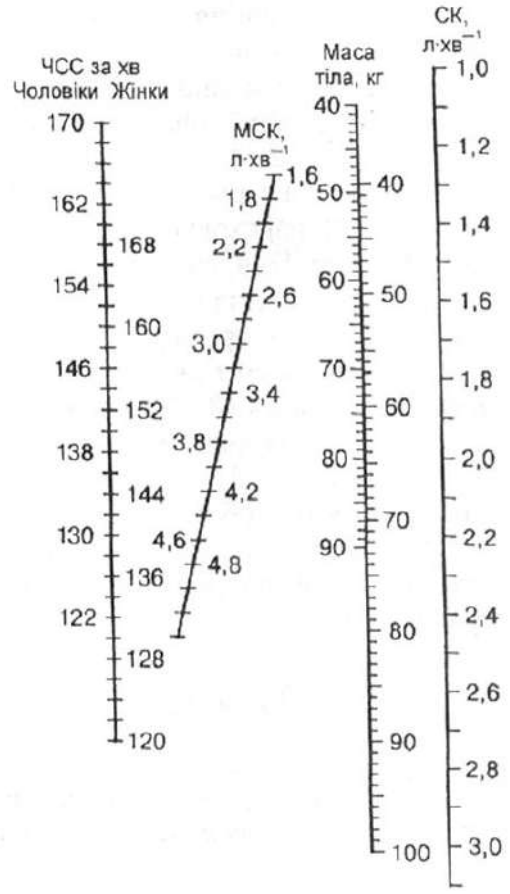
Визначення МСК за методом Астранда і Рімінга.

Обладнання. Сходинка: висота для юнаків 40 см, дівчат – 33 см; метроном; секундомір; медичні ваги.

Проведення тесту (Карпман, 1980). Учаснику тестування пропонують виконати степ-тест. Темп сходження – 22,5 цикли за хвилину. Щоб кожний удар метронома відповідав одному кроку, його установлюють на 90 уд×хв$^{-1}$. На п'ятій хвилині навантаження реєструється ЧСС електрокардіографом. Якщо це

зробити неможливо, пульс підраховується протягом 10 с відновлення після навантаження. До або після навантаження визначається маса тіла учня з точністю до 1 кг.

Результат. Для розрахунку МСК використовують номограму Астранда (рис. 3.11).



Спочатку по горизонталі на рівні показника маси тіла учасника тестування визначають відповідну точку на шкалі СК. Потім на шкалі, яка розташована на лівій частині малюнка, знаходять зареєстровану при навантаженні ЧСС. Обидві точки з'єднують прямою, а на місці перетину її з середньою лінією одержують очікуване значення МСК. Наприклад, ЧСС при виконанні навантаження у дівчини з масою тіла 61 кг дорівнює 156 уд×хв$^{-1}$. За номограмою визначають МСК, котре дорівнює 2,4 л×хв.$^{-1}$.

Рис. 3.11. Номограма для визначення МСК

Визначення МСК за методом Добельна.

Обладнання. Сходинка висотою 25-40 см; метроном; секундомір; медичні ваги.

Проведення тесту. Учаснику тестування пропонують виконати степ-тест протягом 5 хв. Темп сходження довільний (визначається залежно від статевого і вікового складу учнів). Після навантаження протягом перших 10 с відновлення визначається ЧСС.

Результат. МСК визначається за формулою Добельна:

$$МСК = 1{,}29 \times \sqrt{\frac{N}{f - 60} \times e - 0{,}00084 \times T}$$

де: N — потужність навантаження, Вт×хв$^{-1}$;
f— ЧСС протягом перших 10 с відновлення;
e — основа натурального логарифму;
T — вік учасника тестування.

Потужність навантаження при сходженні на сходинку визначається за формулою:

$$\mathbf{N = 1{,}3 \times P \times h \times n}$$

де: P — маса тіла учасника тестування, кг;
h — висота сходинки, м;
n — кількість циклів сходження за 1 хв.

Визначення МСК за показниками фізичного розвитку і рухових здібностей (Метод Апанасенка)

Користуючись методом факторного аналізу, О.Д. Дубогай і В.Г. Мігульова (1981) встановили високу ступінь взаємозв'язку МСК за показниками фізичного розвитку і руховими здібностями школярів. На основі цієї залежності авторами розроблено формули для непрямого визначення МСК:

$$\mathbf{МСК}_{\text{(юнаки)}} = \frac{МТ}{20} + \frac{ДК}{100} + \frac{ЖЕЛ}{20} - 1{,}1$$

де: **МТ** - маса тіла, кг;
ДК — динамометрія сильнішої кисті, кг;
ЖЄЛ — життєва ємкість легень, сотні мл.

$$\mathbf{МСК}_{\text{(дівчата)}} = \frac{МТ}{20} + \frac{СД}{250} + \frac{ЖЕЛ}{10} - 0{,}7$$

де: **МТ** — маса тіла, кг;
СД — результат у стрибку в довжину з місця, см;
ЖЄЛ — життєва ємкість легень, мл.

Визначення МСК за методом Душаніна

Обладнання. Секундомір; медичні ваги; антропометр.

Проведення тесту. Діагностична система складається з чотирьох показників, котрі оцінюються в балах.

А. Вік. Кожний рік життя дає 1 бал. Наприклад, у віці 10 років нараховується 10 балів.

Б. Частота серцевих скорочень у спокої. За кожне серцеве скорочення нижче 95 нараховують 1 бал. Наприклад, ЧСС — 82 уд×хв$^{-1}$ відповідає 13 балам. При частоті пульсу понад 95 бали не нараховуються.

В. Відновлення пульсу. Після 5 хв. відпочинку у положенні сидячи вимірюють ЧСС протягом 1 хв. Після цього учаснику тестування пропонують зробити 20 глибоких присідань за 40 с і знову сісти. Через 2 хв. знову вимірюють ЧСС протягом 10 с результат помножують на 6. Відповідність

вихідної величини дає 30 балів, перевищення на 10 уд×хв$^{-1}$ — 20 балів, на 15 — 10 балів, на 20 — 5 балів, більше 20 — із загальної суми віднімають 10 балів.

Г. Об'єм серця. За кожне збільшення об'єму серця, розрахованого за наведеною нижче формулою, починаючи з 270 см^3 , на 10 см^3 нараховують 5 балів.

$$Об'єм\ \ серця\ \ (см^3) = 20\sqrt{\frac{маса\ тіла,\ г}{довжина\ тіла,\ см}}$$

Результат. Суму одержаних за кожний показник балів слід використати у наступній формулі для визначення МСК:

МСК, мл = 26х + 532 ,

де х — загальна сума набраних балів;
532 — постійний коефіцієнт.

Загальні вказівки та зауваження.

Для визначення МСК (мл×хв$^{-1}$-кг$^{-1}$) одержаний результат ділять на масу тіла учасника тестування.

Середня помилка методу складає ± 10 % порівняно з прямим способом вимірювання МСК.

Оцінку показників МСК наведено у табл. 3.5.

Таблиця 3.5. Оцінка показників МСК за методом Душаніна

МСК, мл×хв$^{-}$	Оцінка
≤35	Низькі
35-41,9	Нижче
42-50,9	Середні
51-59,9	Вище середніх
≥60	Високі

Визначення МСК за результатами 12-ти хвилинного бігу (методика Jeannotal)

За результатами 12-ти хвилиного бігу, як вважає Jeannotal (1980), непрямо можна визначити максимальне споживання кисню (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6 .

Відповідність максимального споживання кисню (МСК) результатам 12-хвилинного бігу

Біг 12 хв,м	МСК, мл× $хв^{-1}×кг^{-1}$	Біг 12 хв, м	МСК, мл× $хв^{-1}×кг^{-1}$	Біг 12 хв, м	МСК, мл× $хв^{-1}×кг^{-1}$	Біг 12 хв, м	МСК, мл× $хв^{-1}×кг^{-1}$
900	18,0	2500	45,1	1700	31,6	3300	58,9
950	18,9	2550	46,0	1750	32,4	3350	59,7
1000	19,7	2600	46,9	1800	33,3	3400	60,6
1050	20,6	2650	47,8	1850	34,1	3450	61,4
1100	21,4	2700	48,6	1900	35,0	3500	62,3
1150	22,3	2750	49,5	1950	35,8	3550	63,1
1200	23,1	2800	50,4	2000	36,7	3600	64,0
1250	24,0	2850	51,2	2050	37,5	3650	64,8
1300	24,8	2900	52,1	2100	38,4	3700	65,7
1350	25,7	2950	52,9	2150	39,3	3750	66,5
1400	26,5	3000	53,8	2200	40,1	3800	67,4
1450	27,4	3050	54,6	2250	41,0	3850	68,2
1500	28,2	3100	55,5	2300	41,7	3900	69,1
1550	29,0	3150	56,3	2350	42,5	3950	69,9
1600	29,9	3200	57,2	2400	43,4	4000	70,8
1650	30,7	3250	58,0	2450	44,3	4050	71,6

Визначення МСК за даними $ФП_{170}$.

Можливість визначення, МСК за результатом фізичної працездатності при ЧСС 170 ск/хв ($ФП_{170}$) ґрунтується на наявності між даними показниками високого позитивного кореляційного зв'язку (В.Л. Карпман і ін., 1972). З метою полегшення обчислювальних дій користуються формулами:

при $ФП_{170}$, більше 900 кгм/хв. **МСК** мл/хв $=2{,}2 \times ФП_{170} + 1070$;

при $ФП_{170}$ менше 900 кгм/хв. **МСК** мл/хв $= 1{,}7 \times ФП_{170} + 1240$.

Одержану величину МСК корегують за віковим фактором. Швидше величину МСК за даними $ФП_{170}$ можна визначити, користуючись таблицею 3.7 .

Таблиця 3.7.

Співвідношення між величиною МСК і потужністю роботи ($ФП_{170}$ у здорових молодих осіб (В.Л.Карпман і ін., 1972)

$ФП_{170}$.	МСК, л/хв	$ФП_{170}$	МСК, л/хв
500	2,62	1500	4,37
600	2,66	1600	4,62
700	2,27	1700	4,82
800	2,82	1800	5,06
900	2,97	1900	5,19
1000	3,13	2000	5,32
1100	3,38	2100	5,43
1200	3,60	2200	5,57
1300	3,88	2300	5,60
1400	4,13	2400	5,72
		2500	6,80

Визначення належних величин максимального поглинання кисню (НМСК)

Об'єктивність дозування інтенсивності різних за характером фізичних вправ значно зростає при врахуванні належного МСК (НМСК).

НМСК можна визначити за такими формулами:

ЧОЛОВІКИ:

НМСК = МТ × 50

де: МТ – маса тіла досліджуваного, кг;
50 – споживання кисню, мл/кг маси тіла.

ЖІНКИ:

НМСК = МТ × 40

де: МТ – маса тіла досліджуваного,кг;
40 – споживання кисню, мл/кг маси тіла.

Порівнюючи МСК з НМСК, можна розрахувати рівень порогового навантаження і у відповідності з рівнем функціональної підготовленості обстежуваного розбити відповідну програму тренувальних навантажень.

Для визначення потужності фізичних навантажень при різних значеннях НМСК користуються даними таблиць 3.8 та 3.9.

Таблиця 3.8 .
Потужність фізичних навантажень(Вт) при різних значеннях НМСК

НМСК л/хв	НМСК, %					
	20	35	50	75	100	125
	МЕТ					
	1 –1,5	2 - 3	4 - 5	6 - 7	8 - 9	11 - 13
1,5-2	15	30	60	100	140	180
2,01-2,5	20	40	80	130	180	230
2,51-3,0	25	50	100	160	220	280
3,01-3,5	30	60	120	190	260	330
3,51-4,0	35	70	140	220	300	380
4,01 і більше	40	80	160	250	340	430

Таблиця 3.9.
Кількість сходжень у степ – тесті при різній висоті сходинки і енергетичному рівні навантаження

Маса тіла, кг	Висота сходинки, см	% НМСК	НМСК, л/хв				
			1,6 – 2,0	2,1 – 2,5	2,6 – 3,1	3,1 - 3,5	3,5 - 4,0
			Кількість сходжень за 1 хв				
41-60	12	20	12	14	16		
	23	35	14	17	20		
	23	50	24	28	32		
	40	75	22	26	30		
61-80	12	20		10	12	14	
	23	35		12	14	16	
	23	50		19	23	27	
	40	75		18	21	24	
81-100	12	20		8	10	12	14
	23	35		9	11	13	15
	23	50		15	18	21	24
	40	75		16	18	20	22
101-120	12	20			8	10	12
	23	35			9	11	13
	23	50			14	17	20
	40	75			14	16	18

Навантаження потужністю 20, 35, 50, 75% НМСК призначаються дітям, які не займаються спортом, або спортсменам з низькою загальною витривалістю; навантаження потужністю 100 – 120% НМСК і більші – лише спортсменам високої кваліфікації.

1.8. Показники функціонування дихальної системи в процесі м'язової роботи

М'язова робота завжди пов'язана із збільшенням газообміну, оскільки енергія утворюється в процесі окислення органічних речовин. Дихання при фізичній роботі має ряд особливостей, а саме:

1. Залежить від пози спортсмена – виконання «гімнастичного містка», їзда на велосипеді, біг на ковзанах тощо зменшують дихальні об'єми. Це вимагає зміни ритму і глибини дихання.

2. Залежить від координації рухів. У спортсменів організм точно знає, які м'язи треба включити в роботу для досягнення максимального ефекту, тому дихальна система не перенапружується. У нетренованих людей координація рухів є гіршою (наприклад, не використовується сила інерції), тому в роботу включаються м'язи, які непотрібні для її виконання. Отже, збільшується споживання O_2, що вимагає додаткових зусиль з боку дихальної системи.

3. Підвищується легенева вентиляція (ЛВ). У нетренованих людей ЛВ збільшується за рахунок ЧДР, у спортсменів – глибини дихання. До 30-35 дихальних циклів за 1 хв ЛВ збільшується, подальше підвищення ЧДР зменшує ефективність вентиляції, оскільки зменшується час газообміну. ЛВ при м'язовій роботі може досягати у спортсменів 150-160 л/хв.

4. Підвищується кисневий запит (КЗ). КЗ – це кількість O_2, яка необхідна для виконання певної роботи. Види КЗ: сумарний КЗ – це кількість O_2, яка необхідна для виконання всієї роботи, а хвилинний КЗ – щохвилини. При визначенні КЗ враховується лише той об'єм O_2, що споживається зверх рівня спокою, тобто те, що йде суто на виконання роботи. У стані спокою людина споживає щохвилини 0,2-0,3 л O_2, а при потужній роботі – до 5-6 л O_2/хв. Найбільшу кількість O_2, яку організм спроможний засвоїти за 1 хв роботи максимальної потужності називають максимальним споживанням O_2 (МСК).

5. Посилення роботи газотранспортної системи. Ця система постачає тканини O_2, а виводить з організму CO_2. До неї входять системи дихання (надходження повітря), крові (транспортування дихальних газів) і кровообігу (забезпечує рух і перерозподіл крові). Під час м'язової роботи посилюється ЛВ, за рахунок депонованої крові підвищується КЕК, підвищується тиск і кровопостачання дихальних м'язів.

Повна мобілізація газотранспортної системи відбувається не раніше ніж через 3-4 хв від початку фізичної роботи. Тому на початку роботи м'язи можуть відчувати нестачу O_2 і утворюється кисневий борг (КБ).

6. Утворення кисневого боргу. КБ – це кількість O_2, яка необхідна для окислення продуктів метаболізму (молочна, вугільна кислоти, CO_2 тощо), які утворилися під час роботи. КБ ліквідовується у відновний період. Він вимірюється різницею між КЗ і кисневим споживанням під час роботи. Величина КБ залежить від потужності роботи. КБ у спортсменів може досягати 15-20 л, у нетренованих людей – 10 л.

Показники максимального споживання кисню (мл/кг/хв) у висококваліфікованих спортсменів наведені у таблиці 3.10

Табліца.3.10.
Максимальне споживання кисню (мл/кг/хв) у висококваліфікованих спортсменів

Вид спорту	Чоловіки	Жінки
Лижні гонки	83	63
Біг 3000 м	80	—
Біг на ковзанах	78	54
Біг 800—1500 м	76	56
Велогонки	74	—
Біатлон	73	—
Спортивна ходьба	71	—
Веслування на каное	70	—
Гірськолижний спорт	68	50
Біг 400 м	67	—
Плавання	67	—
Боротьба	57	—

Якщо існує рівновага між КЗ і кисневим споживанням, цей стан називають справжнім стійким станом (робота виконується легко і довго). Якщо КЗ повністю не задовільняється – це несправжній стійкий стан (робота триває до часу досягнення максимальної величини КБ).

Отже дихання – це сукупність процесів, що забезпечують споживання організмом O_2 і виділення CO_2. Метою дихальної функції є забезпечення організму такою кількістю O_2, яка адекватна його енерговитратам. М’язова робота завжди пов’язана із збільшенням газообміну, оскільки енергія утворюється в процесі окислення органічних речовин.

Тема 2. Серцево-судинна система людини та методи її дослідження в практиці фізичної терапії та ерготерапії

2.1. Загальна характеристика кровоносної системи людини.
2.2. Вікові особливості серцево-судинної системи.
2.3. Методи дослідження серцево-судинної системи.
2.4. Функціональні проби та ортостатичні тести в дослідженні серцево-судинної системи.
2.5. Біоелектричні явища в серці. Електрокардіограма як метод дослідження роботи серця.
2.6. Тестування працездатності і загального фізичного стану серцево-судинної системи.
2.7. Зміни в ССС під впливом фізчничних навантажень.

2.1. Загальна характеристика кровоносної системи людини.

Рух крові в організмі, її циркуляція становлять суть кровообігу. Кровообіг забезпечується діяльністю серця і кровоносних судин. У людини судинна система складається із повністю розділених великого і малого кола кровообігу (рис. 3.12).

Велике коло кровообігу починається від лівого шлуночка серця, звідки кров надходить до аорти. Із аорти артеріальна кров протікає по артеріях, які розгалужуються, і найдрібніші з них розподіляються на артеріоли, а потім на капіляри, що огортають густою сіткою весь організм. Через тонкі стінки капілярів відбувається обмін поживними речовинами і продуктами життєдіяльності клітин.

Із капілярів кров потрапляє у венули, а потім у вени, які впадають у верхню і нижню порожнисті вени. Верхня і нижня порожниста вени приносять венозну кров у праве передсердя, де закінчується велике коло кровообігу.

Мале коло кровообігу починається від правого шлуночка серця легеневою артерією. Протікаючи через серце венозна кров віддає вуглекислий газ і насичується киснем. Збагачена киснем кров від легень по чотирьох легеневих венах надходить до лівого передсердя. В лівому передсерді закінчується мале коло кровообігу.

Серце являє собою порожнистий м’язовий орган, який складається із чотирьох камер: двох передсердь і двох шлуночків (рис. 3.13). Ліва і права частини серця поділені суцільною перегородкою. Кров із передсердь в шлуночки надходить через отвори, які мають клапани, що відкриваються тільки в бік шлуночків. Клапани утворені стулками, які змикаються. В лівій частині серця клапан двостулковий, у правій – тристулковий.

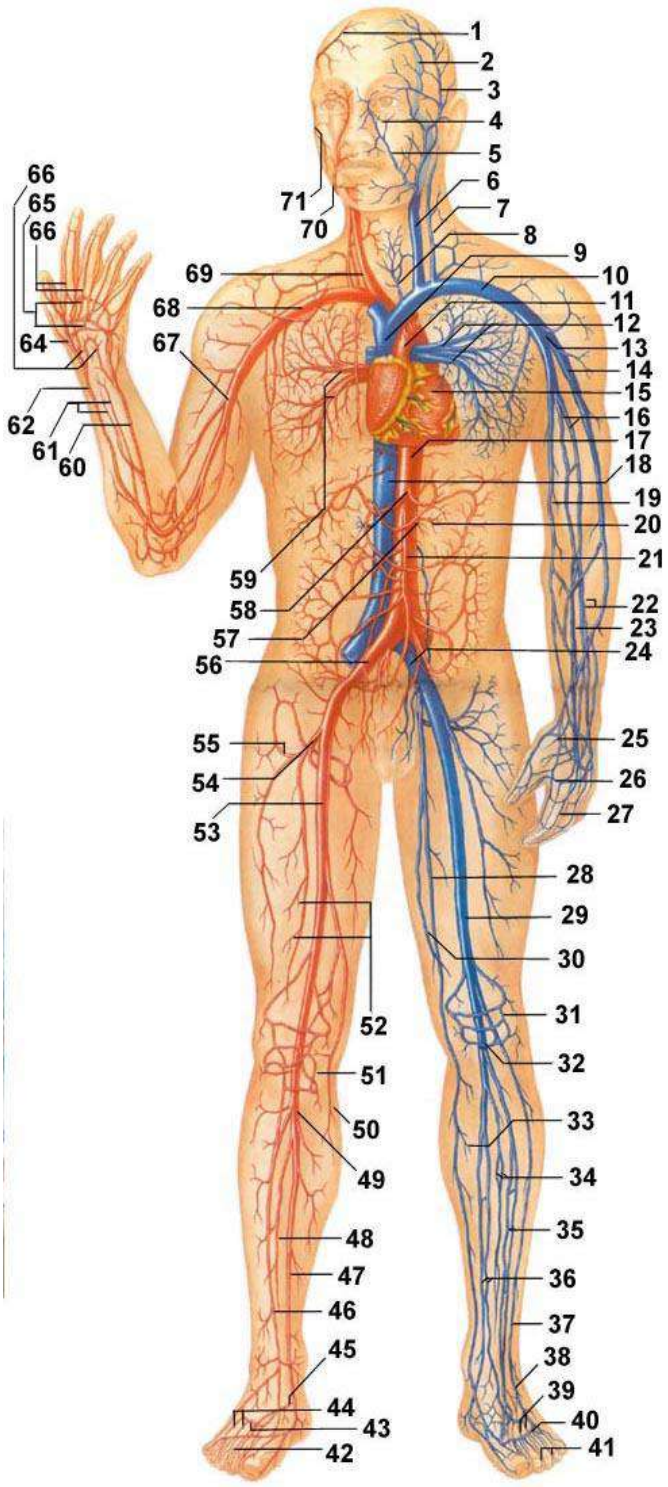


Рис. 3.12. Шляхи кровопостачання в організмі людини

1 — скронева артерія; 2 — мозкова вена; 3 — поверхнева скронева вена; 4 — кутова вена; 5 — лицева вена; 6 — внутрішня яремна вена; 7 — зовнішня яремна вена; 8 — щитовидна вена; 9 — верхня порожниста вена; 10 — підключична вена; 11 — аорта; 12 — легеневі артерії; 13 — пахвова вена; 14 — головна вена; 15 — серце; 16 — плечові вени; 17 — низхідна аорта; 18 — нижня порожниста вена; 19 — княжа вена; 20 — ниркова артерія; 21 — верхня брижова артерія; 22 — ліктьові вени; 23 — променеві вени; 24 — загальна клубова вена; 25 — венозна сітка кисті; 26 — долонна венозна дуга; 27 — пальцеві вени; 28 — велика підшкірна вена; 29 — стегнова вена; 30 — додаткова підшкірна вена; 31 — венозна сітка коліна; 32 — підколінна вена; 33 — пронизні вени; 34 — малогомілкові вени; 35 — передні великогомілкові вени; 36 — задні великогомілкові вени; 37 — мала підшкірна вена; 38 — підошовна венозна сітка; 39 — тильні плеснові вени; 40 — тильна венозна дуга; 41 — тильні пальцеві вени; 42 — тильні пальцеві артерії; 43 — дугоподібна артерія; 44 — тильні плеснові артерії; 45 — підошовні артерії; 46 — передня великогомілкова артерія; 47 — задня великогомілкова артерія; 48 — малогомілкова артерія; 49 — підколінна артерія; 50 — низхідна артерія коліна; 51 — артеріальна сітка коліна; 52 — пронизні артерії; 53 — стегнова артерія; 54 — глибока артерія стегна; 55 — огинаюча артерія стегна; 56 — загальна клубова артерія; 57 — шлункова артерія; 58 — загальна печінкова артерія; 59 — легеневі вени; 60 — ліктьова артерія; 61 — міжкісткові артерії; 62 — променева артерія; 63 — долонні зап'ясткові артерії; 64 — тильна зап'ясткова артерія; 65 — долонні дуги; 66 — пальцеві артерії; 67 — плечова артерія; 68 — пахвова артерія; 69 — загальна сонна артерія; 70 — лицева артерія; 71 — щелепна артерія.

У місці виходу аорти з лівого шлуночка і легеневої артерії з правого шлуночка розташовані півмісяцеві клапани. Клапани серця забезпечують рух крові тільки в одному напрямку: із передсердь – у шлуночки, а із шлуночків – в артерії.

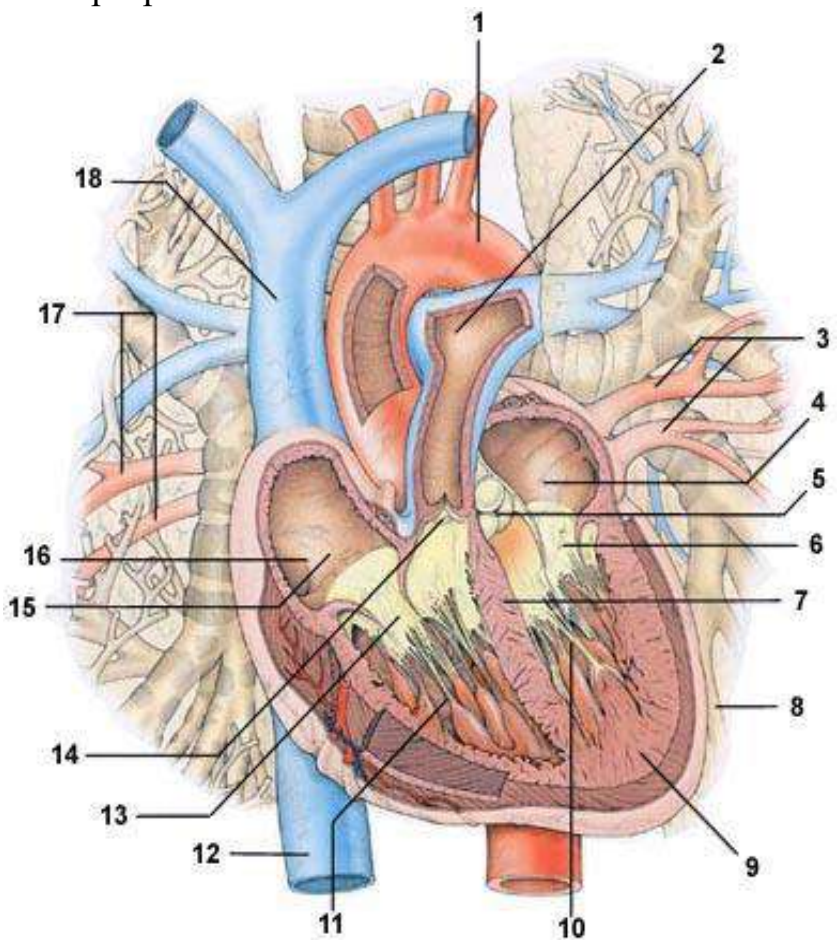


Рис 3.13. Будова серця
1 — аорта;
2 — легеневий стовбур;
3 — легеневі вени;
4 — ліве передсердя;
5 — клапан аорти;
6 — митральний клапан;
7 — перегородка;
8 — перикард;
9 — міокард;
10 — лівий шлуночок;
11 — правий шлуночок;
12 — нижня порожниста вена;
13 — тристулковий клапан;
14 — клапан легеневого стовбура;
15 — ендокард;
16 — праве передсердя;
17 — легеневі вени;
18 — верхня порожниста вена.

Маса серця дорослої людини становить 250-360 г (0,5% загальної маси тіла). Маса серця у новонародженого становить 0,8% (20-25 г) загальної маси тіла. Найбільш енергійно серце росте у перші два роки.

Основна маса серцевого м’язу представлена типовими для серця волокнами – поперечносмугастими, які забезпечують скорочення відділів серця. Крім того, у серцевому м’язі є атипові волокна, з діяльністю яких пов’язане виникнення збудження в серці і проведення його від передсердь до шлуночків. Через здатність волокон атипової мускулатури проводити виникле збудження по серцю її називають **провідною системою серця**.

Фізіологічні властивості серцевого м'яза. Для серцевого м'яза характерні такі властивості, як збудливість, скоротливість, провідність і автоматія. Збудливість — це здатність серцевого м'яза збуджуватись при дії на нього подразника. Скоротливість — здатність збудженого серцевого м'яза скорочуватись. При цьому збільшується напруженість м'язових волокон і відбувається їх скорочення. Автоматія — це здатність серця до ритмічного скорочення при відсутності впливу на нього подразників з довкілля. Провідність — здатність серцевого м'яза поширювати збудження від однієї його зони до іншої.

Серцевий цикл – це період, який охоплює одне скорочення і розслаблення серця (рис. 3.14). Середня тривалість серцевого циклу 0,8 с.

Кожний серцевий цикл складається із трьох фаз: перша – скорочення передсердь (триває 0,1 с); друга – систола шлуночків (триває 0,3 с); третя – загальна пауза (0,4 с).

<table>
<tr><td rowspan="5">Систола шлуночків – 0,33 с</td><td rowspan="2">Фаза напруження – 0,08 с</td><td>Фаза асинхронного скорочення – 0,05 с</td></tr>
<tr><td>Фаза ізометричного скорочення – 0,03 с</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Фаза вигнання – 0,25 с</td><td>Фаза швидкого вигнання – 0,12 с</td></tr>
<tr><td>Фаза повільного вигнання – 0,13 с</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Діастола шлуночків – 0,47 с</td><td colspan="2">Протодіастолічний період – 0,04 с
Фаза ізометричного розслаблення – 0,08 с</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Фаза наповнення шлуночків – 0,25 с</td><td>Фаза швидкого наповнення – 0,09 с</td></tr>
<tr><td>Фаза повільного наповнення – 0,16 с</td></tr>
<tr><td colspan="2">Фаза наповнення шлуночків, обумовлена систолою передсердя – 0,1 с</td></tr>
</table>

Рис.3.14. Схема серцевого циклу

При скорочені серця у стані спокою у дорослої людини кожний шлуночок виштовхує в артерії 60-80 $см^3$ крові. Кількість крові, яка викидається шлуночком за одне скорочення, називають **ударним, або систолічним, об'ємом**.

Кількість крові, яка виштовхується серцем за 1 хвилину, називається **хвилинним об'ємом**. В середньому він складає 5000 $см^3$ крові. Хвилинний об'єм у тренованих людей збільшується головним чином за рахунок величини систолічного об'єму. Серцеві скорочення при цьому частішають незначно. У людей нетренованих хвилинний об'єм крові збільшується в основному за рахунок почастішання серцевих скорочень.

Відомо, що при збільшені ЧСС зменшується тривалість загальної паузи серця. Тому серце нетренованих людей працює менш економічно і швидко зношується. У добре тренованих спортсменів при великих фізичних навантаженнях ударний об'єм крові може зростати до 200-250 $см^3$.

Рух крові по судинах. Серце скорочується ритмічно, тому кров надходить у кровоносні судини порціями. Проте тече кров по судинах безперервним потоком. Безперервна течія крові в судинах пояснюється еластичністю стінок артерій і опором течії крові, який виникає в дрібних кровоносних судинах. Під час розслаблення серця кров із серця в артерії не надходить; стінки еластичних судин при цьому звужуються і просувають кров, забезпечуючи безперервність руху її по кровоносних судинах.

Різниця тиску крові в різних ділянках кровоносної системи є практично основною причиною руху крові в кровоносній системі. Найвищий тиск в аорті.

Кров тече швидше там, де сумарний просвіт судин найвужчий (в артеріях), і найповільніше там, де сумарний просвіт судин найширший (в капілярах). У кровоносній системі найвужчою частиною є аорта, в ній найбільша швидкість руху крові (500 мм/с). Сумарний просвіт всіх капілярів у 800-1000 разів більший за просвіт аорти, відповідно і швидкість руху крові в капілярах у 1000 разів менша, ніж в аорті (0,5 мм/с).

При вивченні величини кровотоку розрізняють об'ємну та лінійну швидкості.

Об'мною швидкістю кровотоку (ОШК) називають кількість крові, що протікає через всю кровоносну систему за одиницю часу. Ця величина аналогічна ХОК і вимірюється в мл/хв. Розрізняють загальну ОШК і місцеву ОШК (кровоток в окремому органі). При фізичній роботі в активних органах (м'язи, серце та ін.) збільшуються загальна і місцева ОШК, в неактивних – навпаки. Кровоток у мозку не змінюється.

Лінійна швидкість кровотоку (ЛШК) – це швидкість руху частин крові вздовж судини. ЛШК вимірюється в см/с, вона прямопропорційна ОШК і зворотно пропорційна площі перерізу кровоносного русла. ЛШК більша в середині судини, ніж біля її стінок.

Регуляція кровообігу. Діяльність серця регулюється двома парами нервів: блукаючими і симпатичними. Блукаючі нерви гальмують серцеву діяльність, а симпатичні нерви посилюють кожне серцеве скорочення і збільшують частоту ритму (рис. 3.15).

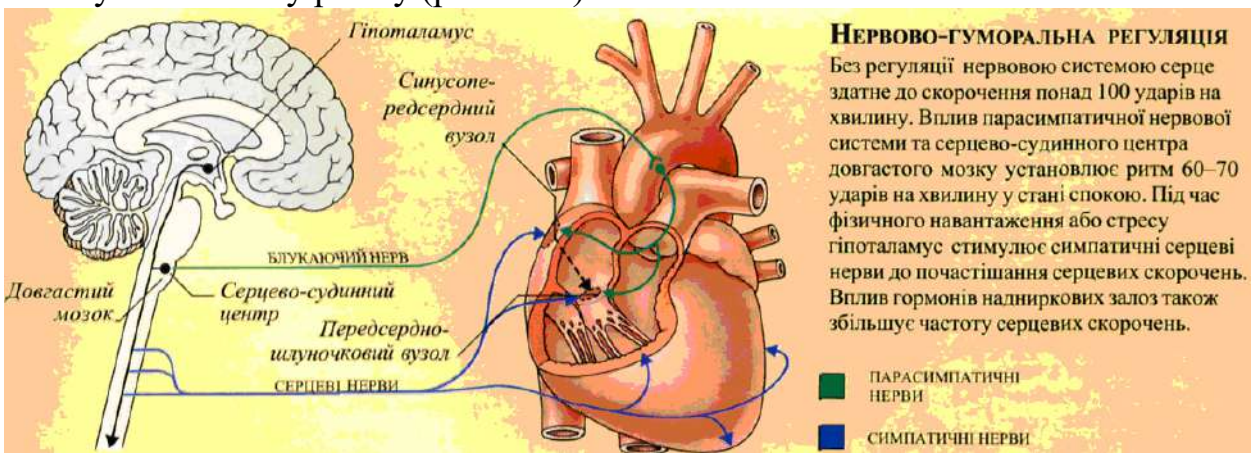


Рис. 3.15. Регуляція роботи серця

У нервових закінченнях парасимпатичних нервів утворюється ацетилхолін, який розширює просвіт кровоносних судин та уповільнює і послаблює серцеву діяльність.

Гуморальна регуляція діяльності серця здійснюється за допомогою гормонів. Найбільш важливими із них є **катехоламіни** (гормони мозкової речовини наднирників – адреналін та норадреналін). Вони впливають на серце так само, як і симпатичні нерви.

Тиреоїдні гормони (T_3, T_4) впливають на серце при тривалому підвищенні їх концентрації в крові, наприклад, при умовах тиреотоксикозу. При цьому підвищується ЧСС та ССС.

Інші гормони впливають на серце переважно змінюючи обмін речовин в міокарді (наприклад, інсулін підвищує таким чином ЧСС).

На роботу серця впливають і деякі солі. Збільшення концентрації іонів калію гальмує роботу серця, а велика концентраціяї іонів кальцію веде до почастішання і посилення серцевої діяльності.

2.2. Вікові особливості серцево-судинної системи

Серце починає функціонувати на 3-му тижні ембріонального розвитку. Серце у дітей відносно більше, ніж у дорослих. Його маса становить ≈ 0,63 – 0,80% маси тіла, а у дорослої людини – 0,48 – 0,52%. Найінтенсивніше серце розвивається на першому році життя, до 7 років збільшується у 5 разів, до 16 – в 11 разів. Ріст і деференціювання елементів серця закінчується у 18-20 років.

Маса серця у хлопчиків в перші роки життя більша, ніж у дівчаток. В 12 – 13 років настає період посиленого росту серця у дівчат і його маса стає більшою, ніж у хлопців. До 16 років серце дівчат знову починає відставати у масі від серця хлопців.

Частота серцевих скорочень залежить від віку людини: у новонароджених вона становить 140 уд./хв., у дорослої людини — 75 уд./хв. У юнаків статеве дозрівання закінчується пізніше ніж у дівчат, тому у юнаків максимум роботи серця припадає на 17-18 років, а у дівчат — у 15-16 років.

Зміни ЧСС у віковому контексті наведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11.
ЧСС у стані спокою залежно від віку

Вік	Кількість ударів за хвилину			
	Хлопці	Дівчата	max.	min
9	79	81	102	58
10	76	78	96	60
11	75	78	96	58
12	74	77	92	58
13	73	77	90	54
14	72	76	96	56
15	72	76	100	50
16	70	74	100	48
17	67	73	93	50

Високий ритм серцевих скорочень у дітей пов’язаний із підвищеною активністю обміну речовин і переважанням тонусу симпатичних нервів над тонусом блукаючого.

Зміни ЕКГ – з віком збільшуються амплітуда зубців і тривалість ЕКГ.

Судини у дітей відносно широкі і короткі, а також мають високу еластичність.

Зміни тиску крові: до 6 років – СТ = 81-90 мм рт. ст., а ДТ 50-60 мм рт. ст.; 7-11 років – підвищуються на 9-14 мм рт. ст.; в період статевого дозрівання - стрибок: СТ до 130, ДТ до 90 мм рт. ст.; 17-18 років – стабілізація. У дітей АТ значно нижчий, ніж у дорослих. Чим менша дитина, тим в неї більша капілярна сітка і ширше просвіт кровоносних судин, а отже, і нижчий тиск крові (табл. 3.12).

Таблиця 3.12.
Кров'яний тиск у стані спокою у різні вікові періоди

Вік	АТ у мм. рт. ст.			
	Максимальний		Мінімальний	
	хлопці	дівчата	хлопці	дівчата
9	90	88	53	53
10	93	94	54	58
12	96	104	59	59
11	105	106	60	60
13	105	106	61	61
14	108	106	61	62
15	109	107	62	62
16	110	108	62	62
17	113	109	63	63
18	114	110	63	69

У наступні періоди, особливо в період статевого дозрівання, ріст серця випереджає ріст кровоносних судин, тому тиск зростає. Деколи спостерігається так звана юнацька гіпертонія, оскільки нагнітальна сила серця зустрічає опір з боку відносно вузьких кровоносних судин, а маса тіла в цей період значно зростає. Юнацька гіпертонія, як правило, носить тимчасовий характер. Проте вона вимагає обережності при дозуванні фізичних навантажень.

Після 50 років максимальний тиск звичайно підвищується до 130-145 ммрт.ст.

Зміни УО і ХОК. З віком збільшується абсолютна величина, а зменшується відносна. Належні величини УО і ХОК легко розрахувати – див. лабораторну роботу № 10.

Оскільки в різні вікові періоди у функціонуванні ССС відбуваються значні зміни спортивним педагогам необхідно здійснювати постійний контроль за функціональним станом ССС.

Вікові особливості реакції ССС на фізичне навантаження динамічного та статичного характеру

На динамічне фізичне навантаження діти та підлітки реагують підвищенням ЧСС, СТ (УО). Чим менші діти, тим у більшій мірі, навіть на незначне фізичне навантаження, вони реагують підвищенням частоти пульсу, меншим зростанням УО. ХОК у нетренованих дітей і підлітків зростає за рахунок ЧСС і у меншій мірі за рахунок УО. Час відновлення гемодинамічних показників у нетренованих дітей і підлітків довший, ніж у тренованих. Нормальною вважається реакція ССС нетренованих дітей і підлітків на дозоване фізичне навантаження (20 присідань за 30 с або 60 підскоків), коли ЧСС зростає на 100%, СТ на 30-40%, ДТ зменшується на 10-15%, пульс повертається до вихідних величин через 2-3 хв після її завершення. Якщо СТ падає, ДТ зростає, зменшується УО, довго затримується відновний період, з'являється задуха, головокружіння, прискорюється пульс, то подібна реакція свідчить про те, що для ССС дане навантаження є великим і воно повинне бути обмежене. Аналогічна реакція у тренованих юних спортсменів може свідчити про перетренованість організму.

Статичне навантаження (до нього належить і підтримання пози), на відміну від динамічного, підвищує як СТ, так і ДТ. При цьому на початку навчального року зміни гемодинамічних показників менше виражені, ніж у кінці року. Тривале пізнє напруження супроводжується у школярів спазмом артеріол, що спричинює підвищення АТ. Збільшення рухової активності в режимі навчальних занять – один із шляхів профілактики в учнів захворювань ССС, зокрема розвитку гіпертонії.

2.3. Методи дослідження серцево-судинної системи

Прослуховування тонів серця.

Серце вислуховують за допомогою приладів — фонендоскопа або стетоскопа. Можна це робити і безпосередньо вухом, але це не так зручно.

Існує певна послідовність при вислуховуванні серця. У першу чергу вислуховують двостулковий (митральний) клапан біля верхівки серця – у п'ятому міжреберному проміжку на 1-2 см досередини від серединно-ключичної лінії, потім клапан аорти – у другому міжребер'ї справа від груднини; далі клапан легеневого ствола – у другому міжребер'ї зліва від груднини; тристулковий клапан – біля основи мечовидного відростка груднини і нарешті, знову аортальний клапан – зліва від груднини у місці прикріплення 3-4-го ребер.

Перший тон (систолічний) виникає в період скорочення серцевого м'яза. У його формуванні беруть участь три компоненти – клапанний (коливання стулок та сухожильних клапанів), м'язовий (вібрація стінок шлуночків у фазу ізометричного скорочення) і судинний (коливання початкового відділу аорти та легеневого стовбуру у фазу швидкого викидання крові). Систолічний тон – глухий, низький, протяжний.

Другий тон (діастолічний) зумовлений ударом стулок півмісяцевих клапанів одна об одну при їх закритті на початку діастоли, їх вібрацією, а також аорти та легеневого стовбуру.

Третій тон виникає внаслідок вібрації стінок шлуночків у фазу швидкого заповнення їх кров'ю, четвертий – при систолі передсердь і поверненні частини крові в передсердя, коли на початку систоли шлуночків атріовентрикулярні клапани ще відкриті.

ЧСС у стані спокою та під час фізичного навантаження.

Одним з найважливіших показників серцевої діяльності є артеріальний пульс. У момент викидання крові розширюється початкова частина судинного русла; це явище через еластичність стінок артерій поширюється як хвиля коливань уздовж всієї артеріальної системи. Коливання ці названо пульсовими. Для підрахунку пульсу користуються пальпаторним методом або спеціальним приладом пульсометром (Рис. 3.16.).



Рис 3.16. Пульсометр

Підраховують пульс методом пальпації на одній з доступних артерій, розташованих на твердій основі (кості) – променевій, висковій, поверхневій та ін. Найбільш зручною є променева артерія. В основі великого пальця руки нащупують пальцями (вказівним, середнім, підмізинним одночасно) променеву артерію (за її пульсацією), злегка притискують до кості, а потім відпускають до найбільш відчутних коливань і підраховують частоту пульсу за 1 хв. Повторюють підрахунок після фізичного навантаження (10-20 присідань), завважують відмінності у частоті пульсу. Після фізичного навантаження ЧСС визначають у перші 10 с відпочинку. Це пов'язано з тим, що через 30 с знижується на 7,6%, до закінчення 1-ї хвилини на 11,6%

ЧСС у стані спокою залежить від:

1. Віку. Від народження до 20-25 років, а також у людей похилого віку ЧСС збільшується. Причиною тому є те, що організм росте і розвивається, отже, підвищеною є інтенсивність обмінних процесів. У людей похилого віку сила міокарда стає меншою, тому кров перекачується за рахунок прискорення ЧСС.
2. Часу доби. У 5-6 год ЧСС на 6-7 уд/хв менша, ніж у 16-17 год.
3. Статі – у жінок ЧСС на 6-7 уд/хв більша, ніж у чоловіків.
4. Розмірів тіла – пряма залежність.
5. Способу життя людини. У фізично активних людей серцевий ритм, як правило, повільніший, ніж у людей, які ведуть малорухомий спосіб життя. ЧСС

менша 60 уд/хв називається брадикардією. Для спортсменів це нормальне явище і воно може бути виражене досить сильно – до 40 уд/хв і менше (лижники, велосипедисти, стаєри). Прискорення ЧСС більше, ніж 90 уд/хв називається тахікардією

6. Сильного шуму (інтенсивністю 80 дБ) – ЧСС підвищується на 10%.

7. Емоційних впливів – жах, лють, очікування старту прискорюють ЧСС.

8. Положення тіла – у положенні лежачи ЧСС найменша, сидячи - на 10% більша, стоячи – на 20-30% більша.

9. Метеорологічні фактори. ЧСС залежить від t^0 зовнішнього середовища (лінійна залежність).

10. Травлення їжі – ЧСС підвищується протягом перших трьох годин.

Змінюється ЧСС і під час м'язової роботи. В цих умовах ЧСС залежить від статі та віку. При виконанні однакової роботи ЧСС у жінок більша, ніж у чоловіків, у дітей і підлітків – більша, ніж у дорослих.

Максимально допустима величина ЧСС при фізичних навантаженнях визначається за формулою: ЧСС $_{макс.}$ = 220 – власні роки.

За показниками ЧСС можна визначити потужність роботи, режим (аеробний, анаеробний), енерговитрати, рівень максимального споживання O_2 тощо. У зв'язку з цим реєстрація ЧСС набула досить широкого застосування в практичній діяльності спортивних педагогів. Існують різні методи реєстрації ЧСС.

Тренування при ЧСС до 170 уд/хв сприяє розвитку сили серцевого м'яза, оскільки при даній ЧСС продуктивність роботи серця найбільша (серце виштовхує 200 мл крові). При ЧСС більше 170 уд/хв розвивається витривалість серця до роботи в умовах нестачі O_2 – гіпоксії.

У досліджуваного вимірюють ЧСС десяти секундними відрізками на протязі 30 секунд. Визначають ритмічність пульсу.

Визначення тривалості серцевого циклу за пульсом. Нащупують пульс променевої артерії в себе або у колеги. Підраховують кількість пульсових ударів за 5 с (кілька разів протягом 3 хв). Розділивши 5 с на кожне число підрахованих пульсових ударів, визначають тривалість одного серцевого циклу за кожні 5 с підрахунку. Потім визначають кількість пульсових ударів за 1 хв, 60 с ділять на це число – знаходять середню тривалість серцевого циклу в секундах. Завважують, чи є різниця у тривалості серцевого циклу при різних способах підрахунку.

Вимірювання тиску крові у людини

З метою вимірювання кров'яного тиску у людини використовується сфігмоманометр або тонометр (Рис. 3.17.). Основними частинами його є порожниста гумова манжета, нагнітальна гумова груша і ртутний (або пружинний) манометр. Усі частки приладу з'єднані герметично. Додається фонендоскоп.



Рис 3.17. Будова типових тонометрів

Тиск вимірюють за методикою Короткова.

Досліджуваний сідає боком до столу, руку вільно кладе на стіл долонею вверх. На оголене плече щільно (однак, щоб не стискувала тканини) накладають манжетку тонометра. На гумовій груші закривають гвинтовий клапан. Біля ліктьової ямки відшукують пульсуючу плечову артерію, над нею встановлюють фонендоскоп. Грушею в манжетку нагнітають повітря до зникнення пульсу, потім, за допомогою гвинтового клапана, повітря повільно випускають. У певний момент виникає чіткий звук (так званий тон Короткова, або судинний тон), який добре чути через фонендоскоп. Тиск у манжетці в цей момент відповідає величині систолічного (максимального) тиску. У міру випускання повітря з манжетки звук спочатку підсилюється, потім зменшується і зникає. Момент зникнення тону відповідає величині діастолічного (мінімального) тиску.

Різниця між систолічним (СТ) і діастолічним тиском (ДТ) становить пульсовий тиск (ПТ):

$$\mathbf{ПТ = СТ - ДТ}$$

В деяких розрахункових показниках роботи серцево-судинної системи використовуються дані середнього артеріального тиску (САТ), що визначається як добуток діастолічного тиску та половини пульсового тиску:

$$\mathbf{САТ = ДТ + ½\ ПТ}$$

Належні величини тиску для різних вікових груп можна визначити за формулами Волинського:

Систоличний тиск = 102 мм рт. ст.+ (0,6×вік, роки**)**

Діастоличний тиск = 63 мм рт. ст.-і-(0,4×вік, роки**)**

Нижню межу «норми» систолічного тиску можна визначити за формулами:

для чоловіків $\mathbf{СТ_{мін} = 65}$ **мм рт. ст.+вік, роки**

для жінок $\mathbf{СТ_{мін} = 55}$ **мм рт. ст.+вік, роки**

Чинники, які визначають рівень кров'яного тиску:

1. ХОК – пряма залежність.
2. Судинний опір – пряма залежність.
3. Фази серцевого циклу.
4. Вік – у людей похилого віку стінки судин потовщені, внаслідок атеросклерозу, тому мало розтягуються. що призводить до підвищення тиску.
5. Стать – у жінок тиск на 6-8 мм рт. ст. нижчий, ніж у чоловіків.
6. Маса тіла – тиск більший у людей з підвищеною масою тіла, ніж у людей з нормальною.
7. Тривале паління – СТ зростає на 10-20 мм рт. ст. і більше.
8. Генетичні фактори – схильність до гіпертонії передається спадково.
9. Фізична робота.
10. Положення тіла – в положенні лежачи найменший тиск, якщо сісти або встати, тиск збільшується. Причина – рух крові утруднюють гідростатичний тиск і сили гравітації.

Методика визначення систолічного та хвилинного об'ємів крові. Розрахунок серцевого індексу.

Систолічний об'єм крові (СОК) або ударний об'єм (УО) – це кількість крові, що викидається шлуночками при кожній систолі. СОК залежить від таких чинників:

Вік, стать – у дітей і жінок СОК менший, ніж, відповідно, у дорослих і чоловіків, оскільки у перших менші розміри серця. Меншим СОК є й у людей похилого віку, оскільки у них є меншою сила міокарда. У стані спокою у дорослого чоловіка СОК дорівнює 60-70 мл, у жінки – 50-60 мл.

Положення тіла. В положенні лежачи СОК збільшується, оскільки зменшується вплив сили гравітації на гемодинаміку, а тому зростає величина венозного повернення крові.

Сили скорочення серця. Перед систолою в шлуночку міститься 130-140мл крові – кінцево-діастолічна ємність (КДЄ). Після систоли в шлуночках залишається кінцево-систолічний об'єм (КСО), він становить 60-70 мл. КСО складається з двох об'ємів – резервного (РО) і залишкового (ЗО) об'ємів крові. За рахунок РО під час фізичної роботи збільшується СОК, який може досягати 200 мл. При максимальних фізичних навантаженнях, внаслідок високої ЧСС різко зменшується час наповнення шлуночків, що призводить до зменшення СОК. Найбільший СОК, як правило, спостерігається при ЧСС 160-170 уд/хв. Після найсильнішого скорочення в шлуночках залишається ≈ 40 мл крові.

Систолічний обєм крові визначають непрямим методо за формулою Старра:

$$\text{СОК, мл} = 100 + 0{,}5 \times \text{ПТ} - 0{,}6 \times \text{ДТ} - 0{,}6 \times \text{В},$$

де: ПТ – пульсовий тиск, мм. рт. ст;
ДТ – діастолічний тиск, мм. рт. ст;
В – вік, роки.

Для визначення СОК у школярів доцільно скористатись формулою Старра в модифікації І. С. Пуччинної і Я. Ф. Бомаш:

$$\text{СОК, мл} = 40 + 0{,}5 \times \text{ПТ} - 0{,}6 \times \text{ДТ} - 3{,}2 \times \text{В}$$

Систолічний об'єм кровообігу можна визначити і за формулою Лілієстранда і Цандера:

$$\text{СОК, мл} = \text{ПТ} \times 100 / \text{САТ}$$

де: ПТ – пульсовий тиск, мм рт.ст.;
САТ – середній артеріальний тиск, мм рт.ст..

Хвилинний об'єм крові, або серцевий викид (ХОК).

Хвилинний об'єм крові – це кількість крові, що виштовхується серцем за 1 хв:

$$\text{ХОК} = \text{ЧСС} \times \text{СОК}.$$

У стані спокою у дорослого чоловіка ХОК становить ≈ 5 л. У дітей, жінок і людей похилого віку ХОК менший.

ХОК залежить від розмірів тіла. Для можливості порівняння ХОК у людей з різними розмірами тіла використовують показник серцевого індексу (СІ) – відношення хвилинного обєму крові (ХОК) до площі поверхні тіла (ППТ):

$$\text{СІ} = \text{ХОК} / \text{ППТ}$$

Площа поверхні тіла (ППТ) визначається за формулою:

$$\text{ППТ} = 1 + (\text{МТ} + \text{Н}) / 100$$

де: МТ – маса тіла., кг;
Н – відхилення довжини тіла (см) від умовно середньої (160 см).

Залежно від величини СІ виділяють три типи кровообігу (ТК) – гіпо-, еу- і гіперкінетичний (М.М. Савицький, 1974). При еукінетичному ТК серцевий індекс становить 2,75 - 3,5 л/хв на 1 $м^2$ площі поверхні тіла, при гіперкінетичному – більше 3,5л/хв на 1 $м^2$, .а при гіпокінетичному – менше 2,75 л/хв на 1 $м^2$).

ХОК залежить від потужності м'язової роботи і може досягати 37-40 л. Збільшення ХОК до ЧСС 160-170 уд/хв в основному йде за рахунок СОК, а далі за рахунок ЧСС.

ХОК і СОК є найважливішими показниками продуктивності роботи серця. Тому дослідження даних величин як у стані спокою, так і при м'язовій роботі представляє великий інтерес для оцінки загальної працездатності людини.

Визначення коефіцієнта витривалості (КВ). Коефіцієнт витривалості є інтегральним показником функціонального стану серцево-судинної системи. Він об'єднує в собі величини ЧСС, систолічного і діастолічного тисків. КВ визначається за формулою А. Квааса (1960):

$$\mathbf{КВ = ЧСС \times 10 / ПТ}$$

В нормі КВ становить 16 і менше. При послабленні функції серцево-судинної системи КВ підвищується, при її посиленні — знижується.

Визначення рівня функціонального стану системи кровообігу (РФС).

РФС визначають за формулою:

$$РФС = \frac{700 - 3ЧСС - 2.5(ДТ + СТ - ДТ/3) - 2,7 + 0,28МТ}{350 - 2,7В + 0,21Р}$$

де:

ЧСС – частота серцевих скорочень, ск/хв;

ДТ – діастолічний тиск, мм. рт. ст;

СТ – систолічний тиск, мм. рт. ст;

В – вік, років;

МТ – маса тіла, кг;

Р – зріст, см.

Оцінка РФС системи кровообігу і фізичного стану обстежуваного в цілому проводиться за шкалою: 0,375 і менше – низький; 0,376-0,525 – нище середнього; 0,526-0,672 – середній; 0,673-0,825 – вище середнього: 0,826 і більше – високий.

Визначення показника якості реакції серцево-судинної системи Кушелевського и Зісліна

$$\mathbf{ПЯР = ПТ2 – ПТ1 / ЧСС2 – ЧСС1}$$

де: ЧСС1 і ПТ1 – частота пульсу і пульсовий тиск до навантаження;

ЧСС2 і ПТ2 – частота пульсу і пульсовий тиск після навантаження;

Нормативною реакцією на фізичне навантаження (20 присідань) являється ПЯР в межах 0,5 – 1.

Об'єм серця (Vc). Величину цього показника, який має важливе діагностичне значення, також можна визначити розрахунковим шляхом за формулою:

$$Vc = 40 \bullet \sqrt{\frac{M}{ДТ}}$$

де Vc – об'єм серця, см^3; М – маса тіла, г; ДТ – довжина тіла, см.

В нормі величина Vc у здорових чоловіків складає 720-800 см3, у жінок – 540-620 см3. Під впливом фізичних навантажень, особливо спрямованих на розвиток загальної витривалості, спостерігається істотне зростання Vc. Більш докладні дані щодо величин Vc для осіб різної статі, віку і рівня тренованості наведено в додатках.

2.4. Функціональні проби та ортостатичні тести в дослідженні серцево-судинної системи

Функціональні проби серцево-судинної системи

Функціональні проби дають змогу характеризувати стан серцево-судинної системи людини за умов фізичного навантаження, визначати ступінь тренованості, виявляти приховані форми недостатності серцево-судинної системи, резервні можливості серця.

За характером змін ЧСС і артеріального тиску (АТ) після тестування виділяють п’ять типів реакцій серцево-судинної системи: нормотонічну, гіпотонічну (астенічну), гіпертонічну, дистонічну і ступінчасту (Рис. 3.17.).

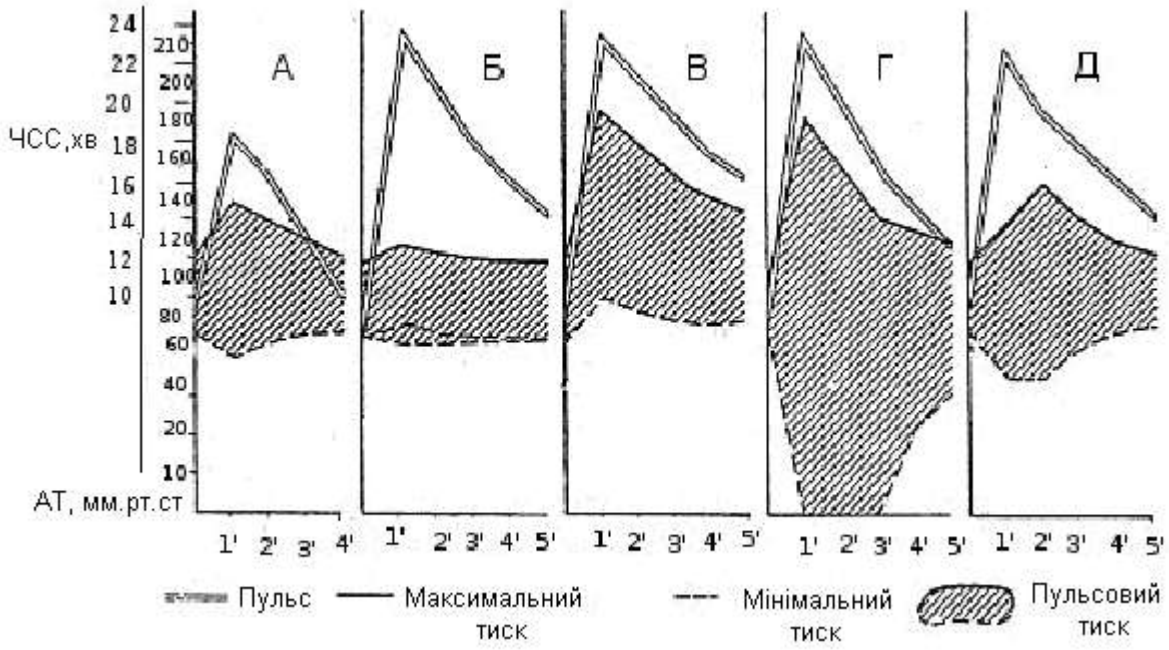


Рис. 3.17. Типи реакцій серцево-судинної системи на фізичне навантаження і їх оцінка: *1 – нормотонічний; 2 – гіпотонічний; 3 – гіпертонічний; 4 – дистонічний; 5 – ступінчастий*

Нормотонічний тип реакції серцево-судинної системи характеризується почастішанням пульсу, підвищенням систоли і пониженням діастоли тиску. Пульсовий тиск збільшується. Така реакція вважається фізіологічною, тому що

при нормальному почастішанні пульсу пристосування до навантаження відбувається за рахунок підвищення пульсового тиску, що побічно характеризує збільшення ударного об'єму серця. Підйом систолічного тиску відображає зусилля систоли лівого шлуночку, а зниження діастоли – зменшення тонусу артеріол, що забезпечує кращий доступ крові на периферії. Відновний період при такій реакції серцево-судинної системи – 3-5 хв. Такий тип реакції типовий для тренованих спортсменів.

Гіпотонічний (астенічний) тип реакції серцево-судинної системи характеризується значним почастішанням серцевих скорочень (тахікардія) і у меншій мірі збільшенням систолічного об'єму серця, невеликим підйомом систоли і незмінним (або невеликим підвищенням) діастолічним тиском. Пульсовий тиск знижується. Це означає, що посилення кровообігу при навантаженні досягається більше за рахунок почастішання серцевих скорочень, а не збільшення систолічного об'єму, що нераціонально для серця. Період відновлення затягується.

Гіпертонічний тип реакції на фізичне навантаження характеризується різким підвищенням систолічного тиску – до 180-190 мм.рт.ст. з одночасним підйомом діастолічного тиску до 90 мм рт. ст. і вище і значним почастішанням пульсу. Період відновлення затягується. Гіпертонічний тип реакції оцінюється як незадовільний.

Дистонічний тип реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження характеризується значним підвищенням систолічного тиску – вище 180 мм рт.ст і діастолічного, який після припинення навантаження може різко знижуватися, іноді до «0» – феномен нескінченного тону. ЧСС значно зростає. Така реакція на фізичне навантаження розцінюється як несприятлива. Період відновлення затягується.

Ступінчастий тип реакції характеризується ступінчастим підйомом систолічного тиску на 2-й і 3-й хвилинах відновного періоду, коли систолічний тиск вищий, ніж на 1-ій хвилині. Така реакція серцево-судинної системи відображає функціональну неповноцінність регуляторної системи кровообігу, тому її оцінюють як несприятливу. Період відновлення ЧСС і АТ затягується.

Важливим в оцінці реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження є період відновлення. Він залежить від характеру (інтенсивності) навантаження, від функціонального стану обстежуваного і інших чинників. Реакція на фізичне навантаження вважається хорошою у тому випадку, коли при нормальних початкових даних пульсу і артеріальний тиск віднвлюються на 2-3-й хвилині. Реакція вважається задовільною, якщо відновлення відбувається на 4-5-й хвилині. Реакція розглядається як незадовільна, якщо після навантаження з'являються гіпотонічна, гіпертонічна, дистонічна і ступінчаста реакції і відновний період затягується до 5 і більше хвилин. Відсутність відновлення ЧСС і АТ протягом 4-5 хвилин після навантаження навіть при нормотонічній реакції слід оцінювати як незадовільну реакцію.

1. Ортостатична проба Мартіна (використовується для визначення реакції серцево-судинної системи на перехід із горизонтального положення у вертикальне).

У досліджуваного вимірюють артеріальний тиск і частоту пульсу в лежачому положенні. Потім він встає, і знову провадять ці самі дослідження у положенні стоячи. У здорових людей пульс у положенні стоячи частішає на 5-10 ударів/хв, максимальний кров'яний тиск не змінюється або підвищується на 2-5 одиниць (мм рт. ст.). При несприятливій реакції частота пульсу збільшується більш, ніж на 10 ударів/хв, кров'яний тиск може знижуватися.

2. Кліностатична проба – перехід з положення стоячи в положення лежачи. У нормі відмічається уповільнення пульсу, що не перевищує 6-10 ск/хв. Різкіше уповільнення пульсу вказує на підвищений тонус парасимпатичної нервової системи.

3. Проба з фізичним навантаженням. Досліджуваний підраховує пульс, потім виконує 20 присідань за 30 с і знову підраховує пульс. У здорових людей пульс частішає не більш, ніж на 30 % від вихідної величини і повертається до неї не пізніше, ніж через 3 хв (табл. 3.13).

У школярів-спортсменів після дозованого фізичного навантаження частота серцевих скорочень збільшується на 60-70% (у нетренованих на 100%).

Таблиця 3.13

Зміна пульсу у дітей шкільного віку після фізичного навантаження

Оцінка зміни стану серцево-судинної системи	Пульс			
	Удари за 10 сек		збільшення частоти пульсу %	час повернення до попереднього стану, хв.
	у стані спокою	після навантаження		
добра	10-12	15-19	25-50	1-3
задовільна	13-15	20-23	51-79	4-5
незадовільна	16 і більше	слабка аритмія серця	80 і більше	6 і більше

Максимальний артеріальний тиск підвищується на 25-30%, мінімальний знижується на 20-25% (у нетренованих відповідно на 40% і 5-10%). У підлітків із прихованою недостатністю серцево-судинної системи ці показники ще гірші: максимальний артеріальний тиск знижується, мінімальний – підвищується, час на відновлення сил триває більше 3 хв., з'являється задишка, запаморочення. Якщо такі ж ознаки з'являються у спортсменів, це є свідченням перетренування організму внаслідок неправильно нормованих фізичних навантажень (табл. 3.14).

Таблиця 3.14.
Оцінка реакції артеріального тиску на фізичне навантаження (за Б.В.Єфімовим)

№	Максимальний тиск	Мінімальний тиск	Висновок
1	Підвищився	Знизився	Добрі збудливість і робота серця. Слабкий ступінь втоми
2	Підвищився	Без змін	Стан серцево-судинної системи добрий.
3	Без змін	Без змін	Ознака слабкого навантаження добре тренованого серця або вказівка на недостатність кровообігу (захворювання)
4	Підвищився	Підвищився	Небезпека порушення діяльності серця при тривалій роботі
5	Без змін	Знизився	Ознаки незначної втоми
6	Знизився	Знизився	Недостатність і втома серця
7	Знизився	Без змін	Серце знесилене, втомлене
8	Знизився	Підвищився	Стан серцево-судинної системи незадовільний. Серце втомлене, з роботою не справляється

4. Диференційована функціональна проба (за Н. А. Шалковим) дає можливість строго індивідуалізувати величину фізичного навантаження. У досліджуваного в лежачому положенні вимірюють артеріальний тиск і частоту пульсу. Потім він встає і виконує певне фізичне навантаження. Одразу ж визначають ті самі показники (врахування гострого впливу фізичного навантаження), потім повторюють вимірювання через 3, 5, 10 хв (врахування відновленого періоду). При сприятливій реакції пульс частішає не більш, як на 30% порівняно з вихідним періодом, максимальний тиск підвищується помірно, мінімальний або не змінюється, або трохи знижується. Ці показники повертаються до вихідних через 3-5 хв.

При несприятливій реакції з'являється задишка, значно частішає пульс, знижується максимальний тиск, подовжується відновний період.

5. Функціональна проба по Квергу включає 30 присідань за 30 с, максимальний біг на місці – 30 с, 3-хвилинний біг на місці з частотою 150 кроків в хвилину і стрибки зі скакалкою – 1 хв. Комплексне навантаження триває 5 хв. Відразу ж після навантаження в положенні сидячи вимірюють ЧСС протягом 30 с (Р), повторно – через 2 (Р2) і 4 хв. (Р3).

Індекс оцінюється за формулою:

$$\mathbf{ІК = t \times 100 / 2 \times (P1 + P2 + P3)}$$

Шкала оцінювання:
>105 = дуже добре, 99-104 – добре, 93-98 – задовільно, <92 – слабо.

Тести з напруженням

В умовах напруження зменшується надходження венозної крові до серця, збільшується опір току крові в судинах малого кола кровообігу. Як наслідок зменшується систологічний обє'м крові і компенсаторне зростав ЧСС. Для підтримання необхідного рівня АТ рефлекторно збуджуються судини великого кола кругообігу. Тести з натуженням доцільно проводити з юними спортсменами, які спеціалізуються у видах спорту, в яких напруження є складовим елементом спортивної діяльності – важка атлетика, штовхання ядра, метання молота тощо.

1. Тест Флака. Вплив напруження на організм визначається за результатами зміни ЧСС при виконанні дозованого за силою напруження. Спочатку визначається пульс в спокої. Тоді, після максимально глибокого вдиху, досліджувальний видихає в мундштук сфігмоманометра і старається якнайдовше утримати тиск на рівні 40 мм рт.ст. Під час натуження частота пульсу підраховується за кожні 5 с. За одержаними даними будують діаграму: на горизонтальній її осі відкладають час натуження (5-секундні інтервали), а на вертикальний — ЧСС за кожні 5 с натуження. Натреноване серце реагує на натуження повільним підвищенням пульсу. Досягнувши першого рівня (приблизно на 15 секунді натуження), частота пульсу стабілізується, несуттєво знижуючись до кінця тесту. Швидке і значне прискорення пульсу свідчить про низьку натренованість серця, про незадовільний стан його вегетативної регуляції. Прискорення пульсу за кожні 5 с оціюється так: на одне скорочення – дуже добре, на два – добре, на три – задовільно, на чотири і більше скорочень – погано.

2. Тест Бюргера. У обстежуваного вимірюють кров'яний тиск в стані спокою, а тоді на початку натуження, після його закінчення і кожні наступні 20 с до повного відновлення. Величина натуження – 40 мм рт.ст., тривалість 20 с.

Адекватна реакція на натуження: АТ в період натуження суттєво не змінюється, а після натуження систолічний тиск крові дещо зростає, відновлюючись до рівня спокою не пізніше, ніж через 40 с; неадекватна реакція на натуження (недостатня досконалість вегетативної регуляції кровообігу): АТ під час натуження знижується більш ніж на 10 мм рт.ст. і після цього не збільшується до кінця виконання тесту.

3. Проба Вальсальви. Проба Вальсальви полягає в наступному. Спортсмен після повного видиху і глибокого вдиху проводить видих в мундштук манометра і затримує дихання на відмітці 40-50 мм рт.ст. Під час навантаження вимірюють АТ і ЧСС. При напрузі підвищується діастолічний тиск, знижується систолічний і збільшується ЧСС. При хорошому функціональному стані тривалість напруги збільшується, при стомленні – зменшується.

Ортостатичні тести

За допомогою ортостатичних тестів досліджуються реакції серцево-судинної системи на зміну положення тіла спортсмена в просторі, Ортостатичні реакції суттєво змінюються під впливом м’язової роботи загальної гіпоксії, високої температури навколишнього середовища, психічного і емоційного напруження, фізичного тренування, тривалого обмеження м'язової активності тощо. За характером ортостатичних реакцій можна робити висновки про адекватність м’язових навантажень функціональним можливостям.

Результати ортостатичних тестів використовують для оцінки функціональної підготовленості гімнастів, акробатів, стрибунів і спортсменів інших спеціалізацій, тренування яких пов’язані з частою зміною положення тіла в просторі. Чим вища натренованість спортсмена, тим кращий результат ортостатичного тесту. Ортостатичні тести використовуються також для диференційної діагностики систолічних шумів, для контролю за якістю адаптації організму спортсмена до тренувальних і змагальних навантажень, ефективності перебігу відновних процесів. Чим краща адаптованість спортсмена до специфічних умов спортивної діяльності, тим менші зміни ортостатичних реакцій.

Зміни серцевої діяльності при зміні положення тіла обумовлюються механізмом Франка-Старлінга, відповідно до якого збільшення венозного притоку до серця і його наповнення кров’ю в горизонтальному положенні супроводжується посиленням серцевого скорочення. Зменшення об'єму наповнення серця в вертикальному положенні *є* основною причиною ослаблення скорочуючої функції серця. Як наслідок, змінюється тривалість фаз серцевого циклу, систолічного виштовху крові, кров'яного тиску і серцевого ритму.

1. Ортостатичний тест Шеллонга. Обстежуваний повинен спокійно лежати на кушетці протягом 5 хвилин. Тоді у нього визначають частоту пульсу і кров’яний тиск. Після спокійного вставання досліджувані показники вимірюють вдруге.

Найбільш характерною реакцією на ортостатичну пробу Шеллонга є збільшення ЧСС. У натренованих осіб воно завжди менше (на 5-15 ск/хв), ніж у ненатренованих. Зміна пульсу після вставання значною мірою обумовлюється тонусом симпатичної нервової системи. Якаю ЧСС не перевищує 27% від величини пульсу в стані спокою, то збудливість симпатичної нервової системи вважається нормальною, збільшення ЧСС після вставання більш ніж на 27% свідчить про підвищення її збудливості. Підвищення збудливості симпатичної нервової системи часто спостерігається у спортсменів протягом перших годин після тренування, при перенапруженні і входженні в стан перенатренованості.

Зміни АТ при даному тестуванні несуттєві: систолічний тиск крові не змінюється зовсім або дещо (на 2-6 мм рт.ст.) знижується, діастолічний – зростає (на 10-15 мм рт.ст.), пульсовий зменшується.

Аналіз і оцінка даних ортостатичного тесту дещо ускладнюється при дослідженні натренованих юнаків з вираженою брадикардією стану спокою. У них частота пульсу після вставання інколи зростає на 50% і більше без

помітних ознак ортостатичної нестійкості. В цьому випадку тест необхідно оцінювати за показником реальної ЧСС у вертикальному положенні тіла: якщо на протязі 10-хвилинного стояння ЧСС не стає більшою 89 ск/хв, реакцію вважають нормальною, ЧСС, рівна 90-95 ск/хв. свідчить про низьку, а більше 95 ск/хв – про недостатню ортостатичну стійкість.

Оцінка тесту проводиться за слідуючою шкалою (табл. 3.15):

Таблиця 3.15.
Оцінка тесту Шеллонга

Показники	Сприйняття тесту		
	Добре	Задовільне	Незадовільне
ЧСС, ск\хв	Збільшення не більше ніж на 11 скорочень	Збільшення на 12 - 14 скорочень	Збільшення більше ніж на 15 скорочень
Систолічний тиск, мм.рт.ст.	Зростає	Не змінюється	Знижується на 5 - 10
Діастолічний тиск, мм.рт.ст.	Знижується	Не змінюється	Зростає
Пульсовий тиск, мм.рт.ст.	Зростає	Не змінюється	Знижується

2. Ортостатичний тест в модифікації Ю. М. Стойда і В. В. Пономарьова. Після визначення ЧСС і АТ в горизонтальному положенні обстежуваний стає на віддалі однієї ступні від стіни, опираючись на неї спиною. Для більш повного розслаблення під куприк обстежуваного підкладають м'яку опору діаметром 12 см. Кут нахилу тіла спортсмена, до поверхні підлоги при ньому складає 75°. При такій позі тонічне напруження необхідних м’язів мінімальне. Через три хвилини стояння ЧСС і АТ визначають вдруге.

3. Ортостатичний тест Руффє – Діксона (Індекс Руффє):

Тест використовується для оцінки функціонального стану після відновлення (сну).

$$\mathbf{IP = (ЧСС_1 + ЧСС_2 + ЧСС_3) – 200/ 10}$$

де, ЧСС 1,2,3 – частота пульсу лежачи, сидячи та стоячи.

Оцінка показників:

0-5 – відмінно; 6- 10 – добре; 11-15 – задовільно; більше 15 – незадовільно.

4. Ортостатичний тест Тесленка.

Обстежуваний зручно розміщується в позі сидячи. Через дві хвилини відпочинку вимірюють ЧСС за хвилину. Вдруге ЧСС вимірюють в положенні

стоячи. Від показника ЧСС, одержаного в положенні стоячи, віднімають величину пульсу в положенні сидячи (табл. 3.16).

Таблиця 3.16.

Індексна оцінка функціонального стану серцево – судинної системи

Пульс сидячи	Показники збільшення ЧСС (різниця пульсу сидячи і пульсу стоячи)											
	4-2	0	0,6-2,8	2,9-5,2	5,3-7,4	7,5-9,7	9,8-12,0	12,1-14,3	14,4-14,6	16,7-18,9	19,0-21,2	21,3-23,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
42,8 і нижче					12,0	12,0	11,5	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0
42,9-46,0					12,0	11,5	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0	8,5
46,1-49,2				12,0	11,5	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0
49,3-52,4			12,0	11,5	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5
52,5-55,6		12,0	11,5	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0
55,7-58,8	12,0	11,5	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5
58,9-62,0	11,5	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0
62,1-65,3	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5
65,4-68,4	10,5	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	50
68,5-71,6	10,0	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5
71,7-74,8	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0
74,9-77,0	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5
77,1-80,2	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
80,3-83,4	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5
83,5-86,6	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0
86,7-89,8	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5
89,9-93,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
93,1-96,2	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5
96,3-99,4	5,5	5,0	4,58	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0
99,5-102,6	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0	-0,5
102,7-105,8	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0	-0,5	-1,0
105,9-109,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0	-0,5	-1,0	-1,5
109,1-112,2	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0	-0,5	-1,0	-1,5	-2,0
112,3-115,8	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0	-0,5	-1,0	-1,5	-2,0	-2,5
115,9-118,6	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0	-0,5	-1,0	-1,5	-2,0	-2,5	-3,0
118,7-121,8	2,0	1,5	1,0	0,5	0,0	-0,5	-1,0	-1,5	-2,0	-2,5	-3,0	-3,5
121,9-125,0	1,5	1,0	0,5	0,0	-0,5	-1,0	-1,5	-2,0	-2,5	-3,0	-3,5	-4,0
125,1-126,0	1,0	0,5	0,0	-0,5	-1,0	-1,5	-2,0	-2,5	-3,0	-3,5	-4,0	-4,5

Одержану величину ЧСС в положенні сидячи і показник різниці ЧСС в положенні сидячи і стоячи знаходять за табличними даними (таблиця 1.6.) і визначають оцінку індексу достатності серцево-судинної системи (ІД ССС). Загальну оцінку ІД ССС проводять з допомогою таблиці 3.17.

Таблиця 3.17.
Оцінка індексу достатності ССС

ІД ССС, ум.од.	До тренування		Оцінка навантаження через 15 хв після тренування
	Оцінка пристосованості ССС до фізичних навантажень	Допустимі тренувльні навантаження	
11 і більше	Добра	Незначні, середні, великі	–
8 – 9,5	Середня	Незначні, середні	Незначне
6 – 7,5	Нижче середньої	Незначні	Середнє
5,51	Погана	–	Велике

5. Проба Кремптона

Досліджуваний із положення лежачи переходить в положення стоячи, протягом 2 хвилин йому вимірюють ЧСС і АТ. Результати проби визначаються за допомогою формули:

Показник Кремптона = 3,15 + СТ = Sc / 20

де, СТ – систолічний тиск, Sc – ЧСС.
Отримані дані оцінюються за таблицею 3.18:

Таблиця 3.18.
Оцінка тесту Кремптона

Класифікація	Показник
Недостатній	<50
Слабий	50—75
Середній	75—100
Відмінний	>100

2.5. Біоелектричні явища в серці. Електрокардіограма як метод дослідження роботи серця

Біопотенціали, що виникають в серці під час проходження хвилі збудження, розповсюджуються по всьому тілі і можуть бути зареєстровані. Графічне зображення біотоків серця носить назву електрокардіограми (ЕКГ).

При реєстрації ЕКГ використовують не менше ніж 12 відведень: стандартні відведення (3): 1) від правої та лівої руки; 2) від правої руки і лівої ноги; 3) від

лівої руки і лівої ноги; однополюсні грудні відведення (6); V_1 і V_2 – дозволяють реєструвати потенціали правого шлуночка; V_3 – потенціали міжшлуночкової перегородки; V_4 – потенціали верхівки серця; V_5 - V_7 – потенціали бокової стінки лівого шлуночка; посилені відведення від кінцівок: aVL – потенціали передньої і бокової стінок лівого шлуночка, aVR – потенціали міжшлуночкової перегородки; aVF – потенціали задньої стінки лівого шлуночка. Сполучення розшифровуються таким чином: a – підсилення відведення, V – електричний потенціал, L – ліва рука, R – права рука, F – ноги.

Для запису ЕКГ під час м'язової роботи використовують спеціальні відведення (один із варіантів грудних відведень – спосіб Ньоба в модифікації Л.А.Бутченка), що дозволяє уникнути впливу на ЕКГ струмів дії від скелетних м'язів, які працюють.

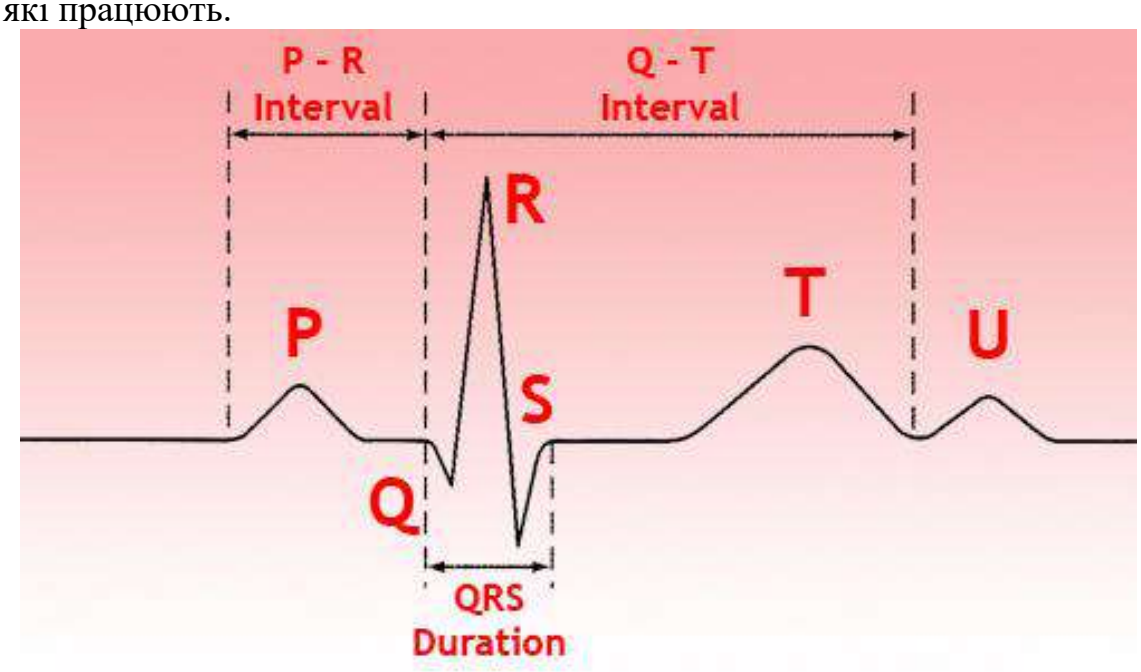


Рис. 3.18. Схема ЕКГ

Метод кардіографії широко використовується в діагностиці захворювань серця, для оцінки пристосування серця до фізичного навантаження визначення його функціонального стану (табл. 3.19).

Зубець Р характеризує процес збудження в міокарді передсердь. Його амплітудда ≈ 0,2 мВ, тривалість – 0,11 с. Виникає внаслідок різниці потенціалів у правому (позитивні) та лівому (негативні) передсердях.

Інтервал P-Q – вимірюється від початку зубця Р до початку комплексу QRS і характеризує передсердно-шлуночкову провідність. Його тривалість – 0,1-0,21 с.

Сегмент PQ відображає період, коли передсердя повністю деполяризовані.

Комплекс зубців Q,R,S,T відбиває біоелектричні процеси, які пов'язані із скороченням шлуночків і тому називаються шлуночковим комплексом.

Таблиця 3.19

Фізіологічне значення і кількісні значення зубців, інтервалів і комплексів нормальної електрокардіограми

№ п/п	Інтервали	Тривалість (с)	Фізіологічна інтерпретація
1	R-R	0,80 – 0,86	Відбиває тривалість серцевого циклу
2	P-Q	0,12 – 0,20	Відповідає часу від початку збудження передсердя до початку збудження шлуночків
3	Q-T	0,24 – 0,55	Відбиває процес розповсюдження і припинення збудження в міокарді шлуночків (електрична систола)
4	T-P	0,26 – 0,39	Відбиває стан спокою міокарду (діастола)
5	S-T	до 0,15	Відбиває фазу повного обхвату шлуночків збудженням
6	QRS	0,06 – 0,10	Відбиває час проведення збудження по міокарду шлуночків
№ п/п	**Зубці**	**Вольтаж (мВ)**	**Фізіологічна інтерпретація**
1	P	0,05 – 0,25	Відбиває процес збудження в міокарді передсердя
2	Q	0 – 0,3	Відбиває процес збудження внутрішньої поверхні шлуночків, міжшлуночкової перегородки, правого сосочкового м'яза, верхівки обох шлуночків і підстави правого
3	R	0,6 – 2,4	Відбиває поступове розповсюдження збудження по поверхні правого і лівого шлуночків до підстави лівого шлуночка
4	S	0 – 0,6	Відбиває закінчення періоду збудження обох шлуночків
5	T	0,3 – 0,5	Відбиває процес припинення збудження в міокарді шлуночків

Зубець Q пов'язаний із збудженням ендокарда, правого сосочкового м'яза та верхівки серця. Він має амплітуду меншу ніж 1/4 зубця R, тривалість 0,04 с.

Зубець R – відображає процес подальшого поширення збудження міжшлуночковою перегородкою міокарда правого та лівого шлуночків. Цей зубець обумовлений різницею потенціалів між основою і верхівкою серця (асинхронна фаза скорочення). Тривалість зубця R – 0,04 с, середня величина у чоловіків – 32 мм, у жінок – 22 мм.

Формування зубця S пов'язують з відсутністю різниці потенціалів між різними ділянками шлуночків серця в момент, коли обидва шлуночки охоплені збудженням (ізометрична фаза скорочення). Тривалість зубця S - 0,06 с.

Сегмент ST відповідає періоду повної деполяризації обох шлуночків. У нормі сегмент ST у відведеннях від кінцівок лежить на ізолінії (≈ 0,5 мВ).

Зубець Т є відображенням відновлення нормального потенціалу мембрани клітин міокарда, тобто реполяризації міокарда. Його величина у стані спокою коливається від 1 до 18 мм. Амплітуда зубця Т у жінок в середньому дорівнює 3,4 мм, а у чоловіків – 6,0 мм. Тривалість зубця Т – 0,16-0,24 с.

Інтервал Q-T називають електричною системою шлуночків. Цей інтервал характеризує швидкість деполяризації (QRS) і реполяризації (ST) шлуночків. Тривалість інтервалу Q-T знаходиться у зворотній залежності від ЧСС.

Сегмент ТР співпадає з періодом загальної діастоли, коли в серці відсутня різниця потенціалів, тому на ЕКГ реєструється ізоелектрична лінія.

У стандартних відведеннях аналіз ЕКГ проводять шляхом визначення показників за наступною схемою:

1. Тривалість серцевого циклу (R-R) у секундах (обчислюється середній показник вимірювань трьох циклів II відведення).

2. Частота серцевих скорочень (уд/хв). ЧСС = 60 / R-R.

3. Характер ритму серця: вважається правильним, якщо різниця між найбільшим і найменшим інтервалами R-R у II відведенні не перевищує 0,1 с. Ритм вважається неправильним, якщо різниця більше 0,1 с. В другому випадку за наявності всіх зубців ЕКГ і правильної їх форми, неоднакова тривалість R-R у різних комплексах може бути пов’язана з нормальним явищем – дихальною аритмією. При цьому ритм передсердя і шлуночків однаковий, інтервали P-Q і QRS не подовжені. Не однакові в різних комплексах лише сегменти T-P.

4. Тривалість інтервалів у II відведенні:
   P-Q – від початку P до початку Q;
   Q-T – від початку Q до кінця T;
   T-P – від кінця T до початку P наступного комплексу;
   S-T – від початку S до початку T;
   QRS – від початку Q до кінця S.

5. Систолічний показник (СП) визначається за формулою:

СП = (Q-T / R-R) • 100%. В нормі він рівний 35-45%.

6. Вольтаж зубців P, Q, R, S, T у II відведенні.

7. Положення електричної осі серця (нормальне, вертикальне, горизонтальне). Визначають за наслідками вимірювань амплітуди зубців Q, R, S в першому і третьому стандартних відведеннях. Прийнято вважати нормальним положення середньої електричної осі серця під кутом від 30 до 69 градусів. Для визначення електричної осі серця проводять геометричні побудови в рівносторонньому трикутнику, який отримав назву *трикутника Ейнтховена* (рис. 3.19). Кути цього трикутника, поверненого вершиною вниз, відповідають стандартним відведенням від правої (крапка А) і лівої (крапка В) рук, кут при

вершині С (унизу) – відведенню від лівої ноги. На стороні АВ від середньої крапки (О1) відкладають управо відрізок О1Х1, рівний сумі алгебраїчних амплітуд зубців Q, R і S, зміряних в першому стандартному відведенні: О1Х1 = R1 – (Q1+S1). З крапки Х1 проводять перпендикуляр до сторони АВ. На стороні ВС від середньої крапки О3 відкладають вниз відрізок О3Х3, рівний сумі алгебраїчних амплітуд тих самих зубців, зміряних у третьому стандартному відведенні: О3Х3 = R3 – (Q3+S3). З крапки Х3 проводять перпендикуляр до ВС до перетину з перпендикуляром до АВ. Точка їх перетину (Е) – прикінцева точка електричної осі серця. Початковою її крапкою є центр трикутника (О). Відрізок лінії, сполучувальної крапки О і Е, відповідає шуканій середній електричній осі серця, а кут між ним і відрізком КМ, паралельним стороні АВ і проведеному через крапку О відбиває положення електричної осі серця.

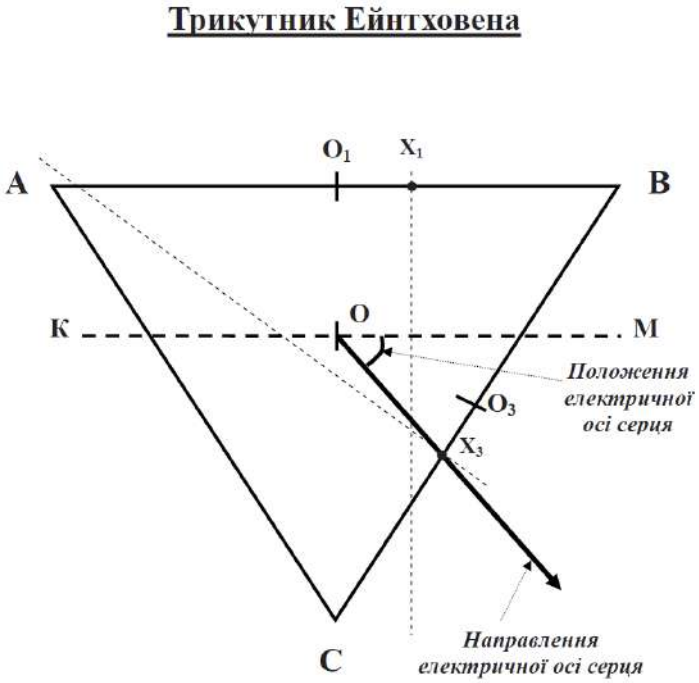


Рис. 3.19. Рівносторонній трикутник Ейнтховена для визначення електричної осі серця

Схема аналізу електрокардіограми свідчить про те, що одним із важливих показників, реєстрованих за допомогою методу електрокардіографії, є величина *частоти серцевих скорочень (ЧСС, уд/хв)*. Враховуючи значущість цього параметру для оперативної оцінки стану системи кровообігу, її реакції на фізичне навантаження під час дозування об’єму й інтенсивності м’язової діяльності, ми вважаємо за необхідне привести тут більш детальну характеристику означеного параметру.

Відомо, що частота серцевих скорочень, як інтегральний показник рівня функціонування системи кровообігу, підтримується в діапазоні нормальних значень завдяки діяльності безлічі компенсаторних механізмів.

В нормі величина ЧСС у здорових нетренованих чоловіків і жінок складає 60-70 уд/хв. Нормальні значення ЧСС для дітей різних вікових груп наведено в додатках. Основними відхиленнями ЧСС від норми є *синусна тахікардія* і *синусна брадикардія*.

В абсолютно здорових людей *синусна тахікардія* (збільшення ЧСС від 90 до 150-180 уд/хв при збереженні правильного синусного ритму) виникає під час фізичних навантажень і емоційної напруги. Крім цього, причинами тахікардії можуть бути різного роду інфекції, токсичні дії, підвищення температури, серцева недостатність, ішемія, дистрофічні зміни в синоатріальному (СА) вузлі тощо.

Синусна брадикардія (зниження ЧСС до 40-59 уд/хв при збереженні правильного синусного ритму) серед здорових людей спостерігається найбільш часто у спортсменів. В патології синусна брадикардія зустрічається при деяких інфекціях (грип, черевний тиф), при інфаркті міокарду, підвищенні внутрічерепного тиску тощо.

Різновидом якісних змін ЧСС є *синусна аритмія* – неправильний синусний ритм, який характеризується періодами поступового почастішання і зменшення ритму. Частіше за все зустрічається дихальна синусна аритмія, при якій ЧСС збільшується на вдиху і зменшується на видиху.

Серед здорових нетренованих людей синусна дихальна аритмія найбільш характерна для осіб молодого віку, а також в періоді одужання (реконвалесценції) після інфекційних захворюваннях.

Синусна дихальна аритмія є досить поширеною серед молодих людей, хворих на нейроциркуляторну дистонію. Для спортсменів наявність синусної дихальної аритмії у стані відносного спокою деякими фахівцями розглядається навіть як показник високого рівня тренованості – під час виконання фізичних навантажень це явище зникає.

Крім електрокардіографічного методу величину ЧСС визначають також пальпаторно. При цьому, великий палець або 2-4 будь-яких накладають на долонну поверхню передпліччя лівої руки, злегка притискують судину і підраховують кількість коливань артеріальної стінки за 10, 15 або 30 секунд із подальшим перекладом отриманого значення в кількість ударів за хвилину.

Продовжуючи аналіз основних положень методу електрокардіографії, слід зазначити, що на думку багатьох науковців, цей метод має широкі діагностичні можливості під час оцінки функціонального стану серцево-судинної системи як практично здорових осіб, так і людей з ознаками захворювань апарату кровообігу, викликаними різними етіологічними чинниками, у тому числі нераціональними фізичними навантаженнями.

У зв’язку із зазначеним вище, ми вважаємо за необхідне привести електрофізіологічні ознаки ряду найпоширеніших захворювань серцево-судинної системи організму, адже в сучасних умовах спорту вищих досягнень зазвичай, поширені випадки не тільки перевтоми, перетренованості і перенапруження організму спортсменів, але й істотних патологічних змін

системи кровообігу. Вочевидь, що знання цих особливостей є необхідними для фахівців у галузі спортивної фізіології та медицини щодо своєчасного виявлення несприятливих предпатологічних ознак та їх купірування терапевтичними, реабілітаційними і часто просто педагогічними заходами.

Екстрасистолія – передчасне позачергове збудження серця. У здорових людей екстрасистолія носить функціональний характер і може провокуватися різними вегетативними реакціями, емоційною напругою, курінням, зловживанням міцним чаєм, кавою, алкоголем тощо. Така екстрасистолія, як правило, не вимагає застосування спеціальних протиаритмічних препаратів і проходить самостійно після усунення дії провокуючих чинників. Більш серйозними є екстрасистолії органічного походження. Їх поява свідчить про глибокі зміни в серцевому м'язі у вигляді ішемії, дистрофії, некрозу або кардіосклерозу.

Як правило, виокремлюють два види екстрасистолії: передсердну і шлуночкову. Основними електрокардіографічними ознаками *передсердної екстрасистолії* є:

- передчасна позачергова поява зубця Р і наступного за ним комплексу QRST; деформація або зміна полярності зубця Р екстрасистоли;
- наявність незмінного екстрасистолічного комплексу QRST, схожого за формою на звичайні нормальні комплекси QRST синусного походження;
- наявність після передсердної екстрасистоли неповної компенсаторної паузи.

Головними електрокардіографічними ознаками шлуночкової *екстрасистолії* є:

- передчасна позачергова поява на ЕКГ зміненого шлуночкового комплексу QRS;
- значне розширення і деформація екстрасистолічного комплексу QRS;
- відсутність перед шлуночковою екстрасистолічного зубця Р;
- наявність в більшості випадків після шлуночкової екстрасистоли повної компенсаторної паузи.

Пароксизмальна тахікардія – напад почастішання серцевих скорочень, який раптово починається і так само раптово закінчується. Частота скорочень може сягати кількості 140-250 уд/хв при збереженні в більшості випадків правильного регулярного ритму. Явище пароксизмальної тахікардії зустрічається у процесі формування електричної негомогенності різних ділянок серцевого м'яза та її провідної системи (при гострому інфаркті міокарду, хронічній ішемії, міокардиті тощо), а також у разі природжених аномалій провідної системи серця.

Аналогічно явищу екстрасистолії виокремлюють два види пароксизмальної тахікардії: передсердну і шлуночкову. Основними електрокардіографічними ознаками *передсердної пароксизмальної тахікардії* є:

- напад почастішання серцевих скорочень, який раптово починається і так само раптово закінчується (до 140-250 уд/хв при збереженні правильного регулярного ритму);

- наявність перед кожним шлуночковим комплексом QRS пониженого, деформованого, двофазного або негативного зубця Р;
- нормальні незмінні шлуночкові комплекси QRS, схожі на QRS, які реєструвалися до виникнення нападу пароксизмальної тахікардії;
- в деяких випадках можливо подовження інтервалу Р-Q або випадання окремих комплексів QRS.

Основними електрокардіографічними ознаками *шлуночкової пароксизмальної тахікардії* є:

- напад почастішання серцевих скорочень, що раптово починається і так само раптово закінчується (до 140-250 уд/хв при збереженні правильного регулярного ритм);
- деформація і розширення комплексу QRS більше 0,12 с;
- наявність атріовентрикулярної дисоціації, тобто повного неузгодження частого ритму шлуночків (комплексу QRS) і нормального ритму передсердя (зубець Р).

Ішемія міокарду характеризується короткочасним зменшенням кровопостачання в окремі ділянки міокарду, їх тимчасовою гіпоксією і скоромінущими порушеннями метаболізму серцевого м'яза.

Істотними електрокардіографічними ознаками ішемії міокарду є:

- різноманітні зміни форми і полярності зубця Т в стандартних і грудних відведеннях;
- зсув сегменту RS-T вище або нижче ізолінії.

Стенокардія. Напад стенокардії виникає у осіб з ішемічною хворобою серця при короткочасному спазмі коронарних артерій або при гостро виниклому збільшенні потреби міокарду в кисні (при фізичних навантаженнях і після них, емоційній напрузі, підйомі артеріального тиску) і відсутності адекватного розширення змінених коронарних судин. Основними електрокардіографічними ознаками ішемії міокарду, який розвивається під час нападу стенокардії, є різноманітні "ішемічні зміни" зубця Т та (або) ішемічна депресія сегменту RS-T нижче ізолінії, яка швидко нормалізується після купірування нападу стенокардії.

Крім вже зазначених, за допомогою електрокардіографії можна констатувати і таке важке захворювання як *інфаркт міокарду*, причому визначити стадію захворювання (свіжий, рубцюється рубець після перенесеного інфаркту), встановити топічний діагноз (передня, задня, бокова стінка серця, міжшлуночкова перегородка, верхівка серця), визначити глибину інфаркту (крізний, субендокардіальний, субепикардіальний, внутристінковий) тощо.

Зміни ЕКГ згідно зі стадіями інфаркту міокарду можна розділити на такі 4 групи:

1. Перша стадія – передінфарктний стан (триває від кількох годин до 1-1,5 місяців). На ЕКГ виявляються ознаки зниження коронарного кровопостачання – відхилення інтервалів S-T донизу, слабо негативні зубці Т.

2. Гостра стадія інфаркту міокарду (ішемія і некроз). Зміни на ЕКГ можуть виявитися під час больового нападу, або через 12-36 годин і триматися впродовж 1-7 діб. Для цієї стадії характерні: *глибокі зубці Q або QS, високе*

“стояння” інтервалів S-T, які спочатку зливаються з позитивними зубцями Т, а потім -закружляються, *і перехідні* в негативні зубці Т.

3. Підгостра стадія інфаркту міокарду, що рубцюється. Триває від 5-7 тижнів до 6 місяців. Під час рубцювання на ЕКГ в динаміці інтервали S-T, які стояли в гострій стадії, поступово знижуються до ізолінії. Паралельно цьому, негативні зубці Т заглиблюються, а наприкінці цього періоду знову зменшуються за глибиною.

4. Четверта стадія. Інфаркт міокарду у стадії рубця характеризується припиненням динамічних змін. При цьому зубці Q, як правило, зменшуються за глибиною, інтервали S-T стають строго ізоелектричними, зубець Т – слабо негативним, а при обмежених за глибиною інфарктах – слабо позитивними.

2.6. Тестування працездатності і загального фізичного стану серцево-судинної системи

Завдання тестів навантажень:

1. визначення працездатності і придатності до занять тим або іншим видом спорту;
2. оцінка функціонального стану кардіорспіраторної системи і її резервів;
3. прогнозування вірогідних спортивних результатів, а також прогнозування вірогідності виникнення тих або інших відхилень в стані здоров’я при перенесенні фізичних навантажень;
4. визначення і розробка ефективних профілактичних і реабілітаційних заходів у висококваліфікованих спортсменів;
5. оцінка функціонального стану і ефективності застосування засобів реабілітації після пошкоджень і захворювань у спортсменів.

Пристрої і прилади для проведення тестів

Велоергометр – найбільш зручний прилад для проведення субмаксимальних тестів навантажень, оскільки забезпечує оптимальну можливість отримання точних фізіологічних даних для оцінки функціонального стану людини, її фізичних здібностей (рис. 3.20).

Швидкість обертання педалей зазвичай 60 об/хв. Під час обстеження необхідний постійний контроль ЧСС, АТ, ЕКГ.

ВООЗ рекомендує при обстеженні здорових дітей і жінок починати навантаження з 150 кгм/хв, для чоловіків – 300 кгм/хв з подальшим ступінчастим зростанням на 150-300 кгм/хв.



Рис. 3.20. Зовнішній вигляд велоергометрів різних типів

Тредміл (тредбан) — пристрій, що дозволяє відтворювати ходьбу або біг з певною швидкістю при певному нахилі (Рис. 3.21). Швидкість руху стрічки, а значить і обстежуваного, вимірюється в м/с або км/год. Крім того, тредміл забезпечений спідометром, вимірником нахилу і рядом регулюючих пристроїв. Регулярність контролю за основними клінічними і фізіологічними показниками така ж, як при субмаксимальному степ-тесте і тесті на велоергометрі.



Рис. 3.21. Обстеження та третбані

ВООЗ рекомендує два варіанти навантажень:

- горизонтальний рівень стрічки із зростаючою швидкістю від 6 км/год до 8 км/год і так далі;
- постійна швидкість із ступінчастим зростанням нахилу по 2,5°, причому, в цьому випадку можливі два варіанти: ходьба із швидкістю 5 км/год і біг із швидкістю 10 км/год.

Двосходинковий тест Майстра. У 1925 р. A. Master ввів двоступінчатий тест, де реєструється також ЧСС, АТ після певної кількості підйомів на стандартну сходинку. Надалі цей тест почав застосовуватися для реєстрації ЕКГ після навантаження. У сучасному вигляді двоступінчатий тест передбачає визначення, залежно від віку, статі і маси тіла обстежуваного кількості підйомів на стантартну подвійну сходинку протягом 1,5 хв (табл. 3.20), або подвоєної кількості підйомів за 3 мін при подвійній пробі (висота кожної сходинки 23 см). ЕКГ фіксується до і після навантаження.

Субмаксимальні тести на зусилля використовуються в спортивній медицині при тестуванні висококваліфікованих спортсменів. Дослідження показали, що найбільш цінна інформація про **функціональний стан кардіорaспіраторної системи** може бути отримана при обліку змін основних гемодинамічних параметрів (показників) не у відновному періоді, а безпосередньо під час виконання тесту. Тому і збільшення навантажень проводиться до досягнення межі аеробної здатності (максимального споживання кисню – МСК).

Таблиця 3.20.
Мінімальна кількість підйомів (разів)
на сходинку залежно від маси, віку і статі при пробі Майстра

Маса тіла, кг	Вік, років				
	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69
	Кількість підйомів на сходинку				
40-44	29 (28)	28 (27)	27 (24)	25 (22)	24 (21)
45-49	28 (27)	27 (25)	26 (23)	25 (22)	23 (20)
50-54	28 (26)	27 (25)	25 (23)	24 (21)	22 (19)
55-59	27 (25)	26 (24)	25 (22)	23 (20)	22 (18)
60-64	26 (24)	26 (23)	24 (21)	23 (19)	21 (18)
65-69	25 (23)	25 (21)	23 (20)	22 (19)	20 (17)
70-74	24 (22)	24 (21)	23 (19)	21 (18)	20 (16)
75-79	24 (21)	24 (20)	22 (19)	20 (17)	19 (16)
80-84	23 (20)	23 (19)	22 (18)	20 (16)	18 (15)
85-89	22 (19)	23 (18)	21 (17)	19 (16)	18 (14)
90-94	21 (18)	22 (17)	20 (16)	19 (15)	17 (14)
95-99	24 (17)	21 (15)	20 (15)	18 (14)	16 (13)
100-104	20(16)	21 (15)	19 (14)	17 (13)	16 (12)
105-109	19 (15)	20 (14)	18 (13)	17 (13)	15 (11)
110-114	18(14)	20 (13)	18 (13)	16 (12)	14 (11)

У спортивній медицині застосовуються і субмаксимальні **тести навантажень**, що вимагають 75% від максимально допуснимих навантажень. Вони рекомендовані ВООЗ для широкого впровадження. Використовуються також різні велоергометри, тредбани і ін. У разі перевищення вікових меж ЧСС (табл. 3.21) навантаження доцільно припинити.

Таблиця 3.21

Гранично допустима ЧСС під час тесту навантаження залежно від віку

Вік, років	ЧСС
20-29	170
30-39	160
40-49	150
50-59	140
60 і старше	130

Крім перевищення вікових меж ЧСС фізичний тест повинен бути припинений і у випадках виникнення клінічних електрокардіографічних ознак, які вказують на досягнення межі допустимих навантаженнь.

Клінічні ознаки: напад стенокардії навіть при відсутності змін на ЕКГ; сильна задишка; велика втома, блідість, похолодання і вологість шкіри; значне підвищення АТ; зниження АТ більш ніж на 25% від початкового;

Електрокардіографічні ознаки: виникнення частих екстрасистол (4:40) і інших виражених порушень ритму; порушення предсердно-шлуночкової і внутрішньошлуночкової провідності; горизонтальний зсув вниз сегменту ST більш ніж на 0,2 мВ в порівнянні із записом у спокої; підйом сегменту ST більш ніж на 0,2 мВ, що супроводжується опущенням його в протилежних відведеннях; інверсія, або виникнення загостреного і підведеного зубця Т із збільшенням амплітуди більш ніж в 3 рази (або на 0,5 мВ) в порівнянні з початковим в будь-якому з відведень (особливо V4); зменшення амплітуди зубця R не менше ніж на 50% від його величини в стані спокою.

Гарвардський степ-тест полягає в підйомах на сходинку заввишки 50 см для чоловіків і 43 см для жінок протягом 5 хв у заданому темпі. Темп сходження постійний і дорівнює 30 циклам за 1 хв. Кожен цикл складається з чотирьох кроків. Темп задається метрономом 120 ударів за хвилину. Після завершення тесту обстежуваний сідає на стілець і протягом перших 30 с. на 2-й, 3-й і 4-й хвилинах підраховується ЧСС. Якщо обстежуваний в процесі тестування відстає від заданого темпу, то тест припиняється. Фізичну працездатність спортсмена визначають за індексом **гарвадского степ-тесту** (**ІГСТ**), який розраховується, виходячи з часу сходження на сходинку і ЧСС після закінчення тесту. Висота сходинки і час сходження на неї вибираються залежно від статі і віку обстежуваного **(**табл. 3.22**).**

Таблиця 3.22

Висота сходинки і час сходження в гарвадському степ-тесті

Обстежувані	Вік, років	Висота сходинки, см	Час сходження, хв	Прімітка
Чоловіки	Дорослі	50	5	—
Жінки	Дорослі	43	5	—
Хлопці і підлітки	12-18	50	4	Поверхня тіла 1,85 $м^2$
Дівчата і підлітки	12-18	40	4	—
Хлопчики і дівчатка	8-11	35	3	—
Хлопчики і дівчатка	до 8	35	2	—

Індекс гарвардського степ-тесту розраховують за формулою:

$$\mathbf{ІГСТ = t \times 100 / (f_1+f_2 + f_3) \times 2}$$

де t — час сходження в секундах

f_1, f_2, f_3 — частота серцевих скорочень (ЧСС) за 30 с на 2-й, 3-й і 4-й хвилинах відновлення відповідно.

При масових обстеженнях можна користуватися скороченою формулою:

$$\mathbf{ІГСТ= t \times 100 / f \times 5,5}$$

де

t – час сходження в секундах

f–— частота серцевих скорочень (ЧСС).

Підрахунок полегшується при використанні табл. 3.23, 3.24, 3.25. Таблиця 3.23 передбачена для визначення ІГСТ у дорослих людей, якщо навантаження було витримане до кінця (тобто протягом 5 хв).

Спочатку підсумовують три підрахунки пульсу ($f_1 + f_2 + f_3 + f_4 = Гf$), потім в лівому вертикальному стовпчику знаходять дві перші цифри цієї суми, а у верхньому горизонтальному рядку – останню цифру. ІГСТ знаходиться на місці перетину вказаних рядків. Якщо підрахунок пульсу робився лише один раз по скороченій формі, то ІГСТ знаходять за значенням цього підрахунку аналогічним чином в табл. 3.24.

Таблиця 3.23

Таблиця знаходження індексу за гарвадським степ-тестом по повній формі у дорослих людей (t = 5 хв)

	0	1	2	3	4	5
80	*188*	*185*	*183*	*181*	*179*	*176*
90	*167*	*165*	*163*	*161*	*160*	*158*
100	*150*	*148*	*147*	*146*	*144*	*143*
110	*136*	*135*	*134*	*133*	*132*	*130*
120	*125*	*124*	*123*	*122*	*121*	*120*
130	*115*	*114*	*114*	*113*	*112*	*111*
140	*107*	*106*	*106*	*105*	*104*	*103*
150	*100*	*99*	*99*	*98*	*97*	*97*
160	*94*	*93*	*93*	*92*	*92*	*91*
170	*88*	*88*	*87*	*87*	*86*	*86*
180	*83*	*82*	*82*	*82*	*82*	*81*
190	*79*	*78*	*78*	*78*	*77*	*77*
200	*75*	*75*	*74*	*74*	*74*	*73*
210	*71*	*71*	*71*	*70*	*70*	*70*
220	*68*	*67*	*67*	*67*	*67*	*67*
230	*65*	*65*	*65*	*64*	*64*	*64*
240	*62*	*62*	*62*	*62*	*61*	*61*
250	*60*	*60*	*60*	*59*	*59*	*59*
260	*58*	*57*	*57*	*57*	*57*	*57*
270	*56*	*55*	*55*	*55*	*55*	*55*
280	*54*	*53*	*53*	*53*	*53*	*53*
290	*52*	*52*	*51*	*51*	*51*	*51*

Таблиця 3.24

Таблиця для знаходження індексу за гарвадським степ-тестом по скороченій формі у дорослих людей (t=5 хв)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	*182*	*176*	*171*	*165*	*160*	*156*	*152*	*147*	*144*	*140*
40	*136*	*133*	*130*	*127*	*124*	*121*	*119*	*116*	*114*	*111*
50	*109*	*107*	*105*	*103*	*101*	*99*	*97*	*96*	*94*	*92*
60	*91*	*89*	*88*	*87*	*85*	*84*	*83*	*81*	*80*	*79*
70	*78*	*77*	*76*	*75*	*74*	*73*	*72*	*71*	*70*	*69*
80	*68*	*67*	*67*	*66*	*65*	*64*	*63*	*63*	*62*	*61*
90	*61*	*60*	*59*	*59*	*58*	*57*	*57*	*56*	*56*	*55*
100	*55*	*54*	*53*	*53*	*52*	*52*	*51*	*50*	*50*	*50*
110	*50*	*49*	*49*	*48*	*48*	*47*	*47*	*46*	*46*	*46*

Таблиця 3.25 полегшує розрахунок ІГСТ при неповному часі сходження (скорочена форма). У лівому вертикальному стовпчику знаходять фактичний час сходження (закруглене до 30 с), а у верхній горизонтальній строчці — число ударів пульсу за перших 30 із з 2-ї хвилини відновлення.

Таблиця 3.25 Залежність ІГСТ від часу сходження (скорочена форма)

Пульс за перші 30 с із з 2-ої хвилини відновлення								
Час, хв	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79
6	*6*	*5*	*5*	*4*	*4*	*4*	*4*	
19	*17*	*16*	*14*	*13*	*12*	*11*	*11*	
32	*29*	*26*	*24*	*22*	*20*	*19*	*18*	
45	*41*	*28*	*24*	*21*	*29*	*27*	*25*	
58	*52*	*47*	*43*	*40*	*36*	*34*	*32*	
71	*64*	*58*	*53*	*48*	*45*	*42*	*39*	
84	*75*	*68*	*62*	*57*	*53*	*49*	*46*	
97	*87*	*79*	*72*	*66*	*61*	*57*	*53*	
110	*98*	*89*	*82*	*75*	*70*	*65*	*61*	
123	*1110*	*100*	*91*	*84*	*77*	*72*	*68*	
129	*116*	*105*	*96*	*88*	*82*	*77*	*71*	

Через велику інтенсивність навантаження тест застосовують лише при обстеженні спортсменів. Критерії оцінки результатів гарвадского степ-тесту приведені в табл. 3.26**.** Найбільші показники (до 170) відмічені у спортсменів екстракласу, що тренуються на витривалість (лижні гонки, академічне веслування, плавання, марафонський біг і ін.).

Таблиця 3.26
Оцінка результатів гарвадского степ-тесту

Оцінка	ІГСТ
Відмінно	*90*
Добре	*80-89,9*
Середньо	*65-79,9*
Слабо	*55-64,9*
Погано	*55*

Субмаксимальний тест Валунда-Шестранда (W170 або PWC170) рекомендований ВООЗ для визначення фізичної працездатності по досягненню ЧСС 170 уд/хв (потужність фізичного навантаження виражається в кгм/хв або Вт), при якій частота серцевих скорочень після впрацювання встановлюється на рівні 170 ск/хв, тобто W170 (або PWC170). Даний рівень навантаження і є показником W170. Для старших вікових груп, враховуючи нижчу межу допустимого зростання пульсу, а також у юних спортсменів застосовують тести

PWC130 і PWC 50 – визначення фізичної працездатності досягши ЧСС 130 і 150 СК ск/хв. Тест виконується таким чином: випробовуваний піддається на велоергометрі двом навантаженням різної потужності (W1 і W2) тривалістю 5 хв, з 3-х хвилинним відпочинком. Навантаження підбирається з таким розрахунком, щоб набути декілька значень пульсу в діапазоні від 120 до 170 ск/хв. В кінці кожного навантаження визначають ЧСС (відповідно f_1 і f_2). На підставі отриманих даних будують графіки, де на осі абсцис заносять показники потужності навантаження (W1 та W2), на осі ординат – відповідну ЧСС (рис. 1.10). На перетині перпендикулярів, опущених у відповідні точки осей графіка, знаходять координати 1 і 2, через них проводять пряму до перетину з перпендикуляром, відновленим з точки ЧСС, відповідної 170 ск/хв (координата 3). З неї опускають перпендикуляр на вісь абсцис, і добувають таким чином значення потужності навантаження при ЧСС, рівній 170 ск/хв. (рис. 3.22).

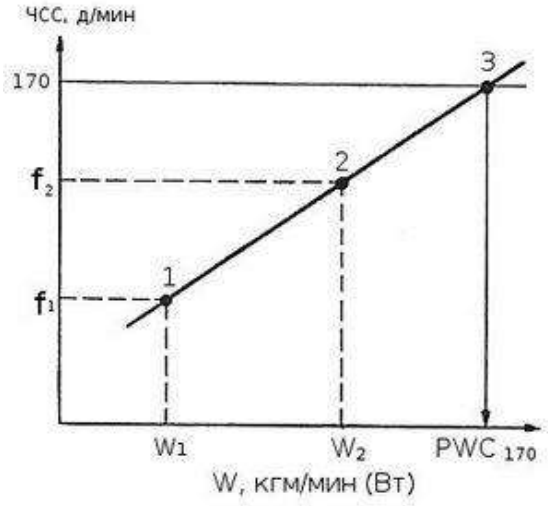


Рис 3.22. Графічний спосіб визначення PWC170: :1 і :2 ЧСС при першому і другому навантаженнях; W1 і W2 – потужність першого і другого навантажень

Для спрощення розрахунку потужність роботи при двоступінчатому тесті PWC170 рекомендується формула:

$$\mathbf{PWC170 = W1 + (W2-W1) \times 170-f_1 / f_1-f_2}$$

де: PWC170 — потужність фізичного навантаження при ЧСС 170 ск/хв
W1 і W2 – потужність першого і другого навантажень (кгм/хв або Вт);
f1 та f2 – ЧСС на останній хвилині першого і другого навантажень (за 1 хв).

Як орієнтири можуть бути використані наступні величини PWC170 у здорових людей: для жінок – 422-900 кгм/хв, для чоловіків – 850-1100 кгм/хв. У спортсменів цей показник залежить від виду спорту і коливається в межах 1100-2100 кгм/хв, а представники циклічних видів спорту (академічне веслування, велошоссе, лижні гонки і ін.) мають ще вищі показники.

Тест Новакки рекомендований ВООЗ для широкого застосування. Для його проведення використовують велоергометр. Суть тесту полягає у

визначенні часу, протягом якого випробовуваний здатний виконати навантаження (Вт/кг) певної потужності, що залежить від власної ваги. Іншими словами, навантаження строго індивідуалізоване.

На рис. 3.23 показана схема тестування: навантаження починається з 1 Вт/кг маси, через кожних 2 хв збільшується на 1 Вт/кг до тих пір, поки випробовуваний відмовиться від виконання роботи (навантаження). У цей момент споживання кисню близьке або рівне МСК, ЧСС також досягає максимальних значень.

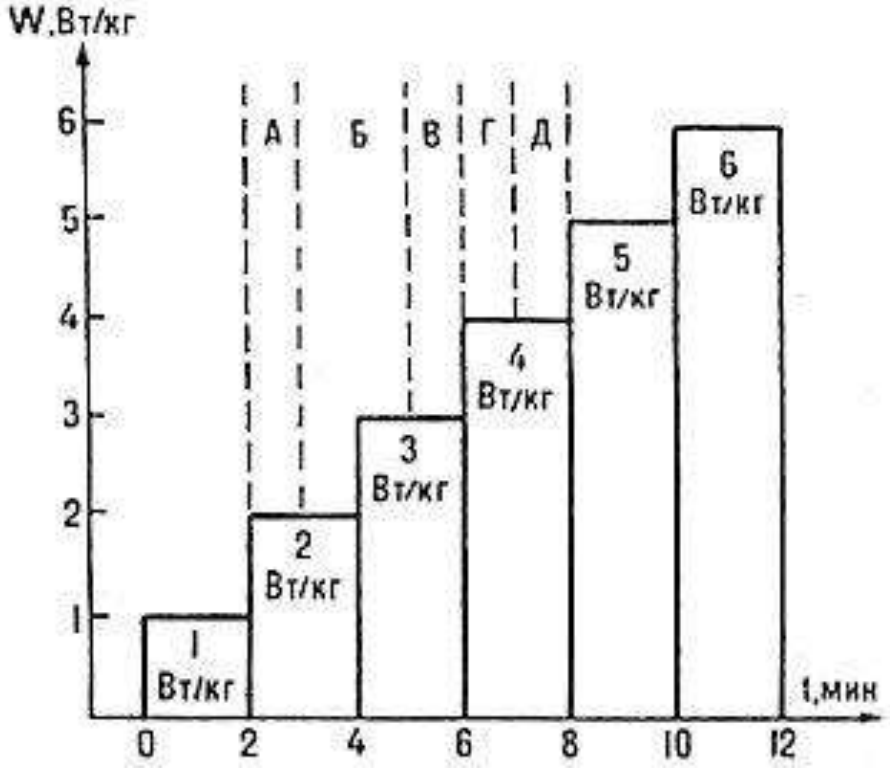


Рис. 3.23. Тест Новакки: W–потужність навантаження; t – час

У таблиці 1.15 приведені оцінки результатів тестування здорових осіб. *Тест Новакки* придатний для дослідження як тренованих, так і нетренованих осіб, а також може бути використаний при підборі реабілітаційних засобів після пошкоджень і захворювань. У останньому випадку тест потрібно починати з навантаження 1/4 Вт/кг. Крім того, тест використовують і при відборі в юнацькому спорті (табл. 3.27).

Проба В.І. Дубровського досліджує стійкість до гіпоксії. Досліджуваному накладають на грудну клітку і на черевну стінку манжети, сполучені з записувачем. Після глибокого вдиху дихання затримують і фіксують на кімографі перші асцилляції діафрагми, що свідчать про скорочення. Тривалість затримки дихання говорить про ступінь стійкості до гіпоксії. Чим вона вища, тим краще функціональний стан спортсмена.

Таблиця 3.27
Параметри тесту Новакки.

Потужність навантаження, Вт/кг	Час роботи на кожній сходинці (хв)	Оцінка результатів тестування
2	1	Низька працездатність у нетренованих (А)
3	1	Задовільна працездатність у нетренованих (Б)
3	–	Нормальна працездатність у нетренованих (В)
4	2	Задовільна працездатність у спортсменів (Г)
4	2	Хороша працездатність у спортсменів (Д)
5	1-2	Висока працездатність у спортсменів
6	1	Дуже висока працездатність у спортсменів

Проба Кремптона. Досліджуваний з положення лежачи переходить в положення стоячи, і відразу ж протягом 2 хв. йому вимірюють ЧСС і АТ. Результати цієї проби виражають за допомогою формули:

$$\mathbf{ІК = 3,15 + СТ = ЧСС/20}$$

де ІК – індекс Кремптона;
СТ – систолічний артеріальй тиск,
ЧСС – частота пульсу.

Отримані дані оцінюються за таблицею 3.28:

Таблиця 3.28
Оцінка тесту Кремптона

Класифікація	**Показник**
Недостатній	<50
Слабкий	50-75
Середній	75-100
Відмінний	>100

Індексом Кердо (ІК) є співвідношення ДТ і ПТ, тобто

$$\mathbf{ІК=1-ДТ/ПТ×100,}$$

де ДТ – діастолічний тиск,
ПТ – пульсовий тиск.

У здорової людини ІК близький до нуля, при переважанні симпатичного тонусу відмічається збільшення ІК, парасимпатичного — зменшується ІК, стає негативним. При рівновазі стану вегетативної нервової системи ІК = 0. При зрушенні рівноваги під впливом симпатичної нервової системи діастолічний

тиск падає, ЧСС росте, ІК = 0. При посиленні функціонування парасимпатичної нервової системи ІК<0.

Дослідження необхідно проводити в один і той же час доби (наприклад, вранці після сну). ІК інформативний в ігрових видах спорту, де висока нервово-психічна напруга. Крім того, цей показник треба розглядати в комплексі з іншими показниками, зокрема, з біохімічними (лактат, сечовина, гістамін, гемоглобін і ін.), з урахуванням активності фізіологічних функцій. Необхідно враховувати рівень підготовки спортсмена, функціональний стан, вік і стать.

2.7. Зміни в ССС під впливом фізчничних навантажень

Спортивне серце. Систематичні тренування, в першу чергу, тривалі біг, ходьба, пересування на лижах, їзда на велосипеді тощо, супроводжуються наступними змінами в серці:

1) біохімічними (посилюється обмін речовин, активність біологічних каталізаторів – ферментів, збільшуються запаси енергоресурсів);

2) морфологічними (збільшення порожнин і розмірів серця, ваги серця, зростає кількість міоглобіну, мітохондрій, спостерігаються гіпертрофія міокарда і розвиток капілярної сітки);

3) функціональними (зростають ударний і хвилинний об’єми кровотоку, розвивається брадикардія).

Основні зміни в функціонуванні серцево-судинної системи під час м’язової діяльності та в стані спокою наведено в таблиці 3.29.

Таблиця 3.29.

Типові зміни в серцево-судинній системі :

№ п/п	Показник кровообігу	Характер змін
Типові зміни в серцево-судинній системі під час м'язової діяльності		
1	Частота серцевих скорочень	Відбувається почастішання серцевих скорочень. У спокої частота серцевих скорочень складає 60-70 скорочень за хвилину у чоловіків (у спортсменів 45-60 скорочень за хвилину) і 70-90 скорочень в хвилину у жінок. При роботі частота серцевих скорочень може підвищитися до 180 скорочень за хвилину і більше (до 220 ударів за хвилину)
2.	Систолічний об’єм крові	Відбувається збільшення сили скорочення серцевого м’яза та СОК. У спокої за одне скорочення серце виштовхує 50-70 мілілітрів крові. При інтенсивній м’язовій діяльності серце виштовхує за одне скорочення в два рази більше крові –100-120 мілілітрів (у висококваліфікованих спортсменів – до 200 мілілітрів)

Продовження табл. 3.29

3.	Серцевий кровотік	Збільшується серцевий кровотік (потік крові по судинах серця), розкриваються резервні судини серця, підвищується кількість поживних речовин і кисню, що споживаються серцем в одиницю часу.
4	Артеріальний тиск	Збільшується систолічний артеріальний тиск крові. У спокої величина систолічного артеріального тиску рівна 110-125 мл.рт.ст. При роботі СТ може збільшуватися до 200 мл.рт.ст. і більш, якщо робота, пов'язана з напруженням. Величина діастолічного артеріального тиску може залишатися незмінною або знижуватися. Зменшення діастолічного тиску характерне для людей з хорошою тренованістю і є позитивним чинником, оскільки свідчить про зменшення опору судин (полегшується робота серця по виштовхуванню крові в судини). Збільшення діастолічного тиску характерне для осіб з поганою фізичною підготовленістю, спортсменів в стані перетренованості і хворих людей. Воно свідчить про великий опір судин потоку крові, що, відповідно, примушує серце додатково збільшувати роботу по подоланню підвищеного судинного опору.
5	Швидкість току крові	Збільшується швидкість току крові по судинах і знижується час повного кругообігу крові. Якщо у спокої, кров здійснює повний кругообіг (обидва кола кровообігу) за 22-26 секунди (у здорових людей ця величина залежить від розмірів тіла), то при роботі час повного кругообігу може зменшитися до 7-8 секунд.
6	Діаметр судин	Збільшується діаметр (просвіт) судин працюючих м'язів і органів, що забезпечують м'язову роботу, звужуються судини непрацюючих м'язів і органів, що не беруть участь в м'язовій діяльності. Це дозволяє працюючим органам отримувати значно більше крові, ніж непрацюючим. У працюючих м'язах і органах, що забезпечують м'язове скорочення розкриваються додаткові (резервні) кровоносні судини, які знаходилися в закритому стані у спокої. В результаті поліпшується трофіка клітин працюючих органів.

7	Швидкість току лімфи	Збільшується швидкість потоку лімфи. Потік лімфи під час виконання фізичних вправ збільшується з ряду причин. Одна з них – механічне здавлення лімфатичних судин м’язами, що скорочуються. Клапани лімфатичних судин забезпечують при цьому ток лімфи тільки в одному напрямі – до вен.
Зміни в серцево-судинній системі під впливом багаторічних систематичних тренувань		
1	Сила серцевого м’яза	Збільшується сила серцевого м’яза. Як і скелетні м’язи, серцевий м’яз здатний збільшувати силу свого скорочення, якщо регулярно і протягом тривалого часу він вимушений працювати з підвищеним навантаженням.
2	Кількість судин серця	Збільшується кількість судин серця, що забезпечує підвищене живлення і постачання киснем серцевого м’яза під час м’язової діяльності і, відповідно, її кращу працездатність.
3	Товщина стінок серця	Збільшується товщина стінок серця (особливо стінок шлуночків) за рахунок збільшення товщини м'язових волокон серцевого м’яза. Це явище називається спортивна гіпертрофія міокарду. Серце спортсменів під час інтенсивної м'язової діяльності здатне викидати за одне скорочення до 200 мілілітрів крові, а серце неспортсмена в тих же умовах – тільки 120 мілілітрів.
4	Об’єм порожнин серця	Збільшується об’єм порожнин серця (особливо об'єм лівого шлуночку, з якого кров поступає у велике коло кровообігу), а також загальний об’єм серця, і, відповідно, збільшується його розмір. Більший об’єм порожнин серця дозволяє серцю наповнюватися великою кількістю крові, і згодом виштовхувати велику порцію крові за одне скорочення.

Продовження табл. 3.29

5	Частота серцевих скорочень	Зменшується частота серцевих скорочень у спокої. Велике і сильне серце спортсмена здатне за одне скорочення виштовхнути порцію крові більшу, ніж серце неспортсмена. Тому серце спортсмена може за меншу кількість скорочень забезпечити необхідний об'єм кровообігу. Якщо у здорового нетренованого чоловіка частота серцевих скорочень у спокої складає 60-70 скорочень в хвилину, то у висококваліфікованих спортсменів, що спеціалізуються у видах спорту на витривалість, у спокої серце може скорочуватися з частотою 50-40 скорочень в хвилину.
Зміни в серцево-судинній системі спортсмена в стані спокою		
1	Артеріальний тиск	Зменшаться артеріальний тиск у спокої. Зменшення величин артеріального тиску у спокої пов'язане з нижчим судинним тонусом, що, у свою чергу, обумовлено зниженим впливом на судини симпатичної нервової системи. Якщо у здорового нетренованого чоловіка величина артеріального тиску знаходиться в межах 120-130 /60-70 мм. рт. ст., то у спортсменів того ж віку ця величина може складати 115-105 / 60-55 мм.рт.ст.
2	Стан м’язових кровоносних судин	Поліпшується функціональний стан кровоносних судин. Збільшується кількість кровоносних судин в м’язах (що беруть участь в роботі), і в органах, що регулюють і забезпечують м’язову діяльність (крім серця – в руховій зоні головного мозку, легенях, бронхах). Поліпшується стан судинної стінки, збільшується число еластичних елементів судин, зміцнюється м’язова тканина судин, збільшується кількість «судин» (судин, що живлять судини).

Вікові особливості реакції серцево-судинної системи на фізичне навантаження

Реакція дитячого організму на фізичне навантаження змінюється в міру росту і розвитку організму. На динамічне фізичне навантаження діти і підлітки реагують підвищенням частоти серцевих скорочень, максимального артеріального тиску. Чим менший вік дітей, тим більшою мірою вони реагують навіть на невелике фізичне навантаження.

У відповідь на фізичне навантаження збільшується об’єм крові, який прокачується серцем за хвилину (хвилинний об’єм крові). У тренованих дітей

це відбувається за рахунок скоріше збільшення систолічного об’єму ніж частоти серцевих скорочень. Під час максимальних фізичних навантажень у тренованих підлітків, на відміну від нетренованих, хвилинного об’єму крові достатньо для забезпечення усіх органів киснем.

Під час статичного фізичного навантаження (тривале сидіння, стояння тощо) зростає і максимальний і мінімальний артеріальний тиск у тренованих та нетренованих дітей, підлітків. Така реакція відбувається навіть на легке статичне навантаження (30% від сили стискання ручного динамометра) і реєструється протягом 5 хв. після припинення навантаження. На початку навчального року ці показники менші, ніж наприкінці. Тривале статичне навантаження може викликати у школярів спазми артеріол (загальний кров’яний тиск при цьому підвищується), може сприяти виникненню органічних змін серцевих м’язів, клапанів.

Тема 3. Методика дослідження системи крові людини

3.1. Загальна характеристика та функції системи крові людини.
3.2. Склад та форменні елементи крові. Вікові особливості крові.
3.3. Методика загального аналізу крові.
3.4. Показники біохімічного гомеостазу крові та їх динаміка під час мязової діяльності.
3.5. Норми лабораторних досліджень системи крові

3.1. Загальна характеристика та функції системи крові людини.

Кров являється однією із основних складових частин внутрішнього середовища організму. Кров основна транспортна система організму. Будь-яка система являє собою впорядковану, цілісну множину, взаємозв'язаних елементів, які володіють власною організацією і структурою. Головною властивістю системи крові, як єдиної сукупності взаємодіючих елементів є цілісність (рис. 3.24).

45 % клітини (формені елементи)			**55 % міжклітинна речовина (плазма)**
ЕРИТРОЦИТИ **Червоні кров'яні тільця**	**ЛЕЙКОЦИТИ** **Білі кров'яні тільця**	**ТРОМБОЦИТИ** **Кров'яні пластинки**	**вода 90 %, білки 8 %, вуглеводи, жири, мінеральні речовини, вітаміни, гормони**
			
Перенесення кисню і вуглекислого газу	***Захист (клітинний імунітет)***	***Згортання крові***	***Імунітет, живлення клітин, регуляція функцій організму***

Рис 3.24. Структура системи крові

У дорослої людини кількість крові становить приблизно 7-8% маси її тіла (при масі тіла 60-70 кг загальна кількість крові становитиме 5-5,5 л). У дітей крові відносно маси тіла більше, ніж у дорослих. Це пов'язано із більш інтенсивним обміном речовин у дитячому організмі. Так у новонароджених кількість крові становить 14,7% маси, у дітей одного року – 10,9%, у дітей 14 років – 7%.

Кров — основна транспортна система організму. Вона є тканиною, що складається з рідкої частини – плазми – і зважених в ній клітинних (формених) елементів. Її головною функцією є перенесення різних речовин, за допомогою яких здійснюється захист від дій зовнішнього середовища або регуляція діяльності окремих органів і систем. Залежно від характеру речовин, які переносяться, і їх природи кров виконує наступні функції: 1) дихальну, 2) трофічну, 3) екскреторну, 4) гомеостатичну, 5) регуляторну, 6) креаторних зв'язків, 7) терморегуляцію, 8) захисну. Характеристика функцій системи крові наведена в таблиці 3.30.

Таблиця 3.30.

Функці системи крові

№	Функція	Характеристика
1	Дихальна функція	Кров забезпечує перенесення кисню з органів дихання до тканин і вуглекислого газу у зворотному напрямі. Кисень оборотно зв'язується з дихальним пігментом – гемоглобіном, вуглекислий газ – з водою, основами і білками крові. Здатність гемоглобіну зв'язувати і віддавати O_2 прийнято виражати у вигляді киснево-дисоціаційної кривої. Чим більше зігнута крива, тим більше різниця між вмістом O_2 в артеріальній і венозної крові, а отже, більше O_2 віддано тканинам. Можливість крові як переносника O_2 характеризується величиною її кисневої місткості. Кисневою місткістю позначають кількість O_2, який може бути зв'язаний кров'ю до повного насичення гемоглобіну. Він складає близько 20 мл O_2 на 100 мл крові.
2	Трофічна функція.	Трофічна функція крові полягає в тому, що кров переносить поживні речовини від травного тракту до клітин організму. Глюкоза, фруктоза, низькомолекулярні пептиди, амінокислотні залишки, солі, вітаміни, вода всмоктуються в кров безпосередньо в капілярах ворсинок кишки. Жир і продукти його розщеплювання всмоктуються в кров і лімфу. Всі речовини, що потрапили в кров по комірній вені надходять в печінку і лише потім розносяться по всьому організму. В печінці надлишок глюкози затримується і перетворюється на глікоген, решта її частини доставляється до тканин. Амінокислотні залишки, що розносяться по всьому організму використовуються як пластичний матеріал для білків тканин і енергетичних потреб. Жири, що всмокталися частково в лімфу, потрапляють з неї в кров'яне русло і, перероблені в печінці до липопротеїнів низької густини, знов потрапляють в кров. Надлишок жиру відкладається в підшкірній клітковині, сальнику і інших місцях. Звідси він може знов поступати в кров і переноситися нею до місця використання.

Продовження табл. 3.30.

3	Екскреторна функція	Екскреторна функція крові виявляється у видаленні непотрібних і навіть шкідливих для організму кінцевих продуктів обміну речовин, надлишку води, мінеральних і органічних речовин, що потрапили з їжею або що утворилися в організмі в процесі метаболізму. До їх числа відноситься один з продуктів дезамінування амінокислот — *аміак, який є* токсичним для організму. Велика частина аміаку знешкоджується, перетворюючись на кінцевий продукт азотного обміну – *сечовину.* Сечова кислота, що утворюється при розпаді пуринових основ також переноситься кров'ю до нирок, а жовчні пігменти, що з'являються в результаті розпаду гемоглобіну – до печінки. Вони виділяються жовчю. В крові є і отруйні для організму речовини (похідні фенолу, індол та ін.).
4	Гомеостатична функція	Кров бере участь в підтримці постійності внутрішнього середовища організму – постійності pH, водного балансу, рівня глюкози в кров і ін.
5	Регуляторна функція крові	Кров об'єднує організм, обумовлюючи його гуморальну єдність і адаптивні реакції.
6	Функція креаторних зв'язків	Вона полягає в перенесенні плазмою і форменими елементами макромолекул, що здійснюють в організмі інформаційні зв'язки. Завдяки цьому регулюються внутріклітинні процеси синтезу білка, клітинні диференціювання, підтримка постійності структури тканин.
7	Функція терморегуляції крові	В результаті безперервного руху і великої теплоємності кров сприяє не тільки перерозподілу тепла по організму, але і підтримці температури тіла. Циркулююча кров об'єднує органи, в яких виробляється тепло, з органами, що віддають тепло. Це призводить до відповідної зміни продукції і віддачі тепла. В результаті температура тіла підтримується на постійному рівні.
8	Захисна функція	Її виконують різні складові частини крові, що забезпечують рідинний імунітет (вироблення антитіл) і клітинний імунітет (фагоцитоз). До захисних функцій відноситься також згортання крові.

3.2. Склад та форменні елементи крові. Вікові особливості крові.

Склад крові.

Кров – це тканина, що складається із плазми (близько 55-58%) і формених елементів, або кров'яних клітин (42-45%). У дітей раннього віку процентний вміст формених елементів трохи вищий.

Безперервне утворення нових клітин крові відбувається в кровотворних органах: кістковому мозку, лімфатичних вузлах, селезінці.

Плазма крові на 93-95% складається із води, решту її становлять мінеральні речовини, білки, ферменти, вуглеводи, жири, гормони, вітаміни, амінокислоти.

Сумарна концентрація речовин, розчинених у плазмі, створює осмотичний тиск, який забезпечує в організмі обмін води між кров'ю і тканинами. Він в основному створюється неорганічними солями, так як концентрація цукру, білків, сечовини та інших органічних речовин у плазмі невелика.

Сталість осмотичного тиску крові має важливе значення для життєдіяльності організму, оскільки розчинник завжди рухається в бік вищого осмотичного тиску. Осмотичний тиск плазми крові відповідає 0,9%-му розчинові NaCl.

Здатність еритроцитів не зазнавати руйнування в гіпотонічних розчинах називається осмотичною стійкістю еритроцитів, або резистентністю. Вона значно вища у новонароджених і немовлят, ніж у дорослих. Максимальна стійкість еритроцитів у немовлят складає 0,3-0,4% NaCl, мінімальна – в межах від 0,48 до 0,52% NaCl.

Розчини, які за своїм якісним складом і концентрацією солей відповідають складові плазми, називають фізіологічними розчинами. Вони ізотонічні.

Незважаючи на те, що в кров може надходити різна кількість солей і води, осмотичний тиск крові підтримується на постійному рівні діяльністю нирок, потових залоз.

Плазма крові має не тільки сталий осмотичний тиск, в ній підтримується сталість реакції середовища. Практично реакція середовища визначається концентрацією водневих іонів. Для характеристики реакції середовища користуються водневим показником (pH) – це від'ємний логарифм концентрації водневих іонів. Нейтральне середовище має pH 7,0. Кров людини при температурі тіла 37ºС має pH 7,36.

Сталість реакції крові підтримується буферними речовинами (гемоглобін, вугільна кислота та її солі, солі фосфорної кислоти, білки крові), які містяться в ній, легенями, нирками, потовими залозами.

У новонароджених в перший рік життя у крові міститься менше білків і ферментів, ніж у дорослих. До трьох років вміст білків стає таким же, як і у дорослих.

Зсідання крові в дітей у перші дні після народження уповільнене, з третього по сьомий день життя зсідання крові прискорюється і наближається до норми дорослих (3-4 хв). У дітей дошкільного і шкільного віку час зсідання крові має широкі індивідуальні коливання. В середньому початок зсідання настає через 1-2 хв, кінець зсідання – через 3-4 хв.

Еритроцити. З віком значні зміни відбуваються і у формених елементах. Кров новонароджених містить значну кількість незрілих форм еритроцитів, це еритроцити, які мають ядро. Наявність ядерних форм еритроцитів вказує на інтенсивні процеси кровотворення. Після місяця життя в крові дитини зустрічаються лише поодинокі ядерні еритроцити.

В нормі у дорослої людини нараховується: у чоловіків 4,5-5,5 · 10^{12}/л; у жінок 4,0-4,5 · 10^{12}/л еритроцитів. Ця кількість еритроцитів не завжди однакова. Вона може значно збільшуватись при нестачі кисню на великих висотах, при м'язовій роботі. У людей, які живуть у високогірних районах, еритроцитів приблизно на 30% більше, ніж у жителів морського узбережжя.

Вміст еритроцитів у крові змінюється і з віком. В крові новонароджених еритроцитів більше (до 7,5 · 10^{12}/л), що пов'язано із недостатнім постачанням киснем плоду.

Середня тривалість життя еритроцитів 100-120 діб. Руйнуються старі еритроцити в селезінці і частково в печінці.

Гемоглобін входить до складу еритроцитів і являє собою червоний пігмент, який складається із білкової частини – глобіну і небілкової речовини – гема (містить двовалентне залізо). В легенях гемоглобін легко сполучається із киснем, перетворюючись на оксигемоглобін. Оксигемоглобін має яскраво-червоний колір, а гемоглобін темно-червоний. Цим пояснюється відмінність у забарвлені венозної і артеріальної крові.

В крові дорослої людини міститься: у чоловіків – 130-160 г/л; жінок – 120-140 г/л гемоглобіну.

Високий вміст гемоглобіну спостерігається в новонароджених (приблизно в 1,5 рази більше, ніж у дорослих), до 5-6 дня ці показники знижуються.

Вміст гемоглобіну в крові залежить від кількості еритроцитів, харчування, тривалості перебування на повітрі тощо.

Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ) у чоловіків становить 2-10 мм/г; у жінок – 2-15 мм/год. У новонароджених ШОЕ низька (від 1 до 2 мм/год). У дітей до 3 років величина ШОЕ коливається в межах від 2 до 17 мм/год. У віці від 7 до 12 років величина ШОЕ не перевищує 12 мм/год.

Лейкоцити (норма у дорослих 4-9 · 10^{9}/л). Поділяються на дві групи: зернисті і незернисті. Серед незернистих лейкоцитів розрізняють лімфоцити і моноцити. До зернистих лейкоцитів відносять базофіли, еозинофіли і нейтрофіли (табл. 3.31).

Між окремими формами лейкоцитів існує певне співвідношення. Співвідношення різних форм лейкоцитів, виражене в процентах, називають лейкоцитарною формулою. Кількість лейкоцитів в крові може змінюватися. Після прийняття їжі, важкої м'язової роботи, при запальних процесах вміст цих клітин у крові збільшується.

Їх основна функція – захист організму від мікроорганізмів, чужорідних білків, сторонніх тіл, які проникають у кров і тканини. Лейкоцити мають здатність самостійно рухатись, випускаючи псевдоподії (псевдоніжки), якими вони захоплюють сторонні тіла. Один нейтрофіл може поглинути 20-30 мікробів. Якщо стороннє тіло за своїми розмірами перевищує лейкоцит, то навколо нього накопчуються групи нейтрофілів, утворюючи бар'єр. Перетравлюючи або розтоплюючи це стороннє тіло разом з тканинами, що оточують його, лейкоцити гинуть. В результаті утворюється гнійник.

Поглинання і перетравлення лейкоцитами різних мікробів, найпростіших і різних сторонніх речовин, які потрапляють в організм, називають

фагоцитозом, а самі лейкоцити – фагоцитами. Фагоцитарну функцію виконують лімфоцити і моноцити.

Вони можуть залишати кровоносні судини і рухатися між клітинами різних тканин організму. В кровоносних судинах лейкоцити переміщаються вздовж стінок, інколи проти течії крові.

У новонароджених лейкоцитів значно більше, ніж у дорослих. Їх кількість збільшується протягом перших діб життя до 15-30 · 10^9/л , а потім починає знижуватись. Через 5-7 днів кількість лейкоцитів знижується до 10-12 · 10^9/л. Така кількість лейкоцитів зберігається у дітей першого року життя, після чого вона знижується і до 13-15 років дорівнює кількості лейкоцитів у дорослих. Чим менше вік дитини, тим її кров містить більше незрілих форм лейкоцитів.

Таблиця 3.31

Вікова характеристика лейкоцитарної формули

Вік, років	Всього лейкоцитів, в 1 мм3	Нейрофіли		Лімфоцити	Моноцити	Еозинофіли	Базофіли
		Паличкоядерні	Сегментоядерні				
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	1,0-2,0	0,5-1,0

Тривалість життя більшості форм лейкоцитів 2-4 дні. Лімфоцити живуть 100-200 днів. Утворюються лейкоцити в червоному кістковому мозку, селезінці і лімфатичних вузлах.

Тромбоцити – це плазматичні утворення зірчастої форми, які є осколками гігантських клітин кісткового мозку і які не мають ядер. Утворюються в червоному кістковому мозку і селезінці, руйнуються в селезінці. Тривалість життя 5-7 днів.

Основна функція тромбоцитів – участь у зсіданні крові (самостійно). При поранені кровоносних судин тромбоцити руйнуються і із них виходять у плазму різні речовини, в тому числі і серотонін (судинозвужуюча дія). Також тромбоцити мають здатність прилипати і розпластуватись на шорсткій поверхні, при цьому пластинки різко збільшуються у розмірах (в 5-10 раз).

Кількість тромбоцитів у крові змінюється: вдень їх більше, а вночі менше. Після важкої м’язової роботи кількість тромбоцитів збільшується у 3-5 разів. У новонароджених тромбоцитів 150-350 тис. в 1 мм^3 крові, у віці від 1 до 16 років – 200-300 тис., у дорослих – 180-320 тис. в 1 мм^3.

3.3. Методика загального аналізу крові

Загальний аналіз крові (complete blood count - CBC) включає дослідження: швидкості осідання еритроцитів; лейкоцитів, лейкоцитарної формули (співвідношення різних форм лейкоцитів в абсолютних цифрах і в %); еритроцитів, гемоглобіну; тромбоцитів; ретикулоцитів.

Мета дослідження. Аналіз крові виконується для виявлення ознак захворювань самої кровотворної системи – недокрів'я, пухлинних вражень (гемобластозів). Аналіз крові допомагає в розпізнаванні також запальних захворювань, алергічних станів. При цьому у ряді випадків дослідження крові дозволяє визначити найраніші ознаки хвороби. Тому аналіз крові завжди виконується при профілактичних оглядах.

В даний час кров для дослідження найчастіше береться з вени, але може бути отримана і при проколі пальця. Визначення складових частин крові проводиться на автоматичних аналізаторах.

ШОЕ - швидкість осідання еритроцитів

Збільшення швидкості осідання еритроцитів більше 20 мм/година відбувається при порушеному співвідношенні різних видів білків крові. Це буває при запальних і пухлинних процесах.

Кількість лейкоцитів.

Збільшення кількості лейкоцитів – лейкоцитоз. Помірне збільшення числа лейкоцитів – до 30-40 K/UL буває при запальних процесах і свідчить про достатньо хороший захист організму, особливо при інфекційному процесі. Лейкоцитоз розглядається як позитивна ознака, якщо, разом із збільшенням числа лейкоцитів, переважно збільшується відсоток нейтрофілів – основних клітин, що здійснюють захист від мікробів шляхом їх знищення. Значніше збільшення числа лейкоцитів – 40-50 K/UL і вище характерне для пухлинних процесів системи крові – лейкозу (білокрів'я). Зазвичай серед форм лейкоцитів в цих випадках переважають незрілі, молоді форми.

Зменшення кількості лейкоцитів менше 3,8 K/UL – лейкопенія. Це, перш за все, свідчення зниження захисних сил організму. Лейкопенія виникає унаслідок пригноблення дозрівання лейкоцитів під впливом токсичних речовин, радіації, інфекції; підвищеного руйнування лейкоцитів.

Нейтрофіли.

Збільшення кількості нейтрофілів більше 80% – нейтрофілез. Буває при запальних процесах різної природи, миелопроліферативних захворюваннях, прийомі глюкокортикоїдів.

Зменшення кількості нейтрофілів менше 30% – нейтропенія. Причини такі ж як при лейкопенії.

Лімфоцити.

Збільшення кількості лімфоцитів в периферичній крові вище 40-50% – лімфоцитоз. Помірний лімфоцитоз спостерігається при деяких інфекціях –

черевний і поворотний тифи, бруцельоз, свинка, малярія, кашлюк, інфекційний мононуклеоз, лейшманіоз; ряду ендокринних хвороб – мікседема, тиреотоксикоз. Значний лімфоцитоз (більше 70-80%) у поєднанні з вираженим лейкоцитозом характерний для хронічного лімфатичного лейкозу.

Зменшення числа лімфоцитів – лімфопенія. Діагностується при зменшенні відсоткового вмісту лімфоцитів нижче 10%. Вона буває при туберкульозі, променевій хворобі, лімфомах, спленомегалії.

Моноцити.

Збільшення числа моноцитів більше 13% – моноцитоз. Буває при корі, віспі, краснусі, свинці, скарлатині, вітряній віспі, бактерійному ендокардиті, деяких формах туберкульозу, інфекційному мононуклеозі, протозойних захворюваннях.

Зменшення числа моноцитів нижче 4% – моноцитопенія. Спостерігається в розпал гострих інфекцій.

Еозинофіли.

Збільшення в крові еозинофілів більше 4-7% – еозинофілія. Найчастіше це показник підвищеної чутливості організму (алергії), зустрічається при бронхіальній астмі, сінній лихоманці, екземі, алергічних реакціях на медикаменти.

Зменшення числа еозинофілів нижче 1% або повна відсутність цих клітинних форм – еозинопенія. Еозинопенія характерна для стресу, що викликається важкими бактерійними інфекціями, а також при лікуванні гормонами кори наднирників.

Базофіли.

Збільшення числа базофілів більше 2,5% – базофілія. Спостерігається при мієлопроліферативних захворюваннях, у меншій мірі при поліцитемії, виразковому коліті, атопічних алергічних захворюваннях.

Кількість еритроцитів.

Збільшення числа еритроцитів – еритроцитоз. Він може бути фізіологічним у жителів високогірних районів, взагалі при підйомі в гори. Еритроцитоз буває при ряду захворювань: вроджені вади серця, серцева недостатність, дихальна недостатність, деякі захворювання нирок, виразкова хвороба. Як самостійне захворювання еритроцитоз характерний для пухлини кровотворної системи - поліцитемії.

Зменшення кількості еритроцитів – еритропенія. Зазвичай еритропенія поєднується із зменшенням вмісту гемоглобіну і буває при недокрів'ї (анемії).

Вміст гемоглобіну.

Збільшення спостерігається при еритроцитозі.

Зменшення – при анемії.

Якісні зміни при ряді рідкісних захворювань, частіше природжених.

Зменшення кольорового показника і середнього об'єму еритроцитів характерне для залізодефіцитних анемій.

Збільшення кольорового показника і середнього об'єму еритроцитів спостерігається у хворих В-12 – дефіцитною анемією.

Кількість тромбоцитів.

Зменшення числа тромбоцитів нижче 140 K/UL – тромбоцитопенія свідчить про порушення в системі згортання крові і небезпеки кровотечі. Існує певний критичний рівень вмісту тромбоцитів – приблизно 30 K/UL, при якому кровотеча обов'язково розвивається. Спостерігається це при хворобі Верльгофа, апластической анемії, гострій і хронічній променевій хворобі, анемії Аддісона-Бірмера.

Збільшення числа тромбоцитів більше 400 K/UL – тромбоцитоз.

Зазвичай це буває пов'язано з підвищенням утворення тромбоцитів в кістковому мозку, або з пониженням інтенсивності їх розпаду, головним чином, в селезінці. Часто тромбоцитоз спостерігається при еритремі, хронічному мієлолейкозі. Тромбоцитоз може спостерігатися при деяких формах злоякісних пухлин, опіковій хворобі, гемолітичній і залізодефіцитній анемії, геморагічному васкуліті.

Кількість ретикулоцитов

Збільшення числа ретикулоцитов – ретикулоцитоз.

Буває при гемолітичній анемії, коли унаслідок підвищеного руйнування еритроцитів з кісткового мозку виходять незрілі еритроцити – ретикулоцити.

Зменшення числа ретикулоцитів – ретикулоцитопенія – характерна для залізодефіцитних і особливо В-12-дефіцитних анемій, коли в кістковому мозку знижується утворення еритроцитів.

Інформативність методу і його межі. Аналіз крові інформативний для розпізнавання конкретного захворювання лише при поразці самої системи крові, але і тут часто потрібні додаткові, надійніші методи – дослідження кісткового мозку, біопсія лімфатичних вузлів.

3.4. Показники біохімічного гомеостазу крові та їх динаміка під час мязової діяльності

Загальний білок. Вміст загального білка відображає баланс швидкості утилізації амінокислот і синтетичних процесів з одного боку, і процесів розпаду білка – з іншого, та коливається у спортсменів у межах 74,93-86,6 г • $л^{-1}$. Вміст загального білка прямо пов'язаний зі змінами аеробної ефективності роботи у процесі тренувальних навантажень. Зниження вмісту загального білка нижче нижньої межі є чинником, що лімітує фізичну працездатність і вимагає корекції харчового раціону та застосування фармакологічних засобів.

Глюкоза. Вміст глюкози підтримується на відносно постійному рівні в межах 3,3-5,5 ммоль×л$^{-1}$. Зміни її вмісту в крові при м'язовій діяльності індивідуальні та залежать від рівня тренованості організму, інтенсивності та тривалості фізичних навантажень. Короткочасні фізичні навантаження субмаксимальної інтенсивності можуть викликати підвищення вмісту глюкози в крові за рахунок посиленої мобілізації глікогену печінки. Тривалі фізичні навантаження, навпаки, призводять до зниження вмісту глюкози в крові.

За змінами вмісту глюкози в крові судять про швидкість аеробного окиснення її у тканинах організму при м'язовій діяльності та інтенсивності мобілізації глікогену печінки. Цей показник обміну вуглеводів у лабораторному контролі у спортсменів зрідка використовується самостійно, оскільки рівень глюкози в крові залежить не тільки від впливу фізичних навантажень на організм, а й від емоційного стану людини, гуморальних механізмів регуляції, збалансованості раціону та інших чинників.

Лактат крові – це продукт анаеробного розпаду глюкози або глікогену Вихід його у кров після припинення роботи відбувається поступово, досягаючи максимуму на 3-7- хвилині після закінчення роботи. В стані спокою його вміст у крові становить 1,0-2,5 ммоль×л$^{-1}$, а при виконанні фізичних навантажень анаеробного характеру вміст може досягати 26-28 ммоль×л$^{-1}$**.** За змінами рівня лактату в крові залежно від потужності роботи можна виділити такі нормативні показники зон роботи різної інтенсивності:

- зона 1 – при аеробно-відновній роботі, спрямованій на усунення недоокиснених продуктів обміну речовин, що утворилися під час попереднього навантаження. Вміст лактату – у межах 1,0-3,0 ммоль×л$^{-1}$;
- зона 2 – аеробна тренувальна робота, спрямована на стабілізацію та економізацію аеробної працездатності. Вміст лактату – у межах 3,5- 4,5 ммоль×л$^{-1}$;
- зона 3 – змішана, з переважанням аеробного енергозабезпечення, робота спрямована на зростання рівня $V0_2$ rnax. Вміст лактату – у межах 4,5-7,5 ммоль×л$^{-1}$;
- зона 4 – змішана, з аеробною спрямованістю, робота сприяє розвитку витривалості. Вміст лактату – у межах 8,0—11,0 ммоль×л$^{-1}$;
- зона 5 – робота спрямована на розвиток швидкісних якостей. Вміст лактату – від 11,0 ммоль×л$^{-1}$до індивідуального максимуму.

Максимальна кількість лактату в м'язах і артеріальній крові є найважливішим і найбільш популярним показником, який використовується для оцінки анаеробних можливостей спортсменів. Залежно від інтенсивності і тривалості роботи в тестах максимальні величини лактату можуть характеризувати потужність (короткочасні навантаження максимальної анаеробної потужності) або потужність і ємність (субмаксимальна анаеробна робота тривалістю до 3-5 хв) анаеробного гліколітичного процесу. Збільшення можливостей аеробної системи енергозабезпечення супроводжується зменшенням кількості лактату під час виконання стандартного навантаження змішаного аеробно-анаеробного характеру, або збільшенням працездатності за одних і тих самих показників лактату, що свідчить про ефективну адаптацію і

підвищення можливостей аеробної системи енергозабезпечення. В осіб, які не займаються спортом, максимальні значення лактату в артеріальній крові звичайно не перевищують 5-6 ммоль×л$^{-1}$, у добре тренованих спортсменів можуть досягати 10-15 ммоль×л$^{-1}$. Іноді у спортсменів спостерігається дуже велика концентрація лактату в крові – 20-24 і навіть 24-28 ммоль×л$^{-1}$. Негативні явища в м'язових клітинах, що виникають при цьому, призводять до помітного подовження термінового і відставленого відновлення. Встановлено, що після тренувального навантаження високої інтенсивності з накопиченням лактату в крові до 18 ммоль×л$^{-1}$ потрібно (навіть висококваліфікованим спортсменам) 48-72 год для відновлення.

Рівень сечовини в крові використовується при непрямій оцінці відновлення аеробної системи енергозабезпечення після тривалої і напруженої тренувальної діяльності, що призводить до вичерпання вуглеводних ресурсів організму і мобілізації білка. Сечовина в крові – біохімічний тест на відновлення організму, на переносимість фізичних навантажень, оскільки цей показник відображає співвідношення інтенсивності розпаду білків і їх синтезу.

Норма сечовини в крові, що визначається у спортсменів після дня відпочинку вранці в стані відносного спокою (натщесерце), становить у жінок від 4,5 до 5,5 ммоль×л$^{-1}$, у чоловіків – від 5,0 до 6,5 ммоль×л$^{-1}$залежно від виду спорту, періоду річного циклу підготовки, раціону харчування й індивідуальних особливостей організму. Вміст сечовини може збільшуватися при значному надходженні білків із їжею, а також при порушенні видільної функції нирок. Сечовина в крові дозволяє оцінити переносимість тренувальних навантажень попереднього дня або цілого мікроциклу (оцінити відновлення організму). В тому випадку, якщо вміст сечовини в крові вищий за норму або нижчий, то це свідчить про недовідновлення організму.

Кількість сечовини в крові певною мірою відображає рівень метаболізму білків, його зміни під впливом навантажень, що повторюються. Вміст сечовини збільшується у міру наростання метаболізму білків при підвищенні інтенсивності тренувальних навантажень і їх тривалості. У практиці використовують нормативи рівня сечовини, що відображають граничні й оптимальні рівні катаболізму, розроблені принципи практичного використання цього показника для контролю за перебігом тренувального процесу й оцінки адаптації до тренувальних навантажень. Вміст сечовини у крові в межах 6-7 ммоль×л$^{-1}$ для чоловіків вказує на те, що тренувальне навантаження попереднього дня або мікроциклу було адекватним функціональному стану організму.

Білірубін. Зростання його вмісту в сироватці крові вказує на порушення функції печінки. В нормі вміст загального білірубіну становить до 20,0 мкмоль • л$^{-1}$, а прямого – не більше 4,0 мкмоль • лг^{1}. Підвищення вмісту білірубіну може бути також пов'язане у спортсменів із застосуванням анаболічних стероїдів, антибіотиків, протизапальних нестероїдних засобів.

Креатинін. Ця речовина утворюється у м'язах у процесі розпаду креатинфосфату. Вміст його у сироватці крові становить у жінок 44-80, а у

чоловіків – 53,0-97,0 ммоль×л$^{-1}$. Зростання вмісту креатиніну понад нормальне значення може вказувати на попереднє надінтенсивне навантаження, яке супроводжується значним розпадом м'язових волокон, а також на нерегламентоване вживання засобів, що вміщують креатин.

Калій. Вміст цього іона у сироватці крові становить 3,6-6,4 ммоль×л$^{-1}$, а його перевищення (понад 6,8-7,0 ммоль×л$^{-1}$), іноді за рахунок прийому калій-вмісних препаратів (наприклад, аспаркам, шанангін), може призводити до ацидозу, погіршення насосної функції міокарду, а іноді до фатальних наслідків. Зниження концентрації K^+ може спостерігатися при недостатньому його вмісті в раціоні, виразному стресі, накопиченні основних інгридієнтів у крові, хронічних запаленнях, застосуванні заборонених сечогінних препаратів (діуретиків).

Натрій. Вміст цього іона в сироватці крові коливається у межах від 135 до 155 ммоль×л$^{-1}$. Зростання вмісту Na^+ вище верхньої межі референтних значень може бути обумовлене не тільки нерегламентованим вживанням кухонної солі, й зневодненням унаслідок порушення роботи нирок, а також застосуванням анаболічних стероїдів. Зменшення вмісту цього іона може вказувати на розвиток ниркової недостатності, а також діабету.

Хлор. Вміст іонів хлору в нормі становить 102-106 ммоль×л$^{-1}$, а його зростання разом із підвищенням концентрації іонів Na^+ зазвичай пов'язане з нерегламентованим вживанням кухонної солі, проте може вказувати і на розвиток зневоднення та гострої ниркової недостатності, анемії тощо. Зниження концентрації іонів Cl спостерігається при інфекційних захворюваннях, порушеннях функції нирок, накопиченні основних інгридієнтів у крові при порушеннях газообміну та обміну речовин.

Кальцій. Кальцій у сироватці крові присутній як у вільному вигляді, так і у вигляді комплексу з білками плазми крові, здебільшого з альбуміном. Концентрація іонів Ca^+ в нормі становить 2,0-2,8 ммоль×л$^{-1}$. Зростання вмісту цього іона може вказувати на порушення функції підшлункової залози (гострий панкреатит) та зневоднення. Зниження концентрації іонів Ca^+ у спортсменів найчастіше пов'язане з дефіцитом вітаміну Д, що призводить до розвитку остеопенії та остеопорозу, погіршує якість життя. Крім того, це є фактором зниження ефективності тренувального процесу.

Особливий інтерес у лабораторній діагностиці у спортсменів виявляють **тканинні ферменти,** які за різних функціональних станів організму надходять у кров зі скелетних м'язів і інших тканин. Такі ферменти називають клітинними, або індикаторними. До них належать альдолаза, каталаза, лактатдегідрогеназа, креатинкіназа, аспартат- та аланін-амінотрансферази (АсТ та АлТ), γ-глутамілтрансфераза (ГГТ), основна фосфатаза тощо. Поява в крові індикаторних ферментів, пов'язана з порушенням проникності клітинних мембран тканин, може використовуватися при біохімічному контролі за функціонального стану спортсмена.

У спортивній практиці часто визначають наявність у крові такого тканинного ферменту, що бере участь у процесах біологічного окиснення речовин, як **альдолаза** (значення активності ферменту в нормі від 0 до 7 ммоль×л$^{-1}$), яка є одним із ферментів гліколізу. Поява його та інших тканинних ферментів у крові після фізичних навантажень є показником неадекватності фізичного навантаження, розвитку стомлення, а швидкість їх зникнення свідчить про швидкість відновлення організму.

Після виконання фізичних навантажень у крові можуть з'являтися окремі форми ферментів, а саме **креатинфосфокінази,** скорочено КФК (значення загальної активності ферменту в нормі від 170 до 195 ммоль×л$^{-1}$) та **лактатдегідрогенази,** характерних для якоїсь окремої тканини. Так, після тривалих фізичних навантажень у крові спортсменів з'являється форма КФК, характерна для скелетних м'язів (значення активності цієї форми ферменту в нормі нижче 10 ммоль×л$^{-1}$). Якщо фізичне навантаження викликає значний вихід ферментів у кров з тканин і їхній високий рівень довго утримується в період відпочинку, це свідчить про недостатній рівень тренованості спортсмена і, цілком можливо, також може вказувати на передпатологічний стан організму, в тому числі й на розвиток спортивно-медичної патології.

Для визначення функціонального стану печінки, основного органу природної детоксикації організму, в лабораторному контролі у спортсменів найчастіше використовують визначення активності **АлТ, АСТ, ГГТ.** Активність АлТ в нормі коливається до 42,0 ммоль×л$^{-1}$, активність **АСТ** – до 37,0 ммоль×л$^{-1}$. Зростання активності одного або разом обох ферментів може вказувати на розвиток печінково-больового синдрому, хронічного гепатиту різного походження. Якщо при цьому підвищена також активність ГГТ, активність якої в нормі становить від 11 до 39 ммоль×л$^{-1}$, то слід направити спортсмена на консультацію до гастроентеролога.

Важливим ферментом, на активність якого слід звертати увагу при лабораторному контролі у спортсменів, є **α-амілаза** (активність її в нормі коливається до 222,0 ммоль×л$^{-1}$), що характеризує функціональний стан підшлункової залози. Порушення стану цього органу є суттєвим фактором не тільки погіршення стану здоров'я, а й негативно впливає на фізичну працездатність.

Основні зміни в системі крові при м’язовій діяльності

Під впливом м’язової діяльності в крові відбуваються такі зміни, які сприяють якнайкращому забезпеченню роботи м’язів при збереженні відносної постійності внутрішнього середовища організму.

Зміни в системі крові при м’язовій роботі істотно залежать від її тривалості і інтенсивності.

На початку будь-якого виду м’язової діяльності в крові збільшується вміст деяких гормонів, що виділяються залозами внутрішньої секреції. У міру продовження роботи гормональний фон міняється (вміст одних гормонів зменшується, інших збільшується). Якщо робота продовжується надмірно тривало (марафонський біг), здатність залоз внутрішньої секреції продукувати гормони знижується. Кількість гормонів в крові поступово стає дуже низькою, що, в числі інших чинників, визначає припинення м'язової діяльності.

У перші хвилини будь-якої більш менш інтенсивної м'язової діяльності в крові реєструється збільшення рівня цукру. Це відбувається унаслідок виходу цукру (глюкози) з місць його резервного зберігання (печінки). Цукор крові є основним джерел живлення мозку і – на початку м’язової діяльності – працюючих м’язів. У міру продовження роботи рівень цукру в крові нормалізується, а потім істотно знижується.

Зниження рівня цукру в крові при тривалій м’язовій діяльності примушує організм використовувати як джерело живлення жири. Жири виходять з місць їх резервного зберігання (печінки), і приблизно на 20-30-й хвилині роботи їх вміст в крові підвищується. У міру продовження м’язової діяльності, вміст жирів в крові знижується, що є істотним чинником, що обумовлює припинення тривалої роботи (такий як марафонський біг).

Розщеплювання жирів – складний і тривалий процес, що вимагає великої кількості кисню, тому він можливий тільки при тривалих навантаженнях помірної інтенсивності.Під час м'язової діяльності жири можуть бути доставлені в кровотік тільки з печінки. Якщо тривала інтенсивна м’язова діяльність виконується в умовах відповідальних змагань, коли емоційна напруга допомагає долати стомлення, після виснаження жирових запасів в крові і печінці організм може почати використовувати як джерело енергії білки. При інтенсивній м'язовій діяльності для звільнення енергії можуть використовуватися тільки легко розщеплювані низькомолекулярні білки. Як такі добре підходять імунні білки. Рівень імунних білків в крові в цих умовах може знижуватися так істотно, що перестає визначатися.

Організм нетренованої людини не здатний продовжувати роботу, енергозабезпечення якої здійснюється за рахунок розщеплювання білків.

Якщо м’язова діяльність достатньо інтенсивна і тривала (біг протягом декількох десятків хвилин), частина плазми йде з судинного русла в міжклітинну рідину. Це збільшує концентрацію в крові еритроцитів, що транспортують кисень (а також інших формених елементів). У таких умовах один і той же об’єм крові здатний перенести більше кисню працюючим м’язам. Недоліком зменшення об'єму плазми є збільшення в’язкості крові, що утрудняє роботу серця.

Якщо м'язова робота достатньо інтенсивна і продовжується більше декількох десятків хвилин, в кров’яне русло поступає додаткова кількість формених елементів (еритроцитів, тромбоцитів, лейкоцитів) з місць з резервного зберігання (селезінки, лімфатичних вузлів, червоного кісткового мозку, легенів, печінки). Вихід додаткових формених елементів в кров’яне русло ще більше збільшує їх концентрацію в крові (і одночасно підвищує в’язкість крові).

Збільшення змісту еритроцитів в крові підвищує здатність крові доставляти кліткам кисень (і забирати з клітин вуглекислий газ).

Збільшення вмісту лейкоцитів обумовлює підвищення захисних функцій організму.

Збільшення вмісту тромбоцитів забезпечує вищу згортуваність крові.

Для м’язової діяльності найбільше значення має підвищення змісту еритроцитів, оскільки швидкість доставки кисню до працюючих м’язів є одним з головних чинників, що визначають працездатність м’язів.

При тривалій м’язовій діяльності (декілька десятків хвилин і більше), що супроводжується значним потовиділенням, кров втрачає з потом додаткову кількість рідкої частини плазми, що ще більше збільшує її в’язкість. Сумарне збільшення в'язкості крові при м’язовій діяльності може досягати 70 % (вихід додаткових формених елементів, втрата рідкої частини плазми з потім, вихід рідкої частини плазми з судинного русла в міжклітинну рідину і інші чинники).

У міру виконання м’язової діяльності в крові збільшується вміст продуктів розпаду – результату інтенсивної роботи м’язів, що скорочуються. Якщо робота помірно інтенсивна (робота помірної потужності), вміст продуктів розпаду невеликий, оскільки більшість з них встигає повністю розщепитися до вуглекислого газу і води і видалитися з організму органами виділення. Якщо ж робота достатньо інтенсивна (робота субмаксимальної потужності і робота великої потужності: біг на дистанції 800-3000 м), швидкість утворення продуктів розпаду істотно вища, ніж швидкість їх видалення. Крім того, велика кількість продуктів розпаду не встигає повністю окислюватися до вуглекислого газу і води і знаходиться в крові в недоокисленной формі, змінюючи кислотно-лужну рівновагу (pH) крові. У таких умовах накопичення в крові продуктів розпаду є одним з важливих чинників, що обумовлюють припинення роботи або істотне зниження її інтенсивності.

Збільшення концентрації еритроцитів обумовлює більше насичення крові киснем в легені. Тобто артеріальна кров при роботі багатша киснем, ніж у спокої. Одночасно працюючі м’язи споживають значно більше кисню в порівнянні з рівнем спокою, що значно знижує вміст його в крові. Таким чином, венозна кров при м’язовій роботі набагато бідніша киснем і набагато багатша вуглекислим газом, ніж в стані спокою (табл. 3.32).

Таблиця 3.32
Зміни в системі крові при різних видах роботи

№ п/п	Характеристика тривалості та інтенсивності м’язової діяльності	Динаміка показників крові
1	Короткочасна інтенсивна робота (з максимальною тривалістю до 2 хвилин)	збільшується вміст деяких гормонів (адреналіну, норадреналіну); збільшується зміст цукру.
2	Інтенсивна робота (з максимальною тривалістю від 2 до 10 хвилин)	збільшується вміст деяких гормонів (адреналіну, норадреналіну, деяких гормонів гіпофіза і кіркової речовини наднирників); істотно збільшується зміст недоокисленных продуктів розпаду (молочної і інших кислот); кислотно-лужна рівновага рівновага крови (pH) істотно зміщується в кислую сторону.

Продовження табл. 3.32.

3	Інтенсивна робота (з максимальною тривалістю від 10 до 40 хвилин)	збільшується зміст адреналіну, норадреналіну, деяких гормонів гіпофіза і кіркової речовини наднирників, інсуліну; знижується вміст деяких гормонів гіпофіза і статевих гормонів; збільшується вміст недоокисленных продуктів розпаду (молочної і інших кислот); кислотно-лужна рівновага крові (pH) зміщується в кислую сторону (зсув pH тим більше, чим менше тривалість і більше інтенсивність роботи); знижується рівень цукру і збільшується вміст жирів, які виходять з печінки; частина плазми йде з судинного русла в міжтканинну рідину, внаслідок чого збільшується концентрація формених елементів крові і, відповідно, її здатність переносити кисень. З цієї ж причини збільшується в'язкість крові; приблизно після 30-ї хвилини роботи в кров виходить додаткова кількість еритроцитів, лейкоцитів і тромбоцитів з місць їх резервного зберігання; зниження змісту статевих гормонів під час достатньої інтенсивної і тривалої м’язової діяльності є фізіологічно нормальною реакцією і не приводить до яких-небудь негативних побічних ефектів.
4	Інтенсивна робота (тривалістю до декількох годин (марафонський біг))	істотно знижується здатність залоз внутрішньої секреції продукувати гормони – рівень гормонів в крові падає, що є одним з чинників припинення роботи; істотно знижується рівень цукру, жирів; організм починає використовувати як джерело енергії білки (перш за все – імунні) – вміст імунних білків в крові істотно знижується; у кров виходить додаткова кількість еритроцитів, лейкоцитів і тромбоцитів з місць їх резервного зберігання і з органів кровотворення; частина плазми йде з судинного русла в міжтканинну рідину – збільшується концентрація формених елементів і в’язкість крові; велика кількість рідкої частини плазми втрачається разом з потом. Може спостерігатися навіть обезводнення організму.

Закінчення табл. 3.32.

5	Основні зміни в системі крові під впливом багаторічних систематичних тренувань
	Тренування в зоні максимальної потужності (максимально інтенсивна робота протягом декількох секунд) практично не впливають на картину крові. під впливом тренувань в зоні субмаксимальної потужності – збільшується здатність крові протистояти закисленню. Це досягається шляхом збільшення резерву лугів крові; одночасно збільшується здатність організму функціонувати в умовах сильного закислення крові. Якщо у спокої pH (показник кислотно-лужної рівноваги) крові рівний 7.36 для артеріальної крові і 7.34 для венозної крові (тобто кров має слаболужну реакцію), то при роботі субмаксимальної потужності у висококваліфікованих спортсменів цей показник може знижуватися до 7.0 і навіть до 6.9 (!).Під впливом тренувань в зоні великої і помірної потужності – збільшується вміст еритроцитів в крові навіть в стані спокою, що підвищує здатність крові переносити кисень. У спокої декілька збільшується зміст лімфоцитів.

3.5. Норми лабораторних досліджень системи крові

Таблиця 3.33 Периферична кров

Показник	Одиниці	Одиниці СІ
емоглобін		
чоловіки	13—17,5 г %	130—175 г/л (2.02—2,71 ммоль/л)
жінки	12—16 г %	120—160 г/л (1,86—2,48 ммоль/л)
Еритроцити:		
чоловіки	4,0—5,6 млн в 1 мкл	4 ·1012—5.6·1012 /л
жінки	3,4 — 5,0 млн в 1 мкл	3,4·1012—5,0·1012 /л
Кольоровий показник	0,86—1,1	0,86— 1,1
Лейкоцити [1]:		
чоловіки	4300 — 11 300 в 1 мкл	4,3· 109— 11,3· 109 /л
жінки	3200—10200 в 1 мкл	$3,2 \cdot 10^9$—$10,2 \cdot 10^9$ /л
Тромбоцити, число в 1 мкл крові [2]	180 000 — 320 0002	180· 109—320·109 /л
Ретикулоцити	2—12%	0,5—1,2%
ШОЕ (швидкість осідання еритроцитів) [3]		
чоловіки	1 —14 мм / ч	
жінки	2—20 мм/ч	
Гематокритне число (загальний об'єм формених елементів в цілісній крові)		
чоловіки	40—54 %	
жінки	36—42 %	

[1] Кількість лейкоцитів коливається протягом доби (максимум у вечірні часи); підвищення спостерігається при м'язовій роботі, емоційній напрузі, прийомі білкової їжі, різкій зміні температури навколишнього середовища.

[2] Збудження симпатико–адреналової системи і фізичні вправи змінюють показник.

[3] Підвищується у здорових при вагітності, після вакцинації, при голодуванні.

Таблиця 3.34
Лейкоцитарна формула

Клітини	%	Число клітин в тис. в 1 мкл крові	Одиниці СІ
Мієлоцити	0	0	–
Метамієлоцити	0	0	–
Нейтрофіли:		–	–
палочкоядерні	1—6	40—300	0,04—0,3·109 /л
сегмснтоядерні	47—72	2000—5500	2—5,5·109 /л
Еозинофіли [1]	0,5—5	20—300	0,02—0,3·109 /л
Базофіли	0—1	0—65	0—0,65·109 /л
Лімфоцити	19—37	1200—3000	1,2—3·109 /л
Моноцити	3—11	90—600	0,09—0,6·109 /л

[1] Найбільш низькі значення — вранці, максимальні — вночі.

Таблиця 3.35
Еритроцити

Еритроцити	Одиниці
Осмотична стійкість еритроцитів:	
мінімальна	0,48—0,46 %
максимальна	0,34—0,32 %
у свіжій крові в середньому	0,20—0,40 %
у інкубованій протягом доби	0,20—0,65 %
Середній об'єм еритроцита	76—96 мк3 76—96 фл1
Середній вміст гемоглобіну в 1 еритроциті	27—33,3 пг 0,42—0,52 фмоль/эритр
Середня концентрація гемоглобіну в 1 еритроциті	30—38 % 4,65—5,89 ммоль/эритр
Діаметр еритроцита	5—6,9 мкм — 12,5 %
	7—8 мкм — 75 %
	8,1—9 мкм— 12,5%

[1] фл — фентолітр (10—15 л).

Таблиця 3.36
Тромбоцитограма

Тромбоцити:	юні	4 %
	зрілі	81 %
	старі	5 %
	подразнені	3 %
	дегенеративні	2 %
	вакуолізовані	5 %

Таблиця 3.37
Система згортання крові і фібринолізу

Показник	Одиниці
Час згортання крові:	
венозної	5—10 хв
капілярної	Почало: 30 с — 2 хв Кінець: 3 — 5 хв
Час кровотечі	Не більше 4 хв
Тромбоеластографія:	
час реакції (R)	5—7 хв
час коагуляції (К)	3—5 хв
максимальна амплітуда (МА)	45—55 мм
Час рекальцифікації плазми	60—120 с
Толерантність плазми до гепарину	10—16 хв
у 75 % людей	10—14 хв
у 90 % людей	10—16хв
Толерантність оксалатної плазми до гепарину	7—15 хв
Толерантність плазми до протаміносульфату	7—9 с
Протромбіновий (тромбопластиновий) час плазми	Індекс 90—105% або 12—20 с
Протромбіновий (тромбінопластиновий) час капілярної крові	Індекс 93—107%
Антітромбінова активність	90—110%
Споживання протромбіну	80—100%
Фібринолітична активність плазми	3—4 ч
Фібриноген плазми (ваговий метод)	200—400 міліграм % (2—4 г/л) [1]
Фібриноген плазми (колориметричний метод)	250—300 міліграм % (2,5—3 г/л) [1]
Фібриноген плазми (по Рутберг)	8—13 міліграм/мл (8—13 г/л) [1]
Фібриноген в плазмі	Не визначається
Фібринолізуючий чинник (XIII)	40—50 од.
Тест генерації тромбопластину (плазми, тромбоцитів, сироватки)	7—12 с
Концентрація чинника II (протромбіну)	85—110%
Концентрація чинника V (проакцелерину)	85—110%
Концентрація чинника VIII	80—100%
Концентрація чинника X	60—130%
Концентрація чинника VII	65—135%
Продукти деградації фібрину	Негативна реакція

Продовження табл. 3.37

Частковий активований тромбопластиновий час	35—50 с
Розчинні комплекси фібрин—мономера в плазмі	0,35—0,47 од.
Адгезивність тромбоцитів	25—55 %
при стимуляції АФД час агрегації	75—195 с
час дезагрегації	45—175 с

[1] В дужках — одиниці СІ.

Таблиця 3.38
Дослідження груп крові системи АВО за допомогою стандартних сироваток

Досліджувана кров належить до групи	Результат реакції із стандартними сироватками			
	О?и (I)	Аи(II)	В?(III)	АВ (IV)
0 (I)	—	—	—	—
А (II)	+	—	+	—
В (III)	+	+	—	—
АВ (IV)	+	+	+	—
Досліджувана кров належить до групи	Результат реакції із стандартними еритроцитами			
	0 (I)	А (II)	У (III)	
0αβ (I)	—	+	+	
Аβ (II)	—	—	+	
Вα (III)	—	+	—	
АВ (IV)	—	—	—	

Тема 4. Нервова система та методи її дослідження у фізичній терапії та ерготерапії

Зміст

4.1. Анатомо – фізіологічна характеристика нервової системи людини.
4.2. Онтогенетичний розвиток нервової системи людини
4.3. Методи дослідження нервової системи.
4.4. Фізіологічні зміни в нервовій системі під час м'язової діяльності

4.1. Анатомо-фізіологічна характеристика нервової системи людини

Нервова система людини являє собою складне утворення і виконує різноманітні функції. Вона складається з двох великих відділів:

- центральної нервової системи (ЦНС), яка включає головний і спинний мозок;
- периферійної нервової системи, яка складається з нервових волокон, що відходять від головного і спинного мозку. Збираючись у пучки різної товщини, нервові волокна утворюють нерви, які зв'язують головний і спинний мозок зі всіма органами та системами організму.

Центральна нервова система регулює всі процеси, що відбуваються в організмі, забезпечуючи індивідуальне пристосування його до мінливих умов існування; сприймає вплив на організм різних подразників, здійснює їх аналіз і синтез та формує потік нервових імпульсів до робочих органів; визначає поведінку людини, її взаємодію з постійно змінюваним зовнішнім середовищем.

За функціями нервову систему поділяють на соматичну і вегетативну. Соматична нервова система іннервує опорно-руховий апарат і всі органи чуттів, а вегетативна нервова система регулює процеси обміну речовин та роботу всіх внутрішніх органів (серця, нирок, легень та ін.).

Нервова система утворена спеціальними клітинами – нейронами та міжклітинною речовиною – нейроглією.

Нейрони виконують специфічні функції одержання, перероблення, проведення, передачі інформації, закодованої у вигляді електричних або хімічних сигналів – нервових імпульсів. Нейроглія забезпечує існування нейронів та виконання опорної, живильної, розмежувальної та захисної функцій.

Залежно від функцій нервові клітини поділяють на чутливі, вставні та ефекторні. Чутливі – це рецепторні нейрони, які своїми закінченнями сприймають різні види подразнень. Рецептори відрізняються за своєю будовою, розташуванням та функціями:

а) екстерорецептори – сприймають подразнення із зовнішнього середовища. Вони розташовані в шкірі, слизових оболонках, органах чуттів;

б) інтерорецептори (хеморецептори, барорецептори) – подразнюються при зміні хімічного складу внутрішнього середовища організму;
в) пропріорецептори – сприймають напругу в м’язах, сухожилках, суглобах; вони поділяються на терморецептори, механорецептори.

Вставні нейрони розташовані у межах ЦНС, вони сполучають рухові та чутливі нейрони між собою та з іншими відділами нервової системи.

Ефекторні проводять нервові імпульси від мозку до робочого органу. Нервові волокна утворені відростками нервових клітин. За особливостями будови оболонок нервові волокна поділяють на безмієлінові та мієлінові.

Нейрони вступають у контакт один з одним і утворюють ланцюжки, по яких передається нервовий імпульс. Передача імпульсу відбувається в місцях контактів між нейронами – це спеціальна зона – синапс. У них перетворюються електричні сигнали на хімічні та навпаки. Передача збудження здійснюється за допомогою біологічно активних речовин – нейромедіаторів (норадреналін, ацетилхолін, серотонін). Кожний нейрон утворює величезну кількість синапсів (рис. 3.25).

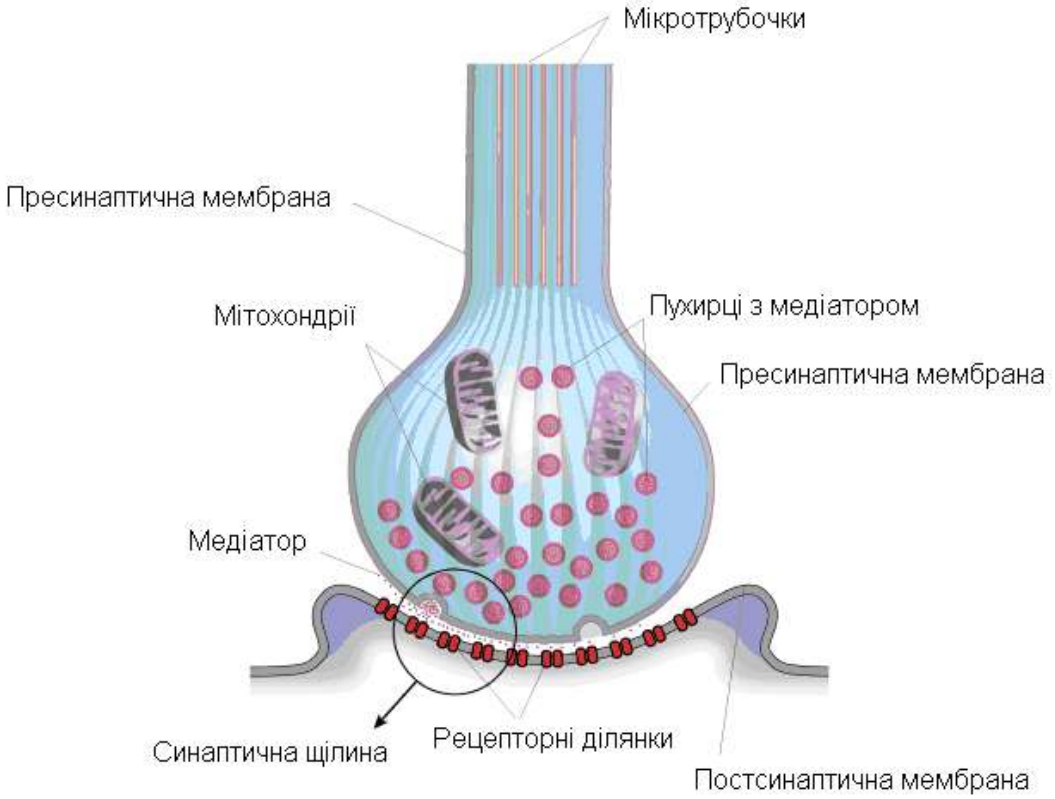


Рис. 3.25. Будова синапсу

Нервова система найскладніша і найважливіша система керування та зв’язку в організмі людини.

В основі роботи нервової системи лежить рефлекторний принцип. Рефлекс – відповідна реакція організму на зовнішній або внутрішній вплив, що

здійснюється за допомогою нервової системи. Рефлекс поширюється по рефлекторній дузі – це ланцюг, що складається із нервових клітин (рис. 3.26).

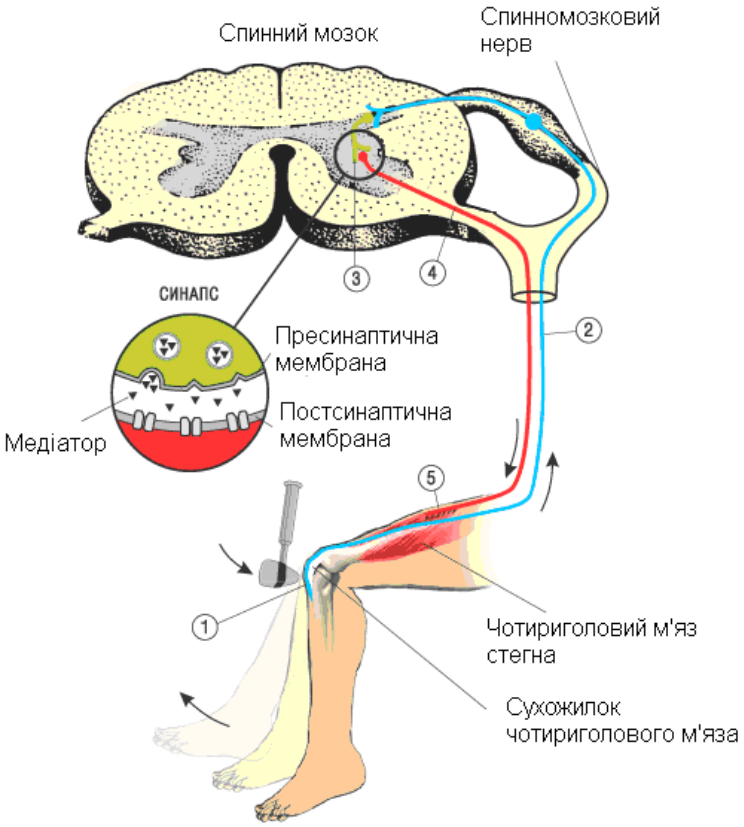


Рис. 3.26. Типова будова найпростішої рефлекторної дуги

Ланки простої рефлекторної дуги: 1 – рецептор (в даному випадку, в сухожиллі); 2 – чутливий (аферентний) нейрон. Імпульс рухається до центрів в спинному мозку; 3 – вставний нейрон; 4 – виконавчий (еферентний) нейрон. Імпульс рухається до робочого органу; 5 – нервове закінчення (эффектор), передача імпульсу виконавчому органу (в даному випадку, м’язу).

Головний мозок, із навколишніми його оболонками, знаходиться в порожнині мозкового черепа. Верхня вентральна поверхня головного мозку за формою відповідає внутрішній увігнутій поверхні зводу черепа. Нижня поверхня – основа головного мозку, має складний рельєф, що відповідає черепним ямкам внутрішньої основи черепа (рис. 3.37).

Маса мозку дорослої людини коливається від 1100 до 2000 грам. Протягом від 20 до 60 років маса й об’єм залишаються максимальним і постійним для кожного індивідуума .

При огляді препарату головного мозку добре помітні три його найбільш великі складові частини. Це парні півкулі великого мозку, мозочок і мозковий стовбур.

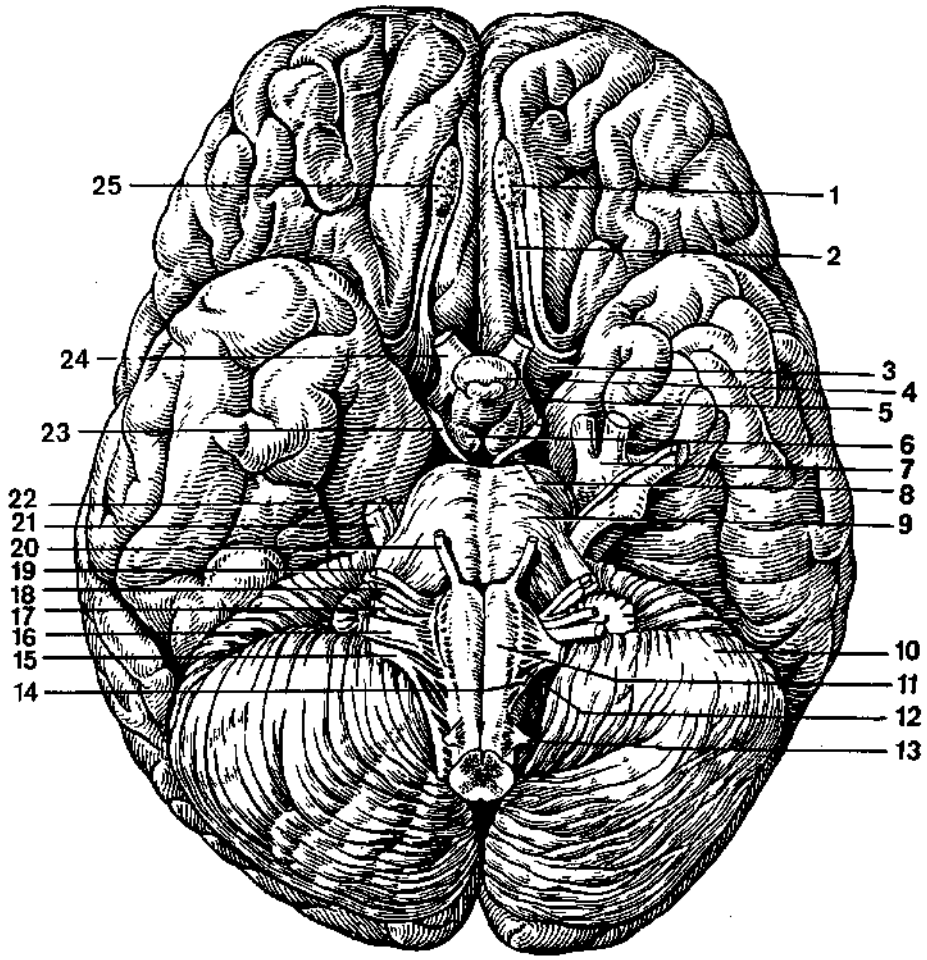


Рис. 3.27. Основа головного мозку і вихід корінців черепних нервів

1 – нюхова цибулина;
2 – нюховий тракт;
3 – передня речовина;
4 – сірий бугор;
5 – зоровий тракт;
6 – сосцевидні тіла;
7 – трійчастий вузол;
8 – задня речовина;
9 – міст;
10 – мозочок;
11 – піраміда довгастого мозку;
12 – олива;
13 – спинномозкові нерви;
14 – під’язиковий нерв;
15 – додатковий нерв;
16 – блукаючий нерв;
17 – язико-глоточний нерв;
18 – переддверно равликовий нерв;
19 – лицьовий нерв;
20 – нерв, що відводить;
21 – трійчастий нерв;
22 – бічний нерв;
23 – окоруховий нерв;
24 – зоровий нерв;
25 – нюхові нерви.

Півкулі великого мозку в дорослої людини – це найрозвиненіша, найбільша і функціонально найбільш важлива частина ЦНС. Відділи півкуль прикривають собою всі інші частини головного мозку. Права і ліва півкулі відділені одна від одної глибокою подовжньою щілиною *великого мозку*, що досягає великої спайки мозку, або мозолистого тіла.

У задніх відділах подовжня щілина впадає в *поперечну щілину* великого мозку, що відокремлює півкулі від мозочка.

На вентральній, медіальній і нижній поверхнях півкуль головного мозку розташовані глибокі і дрібні *борозни*. Глибокі борозни розділяють кожну з півкуль на долі великого мозку. Дрібні борозни відокремлюють один від одного *звивини* великого мозку. Нижня поверхня, або основа, головного мозку утворена вентральними поверхнями півкуль великого мозку, мозочка і вентральними відділами мозкового стовбура.

До задньої поверхні зорового перехрещення прилягає *сірий бугор*, нижні відділи якого витягнуті у вигляді трубки, що звужується поступово до низу лійки. На нижньому кінці лійки розташовується округле утворення – гіпофіз. До сірого бугра примикають два білих кульоподібних підвищення – *сосцевидних тіл*.

Позаду від зорових трактів значні два подовжні білих валики - ніжки мозку, між якими знаходиться заглиблення – *міжніжкова ямка*. Дно її утворено *задньою продірявленою речовиною*. Ще далі розташовується широкий поперечний валик – міст. Латеральні відділи мосту продовжуються в мозочок, створюючи його *середні мозжечкові ніжки*.

Каудальні відділи моста довгастого мозку подані медіально розташованими *пірамідами*, розділеними одна від одної передньою серединною щілиною, а латерально – *оливами*.

Огляд медіальної поверхні півкуль великого мозку , деяких деталей мозкового стовбура і мозочка став можливим при проведенні серединного розрізу по подовжній щілині великого мозку .

Велика медіальна поверхня півкуль великого мозку нависає над значно меншими по розмірах мозочком і мозковим стовбуром. На медіальній поверхні півкуль, як і на інших поверхнях, значні борозни, що відокремлюють одну від одної звивини.

Ділянки лобової, тім’яної і потиличної долі відділені від мозолистого тіла однойменною борозною.

Серединна частина мозолистого тіла зветься стовбур. Передні відділи його загинаються до низу, створюючи *коліно* мозолистого тіла. Ще більш донизу мозолисте тіло потоншується і переходить у дзьоб мозолистого тіла. Задні відділи мозолистого тіла в середньої його частини відокремлюється тонка біла пластинка, яка *називається тілом* зводу. Поступово відділяючись від мозолистого тіла і створюючи дугоподібний вигин вперед і донизу, тіло продовжується в стовп зводу, що закінчується сосцевидним тілом, позаду – у ніжки зводу. Між стовпами зводу поперечно проходить пучок нервових волокон, помітний на зрізі у вигляді білого овалу, – це *передня спайка* мозку. Як і волокна мозолистого тіла, що йдуть поперечно, вони зв’язують один з одним півкулі великого мозку.

Стовпи зводу оточують тонку пластинку мозкової речовини – *прозору перегородку*.

Усі перераховані утворення головного мозку відносяться до кінцевого мозку.

Структури, розташовані нижче, за винятком мозочка, відносяться до мозкового стовбура (проміжні, середні, задній відділи головного мозку і довгастий мозок).

Самі передні відділи мозкового стовбура утворені зоровими буграми, що розташовані до низу від тіла зводу і мозолистого тіла і за стовпами зводу.

На серединному розрізі мозку видно тільки медіальну поверхню заднього таламуса (зорового бугра).

У задньоверхніх відділах зорових бугрів знаходиться *шишковидне тіло*, передньонижні відділи якого зростаються тонким тяжем який іде поперечно (задня спайка).

Зорові бугри і розташовані поруч із ним утворення, описані вище, відносяться до проміжного мозку.

До задньої поверхні зорового бугра примикають утворення, що відносяться до середнього мозку.

Довгастий мозок є безпосереднім продовженням спинного мозку. Границя між довгастим і спинним мозком відповідає рівню країв великого потиличного отвору. Верхня границя довгастого мозку на вентральної поверхні проходить по задньому краї моста.

Передні відділи довгастого мозку в порівнянні з задніми декілька товщають і цей відділ мозку набуває форми усіченого конуса. Борозни довгастого мозку є продовженням борозен спинного мозку і носять ту саму назву. По обидва боки від передньої серединної щілини на вентральній поверхні довгастого мозку розташовані опуклі, що поступово звужуються до низу піраміди.

Латеральні піраміди по обидва боки знаходяться овальні підвищення – оливи.

У нижній частині на дорсальній поверхні довгастого мозку тягнеться задня серединна борозна, збоку від якої закінчується стовщеннями тонкий і клиновидний пучки задніх канатиків спинного мозку. У цих стовщеннях розташовуються ядра цих пучків, від яких відходять волокна, що формують медіальну петлю. Медіальна петля на рівні довгастого мозку утворить перехрещення. Пучки цього перехрещення розташовані дорсальніше пірамід, у міжоливному шарі. Тут проходять волокна медіального пучка. Латеральні оливи з задньої латеральної борозни виходять тонкі корінці язико-глоточного, блукаючих і додаткових нервів, ядра яких лежать у дорсолатеральних відділах довгастого мозку.

Сіра речовина довгастого мозку подана у вентральних відділах скупченнями нейронів, що утворять нижні оливні ядра – дорсальні піраміди. Уздовж усього довгастого мозку розташовується ретикулярна формація, що подана переплетенням нервових волокон і лежачими між ними нервовими клітками.

На рівні довгастого мозку знаходяться такі життєво важливі центри, як дихальний і кровообігу.

Міст на основі мозкового стовбура має вигляд поперечно розташованого білого валика, що у каудальному відділі граничить із пірамідами й оливами довгастого мозку, а в краніальному із ніжками мозку.

Продовження мосту в латеральному напрямку утворить *середню ніжку мозочка*.

Дорсальна поверхня моста прикрита мозочком і зовні її не видно.

На поперечному розрізі мосту в центральних відділах можна бачити товстий пучок волокон, що поперечно підходять до провідного шляху слухового аналізатора й утворюють трапецієподібне тіло.

У нижніх відділах моста помітні скупчення сірої речовини, названі ядрами власне моста, що виступають у ролі посередників у здійсненні зв'язків кори півкуль великого мозку з півкулями мозочка.

У дорсальній частині моста лежать волокна *медіальної петлі*, що йде від довгастого мозку, над яким розташована *ретикулярна формація моста*. Латеральне положення займають волокна слухової петлі.

МОЗОЧОК складає більшу, ніж міст, частину заднього мозку, що заповнює собою велику частину задньої черепної ямки.

У мозочку розрізняють верхню і нижню поверхні, границями між якими є передні і задній краї.

Верхня поверхня мозочка на цілому мозку прикрита потиличними долями півкуль великого мозку і відділена від них глибокою поперечною щілиною великого мозку. У мозочку розрізняють непарну серединну частину – черв, дві півкулі. Поперечними борознами черв розчленований на дрібні звивини, що додають йому деяку подібність із кільчастим червом. Обидві поверхні півкуль і черва порізані безліччю поперечних дрібних борозенок, що йдуть паралельно, між якими знаходяться довгі і вузькі звивини мозочка. Група звивин, відділених більш глибокими борознами, утворять часточки мозочка. Півкулі мозочка і черв складаються із білої речовини, розташованої в середині тонкого прошарку сірої речовини кори мозочка, що обмережує білу речовину по периферії. Кора мозочка подана трьома шарами нервових кліток. На сагітальному розрізі біла речовина мозочка подана трьома шарами нервових кліток і має вигляд гіллястого дерева.

У товщі білої речовини виявляються окремі парні скупчення нервових кліток, що утворять *зубчасте, пробковидне, шаровидне* ядро мозочка і ядро *намету*.

У мозковому стовбурі наступним після мосту відділом, невеликим, але функціонально важливим, є перешийок ромбовидного мозку, що складається з верхніх ніжок мозочка, верхнього мозкового вітрила і трикутної петлів у якому проходять волокна латеральної (слухової) петлі.

СЕРЕДНІЙ МОЗОК складається з дорсального відділу даху середнього мозку і вентральної – ніжок мозку, що розмежовуються порожниною – водопроводом мозку. Нижньою границею середнього мозку на його вентральній поверхні є передній край моста, верхній зоровий тракт і рівень сосцевидних тіл. На препараті головного мозку пластинку четверхолмія, або

верх середнього мозку, можна побачити лише після видалення півкуль великого мозку.

На основі головного мозку добре видно другу частину середнього мозку у вигляді двох товстих білих розбіжних пучків, що йдуть у тканину півкуль великого мозку – *це ніжки* мозку. Заглиблення між правою і лівою ніжками мозку називаються *міжножковою ямкою*, із неї виходять корінці окорухових нервів. Перед ядрами окорухового нерва лежить ядро медіального подовжнього пучка. Найбільшим ядром середнього мозку є червоне ядро – одне з центральних координаційних ядер экстрапірамідної системи. Поруч із водопроводом лежить ретикулярна форма середнього мозку.

На поперечному розрізі чітко видно черепну речовину, що поділяє ніжку мозку на два відділи: дорсальний – *покришку середнього мозку* і вентральний – *основа ніжки мозку*. У покришці середнього мозку розташовуються ядра середнього мозку і проходять висхідні провідні шляхи. Вентральні відділи ніжок мозку цілком складаються із білої речовини, тут проходять спадні провідні шляхи.

Функціональне значення середнього мозку полягає в тому, що тут розташовані підкіркові центри слуху і зору; ядра головних нервів, що забезпечують іннервацію поперечнополосатих і гладких м’язів очного яблука: ядра, що відносяться до екстрапірамідної системи, що забезпечує скорочення м’язів тіла під час автоматичних рухів. Через середній мозок ідуть спадні (рухові) і висхідні (дошкульні) провідні шляхи. Область середнього мозку є також місцем розташування вегетативних центрів (центральна сіра речовина) і ретикулярної формації.

Проміжний мозок поданий наступними відділами

1) ділянкою зорових бугрів (таламічна ділянка), що розташована в дорсальних його ділянках;

2) гіпоталамусом (підталамічна ділянка), що складає вентральні відділи проміжного мозку;

3) шлуночком, що має вигляд подовжньої (сагітальної) щілини між правим і лівим зоровими буграми і з’єднуються через міжшлуночковий отвір із бічними шлуночками.

У свою чергу таламічна область підрозділяється на таламус (зоровий бугор), метаталамус (медіальне і латеральне колінчаті тіла) і епіталамус (шишковидне тіло, поводки, спайки поводків і епіталамічна спайки).

Зорові бугри складаються із сірої речовини, у якому розрізняють окремі скупчення нервових клітин (ядра зорового бугра), розділеними тонкими прошарками білої речовини. У зв'язку з тим що тут переключається велика частина чутливих провідних шляхів, зоровий бугор фактично є підкірковим чутливим центром, а його подушка – підкірковим зоровим центром.

До медіальної поверхні зорових бугрів за допомогою поводків приєднується шишковидне тіло – епіфіз.

Гіпоталамус складає вентральний відділ проміжного мозку і бере участь в утворенні дна шлуночка. До гіпоталамусу відносяться *сірий бугор із лійкою* і *гіпофізом* – залізної внутрішньої секреції, *зоровий тракт, зорове перехрещення, сосцевидні тіла*.

Гіпоталамус являє собою продовження ніжок мозку в проміжний мозок. Сіра речовина підталамічної області розташовується у вигляді ядер, здатних виробляти нейросекрет і транспортувати його в гіпофіз, регулюючи ендокринну роботу останнього.

Таким чином, сіра речовина проміжного мозку складають ядра, що відносяться до підкіркових центрів усіх виглядів чутливості. В області проміжного мозку розташовані ретикулярна формація, центри екстрапірамідної системи, вегетативні центри, що регулюють усі види обміну речовин і нейросекреторні ядра.

Біла речовина проміжного мозку подано провідними шляхами висхідного і спадних напрямків, що забезпечують двосторонній зв'язок кори головного мозку з підкірковими утвореннями і центрами спинного мозку. Крім цього, до проміжного мозку відносяться дві залози внутрішньої секреції – гіпофіз і шишковидне тіло, що приймають участь разом із відповідними ядрами гіпоталямуса і епіталямуса й утворенні гіпоталамогипофізарної і епіталамо-епіфізарної систем.

Кінцевий мозок складається з двох півкуль великого мозку, кожне з яких представлено *плащем, нюховим мозком* і *базальними ядрами*. Порожниною кінцевого мозку є бічні шлуночки, що знаходяться в кожному з півкуль. Півкулі великого мозку відділені одна від одної подовжньою щілиною великого мозку і з'єднуються за допомогою мозолистого тіла, передньої і задньої спайок і спайки зводу. Мозолисте тіло складається з поперечних волокон, які у латеральному напрямку продовжуються в півкулі, створюючи лучистість мозолистого тіла, з'єднуючи один з одним ділянки лобової і потиличної долей півкуль, дугоподібно вигинаються й утворюють передні лобові та задні – потиличні щипці. До заднього і середній частинам мозолистого тіла знизу прилягає звід мозку, що складається з двох дугоподібно вигнутих тягів, зрощених у середній своїй частині за допомогою передньої спайки мозку.

Кора великого мозку утворена білою і сірою речовиною. У корі виділяють 6 шарів нервових кліток, різні її відділи мають різну товщину (від 1,5 до 5,0 мм, у середньому 2-3 мм). Кожна з півкуль має три поверхні: найбільш опуклу верхньолатеральну, плоску, звернену до протилежної півкулі медіальну, котра має складний рельєф, що відповідає внутрішній основі черепа – нижня, поверхня півкулі або основу мозку. Найбільш виступаючі ділянки півкуль одержали назву лобових, потиличних, скроневого полюсів. Поверхня півкуль порізана глибокими щілинами, борознами. Ускладнюють рельєф розташовані між ними ділянки – *звивини*. Глибина, довжина борозен, їхня форма і напрямок дуже мінливі.

Щілини і борозни підрозділяють півкулі на *лобову, тім'яну, скроневу, потиличну й островкові долі*. Останню не видно при огляді поверхонь півкуль, тому що острівець знаходиться на дні латеральної борозни і прикритий ділянками іншої долі.

На верхньолатеральній поверхні півкулі звертає на себе увагу *латеральна борозна*, що є границею між лобовими, тім'яними і скроневими долями і йде від нижньої поверхні півкуль назад і вгору.

Інша велика борозна – *центральна борозна*. Починається приблизно від середини верхнього краю півкуль і йде вниз і трохи вперед, але не досягає латеральної борозни. Центральна борозна відокремлює лобову долю від тім'яної. Виражена межа між тім'яною і потиличною долями на дорсолатеральній поверхні півкуль відсутня.

Лобова доля. Спереду від центральної борозни майже паралельно їй тягнеться предцентральна борозна, що дає початок двом рівнобіжним борознам, що йдуть до лобового полюса. Названі борозни поділяють поверхню мозку на лежачу перед центральною борозною *предцентральну звивину* і горизонтально ідучі верхню*, середню і* нижню *лобові звивини.*

Тім'яна доля. Позаду від центральної борозни і майже паралельно їй проходить *постцентральна борозна*, від якої убік потиличної долі направляється подовжня внутрішньотімяна *борозна.* Ці дві борозни поділяють тім'яну долю на *постцентральну звивину*, а також на *верхню* і *нижню тім'яні часточки*.

Скронева доля. Верхньолатеральна поверхня скроневої долі подана двома борознами, що йдуть паралельно латеральній борозні, що поділяють поверхню мозку *на верхню,* середню *і нижню* звивини.

Сіра речовина півкуль великого мозку подано корою і базальними ядрами кінцевого мозку. До базальних ядер відносяться смугасте тіло, що складається з хвостатого і чечевицеподібних ядер; огорожа і мигдалеподібне тіло. Прошарки білої речовини між ними утворять зовнішню і внутрішню капсули, причому остання являє собою товстий шар білої речовини, що складається з провідних шляхів головного мозку. В внутрішній капсулі і виділяють передню і задню ніжки і коліно.

Стріопаладарна система являє собою основну частину рухових центрів, що відносяться до екстра пірамідної системи. Це центр, що управляє автоматичними рухами і регулює тонус м'язів. Крім цього, смугасте тіло виконує функцію вищого центру, що регулює процеси теплорегуляції й обміну вуглеводів. Цей центр займає чільне положення стосовно подібного йому вегетативним центрам, що розташовані в гіпоталамічної області.

Кора півкуль головного мозку представлена сірою речовиною, що розташована на їх периферії.

Біла речовина півкуль великого мозку утворює білий півовальний центр, що складається з величезного числа нервових волокон. Усі нервові волокна подані трьома системами провідних шляхів кінцевого мозку: асоціативними; комісуральними; проекційними.

Висхідні (чутливі) проекційно провідні шляхи по місцю свого закінчення підрозділяються на свідомі і рефлекторні.

Функціонування і взаємозв'язок асоціативних, комісуральних, а також висхідних і спадних шляхів забезпечує існування складних рефлекторних дуг, що дозволяють організму пристосовуватися до постійно мінливих умов внутрішнього і зовнішнього середовища.

Білі шлуночки знаходяться в товщі білої речовини півкуль великого мозку. Порожнина шлуночків має вигадливу форму в зв'язку з тим. що відділи кожного з них розташовуються у всіх частках півкулі (за винятком острівця).

Середня – *центральна* – частина шлуночка залягає донизу від мозолистого тіла, у тім'яній частці півкулі. Від центральної частини в усі частки мозку розходяться відростки порожнин, названі рогами: *передній* (лобовий ріг) – у лобову частку, *нижній* (скроневий ріг) – у скроневу, *задній* – (потиличний ріг) – у потиличну частку. Центральна частина за допомогою міжшлуночковому отвору з'єднується зі ш*луночком*.

ОБОЛОНКИ ГОЛОВНОГО МОЗКУ

Головний мозок, як і спинний, оточений трьома з'єднювальнотканими листками, або оболонками, що є продовженням оболонок спинного мозку, кожна з яких відділена від сусідніх міжоболочним простором.

Тверда оболонка головного мозку відрізняється за будовою від аналогічної оболонки спинного мозку. Вона є одночасно окістям на внутрішній поверхні кісток черепа, із якими зв'язана не міцно. В області основи черепа оболонка дає ряд відростків, що проникають у щілини й отвори кісток черепа, чим пояснюється велика міцність прикріплення тут твердої оболонки головного мозку. Більш того, у місцях виходу з порожнини черепних нервів тверда оболонка головного мозку на певній ділянці продовжує оточувати нерв, створюючи його піхву і проникаючи разом із нервом через отвір назовні.

На внутрішній поверхні твердої оболонки міститься невелика кількість відростків, що проникають у подовжню щілину великого мозку і відокремлюють одну від одної його півкулі. Задній відділ серпа зростається з іншим відростком оболонки – наметом мозочка, що відокремлює потиличні долі півкуль від мозочка.

Продовженням серпа великого мозку є *серп мозочка*, що проникає знизу між півкулями мозочка. Ще один відросток оточує зверху турецьке сідло, створюючи його діафрагму і захищаючи гіпофіз від тисків усієї маси мозку, що лежить вище.

У визначених ділянках твердої оболонки головного мозку є розщеплення, вистелені зсередини ендотелієм, – це синуси твердої оболонки головного мозку, по яких відтікає венозна кров. Особливістю синусів є міцність стінок, що пояснює неможливість їх спаду. Крім того, синуси з'єднуються з зовнішніми венами голови через емісарні вени.

Павутинна оболонка головного мозку розташовується до середини від твердої мозкової і відділена від неї субдуральним простором.

Підпаутиний простір головного мозку в області великого потиличного отвору повідомляється з підпаутиним простором спинного мозку.

У визначених місцях, поблизу синусів твердої оболонки головного мозку, павутинна оболонка утворить своєрідні вирости – грануляція павутинної оболонки. Ці вирости вдадуться в синуси твердої оболонки. На внутрішній поверхні кісток черепа в місці розташування грануляцій відзначаються вдавлення і ямочки.

Загальновизнаним є думка про участь грануляції павутинної оболонки в забезпеченні відтоку спинномозкової рідини у венозне русло.

М'яка (судинна) оболонка – це внутрішня оболонка головного мозку. Вона складається зі сполучної тканини, що утворить два шари (внутрішній і

зовнішній, між якими залягають кровоносні судини. Оболонка зрощена з зовнішньою поверхньою мозку і глибоко проникає в усі його щілини і борозни. Кровоносні судини, покидаючи судинну оболонку, направляються в тканину мозку, забезпечуючи його харчування. У визначених місцях судинна оболонка проникає в порожнини шлуночків мозку й утворює судинні сплетення, що продукують спинномозкову рідину.

Спинний мозок (medulla spinalis) – це довгий майже циліндричний тяж дещо сплющений у спинно-черевному напрямку. На рівні верхнього краю атланту переходить у довгастий мозок, а внизу на рівні 2 поперекового хребця закінчується мозковим конусом. Від останнього відходить термінальна нитка, яка прикріплюється до 2 куприкового хребця.

По ходу спинного мозку є два потовщення: шийне (на рівні 3 шийного – 3 грудного хребців) і поперекове (10 грудний – 2 поперековий хребці). В цих зонах число нервових клітин і волокон збільшене в зв'язку з іннервацією кінцівок.

Спинний мозок поділений на 2 симетричні половини передньою серединною щілиною і задньою серединною борозною. На бокових поверхнях спинного мозку симетрично входять задні (аферентні) і виходять передні (еферентні) корінці спинно-мозкових нервів. Лінії виходу і входу корінців поділяють кожну половину на три канатики спинного мозку (передній, середній і задній).

Ділянка Сп.М., яка відповідає кожній парі корінців, називається сегментом. Сегменти позначаються латинськими літерами С (шийні <їх 8> – cervicalis), Th (грудні <їх 12> –- thoracalis), L (поперекові <їх 5> – lumbalis), S (крижові <їх 5> – sacralis) і Co (куприкові <їх 1-3> – coccygeus).

Спинний мозок складається із сірої та білої речовини. Біла речовина розташована по периферії. На поперечному перерізі сіра речовина має вигляд метелика і розташована в центрі мозку. В центрі сірої речовини розташований вистелений одним шаром клітин епендимоцитів канал мозку. Зверху канал сполучений із 4-м шлуночком, внизу закінчується сліпо термінальним шлуночком. В сірій речовині розрізняють передні і задні роги (стовпи). На рівні від 1-го грудного до 3-го поперекового сегментів є ще і бічні. Сіра речовина утворена мультиполярними нейронами, безміеліновими і тонкими міеліновими волокнами і гліоцитами. Клітини, які мають однакову будову і виконують подібні функції, утворюють ядра сірої речовини. В задніх стовпах розташовані чутливі ядра. У передніх стовпах залягають дуже великі (100-140 мкм у діаметрі) корінцеві нейрони, які утворюють рухові соматичні центри. В бокових стовпах залягають групи дрібних нейронів, які утворюють центри соматичної частини вегетативної нервової системи. Їх аксони ідуть через передні роги і разом з корінцевими відростками формують передні корінці.

Біла речовина спинного мозку утворена головним чином міеліновими волокнами, які ідуть поздовжно і утворюють провідні шляхи спинного мозку.

У білій речовині поблизу сірої речовини шийного відділу між передніми і задніми рогами, у верхньогрудному – між задніми і бічними, залягає сіра речовина ретикулярної формації.

В утробному періоді спинний мозок заповнює увесь канал хребта. Починаючи з 3-го місяця, хребет росте швидше, ніж спинний мозок, частина каналу залишається незаповненою. Саме тому частина нервів виходить за межі каналу нажче розташування відповідного сегменту і поряд з кінцевою ниткою утворють “кінський хвіст”.

Інтеграція рівнів регуляції рухових функцій.

Схематично систему керування руховими функціями можна поділити на три блоки: 1) блок ініціації рухів – це лімбічна система і асоціативна кора (наприклад, відчуття голоду, або свисток судді обумовлюють певні дії людини); 2) блок програмування рухів – третинні поля лобної долі (формування нових рухових програм), тім’яна доля (збереження рухових навичок), базальні ганглії, мозочок, моторна кора, моторні центри головного мозку; 3) виконавчий блок – спинальні центри, мотонейрони. Немаловажливою є роль зворотньої інформації, яка постійно надходить від пропріо-, інтеро- та екстерорецепторів каналами зворотніх зв’язків. Гіпоталамус здійснює вегетативне забезпечення рухових функцій. Таким чином, в регуляції довільними рухами людини приймають участь різні відділи ЦНС, які А.К. Анохін об’єднав і назвав функціональною системою.

Структурні особливості автономної іннервації.

Автономна нервова система (АНС) порівняно із соматичною має деякі анатомічні та фізіологічні особливості.

1. Відділкове розташування. Соматична нервова система має ознаки сегментарної будови. Волокна АНС виходять лише з деяких відділів ЦНС: середній і довгастий мозок, від 1 грудного до 3 поперекового та від 2 до 4 крижового сегментів СМ.

2. Швидкість передачі нервового імпульсу в АНС є меншою, оскільки її нервові волокна тонші за соматичні.

3. Еферентний шлях АНС складається з двох нейронів: прегангліо-нарного, тіло якого знаходиться в ядрах СМ та постгангліонарного, тіло якого міститься у периферичному вегетативному вузлі. В соматичній нервовій системі один мотонейрон зв’язує ядра СМ з ефектором.

4. Коротка рефлекторна дуга. У вегетативних вузлах інформація з чутливого нейрона може переключатися на мотонейрон минаючи СМ.

Функції вегетативної нервової системи.

За структурними і функціональними особливостями АНС поділяють на дві частини: симпатичну (сАНС) і парасимпатичну (пАНС).

Центральний відділ сАНС розташований у грудних і верхніх поперекових сегментах СМ, периферичний – у симпатичному стовбурі. В ньому виділяють такі відділи: шийний, грудний, черевний, тазовий, які іннервують відповідно

судини та внутрішні органи голови і шиї, а також серце; органи грудної та черевної порожнини, органи малого тазу.

Центральний відділ пАНС міститься у довгастому мозку та 2-4 крижових сегментах СМ, периферичний - в інтрамуральних* гангліях або в гангліях біля органів, що іннервуються.

Функції АНС. сАНС і пАНС є функціональними антагоністами і діють за механізмом реципрокної іннервації. сАНС спрямована на енергетичне забезпечення організму (енергетична функція). Її впливи призводять до посилення обмінних процесів (посилює розщеплення вуглеводів, жирів, білків), розширює судини серця, м'язів, чим сприяє збільшенню надходження O_2; збільшує ЧСС і силу скорочень серця; розширює бронхи легень, розслаблює м'язи селезінки, сприяючи виходу крові; звужує судини нирок, шкіри; гальмує роботу травного каналу, що забезпечує більше надходження крові до працюючих органів (рис. 3.28).

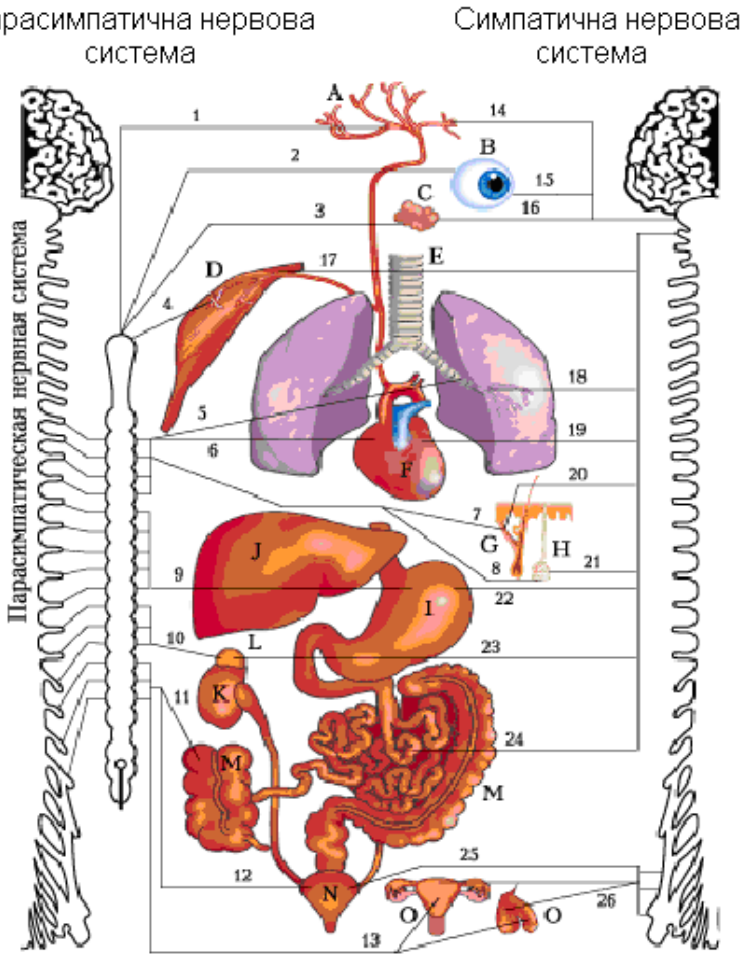


Рис. 3.28. Напрямки впливу відділів нервової системи

Парасимпатична нервова система

1,2,4,5 - звуження; 3 - посилення секреції; 6 - уповільнення; 7,13 - розслаблення; 8 - зменшення; 9,11 - посилення моторики; 10 - зменшення секреції; 12 - скорочення

Симпатична нервова система

14,15,17,18 - розширення; 16 - зниження секреції; 19 - прискорення і посилення скорочення; 20 - скорочення; 21 - посилення; 22, 24 - ослаблення моторики; 23 - посилення секреції; 25 - розслаблення; 26 - збудження

A - судини головного мозку; **B** - зіниця; **C** - слинні залози; **D** - периферійні судини; **E** - бронхи; **F** - серце; **G** – м'яз, що піднімає волос; **H** - потовиділення; **I** - шлунок; **J** - печінка; **K** - нирка; **L** - наднирники; **M** - кишечник; **N** - сечовий міхур; **O** - статеві органи

пАНС спрямована на «збирання» та збереження енергетичних ресурсів організму (трофотропна функція). пАНС гальмує роботу серця, активність м'зових клітин, посилює діяльність травного каналу, нирок тощо.

Отже, сАНС мобілізує резервні сили організму на виконання потужної м'язової роботи, а пАНС забезпечує відновлення витрачених ресурсів

Суть адаптаційно-трофічного ефекту сАНС полягає в тому, що вона стимулює обмінні та відновні процеси в клітині, а також її збудливість.

Для АНС притаманними є аксон-рефлекси. Розгалуження постгангліонарних аксонів. що спрямовуються до різних органів, справляють на них однаковий вплив. При цьому складається враження рефлекторного впливу одного органу на другий. Наприклад, судиннорозширюючий та секреторний ефекти.

Істинні вегетативні рефлекси це: 1) вісцеровісцеральні (один внутрішній орган впливає на діяльність іншого); 2) вісцеродермальні (при захворюванні внутрішніх органів підвищується больова чутливість в обмежених ділянках шкіри або посилена робота скелетних м'язів викликає потовиділення); 3) дермовісцеральні – при подразненні шкіри змінюється стан внутрішніх органів (місцеве охолодження або зігрівання може зняти больові відчуття внутрішніх органів), на цих рефлексах грунтується застосування ряду лікувальних процедур – фізіо-, рефлексо-, голкотерапія; 4) моторно-вісцеральні та вісцеромоторні рефлекси.

Нервова регуляція вегетативних функцій.

В регуляції вегетативних функцій організму беруть участь різні відділи ЦНС: 1) спинний мозок – тут розташовані центри, які забезпечують елементарні рефлекторні реакції: судиннорухові, потовидільні, сечовидільні, ерекції, еякуляції, дефекації; 2) задній і середній мозок – забезпечують такі життєво важливі вегетативні функції організму як дихання, кровообіг, травлення тощо; 3) гіпоталамус – підтримує гомеостаз* організму (контролює діяльність всіх фізіологічних систем організму); 4) лімбічна система – емоції впливають на активність внутрішніх органів (посилюють або сповільнюють); 5) кора великих півкуль – чим вище розташований відділ ЦНС, тим більше інформації він отримує і тим точніша його регуляція.

4.2. Онтогенетичний розвиток нервової системи людини

Головний мозок новонародженого має відносно більші розміри: маса його складає приблизно 1/8 маси тіла і становить приблизно 400г, при цьому у хлопчиків вона дещо більша ніж у дівчат. У новонародженого добре виражені довгі борозни, крупні звивини, але глибина та висота їх поки що малі. Дрібних борозен та звивин поки що мало; вони з'являються постійно впродовж перших років життя. До дев'ятимісячного віку маса головного мозку подвоюється і до кінця першого року життя складає 1/11-1/12 маси тіла. До трьох років маса головного мозку в порівнянні з його масою при народженні потроюється, до п'яти років становить 1/13-1/14 маси тіла, а до 20 років початкова маса

збільшується у 4-5 разів і становить у дорослої людини всього 1/40 маси тіла. Разом з ростом головного мозку змінюються і пропорції черепа.

Мозкова тканина новонародженого мало диференційована. Клітини кори, стріарне тіло, пірамідальні шляхи недорозвинені. Слабо диференційована сіра та біла речовина. Нервові клітини плодів та новонароджених розташовані концентровано на поверхні великих півкуль і в білій речовині мозку. При збільшенні поверхні головного мозку нервові клітини мігрують у сіру речовину, їх концентрація в розрахунку на загальний об'єм мозку зменшується. Одночасно з цим щільність сітки мозкових судин збільшується.

У новонародженого в порівнянні із дорослою людиною потилична частка кори великих півкуль має відносно більші розміри. Кількість півкулевих звивин, їх форма, топографічне розташування зазнають певних змін в ході росту дитини. Найбільші зміни відбуваються в перші 5-6 років життя, і тільки в 15-16 років спостерігаються ті співвідношення, які притаманні дорослим людям.

Бокові шлуночки порівняно широкі. Мозолисте тіло тонке та коротке, впродовж п'яти років воно стад довшим та товстішим, досягаючи до 20 років остаточних розмірів.

Мозочок у новонародженого розвинений слабо, розташований відносно високо, має продовгувату форму, невелику товщину і неглибокі борозни. Міст мозку з ростом дитини переміщується до схилу потиличної кістки. Довгастий мозок новонародженого розташований більш горизонтально.

В післянатальний період зазнає змін і спинний мозок. Розташовуючись у каналі хребта, спинний мозок у п'ятирічної дитини закінчується на рівні I-II поперекових хребців конусом, від якого донизу тягнуться нитки кінського хвоста. Спинний мозок новонародженого відносно довший і закінчується на рівні III поперекового хребця. Надалі ріст спинного мозку відстає від росту хребта, у зв'язку з чим нижній його кінець ніби переміщується догори (Додаток К). Ріст спинного мозку продовжується до 20 років. Маса його збільшується приблизно у 8 разів у порівнянні з періодом новонародженості. Однак до п'ятирічного віку співвідношення спинного мозку та хребетного каналу стає таким, як у дорослих.

Ріст спинного мозку найбільше виражений у грудному відділі, шийне та поперекове потовщення починають формуватися в перші роки життя дитини. Гістологічно в ранньому віці відзначається переважання передніх рогів над задніми; нервові клітини розташовані групами, тканина глії добре розвинена. Клітини, що вистелають внутрішню поверхню хребетного каналу, сплощені, зморщені, мають незначну кількість протоплазми. Відзначається пікноз ядер; місцями ядра зовсім відсутні. З віком і розвитком дитини відзначається збільшення кількості клітин і зміна їх мікроструктури [3].

Перший рік життя дитини – період найінтенсивнішого формування рухових навичок. В цей же час закладаються і основи психологічної діяльності.

Умовно можна виділити окремі періоди становлення нервово-психічних функцій дитини першого року життя. У дитини переважають імпульсивні рухи, які гальмуються до кінця 1-го місяця життя внаслідок розвитку зорових і слухових зосереджень, здатності фіксувати поглядом предмети. Впродовж 1-3

місяців життя відбувається подальший розвиток дистантних рецепторів, вступають в дію м'язи-антагоністи. З 3 до 6 місяців появляється здатність стійко утримувати м'язеві групи при певному ступені скорочення, особливо в дистальних відділах кінцівок. Важливим є також ускладнення акту хапання. В період з 6 до 12 місяців виникають складніші, більше координовані рухи. Поступово збільшується період спокійного неспання.

На 2-му році життя закладаються основи психічної діяльності, йде підготовка до самостійного ходіння, до мовної діяльності. Хоч сон займає у грудних дітей більшу частину доби, сприймання різних подразників, контакт з оточуючим світом мають для них в цей період величезне значення. Дефіцит подразників, їх одноманітність позначаються на подальшому психічному розвитку. Існує думка, що в цей час відбувається так зване первинне навчання, тобто формуються «нейронні ансамблі», які в майбутньому служать фундаментом для складніших форм навчання.

Період первинного навчання є в якійсь мірі критичним, бо якщо дитина не отримає в цей час достатньої кількості інформації, то подальше засвоєння навиків помітно затруднюється.

Напевно, існують й інші критичні періоди розвитку, багато з яких потребують уточнення. В усякому разі добре відомий факт, що діти, які досягнули 8-10-ти річного віку поза людським суспільством («діти-мауглі»), надалі так і не можуть засвоїти мову та інші людські навики. Відповідно, можна припустити існування періодів найвищої готовності до засвоєння тих чи інших навичок. Поза цими періодами навчання затруднене або неможливе.

Досить своєрідним критичним періодом в ранньому віці є здатність до навчання за допомогою «фіксування» (імбринтингу). Імбринтинг виявляється в перші дні життя, до того ж найяскравіше у птахів. Наприклад, гусенята, які щойно вилупилися з яйця, мають тенденцію іти за будь-яким предметом, що рухається і видає неголосні звуки. На місці такого предмету найчастіше опиняється їх мати, але якщо це людина, то гусенята рухаються за нею. Надалі образ цієї людини фіксується і досить їй пройти мимо гусенят, як вони покидають матір і йдуть за людиною. Якщо ж дослід по фіксації провести на 2-му тижні життя, то така установка вже не виробляється. Очевидно, імбридинг є і в людини в перші дні та місяці життя, але точних доказів цього поки що не знайдено.

До кінця першого року, або дещо пізніше, коли дитина робить перші кроки, розпочинається дуже важливий етап пізнання оточуючого середовища. Пересуваючись самостійно, наштовхуючись на предмети, відчуваючи їх на дотик і навіть пробуючи на смак, дитина оволодіває відчуттям трьохвимірності простору, істотно доповнюючи свої зорові та слухові відчуття, виробляє важливі навики активного сприймання світу. На цьому етапі нерідко руховий розвиток зв'язаний з мовним; чим впевненіше пересувається дитина, тим краще вона володіє мовою, хоч можливі і відхилення у формі дисоціації вказаних функцій.

Безпосередній контакт із оточуючими предметами сприяє формуванню відчуття «Я», тобто виокремленню себе із оточуючого світу. Надалі це відчуття

може гіпертрофуватися в певній мірі і викликати появу своєрідного наївного ранньодитячого егоїзму.

У віці до 2-2, 5 років дитина, як правило, комунікабельна, дружелюбна, легко вступає в контакт з незнайомими, рідко переживає відчуття страху. В проміжку від 2 до 4 років поведінка дитини може помітно змінитися. Цей відрізок часу інколи умовно називають першим пубертатним періодом, бо відбувається значне збільшення росту, що супроводжується деяким неузгодженням нейроендокринної та серцево-судинної регуляції. В психологічному плані спостерігається досить сформоване почуття «Я». У дитини, що вже оволоділа фразовою мовою і має хай невеликий, але власний життєвий досвід, відзначається дуже сильний потяг до самостійності. Одним із наслідків такого прагнення є впертість, що не завжди зрозуміла батькам. Ця впертість і свавілля значно зростають, якщо батьки пробують обмежити самостійність дитини. В цей віковий період можуть спостерігатися різноманітні неврологічні реакції психогенного і соматогенного характеру.

У віці 6-8 років дитина вступає в новий відповідальний період, що називається другим пуберантним. У дитини вже добре розвинена моторика та мова, вона точно вміє аналізувати ситуацію, у неї вже розвинуте відчуття «психологічної дистанції» у відносинах з дорослими. В той же час у неї нема ще почуття власної самокритики та самоконтролю, не вироблена здатність до тривалого зосередження; в діяльності спостерігаються ігрові елементи. При вступі до школи можуть спостерігатися відхилення, що зв’язані з недостатньою психологічною готовністю дитини до систематичних занять, до колективу. Деякі діти не можуть спокійно сидіти впродовж уроку, не можуть зосередити увагу, розсіяні. На перших порах це може нагадувати розумову відсталість, слабку кмітливість, знижену пам’ять. Для диференціації подібних проявів необхідне ретельне психоневрологічне обстеження.

Істинний пубертатний період (12-16 років) теж супроводжується значними змінами у поведінці підлітків. Рухи стають незграбними, різкими, поривчастими; поривчастість прослідковується і в психологічних процесах. Бажання бути дорослими може проявлятися і в наслідуванні звичок дорослих, у відкиданні всіх авторитетів, активній протидії будь-яким методам примусу. У підлітків з’являється цікавість до таких проблем, як сенс життя, любов, щастя. В цей період вегетативна регуляція недосконала: відзначається підвищена пітливість, нестійкість артеріального тиску, шкірно-трофічні порушення, лабільність судинних реакцій.

Остаточне завершення формування нервової системи закінчується у 18-20 років. За даними електроенцефалографії, картина електроактивності кори головного мозку стає подібною до такої, як у дорослих приблизно у 18-річному віці. Складність та багатоступеневість становлення нервової системи має важливе клінічне значення.

4.3. Методи дослідження нервової системи

Наукою доведено, що існує зв’язок основних властивостей нервових процесів (сили, рівноважності, рухливості) з важливими для діяльності

психофізіологічними особистісними якостями людини. Так, із силою нервових процесів пов'язані довгочасна витривалість та витривалість до екстремального напруження, стійкість. Реакції на випадкові подразники зумовлюються рівноважністю нервових процесів. Швидкість перебігу розумових процесів і пам'яті залежить від рухливості, лабільності та сили нервових процесів.

Функціональний стан ЦНС можна розглядати як інтегральний показник працездатності людини, оскільки він безпосередньо пов'язаний зі станом окремих фізіологічних систем організму.

Визначення сили нервової системи на основі показника часу реакції на подразник.

З цією метою пропонується шість фіксованих рівнів інтенсивності звуку з частотою 1000 Гц — від 45 до 120 дБ із кроком 15 дБ.

Сила нервової системи визначається за формулою:

$$K = \frac{t_1}{t_2}$$

де t1, t2 — час реакції відповідно на мінімальний та максимальний подразник.

Якщо К = 1,0—1,4, маємо ознаку слабкої нервової системи, якщо К = 1,5—2,0 — ознаку сильної нервової системи.

Вивчення стану нервової системи за допомогою буквених тестів.

Найбільш поширеними буквеними тестами є **таблиці Анфімова, Коновалова та Іванова-Смоленського**.

Працівникові ставиться завдання в коректурному тесті закреслити певну літеру, наприклад «а». Робота триває декілька хвилин (як правило, 5) з поміткою на тесті закінчення кожної хвилини вертикальною лінією. Після 2-3-хвилинного відпочинку дослідження повторюють 2-3 рази. Працездатність мозку оцінюється:

- за якістю виконаної роботи. Підраховуються неправильно закреслені та пропущені букви і співвідносяться із загальною кількістю букв, які слід було закреслити;
- за витратами часу на перегляд одного рядка. Обчислюється діленням часу виконання завдання на кількість переглянутих рядків.

Стан нервової системи оцінюють за такими показниками:

1. Усталення умовної реакції – характеризується спочатку зменшенням її прихованого періоду, а потім його стабілізацією на певному рівні.

2. Зовнішнє гальмування. Перші 2-3 хвилини літера закреслюється у звичайному порядку, а після паузи робота виконується на фоні звукового сигналу (5-10 раз за хвилину тривалістю 2-3 секунди). Показником є сповільнення і погіршення якості виконання завдання.

3. Умовне гальмування. Для цього працівникові пропонується закреслити одну літеру, наприклад «м», а після паузи продовжити цю роботу, але не викреслювати літеру «м», якщо перед нею стоїть літера «н». Кількість пропусків і помилок є показником сили внутрішнього умовного гальмування.

4. Диференціювальне гальмування. Працівникові пропонується одну літеру закреслювати, а другу підкреслювати. Можна ускладнити завдання: одну

букву закреслювати зверху зліва вниз направо, другу – зверху справа вниз наліво, третю підкреслювати знизу, а четверту – зверху.

5. Запізніле гальмування. В цьому разі потрібно закреслити букву, розміщену через 2 або 3 букви після певної заданої букви, наприклад «к». Чим більша відстань між буквами, тим складніше завдання.

Аналізуючи помилки та пропуски, слід мати на увазі таке:

- якщо закреслено букву, подібну до тієї, яку потрібно було закреслити (наприклад, «с» і «е»), і якщо це сталося на початку роботи, то це є показником недостатньої спеціалізації рефлексу; якщо помилка трапилася в середині або в кінці роботи, то діяв екстраподразник; якщо екстраподразника не було, то фактором впливу є робота;
- якщо пропущено букву, яка стоїть на 2-5 місці після закресленої, то це є ознакою від'ємної індукції (поширення процесу гальмування);
- якщо пропущено букву, яка стоїть на 2-5 місці після гальмівної комбінації, то це розглядається як результат послідовного гальмування;
- у всіх інших випадках пропуск або відсутність реакції вказує на зовнішнє гальмування.

Закреслення подібних букв, підвищена реакція на екстраподразники, недотримання обумовлених інструкцією процесів внутрішнього гальмування – усе це свідчить про переважання процесу збудження. Повільна робота, велика від'ємна індукція, виразне послідовне гальмування, збільшення кількості пропущених букв після впровадження гальмування свідчать про переважання гальмівного процесу. Якщо ці порушення спостерігаються після трудових навантажень, то вони є показниками втоми.

У таблиці Коновалова кількість позитивних і негативних (диференційованих) подразників однакова.

Найпростішими комбінаціями є такі:

1) «а» після «и» – 100 поєднань позитивних подразників;

«а» після «к» – 100 поєднань негативних подразників;

2) «е» після «х» – 50 поєднань позитивних подразників;

«е» після «а» – 50 поєднань негативних подразників;

3) «в» після «е» – 25 поєднань позитивних подразників;

«в» після «к» – 25 поєднань негативних подразників;

При обробці даних, отриманих за тестом Коновалова, враховуються:

- загальна кількість переглянутих букв;
- кількість заданих букв серед переглянутих букв;
- кількість допущених помилок.

Усі помилки поділяються на дві групи:

- помилки, допущені при визначенні основної літери;
- помилки, допущені при визначенні диференційованої літери.

За кількістю переглянутих позитивних літер дається оцінка процесу збудження, за кількістю помилок, допущених при визначенні диференціювальних літер, — внутрішнього гальмування.

Вивчення стану нервової системи на основі дослідження змін, що відбуваються в аналізаторних апаратах.

Найбільш поширеними для вивчення зорового аналізатора є методика визначення стійкості ясного бачення та методика визначення критичної частоти злиття мигань.

Найпоширенішим є метод Ферре, згідно з яким тестом-об'єктом виступає склад «li». На цьому складі піддослідний фіксує погляд протягом трьох хвилин. Під час досліду фіксується час, протягом якого чітко сприймається «li» (час ясного бачення) і час, коли склад «li» сприймається як дві паралельні лінії (| |) (час неясного бачення). Про такі сприйняття піддослідний сигналізує. Стійкість ясного бачення К визначається (у відсотках) відношенням часу ясного бачення $t_я$ до всього часу спостереження t:

$$K = \frac{t_я}{t} \cdot 100$$

Метод визначення критичної частоти злиття мигтінь грунтується на тому, що ритмічно перервне світло низької частоти викликає відчуття мигтіння. Найменшій кількості мигтінь, при якій настає їх злиття у рівномірне світло, називається критичною частотою злиття мигтінь (КЧЗМ). Вимірювання протягом робочого дня показника КЧЗМ проводиться для оцінки працездатності. Зменшення його в кінці робочого дня порівняно з доробочим періодом на 10 % свідчить про низьку напруженість праці; на 11–28 % – середню; більше 28 % – про високу.

Вивчення властивостей нервової системи за показником «збудження – гальмування».

З цією метою на аркуші паперу накреслюють по три еталонних лінії для правої і лівої рук. По кожній еталонній лінії проводять олівцем (не відриваючи його) від початку до кінця п'ять раз спочатку правою, а потім лівою рукою. Вимірюється довжина останньої лінії, проведеної по кожній еталонній лінії. За співвідношенням довжини останньої (п'ятої лінії) в кожному досліді з еталонною можна зробити висновок про врівноваженість збудження і гальмування. Стійке збільшення довжини п'ятої лінії свідчить про наростання збудження, а її зменшення – про гальмівність нервової системи. Якщо лінії за довжиною близькі до еталонної – процеси збудження і гальмування урівноважені.

Електроенцефалографія

Електроенцефалографією називається метод запису ***електроенцефалограми*** (ЕЕГ) з поверхні черепа, яка є записом біопотенціалів (біострумів) працюючого мозку і відображає сумарну постсинаптичну активність кіркових нейронів.

Характер ЕЕГ визначається функціональним станом нервової тканини, рівнем обмінних процесів, що протікають в ній. Порушення кровопостачання, гіпоксія або глибокий наркоз приводять до придушення біоелектричної активності кори великих півкуль. Залежність ЕЕГ від загального стану організму широко використовують в клініці.

Характер біоелектричної активності залежить від надходження нервової імпульсації по специфічних аферентних каналах від сенсорних систем, а також від підкіркових утворень (ретикулярній формації стовбура мозку і таламуса).

В умовах повного спокою і відсутності зовнішніх подразників у людини реєструють ЕГ-активність головного мозку, що спонтанно змінюється. Основними компонентами спонтанної поверхневої ЕЕГ здорової людини вважають два роди ритмічних коливань потенціалу – α- и β ***хвилі***. α –хвилі характеризуються частотою від 8 до 13 імп/с і виникають у людини при виключенні зорової афферентації (у темноті або при закритих очах в стані спокою). У більшості людей α-ритм добре виражений. Амплітуда α-хвиль не перевищує 50–100 мкВ. Найбільша регулярність і амплитуда α-ритму реєструється в тім'яній ділянці кори на межі з потиличною. Ця ділянка вважається центром формування α-хвиль у ЕЕГ (рис. 3.29).

β -хвилі домінують в ЕЕГ людини при діяльному стані, інтенсивній фізичній і розумовій роботі, емоційній напрузі, здійсненні орієнтовних і умовних рефлексів. β -ритм складається з швидких хвиль тривалістю до 40-50 мс і частотою 14-30 імп/с. Амплітуда β - хвиль не перевищує 5-10 мкВ. Краще всього β - ритм виявляється в лобових ділянках кори.

δ -ритм складається з ритмічних повільних хвиль тривалістю від 250 до 1000 мс. Частота коливань 1-4 в секунду. Даний ритм виявляється при наркотичному сні або при поразках кортикальних відділів мозку і в ЕЕГ здорової людини під час сну з амплітудою, що не перевищує 20-30 мкВ.

У ЕЕГ сплячої людини можна зареєструвати і θ-ритм з частотою 4-8 коливань/с. θ-ритм виявляється і при патологічних станах головного мозку, а також при крайній емоційній напрузі.

Вперше у дитини α-ритм виявляється в 3-х місячному віці у вигляді окремих груп коливань і до 6 років він виявляється досить чітко, хоча характеризується нестабільністю і має знижену частоту (8-9 Гц). Тільки до 10-12 років α-ритм у ЕЕГ дитини по своїх параметрах наближається до α-ритму дорослої людини. У підлітків 12 - 15 років, унаслідок підвищення підкіркової активності, зменшується частота α-ритму і з'являється його нестабільність. До 17-18 років ЕЕГ повністю відповідає параметрам дорослої людини.

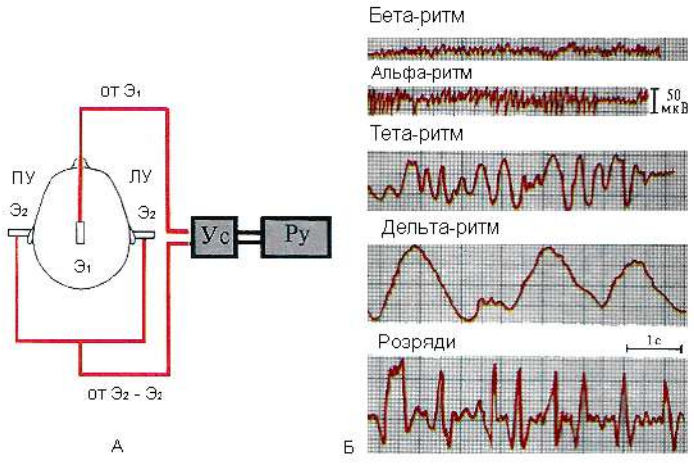


Рис. 3.29 Електроенцефалограма А - схема реєстрації ЕЕГ; В - основні ритми ЕЕГ.
Е1 *- активний електрод;* ***Е2*** *- індиферентний електрод;* ***ПУ*** *і* ***ЛУ*** *- праве і ліве вухо.*

Методика проведеня ЕЕГ

Реєстрація ЕЕГ є безперервним записом величин різниці потенціалів між двома точками мозку. Відведення потенціалів проводять за допомогою спеціальних контактних електродів, прикладених до поверхні шкіри на голові. Електроди повинні володіти малим перехідним (електрод-шкіра) опором, мінімальною поляризацією і антикорозійними властивостями. Для зменшення опору шкіри, що контактує з електродом, її обробляють жиророзчинними речовинами (наприклад, ефіром). На голові електроди закріплюють за допомогою спеціальних еластичних шоломів. До електродів приєднують провідники, що володіють ізоляцією і слугують для підключення електродів на вхід електроенцефалографа.

Щоб уникнути артефактів реєстрацію проводять в спеціальній екранованій камері, що оберігає об'єкт від дії зовнішніх електричних і магнітних полів. Випробовуваного усаджують в зручне крісло. Одягають на нього шолом-сітку і визначають точки на голові, де повинні бути розташовані електроди. На цих ділянках розсовують волосся, протирають шкіру для знежирення ефіром і на шматочки марлі, змочені фізіологічним розчином, накладають електроди, притискуючи їх еластичними шнурами шолома. Парні активні електроди повинні розташовуватися на лобових, скроневих, тім'яних і потиличних ділянках півкуль.

Індиферентний електрод, прокладений змоченим у фізіологічному розчині шматочком марлі, розташовується на мочці юшка, яка також знежирюється ефіром.

Електрод заземлення через шматочок марлі поміщається на знежирене зап'ястя випробовуваного.

Випробовуваного просять розслабитися і закрити очі. Почати запис з реєстрації калібрувального сигналу. Далі ведуть запис ЕЕГ випробовуваного. Опісля кількох хвилин спостерігають появу на ЕЕГ **α**-ритму. Просять випробовуваного розплющити очі і спостерігають депресію **α**-ритму.

Після цього просять випробовуваного знову закрити очі і розслабитися. Як тільки відновиться початковий **α**-ритм випробовуваному пропонують розумове навантаження. Наприклад, провести арифметичні дії різного рівня складності (множення, віднімання, складання, ділення чисел). При цьому продовжують записувати ЕЕГ, відзначаючи при цьому пригноблення **α**-ритму і появу **β** - хвиль, особливо в лобовому відведенні.

Після відновлення початкового **α**-ритму пред'являють випробовуваному емоційно значущу для нього інформацію (слова, текст). При записі ЕЕГ знову відзнається активація (десинхронізація) ЕЕГ.

Реоенцефалографія (РЕГ) – метод дослідження церебрального кровотоку, заснований на реєстрації ритмічних змін електричного опору мозковій тканині унаслідок пульсових коливань кровонаповнення судин. Реоенцефалограма складається з хвиль, що повторюються, і зубців. При її оцінці враховують характеристику зубців, амплітуду реографічної хвилі і ін. Про стан судинного тонусу можна судити також по крутизні висхідної фази.

Метод РЕГ використовується при діагностиці хронічних порушень мозкового кровообігу, вегетососудистої дистонії, головних болях і інших

змінах судин головного мозку, а також при діагностиці патологічних процесів, травм, що виникають в результаті, струсів головного мозку і захворювань, що повторно впливають на кровообіг в церебральних судинах (шийний остеохондроз, аневризми і ін.).

Електроміографія (ЕМГ) – метод дослідження функціонування скелетних м'язів за допомогою реєстрації їх електричної активності – біострумів, біопотенціалів. Для запису ЕМГ використовують електроміографи (рис. 3.30). Відведення м'язових біопотенціалів здійснюється за допомогою поверхневих (накладних) або голчатих електродів. При дослідженні м'язів кінцівок найчастіше записують електроміограми з однойменних м'язів обох сторін. Спочатку реєструють ЕМ спокою при максимально розслабленому стані всього м'яза, а потім – при його тонічній напрузі. По ЕМГ можна на ранніх етапах визначити (і попередити виникнення травм м'язів і сухожиль, зміни біопотенціалів м'язів, судити про функціональну здатність нервово-м'язового апарату, особливо м'язів, найбільш завантажених на тренуванні. За ЕМГ, у поєднанні з біохімічними дослідженнями (визначення гістаміну, сечовини в крові), можна визначити ранні ознаки неврозів (перевтома, перетренованість). Крім того, множинною міографією визначають работу м'язів в руховому циклі (наприклад, у веслярів, боксерів під час тестування). ЕМГ характеризує діяльність м'язів, стан периферичного і центрального рухового нейрона. Аналіз ЕМГ дається за амплітудою, формою, ритмом, частотою коливань потенціалів і за іншими параметрами. Крім того, при аналізі ЕМГ визначають латентний період між подачею сигналу до скорочення м'язів і появою перших осциляцій на ЕМГ і латентний період їх зникнення після команди припинити скорочення.



Рис. 3.30. Електроміограф

Хронаксиметрія – метод дослідження збудливості нервів залежно від часу дії подразника. Спочатку визначається реобаза – сила струму, що викликає порогове скорочення, а потім – хронаксія.

Хронансія – це мінімальний час проходження струму силою в дві реобази, яке дає мінімальне скорочення. Хронаксія обчислюється в сигмах (тисячних долях секунди). У нормі хронаксія різних м'язів складає 0,0001—0,001 с. Встановлено, що проксимальні м'язи мають меншу хронаксію, ніж дистальні. М'яз та іннервуючий його нерв мають однакову хронаксію (ізохронізм). М'язи-синергісти мають також однакову хронаксію. На верхніх кінцівках хронаксія м'язів-згиначів в два рази менша хронаксії розгиначів, на

нижніх кінцівках відмічається зворотне співвідношення. У спортсменів різко знижується хронаксія м'язів і може збільшуватися різниця хронаксії (анізохронаксія) згиначів і розгиначів при перетренуванні (перевтомі), міозитах, паратенонитах литкового м'яза і ін. Стійкість в статичному положенні можна вивчати за допомогою стабілографії, треморографії, проби Ромберга і ін.

Проби і тести для ЦНС

Проба Ромберга виявляє порушення рівноваги в положенні стоячи. Підтримка нормальної координації рухів відбувається за рахунок спільної діяльності декількох відділів ЦНС. До них відносяться мозочок, вестибулярний апарат, кора лобової і скроневої областей. Центральним органом координації рухів є мозочок. Проба Ромберга проводиться в чотирьох режимах (Рис. 3.31.) при поступовому зменшенні площі опори. У всіх випадках руки у обстежуваного підняті вперед, пальці розведені і очі закриті. «Дуже добре», якщо в кожній позі спортсмен зберігає рівновагу протягом 15 с і при цьому не спостерігається похитування тіла, тремтіння рук або повік (тремор). При треморі виставляється оцінка «задовільно». Якщо рівновага протягом 15 с порушується, то проба оцінюється «незадовільно». Цей тест має практичне значення в акробатиці, спортивній гімнастиці, стрибках на батуті, фігурному катанні і інших видах спорту, де координація має важливе значення.

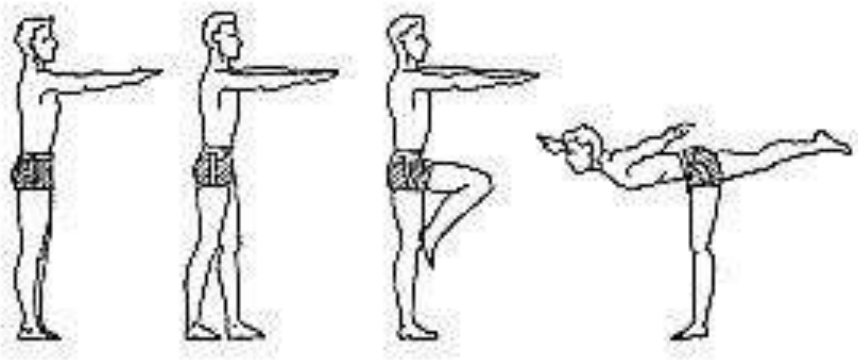


Рис. 3.31. Визначення рівноваги в статичних позах за пробою Ромберга.

Регулярні тренування сприяють вдосконаленню координації рухів. У ряді видів спорту (акробатика, спортивна гімнастика, стрибки у воду, фігурне катання і ін.) даний метод є інформативним показником в оцінці функціонального стану ЦНС і нервово-м'язового апарату. При перевтомі, травмі голови і інших станах ці показники істотно змінюються.

Тест Яроцького дозволяє визначити поріг чутливості вестибулярного аналізатора. Тест виконується в початковому положенні стоячи із закритими очима, при цьому спортсмен по команді починає обертальні рухи головою в швидкому темпі. Фіксується час обертання головою до втрати спортсменом рівноваги. У здорових осіб час збереження рівноваги в середньому 28 с, у тренованих спортсменів – 90 с і більше. Поріг рівня чутливості вестибулярного

аналізатора в основному залежить від спадковості, але під впливом тренування його можна підвищити.

Пальцево-носовая проба. Обстежуваному пропонується доторкнутися вказівним пальцем до кінчика носа з відкритими, а потім – із закритими очима. У нормі відмічається попадання, доторкається до кінчика носа. При травмах головного мозку, неврозах (перевтомі, перетренуванні) і інших функціональних станах відмічається непопадання, тремтіння (тремор) вказівного пальця або кисті.

Теппінг-тест визначає максимальну частоту рухів кисті. Для проведення тесту необхідно мати секундомір, олівець і лист паперу, який двома лініями розділяють на чотири рівні частини. Протягом 10 с в максимальному темпі ставлять крапки в першому квадраті, потім – 10-секундний період відпочинку і знов повторюють процедуру від другого квадрата до третього і четвертого. Загальна тривалість тесту – 40 с. Для оцінки тесту підраховують кількість крапок в кожному квадраті. У тренованих спортсменів максимальна частота рухів кисті більше 70 за 10 секунд. Зниження кількості крапок від квадрата до квадрата свідчить про недостатню стійкість рухової сфери і нервової системи. Зниження лабільності нервових процесів ступенеобразно (із збільшенням частоти рухів в 2-му або 3-му квадратах) – свідчить про уповільнення процесів впрацювання. Цей тест використовують в акробатиці, фехтуванні, в ігрових та інших видах спорту.

Різновидність методики «теппінг-тесту»

Тест грунтується на зміні в часі максимального темпу рухів кисті і характеризує витривалість нервової системи. Тест виконується протягом 30 с, а показники роботи фіксуються за кожні 5 с.

Для виконання роботи креслять на аркуші паперу 6 квадратів. У кожному квадраті протягом 5 с в максимальному темпі наносять олівцем точки, переходячи від одного квадрата до іншого за годинниковою стрілкою. Весь час необхідно працювати з максимальним вольовим зусиллям. Підраховується кількість точок у кожному квадраті і будується крива працездатності. (На осі абсцис відкладається час – п’ятисекундні інтервали, а на осі ординат – кількість точок, нанесених за кожні 5 с). Темп рухів (кількість точок) за перші 5 с вважається вихідним показником. Оцінювання результатів тестування:

а) якщо максимальний темп рухів припадає на перші 10-15 с, а потім він зменшується до рівня нижчого за вихідний, то такий тип динаміки свідчить про сильну нервову систему;

б) якщо максимальний темп утримується приблизно на одному рівні протягом усього часу роботи, то це свідчить про середню силу нервової системи;

в) якщо починаючи з другого 5-секундного відрізку максимальний темп неухильно знижується, то такий тип кривої свідчить про слабкість нервової системи;

г) якщо протягом перших 10-15 с темп утримується на одному рівні, а потім знижується, то це є свідченням середньо-слабкої нервової системи;

д) якщо початкове зниження темпу змінюється його наростанням до вихідного рівня, то це свідчить про середньо-слабку нервову систему.

Кінестетична чутливість досліджується кистьовим динамометром. Спочатку визначається максимальна сила. Потім спортсмен, дивлячись на динамометр, 3-4 рази стискає його із зусиллям, рівним, наприклад, 50% від максимального. Потім це зусилля повторюється 3-5 разів (паузи між повтореннями – 30 с), без контролю зором. Кінестетична чутливість вимірюється відхиленням від отриманої величини (у відсотках). Якщо різниця між заданим і фактичним зусиллям не перевищує 20%, кінестетична чутливість оцінюється як нормальна.

Дослідження м'язового тонусу

М'язовий тонус – це певний ступінь напруги м'язів, що відмічається в нормі та яка підтримується рефлекторно. Аферентну частину рефлекторної дуги утворюють провідники м'язово-суглобової чутливості, що несуть в спинний мозок імпульси, від пропріорецепторів м'язів, суглобів і сухожиль. Еферентну частину складає периферичний руховий нейрон. Крім того, в регуляції м'язового тонусу беруть участь мозочок і екстрапірамідна система. Тонус м'язів визначається тонусометром В. І. Дубровського і Е. І. Дерябіна (1973) при спокійному стані (пластичний тонус) і напрузі (контрактильний тонус). Підвищення м'язового тонусу носить назву м'язової гіпертонії (гіпертонус), відсутність зміни – атонії, зниження – гіпотонії. Підвищення м'язового тонусу спостерігається при стомленні (особливо хронічному), при травмах і захворюваннях опорно-рухового апарату (ОДА) і інших функціональних порушеннях. Пониження тонусу відмічається при тривалому спокої, відсутності тренувань у спортсменів, після зняття гіпсових пов'язок і ін.

Дослідження рефлексів

При обстеженні **черевних рефлексів** для повного розслаблення стінки живота спортсменові необхідно зігнути ноги в колінних суглобах. Лікар затупленою голкою або гусячим пером проводить штрихове подразнення на 3-4 пальці вище за пупок паралельно ребровій дузі. У нормі спостерігається скорочення черевних м'язів на відповідній стороні.

При дослідженні **підошовного рефлексу** лікар проводить подразнення уздовж внутрішнього або зовнішнього краю підошви. У нормі спостерігається згинання пальців стопи.

Глибокі рефлекси (колінний, ахілового сухожилка, біцепса, трицепса) належать до найбільш постійних. **Колінний рефлекс** викликається завданням удару молоточком по сухожилку чотириголового м'яза стегна нижче за колінну чашку; ахіловий рефлекс – ударом молоточка по ахіловому сухожилку; трицепс-рефлекс викликається ударом по сухожилку трицепса над олекраноном; біцепс-рефлекс – ударом по сухожиллю в ліктьовому згині. Удар молоточком завдається уривчасто, рівномірно, точно по даному сухожиллю.

Методика дослідження колінного рефлексу

Досліджуваному пропонують сісти на стілець і покласти ногу на ногу. Наносять легкий удар неврологічним молотком по сухожилку чотириголового м'яза стегна (нижче колінної чашечки). Чи спостерігається розгинання колінного суглобу? Порівняти рефлекси на лівій і правій ногах (рис. 3.32).

Якщо колінний рефлекс виражений слабо, його можна підсилити. Для цього досліджуваному пропонують зчепити пальці рук і щосили їх розтягти.

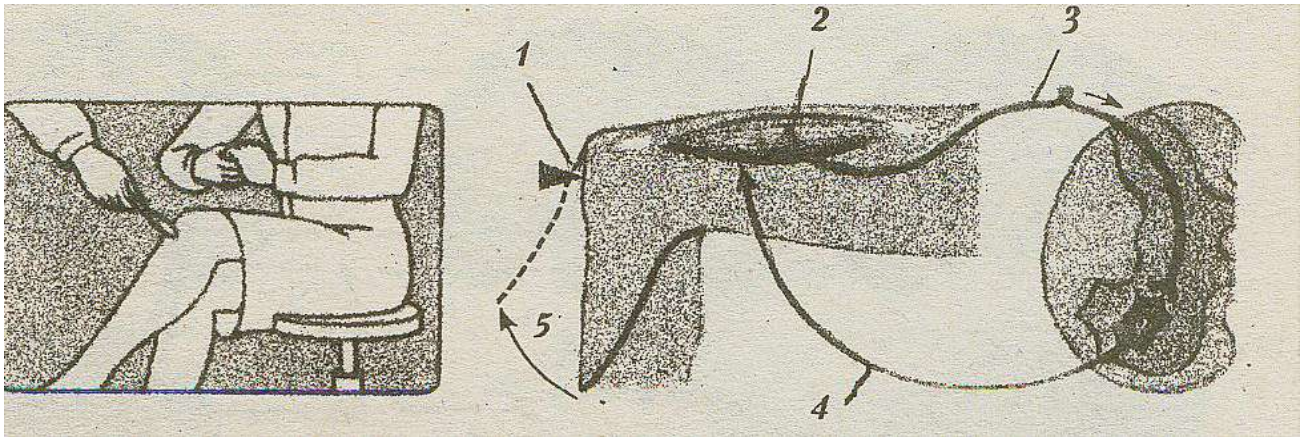


Рис. 3.32. Методика дослідження колінного рефлексу

Методика дослідження п’яткового рефлексу

Досліджуваний стає колiньми на стілець. Ступні вільно звисають. Неврологічним молоточком наносять легкий удар по сухожилку литкового м’яза (Ахілловому). Зазначити реакцію гомілково-стопного суглобу.

Методика дослідження ліктьового рефлексу.

Розслаблена, напівзігнута рука досліджуваного знаходиться на долоні досліджувача. Він кладе великий палець руки на сухожилля двоголового м’яза досліджуваного. Удар неврологічним молоточком наноситься по великому пальцю. Зазначити чи згинається ліктьовий суглоб.

Методика дослідження рефлексу триголового м’яза плеча.

Випробувач стає збоку досліджуваного, відводить пасивно його плече назовні до горизонтального рівня з плечовим суглобом і підтримує його лівою рукою так, щоб передпліччя звисало під прямим кутом. Удар неврологічним молоточком наносять по ліктьовому згину. Зазначити, чи розгинається ліктьовий суглоб.

При **хронічному стомленні** у спортсменів відмічається зниження сухожильних рефлексів, а при неврозах – посилення. При остеохондрозі, попереково-крижовому радикуліті, невритах і інших захворюваннях наголошується зниження або зникнення рефлексів.

Шкірні рефлекси. Шкірна температура відображає стан теплорегуляції і тепловіддачі. При визначенні шкірної температури спеціальним термоелектричним приладом виявляється асиметрія на певних ділянках, сегментах, в біологічно активних точках, загальна шкірна гіпер- або гіпотермія. Місцевий дермографізм викликається тупим кінцем скляної палички (або шпателем). При штриховому подразненні шкіри у здорових людей через декілька секунд на цьому місці з’являється біла смуга, що пов'язане з скороченням капілярів (білий дермографізм). Це вказує на підвищений судинний тонус (симпатикотонію). Якщо подразнення нанести сильніше і повільніше, то з’являється червона смуга (червоний дерматографізм), що свідчить про порушення судинного тонусу (вегетонії) і дилатації капілярів.

Вісцелярні рефлекси і симптоми їх порушення

Окоруховий рефлекс Ашнера. Лікар визначає ЧСС в початковому положенні лежачи із закритими очима, потім натискає на очні яблука пацієнта і через 10-15 с, не припиняючи натискання, ще раз підраховує ЧСС. У нормі повинне відбуватися уповільнення пульсу на 4-10 ск/хв. Уповільнення пульсу більш ніж на 10 ск/хв вказує на підвищення збудливості парасимпатичного відділу нервової системи, а уповільнення пульсу всього на 2-4 ск/хв або почастішанні пульсу – збочена реакція – говорить про переважання тонусу симпатичної нервової системи.

***Кліностатичний рефлекс Данієлополу*.** Визначають впливи симпатичної і парасимпатичної систем на функції органів і тканин. ЧСС вимірюють в початковому положенні стоячи, потім пацієнт повинен лягти. Через 10-25 с пульс підраховують знов. У нормі відмічається уповільнення пульсу на 4-6 ск/хв. Уповільнення пульсу більш ніж на 6 ск/хв свідчить про підвищення збудливості парасимпатичної нервової системи, а відсутність реакції або її парадоксальний характер (прискорення) говорить про переважання тонусу симпатичної нервової системи.

***Ортостатичний рефлекс Превеля*.** Підраховується пульс в початковому положенні лежачи (пацієнт повинен полежати 4-6 хв), потім – в положенні стоячи. У нормі відмічається почастішання пульсу на 6-24 ск/хв. Почастішання пульсу більш ніж на 24 ск/хв свідчить про переважання тонусу симпатичної нервової системи, менш ніж на 6 ск/хв – про переважання тонусу парасимпатичної.

Холодовая проба. Руку обстежуваного занурити в холодну воду (з-під крана). В цей час на іншій руці вимірюють АТ, а потім на 1, 2, 3, 5-й хвилині. У нормі тиск систоли повинен підвищитися на 15-25 мм рт. ст. При симпатикотонії АТ підвищується більш ніж на 25 мм рт. ст.

Зіничні рефлекси досліджуються за допомогою ряду тестів: реакція зіниць на світло, реакція зіниць на конвергенцію, акомодацію, біль. Зіниця здорової людини має правильну круглу форму з діаметром 3-3,5 мм. У нормі зіниці однакові по діаметру. До патологічних змін зіниць відносяться міоз – звуження зіниць, мідріаз – їх розширення, анізокорія (нерівність зіниць), деформація, розлад реакції зіниць на світло, конвергенція і акомодація. Дослідження зіничних рефлексів рекомендовано при відборі для занять в спортивних секціях, при проведенні поглибленого медичного обстеження (ПМО) спортсменів, а також при травмах голови у боксерів, хокеїстів, борців, бобслеїстів, акробатів і в інших видах спорту, де трапляються часті травми голови.

Треморографія (ТГ). Тремор – гіперкінез, що виявляється мимовільними, стереотипними, ритмічними коливальними рухами всього тіла або його складових частин. Тремор людини при різних емоційних станах характеризується змінами в багатьох системах: мязовій, дихальній, судинній, а також в корі головного мозку і служить об’єктивним показником загального тонусу ЦНС. Треморографія ефективна для оцінки ступеня емоційного збудження, стомлення і больового синдрому, що виникає при травмах і

захворюваннях нервово-рухового апарату у спортсменів. Запис тремору здійснюється за допомогою сейсмодатчика на ЕКГ-апараті. На палець випробовуваному одягають індукційний сейсмодатчик. Механічні коливання (тремор) руки і пальця, перетворені в електричні сигнали, посилюються і реєструються на стрічці електрокардіографа. Запис проводиться протягом 5-10 с. Потім аналізується форма отриманої кривої за амплітудою і частотою. При стомленні і збудженні амплітуда і частота тремора збільшуються. Поліпшення тренованості супроводжується, як правило, зниженням величини тремора. Слід відмітити, що ТГ має виражений індивідуальний характер. Запис тремора до і після тренувального заняття в течію мікро- і макроциклів дає цінну інформацію про функціональний стан спортсмена і дозволяє коректувати тренувальний процес.

Актографія (динаміка рухової активності під час сну). Під час сну відбувається перебудова і відновлення порушеного гомеостазу. Інтенсивні фізичні навантаження приводять до стомлення організму, а у ряді випадків і до його кумуляції (перевтоми), яка викликає надмірну напругу енергетичних систем організму. Виникає стан емоційної напруги за типом невротичної тривоги, внаслідок чого порушується сон. При цьому перш за все страждають вищі психічні функції – здатність до концентрації уваги, орієнтування в новій ситуації і здатність до адаптації в ній. Відмічається також сонливість, підвищена стомлюваність. Запис актограмм здійснюється на електрокімографі, де як сприймаюча частина застосовується велосипедна камера завдовжки 1,5 м, тиск в якій складає 15-20 мм рт. ст. Камера з'єднується гумовою трубкою з капсулою Марея. При аналізі актограмм враховується тривалість засинання, тривалість стану повного спокою, загальний час сну і ін. Чим вище показник спокою, тим кращий сон. При стомленні, перетренуванні відбувається порушення сну. Під впливом відновних заходів він нормалізується.

Критична частота світлових мигтінь (КЧСМ) відображає функціональний стан зорового аналізатора, за яким можна судити про стан центральної нервової системи (ЦНС). КЧСМ – мінімальна частота світлових спалахів, при якій у людини виникає відчуття постійного освітлення, – використовується як показник функціональної лабільності сітківки ока і інших відділів ЦНС. Щоденне значення КЧСМ визначається як усереднене значення п’яти пар частот (збільшення – зменшення), що сприяє появі найбільш точного показника. КЧСМ досліджується в умовах бінокулярного сигналу, досягнення критичної частоти (у герцах) оцінюється по словесній реакції обстежуваного. КЧСМ залежить від лабільності (функціональній рухливості) нервових процесів, яка у свою чергу чутлива до змін психічного стану людини. Величина КЧСМ підвищується, коли людина збуджена, і знижується при стомленні. Розмах її змін залежить від початкового рівня. При діагностиці стомлення (перевтома), початковий рівень величини КЧСМ має істотне значення.

Динамометрія литкових м’язів проводиться для контролю за функціональним станом нервово-м’язового апарату, ефективністю відновних заходів і зміцненням м'язів. Максимальна сила м'язів в ізометричному режимі вимірюється спеціальним динамометром конструкції В. І. Дубровського і І. І. Дерябіна (1973). У початковому положенні сидячи спортсмен ставить ногу

на пластмасову основу приладу і чинить максимальний тиск. У здорових чоловіків сила литкових м’язів складає 57(3,6 кг), у жінок – 38,3 (2,3 кг). Гіподинамія, тривалі перерви в тренуваннях призводять до зниження сили литкових м'язів. Максимальне зусилля литкового м’яза, що розвивається при згинанні стопи, належить до найбільш інформативних показників стану нервово-м’язової системи. Даний метод дозволяє контролювати тренувальний процес.

Оцінка загального вегетативного тонусу організму (за методикою Калініна-Барбара)

Колективом авторів Кемеровського державного медичного інституту було розроблено спеціальну таблицю, яка охоплювала основні інтеграційні симптоми й ознаки різних фізіологічних систем, що дозволяють дати кількісну оцінку функціональному стану парасимпатичного і симпатичного відділів вегетативної нервової системи.

Таблиця 3.39 охоплює дані опиту реципієнта та його об’єктивного обстеження. Під час роботи з таблицею необхідно проводити аналіз активності парасимпатичних і симпатичних впливів на різні системи: переважання одного з цих впливів наголошується знаком (+), відсутність впливу знаком (–).

У процесі роботи обчислюється загальна сума балів симпатичних або парасимпатичних симптомів (якщо виникає утруднення оцінки реакції в балах, то в графі «Оцінка в балах» ставиться мінус і в загальну суму цей показник не зараховується).

Після закінчення роботи підраховують загальну суму балів парасимпатичних (П) і симпатичних (С) реакцій (П+С), яку приймають за 100%.

Стан тонусу парасимпатичного (ТП, %) і симпатичного (ТС, %) відділів вегетативної нервової системи розраховують за такими формулами:

$$\mathbf{ТП = 100 \cdot ЗП / ЗП + ЗС}$$

$$\mathbf{ТС = 100 \cdot ЗС / ЗП + ЗС}$$

де ТП – тонус парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи %; ТС - тонус симпатичного відділу вегетативної нервової системи %; ЗП – загальна сума балів парасимпатичних впливів, бали; ЗС – загальна сума балів симпатичних впливів, бали.

Таблиця 3.39

Оцінка вегетативного тонусу організму за сумою інтеграційних показників

№ п/п	*Симптоми і показники*	*Симпатичні реакції (СР)*	*Парасимпатичні реакції (ПР*	*Оцінка*	*Переважання реакцій*	
					СР	*ПР*
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
I Шкіра						
1	Забарвлення	Бліда	Схильність до почервоніння	2,4		

Продовження табл. 3.39

2	Судинний малюнок	Не виражений	Посилений ціаноз кінцівок	2,4		
3	Сальність	Нормальна	Підвищена	1,8		
4	Сухість	Підвищена	Нормальна	1,8		
5	Потовиділення	Зменшено, або збільшено виділення в'язкого поту	Підвищене виділення рідкого поту	3,1		
6	Дермографізм	Рожевий, білий	Інтенсивно червоний, підноситься	3,1		
7	Температура рук кисті	Частіше низька	Частіше висока	2,6		
8	Суб'єктивні явища	Оніміння і парестезії вранці	Кисті рук, ступи вологі, раптові приливи жару	1,7		
II. Терморегуляція						
1	Температура тіла	Підвищена	Знижена	3,9		
2	Відчуття мерзлякуватості	Відсутня	Підвищена	2,9		
3	Переносимість холоду	Задовільна	Погано	3,1		
4	Переносимість тепла	Непереносимість спеки, задушливих приміщень	Задовільна	2,9		
5	Температура тіла при інфекціях	Гарячковий перебіг інфекцій	Відносно низька температура	2,9		
III. Обмін речовин						
1	Маса тіла	Схильність до схуднення	Схильність до повноти	3,2		
2	Апетит	Підвищений, але не призводить до повноти	Знижений	1,9		
IV. Водно-сольовий обмін						
1	Спрага	Підвищена	Знижена	1,8		
2	Сечовипускання	Поліурія, світла сеча	Сеча концентрована	3,1		
3	Затримка рідини	Відсутня	Схильність до набряків	3,0		
V. Система крові						
1	Еритроцити, число	Збільшено	Зменшено	2,0		
2	Лейкоцити, число	Збільшено	Зменшено	2,3		
3	ШОЕ	Підвищена	Понижена	1,8		
4	Здатність згущуватися	Підвищена	Понижена	2,2		

Продовження табл. 3.39

VI. Серцево-судинна система						
1	Пульс	Тахікардія, лабільна тахикардія	Лабільна брадикардія, дихальна аритмія	4,1		
2	АТ систолічний	Підвищений	Знижений або нормальний	4,6		
3	Суб'єктивні явища	Серцебиття, відчуття тиску, стискаючі болі в серці	Аритмія в положенні лежачи	2,6		
4	ХОК	Великий	Малий			
VII. Дихальна система						
1	Частота дихання	Нормальна, або підвищена	Знижений	3,5		
2	Суб'єктивні явища	Ні	Відчуття тиску, утруднення у грудях, напади задухи	2,3		
3	Дихальний об'єм	Підвищений	Понижений	3,5		
VIII. Травна система						
1	Слиновиділення	Зменшено	Збільшено	2,6		
2	Особливості моторики кишечнику	Схильність до атонічних замків, слаба перистальтика	Схильність до підвищеного газоутворення, до поносів	3,8		
3	Суб'єктивні явища	Ні	Схильність до нудоти	3,1		
IX. Алергічні реакції						
1	Частота реакцій	Висока	Невисока	3,1		
X. Вестибюлярні реакції						
1	Запаморочення	Нехарактерне	Розвивається часто	3,0		
XI. Очі						
1	Блиск	Посилений	Нормальний, понижений	2,4		
2	Зіниці	Розширені	Нормальні, звужені	3,4		
3	Очні щілини	Розширені	Нормальні, звужені	1,9		
4	Екзофтальм	Характерний	Відсутній	2,4		
5	Сльозотеча	Нормальна	Збільшена	1,2		
XI. Особливості нервової системи						
1	Характерологічні, особистісні риси	Запальність, чутливість до болю, зміни настрою, здатність захоплюватися	Невпевненість у собі, слабкість сбуджуваних імпульсів, невростенічні,іпохондричні прояви	2,4		
2	Особливості уваги і біоритмів	Неуважність, швидка зміна думок, активність вище увечері	Здібність до зосередження добра, увага задовільна	2,0		

Закінчення табл. 3.39

3	Фізична працездатність	Підвищена	Понижена	2,5		
4	Особливості сну	Пізнє засинання і раннє пробудження, сон короткий, неспокійний, багато сновидінь	Глибокий тривалий сон, нешвидкий перехід до активного неспання вранці	2,7		

4.4. Фізіологічні зміни в нервовій системі під час м’язової діяльності

Зміни в нервовій системі під час м’язової роботи:

1. Формує модель кінцевого результату діяльності. Перед початком м’язової роботи в головному мозку формується модель того, що повинне вийти в результаті діяльності м'язів.

2. Формує програму поведінки. Після формування моделі кінцевого результату нервова система складає програму, в ході виконання якої кінцевий результат повинен бути досягнутий. При формуванні програми поведінки нервова система намагається, щоб діяльність м’язів привела до отримання корисного результату з можливо меншими зусиллями для організму.

3. Посилає виконавчі команди до м’язів, що реалізують сформовану програму. Виконавчі команди нервової системи примушують скорочуватися конкретні м’язи, в потрібній послідовності, з необхідними зусиллями, із заданою швидкістю і так далі. Кожна характеристика роботи м'язів керується діяльністю нервової системи.

4. Керує змінами в системах, що забезпечують м’язову діяльність і що не беруть участь в м’язовій роботі. При цьому нервова система стежить за тим, щоб ці зміни були адекватні м'язовій діяльності (по можливості не більше і не менше, ніж необхідно). Діяльність одних органів вона підсилює, інших – ослаблює. Функцію регуляції роботи органів під час м'язової діяльності нервова система здійснює спільно з системою залоз внутрішньої секреції.

5. Отримує інформацію про те, яким чином відбувається скорочення м’язів, робота інших органів, як змінюється навколишнє оточення. З тією ж швидкістю, з якою до органів поступають виконавчі команди від нервової системи, назад до нервової системи повертається інформація про те, як ці команди реалізуються.

6. Аналізує інформацію, що надходить від структур організму і навколишнього оточення. Інформація про те, як відбувається робота організму, і які результати досягнуті, порівнюється (звіряється) зі сформованої до початку м’язової діяльності моделлю кінцевого результату.

Основні процеси, що відбуваються в нервовій системі під час м'язової діяльності

Формування в головному мозку моделі кінцевого результату діяльності.

Формування в головному мозку програми майбутньої поведінки.

Генерація в головному мозку нервових імпульсів, що запускають м'язове скорочення, і передача їх м'язам.

Управління змінами в системах, що забезпечують м'язову діяльність і що не беруть участь в м'язовій роботі.

Сприйняття інформації про те, яким чином відбувається скорочення м'язів, робота інших органів, як змінюється навколишнє середовище.

Аналіз інформації, що потрапляє від структур організму і навколишнього оточення.

Внесення при необхідності корекції в програму поведінки, генерація і посил нових виконавчих команд м'язам.

Тема 5. Сенсорні системи. Методи дослідження аналізаторів

5.1. Будова, властивості, значення сенсорних систем
5.2. Зоровий аналізатор: будова, властивості, методи діагностики.
5.3. Слуховий аналізатор: будова, вікові особливості та методи дослідження.
5.4. Вестибулярний аппарат людини та методи його діагностики.
5.5. Шкірний аналізатор та пропріорецептивна чутливість.
5.6. Смаковий та нюховий аналізатори. Дослідження смакової й нюхової рецепції.

5.1. Будова, властивості, значення сенсорних систем

Мозок людини постійно отримує інформацію про зміни зовнішнього і внутрішнього середовища. Ця інформація сприймається, передається у відповідні зони кори великого мозку, аналізується особливими сенсорними (чутливими) системами, які ще називають аналізаторами.

Будова аналізатора:

- периферична частина – рецептори;
- провідникова частина – нерви, що відходять від рецепторів;
- центральна частина – відповідні чутливі зони кори півкуль великого мозку.

Рецептори – чутливі нервові структури, що перетворюють різні види енергії (світлову, механічну, теплову та ін.) у нервовий імпульс. Залежно від розташування розрізняють **рецептори**: **екстеро-, інтеро-**, **пропріорецептори**. За морфологічними особливостями їх поділяють на: первинночутливі і вторинночутливі.

Первинночутливі рецептори – це просте чутливе нервове закінчення біполярного нейрона, по центральному відростку якого збудження передається на вищий рівень чутливої системи. Ці клітини одночасно є і рецепторними, і чутливими нейронами І порядку. Рецепторні утворення нюхового, шкірного і рухового аналізаторів належать до первинних.

Вторинночутливі рецептори – це спеціалізовані рецепторні клітини, які сприймають подразнення і передають збудження на нейрони І порядку. До вторинночутливих належать смакові, слухові, зорові, вестибулярні рецептори.

Залежно від специфічності до дії подразників рецептори поділяють на:

- **мономодальні** – пристосовані до дії одного подразника (рецептори сітківки ока – до дії світла);
- **полімодальні** – можуть сприймати подразники різної природи (рецепторні утворення шкіри сприймають температуру, механічні подразники).

Рецептори розрізняють:

- **контактні** – якщо подразник викликає збудження рецепторних утворень при безпосередньому дотику з ними (рецептори шкіри);
- **дистантні** – якщо володіють здатністю переходити в стан збудження при дії подразників, розташованих на певній відстані.

Залежно від характеру дії подразників, до яких рецептор володіє вибірковою чутливістю, розрізняють: **фоторецептори, терморецептори, барорецептори, механорецептори, хеморецептори**.

Нервові імпульси, що виникають у рецепторах через ланцюг нейронів, що складається з трьох клітин, надходять до великих півкуль головного мозку. Перша клітина – чутлива, розташована за межами ЦНС у міжхребцевих спинномозкових вузлах і вузлах черепно-мозкових нервів. Другий нейрон знаходиться у довгастому або середньому мозку, третій нейрон – у зоровому горбі.

Аналіз інформації здійснюється у всіх ланках аналізатору - від рецептора до центральної частини. Цей аналіз зводиться насамперед до обмеження надлишкової інформації, виділення суттєвих ознак подразника.

Процес перетворення енергії подразника на інформацію полягає в його кодуванні, тобто переведенні на «мову», яка була б зрозумілою для всіх нервових клітин. Цей процес розпочинається в рецепторах генерацією потенціалу дії, тобто нервового імпульсу. Специфічність подразнення передається у вигляді груп або залпів імпульсів, які відрізняються кількістю імпульсів, частотою, тривалістю, інтервалами між ними. «Мовою» мозку є частотний код. Перетворення інформації, тобто переведення її з однієї частотної характеристики на іншу, проходить на кожному рівні аналізаторної системи шляхом зміни коду – перекодування. У вищі відділи нервової системи інформація надходить по багатьох каналах, що функціонують паралельно, але про одне і теж. У вищих відділах відбувається перекривання кодів. Сприймання одних і тих же явищ навколишнього світу різними рецепторами і навіть різними чутливими системами та перекриття коду складає основу багатогранності відбиття явищ нервовою системою.

Вищий аналіз інформації проходить у чутливих ділянках кори півкуль головного мозку. Розрізняють 3 групи чутливих полів: первинні, вторинні, третинні. **Первинні поля** – це ядерні зони аналізаторів. Вони здійснюють аналіз окремих подразників, інформація про які надходить від відповідних рецепторів. **Вторинні поля** – це периферичні зони аналізаторів, розташовані поряд з первинним полями. Вони одержують інформацію від первинних полів і здійснюють більш складний її аналіз. Тут проходить усвідомлення світлових, звукових та інших сигналів. При пошкодженні вторинних полів зберігається здатність виділяти предмети, чути звуки, але людина їх не впізнає, не розрізняє їхнього значення. **Третинні поля** або зони перекриття аналізаторів. Ці поля розташовані в задній половині кори півкуль великого мозку на межі тім’яних, вискових, потиличної і лобної ділянок. Тут проходить процес вищого синтезу і аналізу. З розвитком третинних полів у людини пов’язані функції мовлення, мислення (внутрішня мова можлива лише коли будуть одночасно діяти ріні чутливі системи). Якщо у новонародженої дитини недостатньо розвинуті третинні поля, людина не розвивається як особистість, не може опанувати мову, оволодіти найпростішими рухами.

Загальні властивості аналізаторів:

1. Для кожного аналізатора характерна наявність **рецепторного поля** (ділянка поверхні, яка сприймає подразнення, в якій розгалужене аферентне волокно однієї нервової клітини). Співвідношення в корі великих півкуль великого мозку між рецепторними полями і певними ділянками кори визначається порядком їхньої проекції «крапка в крапку». Так, кожна ділянка сітківки ока, що сприймає зображення, передає свої сигнали певній ділянці зорової області кори. Усі ділянки коркового центру нагадують екран, який відображає розташування рецепторів на периферії. Така упорядкованість представництва рецепторних полів дозволяє мозку одержувати об'єктивну інформацію про стан простору.

2. **Висока чутливість** аналізаторів до адекватного подразника. Щоб виникло збудження рецепторів ока достатньо енергії 1-2 квантів світла. Чутливість деяких органів обмежена, бо інакше мозок був би перевантажений інформацією, неістотною для людини. Ми не відчуваємо впливу іонізуючого випромінювання, радіоактивного, а лише його наслідки – погіршення стану здоров'я.

3. **Гальмування**. Гальмування в рецепторних утвореннях органів чуття сприяє периферичному аналізу подразнень. Так, в зоровому аналізаторі воно забезпечує контрастність зображення шляхом підкреслення ліній та контурів предметів.

4. **Адаптація** – здатність сенсорних систем пристосовувати рівень своєї чутливості до інтенсивності подразника. За високої інтенсивності подразника чутливість організму до нього знижується і навпаки. Аналізатори під впливом тривалих вправ здатні підвищувати свої можливості, тобто "тренуватися". Таким чином, тренується слух у музикантів, відчуття смаку та запахів у спеціалістів – дегустаторів. Діяльність аналізаторів об'єднується мозком, тому у разі порушення одного аналізатора його функція заміщується іншими аналізаторами. Так, за допомогою слуху, дотику можна створити уявлення (зорове) про форму, загальний вигляд предметів.

На базі інформації від сенсорних систем у людини формуються суб'єктивні відчуття, враження, свідомість, набувається досвід, розвивається розум. Сенсорні системи забезпечують взаємодію організму з навколишнім середовищем.

У людини розрізняють 5 основних сенсорних систем: зорову, слухову, смакову, нюхову, дотикову та шкірну чутливості.

5.2. Зоровий аналізатор: будова, властивості, методи діагностики

Важливу роль у пізнавальній діяльності людини відіграє зоровий аналізатор. Більше 90% інформації, що надходить до мозку, дає зоровий аналізатор. З діяльністю зорового аналізатора пов'язане визначення форми предметів, їх величини, відстані предметів від ока, їхньої рухомості, кольору.

5.2.1. Будова зорового аналізатора:

- око: фоторецептори в сітківці;
- зоровий нерв: друга пара черепно-мозкових нервів (чутливі нерви);
- зорова зона кори півкуль головного мозку : потилична доля.

Орган зору(око) розташований в очній ямці черепа**.** Око складається з:

очного яблука;

додаткових органів ока (окорухових м'язів, повік, слізного апарату) (рис. 3.33).

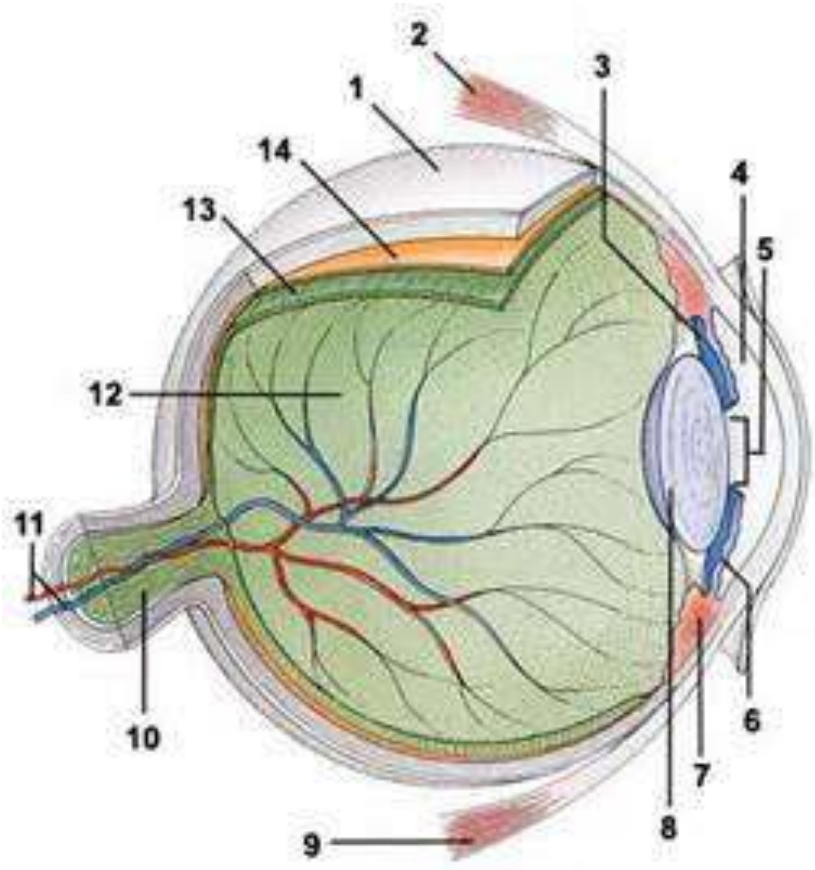


Рис. 3.33. Будова ока:

1 – склера;
2 – прямий медіальний м'яз;
3 – задня камера ока;
4 – передня камера ока;
5 – зіниця;
6 – райдужна оболонка;
7 – війковий м'яз;
8 – кришталик;
9 – прямий латеральний м'яз;
10 – зоровий нерв;
11 –кровоносні судини сітківки;
12 – порожнина заповнена склистим тілом;
13 – сітківка;
14 – судинна оболонка.

Будова очного яблука:

- зовнішня товста, щільна оболонка. Її передній відділ займає 1/5 поверхні очного яблука, утворений прозорою, випуклою до переду **рогівкою**, яка не має кровоносних судин і володіє високими заломлюючими властивостями. Задній відділ зовнішньої оболонки – **склера** (білкова оболонка), утворена щільною волокнистою сполучною тканиною;
- середня **судинна оболонка** включає власне судинну оболонку, війкове тіло, райдужку. **Власне судинна оболонка** тонка, містить кровоносні судини. У центрі **райдужки** міститься отвір – **зіниця**, через яку промені попадають на внутрішню оболонку. У сполучнотканинній основі райдужної оболонки містяться судини, гладкі м'язові волокна і пігментні клітини. Залежно від кількості і глибини залягання пігменту колір райдужки різний. Кольором райдужки визначається колір очей. Пучки гладеньких м'язових волокон утворюють м'яз, який звужує або розширює зіницю. Величина зіниці

змінюється, тому в око може проникнути більша або менша кількість світла. **Війкове тіло** розташоване попереду власне судинної оболонки, більша його частина складається із війкового м'яза;

− за зіницею розташований **кришталик** (двоопукла лінза) - прозоре тіло, яке знаходиться в тонкостінній капсулі і з'єднується війковими волокнами з війковим тілом та війковим м'язом. При скороченні війкового м'яза змінюється натяг війкових волокон, регулюється кривизна кришталика, змінюється його заломлююча сила;

− між рогівкою і райдужкою, між райдужкою і кришталиком знаходяться невеликі порожнини - **передня і задня камери ока**, в яких міститься водяниста волога. Вона забезпечує поживними речовинами рогівку і кришталик, які не мають кровоносних судин. Порожнина ока позаду кришталика заповнена прозорою речовиною - **склистим тілом**;

− **внутрішня оболонка (сітківка**). Вона побудована з двох листків: зовнішнього пігментного і внутрішнього світлочутливого. Зовнішній листок складається з шару пігментних клітин, що містять чорний пігмент - фуксин, що поглинає світло і перешкоджає відбиттю і розсіюванню зображення. Це забезпечує чітке зорове сприйняття. Внутрішній листок сітківки складається з 3 шарів клітин: зовнішнього, що прилягає до пігментного шару (фоторецепторний); середній (асоціативний); внутрішній (гангліозний).

Фоторецепторний шар сітківки складається з нейросенсорних клітин – **паличок і колбочок**. У зовнішніх сегментах паличок міститься фотопігмент – зоровий пурпур, а в колбочок – йодопсин. **Паличкоподібні клітини** реагують на світлові промені всього спектру (від 400 до 800 нм), а **колбочки** – лише на певну довжину хвилі: одні чутливі до 430 нм (сині колбочки), інші до 535 нм (зелені), треті – 575 нм (червоні). Саме модальність трьох типів цих клітин, що сприймають сині, зелені, червоні кольори, зумовлює кольоровий зір. У сітківці ока приблизно 7 млн. колбочок і 130 млн. паличок. Чутливість паличкоподібних клітин у 1000 разів більша, ніж колбочок. Вони збуджуються навіть при поганому освітленні – вночі і в сутінках. Палички сприймають інформацію про форму і освітленість предметів, а колбочки – про колір. Перетворення енергії світла в нервовий імпульс відбувається в результаті хімічних реакцій, що відбуваються в паличках і колбочках. Родопсин і йодопсин розпадаються на більш прості хімічні речовини, що спричиняють виникнення в світлочутливих клітинах потенціалу дії – нервового імпульсу. При припиненні дії світла ці зорові пігменти відновлюються.

Центральні відростки (аксони) паличок і колбочок передають зорові імпульси біполярним клітинам асоціативного шару сітківки, які контактують з гангліозними клітинами внутрішнього шару. Гангліозний шар утворений великими нейроцитами, аксони яких утворюють зоровий нерв.

У місці виходу зорового нерву з очного яблука на сітківці відсутні світлочутливі клітини **– сліпа пляма**. У центральній частині сітківки розташовано найбільше світлочутливих клітин – **жовта пляма** (місце найкращого бачення).

Світлові промені, які надходять в око, перш, ніж вони потрапляють на сітківку, проходять через кілька заломних середовищ, які утворюють оптичну систему ока.

Оптична система ока:

- рогівка;
- водяниста волога передньої і задньої камер;
- кришталик;
- склисте тіло.

Їхня загальна заломлююча сила ока становить 60-70 діоптрій (1 діоптрія – це заломлююча сила лінзи з фокусною відстанню 1м). Зображення на сітківці ока виходить зменшеним і оберненим. Ми бачимо предмети не в перевернутому, а в їхньому природному вигляді завдяки життєвому досвіду і взаємодії аналізаторів.

Око володіє здатністю пристосовуватись до чіткого бачення предметів, які розташовані від нього на різній відстані – **акомодацією**. Акомодація здійснюється шляхом зміни кривизни кришталика. При розгляданні близьких предметів війковий м'яз скорочується і кришталик завдяки своїй еластичності стає більш опуклим, збільшується його заломлююча сила і зображення фокусується на сітківці. При розгляданні предметів на далекій відстані, напруження війкового м'яза зменшується, війкове тіло натягується і капсула кришталика зумовлює здавлювання кришталика, його заломлююча сила зменшується.

Очне яблуко заломлює паралельні промені світла, фокусує їх на сітківці. Скорочення війкового м'яза розпочинається тоді, коли предмет наближається на відстань 65 см, а максимум буває при його розміщенні на відстані 7-14 см від ока. Найменша відстань, при якій предмет сприймається оком чітко, називається **найближчою точкою ясного бачення**. З віком еластичність кришталика зменшується і ця точка віддаляється. У 10 років найближча точка ясного бачення знаходиться на відстані менше 7 см, в 20 років – 8,3 см, у 40років – 17 см, у 50 років – 50 см. На близькій відстані людина перестає розрізняти дрібні предмети. Це явище носить назву далекозорості. **Далекозоре око** має відносно слабку заломлюючу здатність. У такому оці зображення віддалених предметів виникає за сітківкою. Для корекції порушення зору використовують окуляри з двоопуклою лінзою, яка збільшує заломлення променів. У **короткозорому оці** зображення віддалених предметів виникає перед сітківкою. Це може бути зумовлено подовженням осі ока або перенапруженням війкового м'яза. Короткозоре око добре бачить тільки розташовані близько предмети. Для корекції порушення зору призначають окуляри з розсіяними двоввігнутими лінзами (рис. 3.40).

Правий і лівий зорові нерви, які відходять від очного яблука на нижній поверхні мозку утворюють частковий перехрест, що забезпечує бінокулярність зору. Працюючи разом, об'єднуючи зорову інформацію, обидва ока забезпечують стереоскопічний зір, який дозволяє одержати більш точне уявлення про форму, об'єм, глибину розташування предметів. Від зорового перехрестя нервові волокна йдуть до підкіркових центрів зору (верхні горбики покришки середнього мозку). В цих центрах від волокон гангліозних клітин

сітківки імпульс передається нейронам, чиї відростки йдуть до **кіркового центру зору** - в кору потиличної долі, де відбувається вищий аналіз зорової інформації.

Розвиток зорового аналізатора розпочинається на третьому тижні ембріонального розвитку і до моменту народження дитини зоровий аналізатор в основному морфологічно сформований. Проте вдосконалення його структури відбувається і після народження, і завершується в шкільні роки. У новонароджених дітей форма ока більш куляста, діаметр очного яблука становить 16 мм. Найінтенсивніше очне яблуко росте до 5 років, менш інтенсивно до 12 років. Діаметр у дорослих людей становить 24 мм. У дітей склера тонша і еластичніша, рогівка відносно товста. Це сприяє легкій деформації ока. У новонароджених дітей і дітей дошкільного віку кришталик більш опуклої форми і більш еластичний, війчасте тіло слабко розвинуте. У новонароджених очі, як правило, далекозорі. Проте у частини дітей куляста форма очей може стати подовженою. Зображення предметів перестають збігатися із сітківкою, очі стають короткозорі. Іноді зустрічається у новонароджених неоднакова кривизна рогівки або кришталика в різних меридіанах, внаслідок чого зображення на сітківці спотворюється (неможливість сходження всіх променів в одній точці – фокусі) – астигматизм. Зустрічається порушення прозорості кришталика – катаракта.

Око розрізняє сім основних кольорів та близько сотні їх відтінків. Кольорові відчуття викликаються впливом світлових хвиль довжиною 380-780 нм. Межі довжин хвиль, що відповідають певним кольорам, наступні:

— 380-455 нм – фіолетовий;
— 455-470 нм – синій;
— 470-500 нм – блакитний;
— 500-550 нм – зелений;
— 540-590 нм – жовтий;
— 590-610 нм – оранжевий;
— 610-780 нм – червоний.

Відчуття, викликане світловим сигналом, зберігається протягом певного часу після зникнення сигналу. Інерція зору складає 0,1-0,3 с.

При дії переривчастого подразнювача виникає відчуття блимань, котрі, при певній частоті зливаються, в рівне неблимаюче світло. У випадку, коли блимання світла використовуються в якості сигналу, то оптимальна частота у цьому випадку – 3-10 Гц. Інерційність зору зумовлює стробоскопічний ефект. Він виникає тоді, коли час, який розділяє дискретні фази спостереження, менший, ніж час гасіння зорового образу. В цьому випадку спостереження суб’єктивно відчувається як неперервне. Може виникнути ілюзія руху при переривчастому спостереженні окремих об’єктів або ілюзія нерухомості, чи сповільненості руху, коли рухомий об’єкт періодично опиняється в попередньому положенні.

Таблиця 3.40
Будова і функції системи зорового аналізатора

Будова	Функції
Білкова оболонка	
зовнішня фіброзна оболонка	захисна, підтримує форму
Судинна оболонка	
серединна оболонка, пронизана кровоносними судинами	живлення ока
Сітчаста оболонка	
шар пігментних клітин: світлосприймачі — палички і колбочки сліпа пляма жовта пляма	палички — рецептори присмеркового зору, не розрізняють кольорів, колбочки — рецептори денного бачення місце, де виходить зоровий нерв місце найвищої гостроти зору
Рогівка	
прозора передня частина білкової оболонки	проникна для світла
Райдужна оболонка	
передня частина судинної оболонки, має пігментне забарвлення	надає колір очам
Зіниця	
отвір у райдужній оболонці, оточений м’язами	регулює кількість світла, розширюючись та звужуючись
Кришталик	
двоопукла лінза	фокусує промені світла
Скловидне тіло	
прозоре середовище густої консистенції	пропускає промені світла
Фоторецептори	
у сітчастій оболонці у формі паличок та колбочок	палички сприймають форму, колбочки — колір
Зоровий нерв	
нервові клітини кори, від яких починаються волокна зорового нерву, з’єднані з відростками фоторецепторних нейронів	сприймає збудження і передає у зорову зону кори головного мозку

Сприйняття об’єктів у двовимірному та тривимірному просторах характеризується полем зору та глибинним зором.

Бінокулярне поле зору охоплює в горизонтальному напрямку 120-160°, вертикально вгору – 55-60°, вниз – 65-72°. При сприйнятті кольору розміри поля зору звужуються. Зона оптимальної видимості має такі параметри: вгору –

25°, вниз – 35°, вправо та вліво – по 32°. Глибинний зір має велике значення при сприйнятті простору. Встановлено, що похибка оцінки абсолютної віддаленості на відстані до 30 м складає в середньому 12% загальної відстані.

5.2.2. Вікові особливості зорового аналізатора

Ембріональний розвиток зорового аналізатора починається порівняно рано (на 3 тижні) і до моменту народження дитини зоровий аналізатор морфологічно сформований. Проте вдосконалення його структури відбувається і після народження, закінчуючись вже в шкільні роки.

Органом зору є око. Форма ока куляста, у дорослих його діаметр складає близько 24 мм, у новонарождених 16 мм, причому форма очного яблука більш куляста, ніж у дорослих. В результаті цього новонароджені діти від 80 до 94% випадків володіють далекозорою реакцією. Зростання очного яблука продовжується і після народження, але найінтенсивніше в перших 5 років життя і менш інтенсивно до 10-12 років.

Рогівка у дітей (новонароджених) товща і більш опукла. До 5 років товщина рогівки зменшується, за рахунок чого зменшується і її заломлююча сила (за рахунок ущільнення). Кришталик у новонароджених і дітей дошкільного віку більш опуклої форми, прозорий і володіє більшою еластичністю.

Зіниця у новонароджених вузька. У 6-8 років зіниці широкі внаслідок переважання тонусу симпатичних нервів, що іннервують м'язи веселкової оболонки (радіальні і кільця). У 8-10 років зіниця знов стає вузькою і дуже швидко реагує на світло. До 12-13 років швидкість і інтенсивність зіничного рефлексу на світло така ж, як у дорослих.

У новонароджених дітей рецептори в сітківці диференційовані, а число колб в жовтій плямі починає зростати після народження і до кінця першого півріччя морфологічний розвиток центральної частини сітківки закінчується.

В основному морфогенез периферичної частини зорового аналізатора закінчується до моменту народження.

Диференціювання центрального відділу кіркового відділу зорового аналізатора у людини не закінчується і до моменту народження. Хоча ділянка кори має у новонародженого всі ознаки кори дорослого, вона володіє меншою товщиною (1,3 мм замість 2 мм у дорослого) і густішим розташуванням клітин і закінчується до 7-літнього віку.

Найраніше в онтогенезі розвивається світлосприймаюча функція. Про наявність світловідчуття у дуже маленьких дітей можна судити по рефлекторних реакціях, що виникають при освітленні ока (зіничний рефлекс, зімкнення вік і відведення очей).

Вимірювання чутливості до світла у дітей за допомогою адаптометрів стає можливим з 4-5-річного віку. Дослідження показали, що чутливість до світла в перші два десятиліття різко наростає, а потім поступово падає.

Гострота зору є дуже важливою характеристикою зорового аналізатора, вимірювана здатністю не тільки колбочкового апарату, але і прозорістю рогівки і склоподібного тіла, фокусуючою здатністю кришталика, його астигматичних

властивостей. Завдає трудності визначення цього показника у дітей, особливо в періоди 1 і 2 дитинства. Для дітей до 1 року: у полі зору дитини на різній відстані від очей вводиться кулька на тонкій нитці. Відстань, на якій дитина перестає стежити за кулькою, характеризує гостроту його зору. Вимірювання різних авторів показали (рис. 3.34.), що гострота зору в перші місяці і навіть роки життя нижча, ніж у дорослого. У період з 18 до 60 років гострота зору практично не змінюється, а потім знижується. Причому з віком змінюється і розподіл людей, що володіють різною гостротою зору. Відсоток людей з нормальним зором з віком зменшується (рис. 3.34).

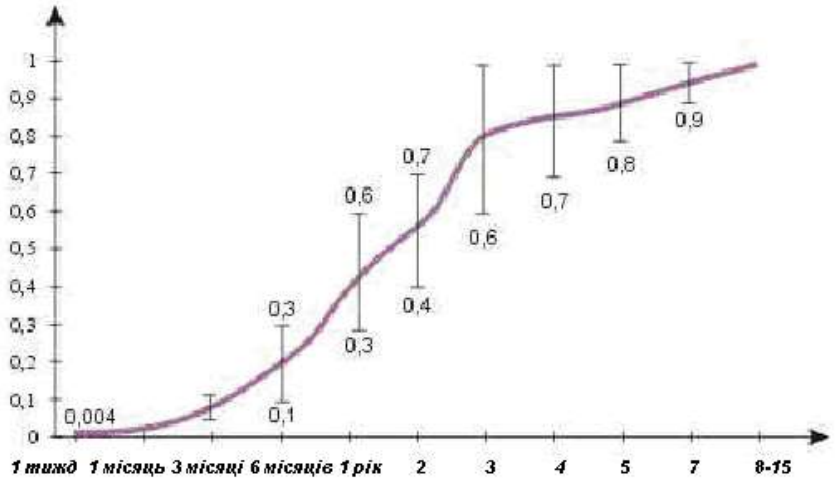


Рис. 3.34. Гострота зору у дітей різного віку по Ковалевському

Відчуття кольору, як і гострота зору, є функцією колбочкового апарату. Психологічні досліди з назвою кольорових об'єктів виявили дуже пізні терміни появи відчуття кольору: 2-3 роки (метод дослідження – фіксація погляду на рухомій кольоровій плямі на фоні іншого кольору). Це, мабуть, пов'язано з незавершеністю до моменту народження морфологічної будови колбочкового апарату. У старечому віці збільшуються пороги відчуття кольору і розрізнення кольорів. Частково це залежить від загального зниження гостроти зору. Більше всього при цьому знижується сприйняття блакитного кольору, що визначається пожовтінням кришталика.

Акомодація – це здібність ока до чіткого бачення різновидалених предметів за рахунок зміни кривизни кришталика. Як видно з рис. 3.35, пониження величини акомодації починається з 10-річного віку, хоча це практично не позначається на зорі протягом багатьох років. Основною причиною зниження акомодації є ущільнення кришталика, втрата еластичних властивостей – втрачає здатність змінювати свою кривизну.

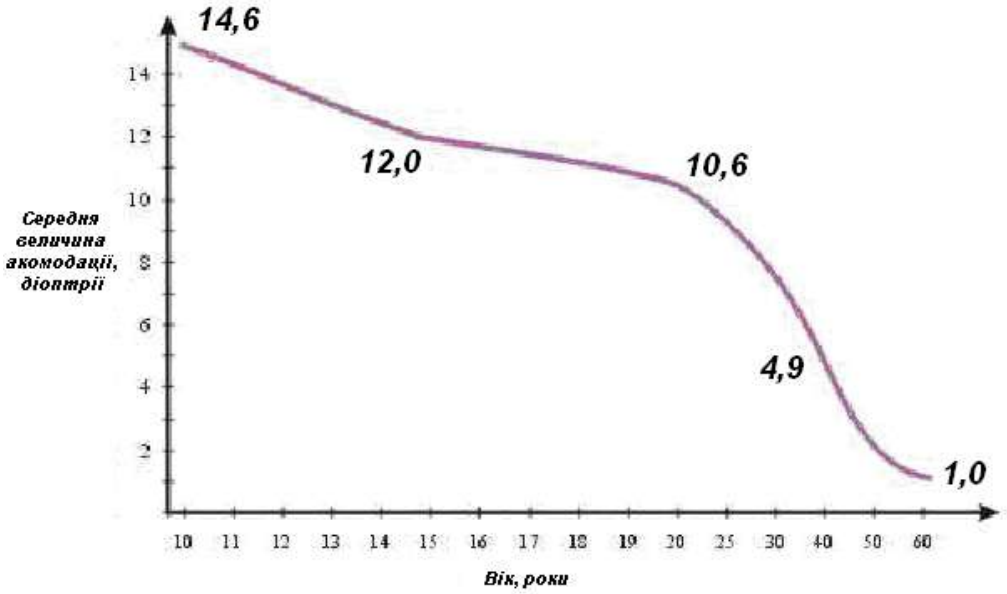


Рис. 3.35 Вікові зміни величини акомодації нормального ока

Поле зору - формується в онтогенезі на досить пізніх стадіях. У дітей периферичний зір з'являється тільки до 5 місяців життя. До цього часу у них не вдається викликати оборонного мигального рефлексу при введенні об'єкту з периферії. З віком поле зору росте. Особливо сильне розширення меж поля зору спостерігається в період від 6,5 до 7,5 років, коли величина поля зору зростає приблизно в 10 разів. На рис. 3.36 перша крива: від 6 до 6 років 4 міс; друга: 6 років 5 міс. – 6 років 8 міс., третя – 6 років 9 міс. – 7 років 7 міс. Розширення триває до 20-30-річного віку. У старості величина цього показника дещо зменшується. Старечі зміни залежать від цілого ряду чинників, у тому числі і від професії.

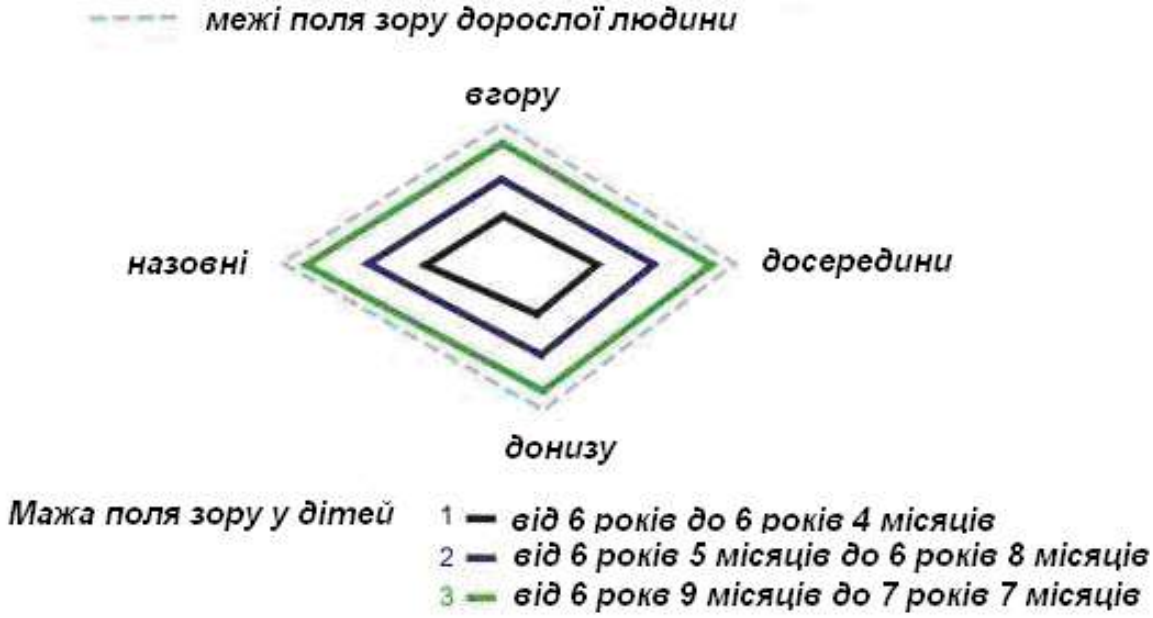


Рис. 3.36. Збільшення поля зору у дітей.

5.2.3. Методи дослідження зорового аналізатора

Визначення поперечника сліпої плями

Для виконання завдання необхідно мати лист паперу, олівець, обгорнутий білим папером, лінійку.

Щоб визначити один із поперечників сліпої плями, в лівому верхньому куті листа паперу малюємо хрест, фіксуємо його правим оком (ліве закрите) (рис. 3.37). Із правого верхнього кута, в напрямку до хреста ведіть олівець, обгорнутий білим папером. На певній відстані від хреста (ВС олівець перестає бути помітним, але по мірі дальшого наближення до хреста, на відстань АС від нього знову виникає зображення олівця. Побудуйте зображення точок А і В на сітківці. Із подібності трикутника АОВ і A_1OB_1 виведіть співвідношення :

$$\mathbf{AB/A_1B_1 = OK/OД}$$

де: АВ – вимірюють на папері ;

ОК – відстань від паперу до ока ;

ОД – відстань від вузлової точки ока до сітківки (в середньому дорівнює 17 мм.)

Звідси знаходимо довжину поперечника сліпої плями.

$$\mathbf{A_1B_1 = AB \times OД/OK}$$

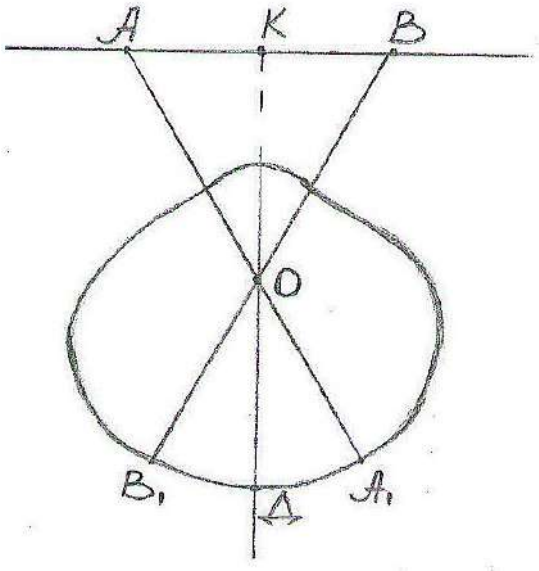


Рис 3.37. Схема для розрахунку довжини поперечника сліпої плями

Методика дослідження акомодації ока

Акомодація – це здатність ока чітко бачити предмети на різній відстані. Вона здійснюється шляхом зміни кривизни кришталика та його заломної здатності.

Методика проведення.

Закріпити на кінці вимірювальної лінійки лист картону і зробити в ньому шпилькою два отвори на відстані 1,5 мм. На лінійці закріпити вертикально дві шпильки: одну на відстані 15-20, другу на відстані 30-40 см. від екрана.

Прикрити ліве око, правим фіксувати крізь обидва отвори в екрані ближню шпильку (зображення дальньої шпильки роздвоюється).

Фіксувати погляд на віддаленій шпильці, визначити, як сприймається зором ближня спичка.

Закріпити шпильку на відстані 5-8см від екрана і розглядати її, відзначивши чіткість її зображення. Потроху відсувати шпильку від екрана, доки вона перестане роздвоюватися, виміряти відстань у см. Це буде ближча точка ясного бачення.

Помістити рамку з марлевою сіткою між оком і книгою на відстані 15см від лиця і прочитати текст. При цьому звернути увагу наскільки чітко видно марлеву сітку (вона розпливається і стає не чіткою).

Фіксувати погляд на марлевій сітці і одночасно спробувати прочитати текст книги.

Методика дослідження гостроти зору

Для визначення гостроти зору існують спеціальні таблиці, що складаються з окремих рядків букв чи інших значків. Вони влаштовані так, що кожний окремий штрих цих знаків з відповідної для кожного ряду відстані відбивається в оці під кутом 1 мінута, тобто під мінімальним кутом зору. Найбільш поширені таблиці Головіна і Сивцева (рис. 3.38). Вони упорядковані за десятковою системою і містять 10-12 рядків різної величини букв чи інших знаків. Знаки верхнього ряду розпізнаються нормальним оком на відстані 50 м, знаки другого ряду – на відстані 25 м, знаки десятого ряду розпізнаються на відстані 5 м.

Досліджувач указкою показує букву і пропонує назвати її. Ряд найменших правильно названих букв використовують для обчислення гостроти зору за формулою:

$$\mathbf{V = đ / Đ}$$

де V –гострота зору;

đ – відстань від досліджуваного до таблиці;

Đ – відстань на якій даний ряд розпізнається нормальним оком під кутом зору 1 мінута.

Нормальна гострота зору – 1,0 і вище; знижена – 0,8 і нижче; підвищена – 1,5-2,0.

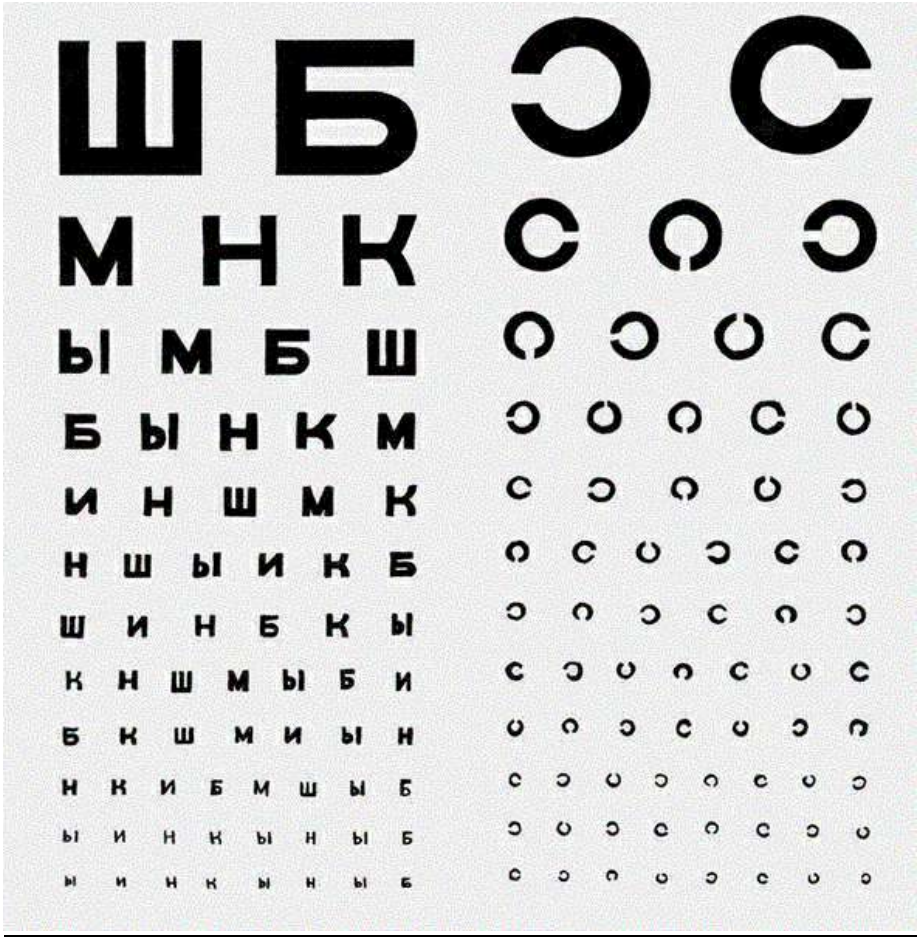


Рис. 3.38. Таблиці Головіна і Сивцева

Визначення кольорового зору людини

Користуючись поліхроматичними таблицями Рабкіна досліджують кольоровий зір спортсмена. Трихромати (люди з нормальним зором) правильно читають всі 25 таблиць, протанопи (які на сприймають червоний колір) правильно читають лише 7 таблиць (1, 2, 17, 22, 23, 24, 25), дейтеранопи (які не сприймають зелений колір) – лише 9 таблиць (1, 2,. 8, 11, 12, 22, 23. 24, 25).

Методика визначення поля зору

Сукупність всіх точок, що їх бачить людське око в нерухомому стані називається полем зору. Величину поля зору виражають у кутових одиницях (радіанах), що складають ділянку периферичного зору на білий і хроматичний кольори.

Поле зору вимірюють за допомогою периметра Форстера, який являє собою рухливо закріплений у штативі металевий півкруг, що має шкалу в кутових градусах. Сам метод називається периметрія.



Рис. 3.39. Периметр Форстера

Розміри поля зору значно варіюють у різних людей. Ці індивідуальні відмінності залежать, наприклад, від професійної діяльності, зокрема, від заняття різними видами спорту. У футболістів, хокеїстів, волейболістів і інших представників ігрових видів спорту межі поля зору істотно ширше, ніж у людей, що не займаються спортом.

Також поле зору збільшується з віком. Поле зору особливе інтенсивно розвивається в дошкільному і молодшому шкільному віці. Так, наприклад, за період від 6 до 7,5 років поле зору зростає в 10 разів. У віці 7 років воно складає 80% від розмірів поля зору дорослого. У розвитку поля зору спостерігаються і статеві особливості. У 6 років поле зору у хлопчиків більше, ніж у дівчаток, в 7-8 років спостерігається зворотне співвідношення. У подальші роки розміри поля зору порівнюються, а з 13-14 років його розміри у дівчаток більші. Розширення поля зору продовжується до 20-30 віку. У старості межі поля зору декілька звужуються. Це звуження йде нерівномірно по всіх напрямах, не має прямої кореляції з віком і залежить від ряду чинників, зокрема від професії.

Розрізняють колірне (хроматичне) і безбарвне (ахроматичне) поле зору. Ахроматичне поле зору більше за хроматичне, тобто найбільш велике поле зору для білого кольору, тобто для змішаного кольору. Це пояснюється тим, що палички, що чутливі до всіх видимих променів і сприймають не колір, а світло, знаходяться у великій кількості на периферії сітківки. Межі ахроматичного поля зору складають: до зовні наближено 100±, до середини і догори – 60±, і донизу – 65±.

Для різних кольорів поле зору також неоднакове. Трохи менше, ніж для білого поле зору для жовтого кольору, ще менше для синього кольору, далі йде червоний колір і найвужче для зеленого кольору (Рис. 3.40.).

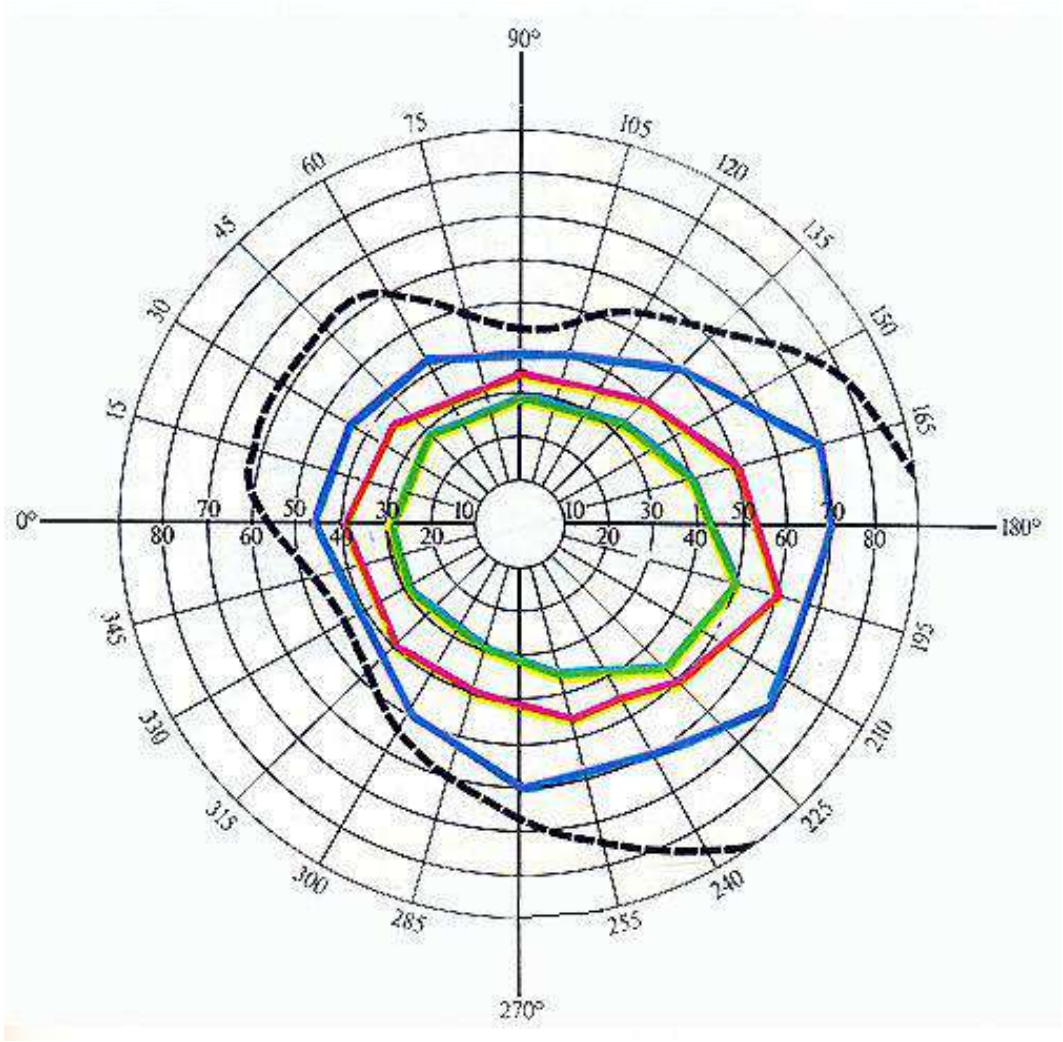


Рис. 3.40. Величини поля зору для різних кольорів

Пунктиром показано поле зору для білого кольору.
С – поле зору для синього кольору;
К – поле зору для червоного кольору;
З – поле зору для зеленого кольору.

Периметр ставлять проти світла. Випробовуваного садять спиною до світла і пропонують покласти підборіддя на пластинку периметра, одне око закрити, а іншим фіксувати за допомогою «цілі» крапку в центрі приладу. Встановіть півколо периметра строго вертикально. Візьміть один з повзунків з тим або іншим кольоровим кружечком (випробовуваний не повинен знати заздалегідь, якого кольору повзунок ведуть за шкалою!) і починайте поволі вести його за шкалою периметра від периферії до центру: спочатку зверху вниз, а потім від низу до верху. Рухайте повзунок до тих пір, поки випробовуваний не назве правильно колір. Якщо він дав помилкову відповідь, продовжуйте рух повзунка до отримання правильної відповіді. Після цього, зупиніть повзунок з кольоровим кружечком і зафіксуйте на схемі на якому градусі випробовуваний почав виразно бачити пропонований йому для розрізнення колір. Далі виконайте цю операцію і для решти кольорів.

Переверніть півколо по черзі на 45° і 135° і знову протестуйте випробовуваного по всіх чотирьох кольорах. Повторіть теж саме для іншого ока.

Важливе діагностичне значення має також методика дослідження ***акомодації*** очей (пристосування до ясного бачення різновіддалених предметів). В нормі для молодих людей дальня точка ясного бачення лежить в нескінченності. Найближча точка ясного бачення знаходиться на відстані 10 см або ***сила акомодації*** складає 10 діоптрій (D). З віком, при деяких функціональних порушеннях зорового аналізатора, а у спортсменів при появі ознак перевтоми і перетренування сила акомодації збільшується. Для визначення сили акомодації реципієнту пропонується зафіксувати погляд на будь-якому предметі, наприклад, на звичайному олівці, розташованому від нього на відстані 1 м. Після цього наближають олівець до реципієнта, а він повідомляє момент, коли перестає ясно бачити предмет. Відстань від моменту зникнення ясного бачення предмету до реципієнта і складає величину сили акомодації.

Під час аналізу функціонального стану зорового аналізатора істотна роль відводиться аналізу зіничних і окорухових (мигального, надбрівного тощо) рефлексів.

Дослідження характеру ***зіничного рефлексу*** передбачає розташування реципієнта обличчям до світла і фіксування величини зіниць обох очей (в нормі вони повинні бути однаковими). Після цього одне око екранують і простежують зміну величини зіниці розплющеного ока – зіниця повинна розширятися. Після усунення ефекту екранування повинно спостерігатися звуження обох зіниць – зінична реакція співдружності.

Оцінку ***мигального окорухового рефлексу*** проводять з використанням гумової груші, завдяки якій здійснюють подачу повітряного струменя на рогівку ока реципієнта. При цьому в нормі повинне спостерігатися стулення вік. ***Надбрівний окоруховий рефлекс*** відноситься, як відомо, до глибоких періостальних рефлексів. Під час його оцінки гумовим молоточком завдається легкого удару по краю надбрівної дуги (молоточок повинен знаходитися зверху і збоку від ока). У відповідь реакція полягає в стуленні вік.

5.3. Слуховий аналізатор: будова, вікові особливості та методи дослідження

Слухова чутлива система служить для сприймання звукових сигналів. Особливого значення набула для людини у зв’язку з розвитком мови. Звук – це коливання молекул пружного середовища, яке відбувається у вигляді поздовжніх хвиль тиску. Щоб перетворити слабкі коливання тиску на відчуття звуку, в процесі еволюції утворились органи слуху – вуха (рис. 3.41).

Будова слухового аналізатора:

– рецепторний апарат у вусі (внутрішньому);
– слуховий нерв;
– слухова зона кори великих півкуль (вискова доля).

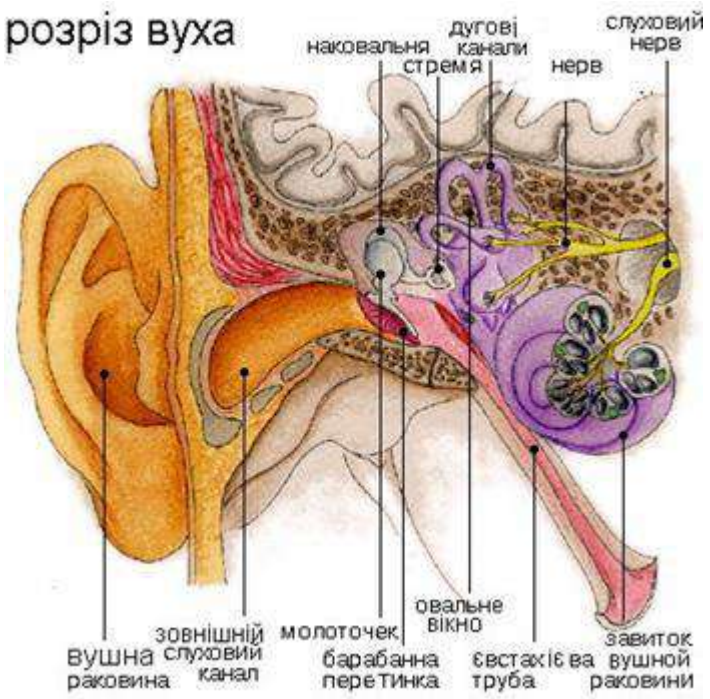


Рис. 3.41. Будова органу слуху

Вухо - орган слуху і рівноваги, включає:

− **зовнішнє вухо**: **вушна раковина**, яка вловлює звукові коливання і спрямовує їх у **зовнішній слуховий прохід**. Вушна раковина утворена еластичним хрящем, зовні вкритим шкірою. У людини вушні м'язи розвинуті слабко і вушна раковина майже нерухома. Шкіра зовнішнього слухового проходу покрита тонкими рідкими волосками. У слуховий прохід відкриваються протоки залоз, що виробляють вушну сірку. І волоски, і вушна сірка виконують захисну функцію;

− **середнє вухо**. У його порожнині відбувається посилення звукових коливань. Складається з: **барабанної перетинки**, **барабанної порожнини** (заповненої повітрям), слухових кісточок – **молоточка, наковальні, стремінця** (передають звукові коливання з барабанної перетинки на овальне вікно внутрішнього вуха, запобігають його перевантаженню**), євстахієвої труби** (з'єднує порожнину середнього вуха з глоткою). Барабанна перетинка – тонка еластична пластинка, яка зовні вкрита епітелієм, а зсередини слизовою оболонкою. Молоточок зрощений з барабанною перетинкою. Слухові кісточки з'єднані між собою за допомогою рухомих суглобів. Стремінце з'єднано з овальним вікном, яке відділяє барабанну порожнину від внутрішнього вуха. Слухова труба з'єднує барабанну порожнину з носоглоткою, вистелена зсередини слизовою оболонкою. Вона підтримує однаковий тиск зовні і зсередини на барабанну перетинку;

− **внутрішнє вухо**. Розташоване у кам'янистій частині скроневої кістки. Утворене кістковим лабіринтом, всередині якого є перетинчастий лабіринт із сполучної тканини. Між кістковим і перетинчастим лабіринтом міститься

рідина – **перилімфа**, а всередині перетинчастого лабіринту – **ендолімфа** (табл. 3.41).

Кістковий лабіринт складається з:

- завитки;
- переддвер'я;
- півколових каналів.

Завитка належить тільки звукосприймаючому апарату, **півколові канали** є частиною лише вестибулярного апарату, **переддвер'я** належить і до органу слуху, і до органу рівноваги.

Кісткове переддвер'я, яке утворює середню частину лабіринту внутрішнього вуха, має в стінці два отвори-вікна: овальне і кругле, які з'єднують кісткове переддвер'я з барабанною порожниною. Овальне вікно закрите основою стремінця, а кругле – рухливою еластичною сполучнотканинною пластинкою.

Завитка – це спірально зігнутий кістковий канал, який утворює 2,5 оберти навколо своєї осі. Основою завитка повернута до внутрішнього слухового проходу. Всередині кісткового каналу завитки проходить перетинчастий лабіринт, який також утворює 2,5 оберти. Його порожнина – **перетинчаста завиткова протока**, що містить ендолімфу. Всередині завиткової протоки, на її основній мембрані розташований звукосприймальний апарат – **спіральний (кортикіїв) орган** – рецепторна частина слухової системи, перетворює звукові коливання в нервове збудження. Кортикіїв орган складається з 3-4 рядів рецепторних клітин. Кожна рецепторна клітина має від 30 до 120 тонких волосків, які омиваються ендолімфою. Над волосковими клітинами розташована покривна мембрана. Від волоскових клітин відходять волокна слухового нерва.

Сприйняття звуку:

- звукові хвилі через вушну раковину попадають в зовнішній слуховий прохід, викликають коливальні рухи барабанної перетинки;
- коливання барабанної перетинки передаються слуховим кісточкам, рухи яких викликають вібрацію основи стремінця, яке закриває овальне вікно (розмах коливань зменшується, а їх сила збільшується);
- рухи основи стремінця овального вікна коливають перилімфу, її коливання передаються ендолімфі (вона починає коливатися з тією ж частотою);
- коливання ендолімфи спричиняє коливання основної мембрани. При рухах основної мембрани і ендолімфи покривна мембрана всередині завиткової протоки з певною силою і частотою торкається мікроворсинок рецепторних клітин, які збуджуються;
- збудження передається з рецепторних клітин іншим нервовим клітинам, які лежать в спіральному вузлі завитки, аксони яких утворюють слуховий нерв;
- імпульси по волокнам **переддверно - завиткового нерва** поступають до ядер мосту. Аксони клітин цих ядер направляються до підкіркових центрів слуху (нижні горбики середнього мозку). Вищий аналіз і синтез слухових подразнень відбувається у **кірковому центрі слухового аналізатора**, який розташований у висковій долі. Тут відбувається розрізнення характеру звуку, його сили, висоти.

Таблиця 3.41
Будова та функції органів слуху

Будова	Функції
Зовнішнє вухо	
вушна раковина, зовнішній слуховий прохід, барабанна перетинка	уловлює і спрямовує звукові хвилі, проводить звуки, сприймає звукові коливання
Середнє вухо	
барабанна порожнина, заповнена повітрям; три слухові кісточки: молоточок, коваделко, стремінце; овальне вікно	передають звукові коливання, зменшуючи амплітуду і збільшуючи силу звуку, євстахієва труба відкривається в носоглотку
Внутрішнє вухо	
порожнина, заповнена рідиною; орган слуху: завитка, кортіїв орган	рідина коливається, волоски клітин передають коливання на основну мембрану завитки; збудження проходить по волокнах слухового нерва
Орган рівноваги	
три півколових канали та отолітовий апарат	сприймають положення тіла у просторі, передають збудження в довгастий мозок, після чого виникають рефлекторні рухи, що приводять тіло в нормальне положення

Вікові особливості слухового аналізатора

Орган слуху у новонароджених дітей ще не цілком розвинений, тому нерідко вважалося, що новонароджені народжуються глухими. Така думка помилкова. У новонароджених дітей має місце відносна глухота, яка пов'язана з особливостями будови вуха. Зовнішній слуховий прохід у них короткий і вузький, розташований при народженні вертикально. У дітей до одного року зовнішній слуховий прохід складається з хрящової тканини і лише поступово його основа костеніє. Барабанна перетинка така ж, як у дорослих, і розташована майже горизонтально.

Порожнина середнього вуха у новонародженого заповнена амніотичною рідиною, що утрудняє коливання слухових кісточок. Поступово ця рідина розсмоктується і замість неї з носоглотки через євстахієву трубу проникає повітря. Слухова труба вже коротше, що полегшує попадання мікробів в середнє вухо. Саме цим пояснюється досить часте у дітей запалення середнього вуха.

Новонароджена дитина реагує на гучні звуки зміною дихання, припиненням плачу. Цілком виразним слух у дітей стає до 2-3 місяця. У 4-5 місяців звуки стають умовнорефлекторними подразниками. В процесі онтогенезу відбувається поступове зменшення порогів, яке особливе помітне з 3 року життя. Наприклад, у дорослої людини поріг чутності лежить в межах 10-12 дБ; у дітей 6-9 років – 17-24; 10-12 років – 12-14 дБ. Найбільша гострота

слуху досягається в старшому шкільному віці (14-19 років). Чутливість слухового аналізатора до чистих тонів є максимальною в 19-30 років. Після 30 років починається зниження слухової чутливості, особливо виражене в ділянці високих частот. Наприклад, літні люди часто не чують звуки, що видаються цвіркуном. У старечому віці знижується також і сприйняття мови.

Методи дослідження слухової рецепції

Дослідження функцій слухового аналізатора

Залежно від завдань, що стоять перед досліджувачем, об'єм виконуваних досліджень може бути різним. Інформація про стан слуху необхідна не лише для діагностики захворювань вуха і вирішення питання про метод консервативного і хірургічного лікування, але і при професійному та спортивному відборі. Дуже важливим є дослідження слуху у дітей з метою виявлення ранніх порушень слуху.

Скарги і анамнез. У всіх випадках дослідження починають з уточнення скарг. Пониження слуху може бути одно- або двостороннім, постійним, таким, що прогресує або супроводжуватися періодичним погіршенням і поліпшенням. На підставі скарг орієнтування оцінюють ступінь тугоухості (утруднено спілкування на роботі, в побуті, галасливій обстановці, при хвилюванні), визначають наявність і характер суб'єктивного шуму у вухах, аутофонії, відчуття рідини.

Анамнез дозволяє припустити причину зниження слуху і шуму у вухах, зміна слуху в динаміці хвороби, наявність супутніх захворювань, що впливають на слух, уточнити методи консервативного і хірургічного лікування з приводу тугоухості, що застосовувалися, і їх результативність.

Методика аудіометрії

Аудіометрія – це метод визначення абсолютного порогу чутливості слухового аналізатора людини до звуків різної частоти. ***Абсолютним порогом чутливості слухового аналізатора*** є та мінімальна сила звуку, здатна викликати слухове відчуття або яку-небудь відповідь реакції.

Аудіометричне дослідження в ході індивідуального розвитку дозволяє прослідкувати формування діапазону частот, що сприймаються.

Робота проводиться удвох – випробувач і випробовуваний. Випробовуваному пропонується одягнути навушники. Випробувач вставляє бланк аудіограми в прилад і включає навушники спочатку на одне вухо (наприклад, на праве). Далі випробувач встановлює горизонтальну планку частоти на найнижчий частотний рівень (125 Гц, украй ліве положення на приладі), а горизонтальну планку гучності встановлює на середньому рівні шкали (приблизно 50 - 60 дБ). Після цього випробувач починає поступово пересувати горизонтальну планку гучності вгору (зменшуючи гучність), питаючи при цьому випробовуваного, чи чує він звук. Як тільки випробувач отримує від випробовуваного негативну відповідь, то відзначає на бланку

олівцем або ручкою (у вигляді крапки) рівень гучності, при якій випробовуваний востаннє виразно чув звук даної частоти.

Виконайте те ж саме і для інших частот – 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 і 8000 Гц. У результаті на бланку аудіограми вийде ряд крапок. З'єднаєте їх плавною лінією, і Ви отримаєте аудіограму. Далі запишіть аудіограму на інше вухо випробовуваного.

Проаналізуйте аудіограми. Зробіть висновок, для яких частот слуховий аналізатор випробовуваного найбільш сприйнятливий.

Дослідження слуху за допомогою мови

Після виявлення скарг і збору анамнезу виконують мовне дослідження слуху, визначають сприйняття шепітної і розмовної мови.

Пацієнта ставлять на відстані 6 м. від лікаря; досліджуване вухо повинне бути направлене у бік лікаря, а протилежне помічник закриває, щільно притискуючи козелок до отвору зовнішнього слухового проходу II пальцем, при цьому III палець злегка потирає II, що створює звук, що шарудить, який заглушує це вухо, виключаючи переслуховування.

Обстежуваному пояснюють, що він повинен голосно повторювати почуті слова. Щоб виключити читання з губ, пацієнт не повинен дивитися у бік лікаря. Пошепки, використовуючи повітря, що залишилося в легенів після нефорсованого видиху, лікар вимовляє слова з низькими звуками (номер, нора, море, дерево, трава, вікно і ін.), потім слова з високими звуками – дискантні (гущавина, вже, щі, заєць і ін.). Хворі з поразкою звукопровідного апарату (кондуктивная тугоухість) гірше чують низькі звуки. Навпаки, при порушенні звуковосприятия (нейросенсорна тугоухість) погіршується слух на високі звуки.

Якщо обстежуваний не чує з відстані 6 м, лікар скорочує відстань на 1 м і знов досліджує слух. Цю процедуру повторюють до тих пір, поки обстежуваний не чутиме всі вимовлені слова. У нормі при дослідженні сприйняття шепітної мови чоловік чує низькі звуки з відстані не менше 6 м, а високі – 20 м. Дослідження розмовної мови проводять за тими же правилами. Результати дослідження записують в слуховий паспорт.

Дослідження камертонами

Дослідження повітряної провідності. Для цього застосовують камертони С128 і С2048. Дослідження починають низькочастотним камертоном С128. Утримуючи камертон за ніжку двома пальцями, ударом долоні приводять його в коливання. Камертон С-2048 приводять в коливання двома пальцями або клацанням нігтя (рис. 3.42).



Рис. 3.42. Камертон

Звучний камертон підносять до зовнішнього слухового проходу обстежуваного на відстань 0,5 см і утримують так, щоб бранши здійснювали коливання в площині осі слухового проходу. Починаючи відлік часу з моменту удару камертона, секундоміром вимірюють час, протягом якого пацієнт чує його звучання. Після того, як обстежуваний перестає чути звук, камертон віддаляють від вуха і знов наближають, не порушуючи його повторно. Як правило, після такого віддалення від вуха камертона пацієнт ще декілька секунд чує звук. Остаточний час відмічається по останній відповіді. Аналогічно проводиться дослідження камертоном С2048, визначають тривалість сприйняття його звучання в повітрі.

Дослідження кісткової провідності. Кісткову провідність досліджують камертоном С128. Це пов'язано з тим, що вібрація камертонів з нижчою частотою відчувається шкірою, а камертони з вищою частотою переслуховуються через повітря вухом.

Звучний камертон С128 ставлять перпендикулярно ніжкою на майданчик сосковидного відростка. Тривалість сприйняття вимірюють також секундоміром, ведучи відлік часу від моменту збудження камертона.

При порушенні звукопроведения (кондуктивная тугоухість) погіршується сприйняття по повітрю низькозвучного камертону С128; при дослідженні кісткового проведення звук чутний довше.

Порушенням сприйняття по повітрю високого камертона С2048 супроводжується переважно поразка звукосприймаючого апарату (нейросенсорна тугоухість). Пропорційно зменшується і тривалість звучання С2048 по повітрю і кістці, хоча співвідношення цих показників зберігається, як і в нормі, 2:1.

Якісні камертонні тести проводять з метою диференціальної експрес-діагностики поразки звукопровідного або звукосприймаючого відділів слухового аналізатора. Для цього проводяться досліди Рінне, Вебера, Желле, Федеріче, при їх виконанні використовують камертон С128.

Дослід Рінне (R). Полягає в порівнянні тривалості повітряної і кісткової провідності. Звучний камертон С128 приставляють ніжкою до майданчика сосковидного відростка. Після припинення сприйняття звуку по кістці, камертон, не порушуючи, підносять до зовнішнього слухового проходу. Якщо

обстежуваний продовжує чути в повітрі звучання камертона, досвід Рінне розцінюється як позитивний (R+). В тому разі, якщо пацієнт після припинення звучання камертона на сосковидному відростку не чує його і у зовнішньому слуховому проході, досвід Рінне негативний (R).

При позитивному досвіді Рінне повітряна провідність звуку в 1,5-2 рази перевищує кісткову, при негативному - навпаки. Позитивний досвід Рінне спостерігається в нормі, негативний – при поразці звукопровідного апарату, тобто при кондуктивной тугоухості.

При враженні звуковосприймаючого апарату (тобто при нейросенсорній тугоухості) проведення звуків по повітрю, як і в нормі, переважає над кістковим проведенням. Проте при цьому тривалість сприйняття звучного камертона як по повітряній, так і по кістковій провідності менша, ніж в нормі, тому досвід Рінне залишається позитивним.

Дослід Вебера (W). З його допомогою можна оцінити латералізацію звуку. Звучний камертон С128 приставляють до тім'я обстежуваного, щоб ніжка знаходилася посередині голови. Бранши камертона повинні здійснювати коливання у фронтальній площині. У нормі обстежуваний чує звук камертона в середині голови або однаково в обох вухах (норма). При односторонньому враженні звукопровідного апарату звук латералізується в уражене вухо (наприклад, вліво, при односторонньому враженні звукосприймаючого апарату (наприклад, зліва) звук латералізується в здорове вухо (в даному випадку – управо).

При двосторонній кондуктивній тугоухості звук буде латералізуватися убік вуха, що гірше чує, при двосторонній нейросенсорній - у бік вуха, що краще чує.

Досвід Желле (G). Метод дозволяє виявляти порушення звуко-проведення, пов'язане з нерухомістю стремена у вікні переддверя. Цей вид патології спостерігається, зокрема, при отосклерозі.

Звучний камертон приставляють до тімя і одночасно пневматичною воронкою згущують повітря в зовнішньому слуховому проході. У момент компресії досліджуваний з нормальним слухом відчує зниження сприйняття, що пов'язане з погіршенням рухливості звукопровідної системи унаслідок вдавления стремена в нішу вікна переддверя – досвід Желле позитивний

При нерухомості стремена ніякої зміни сприйняття у момент згущування повітря в зовнішньому слуховому проході не відбудеться – досвід Желле негативний.

Досвід Федерічи. Полягає в порівнянні тривалості сприйняття звучного камертона С128 з сосковидного відростка і козелка при обтурації ним зовнішнього слухового проходу. Після припинення звучання на сосковидному відростку камертон ставиться ніжкою на козелок.

У нормі і при порушенні звуковосприйняття досвід Федерічи позитивний (F+), тобто звучання камертона з козелка сприймається довше, а при порушенні звукопроведення – негативний (F-).

Таким чином, досвід Федерічи разом з іншими тестами дозволяє диференціювати кондуктивну і нейросенсорну тугоухість.

Наявність суб'єктивного шуму (СШ) і результати дослідження слуху шепітною (ШР) і розмовною мовою (РР), а також камертонами вносяться до слухового паспорта.

Дослідження слуху за допомогою електроакустичної апаратури

Основним завданням дослідження функції звукового аналізатора за допомогою електроакустичної апаратури є всестороннє визначення гостроти слуху, характеру і рівня враження його при різних захворюваннях.

Застосування електроакустичної апаратури для дослідження слуху має ряд переваг перед іншими видами дослідження (мовою, камертонами) слухової функції: можливість дозування сили звукового подразника в загальноприйнятих одиницях – децибелах (дБ), дослідження слуху у різко тугоухих хворих, причому одночасно обох вух, проведення різноманітних діагностичних тестів за допомогою надпорогової аудіометрії, збереження постійного рівня звукового сигналу протягом тривалого часу завдяки стабільності напруги струму.

Залежно від того, яким подразником користуються при дослідженні функції звукового аналізатора, всі аудіометричні методики дослідження ділять на три групи – тональну, мовну і шумову. Крім того, при необхідності застосовують дослідження слуху за допомогою ультра- і інфразвуків.

Залежно від сили подразника всі аудіометричні методи дослідження ділять на дві групи: порогові і надпорогові. Порогова аудіометрія проводиться звуками порогової інтенсивності, тобто ледве чутними звуками. Надпорогова аудіометрія проводиться достатньо гучними звуками, інтенсивність яких значно вища за порогове сприйняття.

З психофізіологічної точки зору існуючі методи ділять на два види: суб'єктивні і об'єктивні. Суб’єктивні методи, або суб'єктивна аудіометрія, базується на суб'єктивних відчуттях обстежуваного і на свідомій, залежній від його волі, реакції у відповідь. Об’єктивна, або рефлекторна, аудіометрія грунтується на рефлекторних безумовних і умовних реакціях обстежуваного, що виникають в організмі у відповідь на звукову дію і не залежних від його волі.

Тональна порогова аудіометрія. Дослідження включає визначення порогової чутливості органу слуху до сприйняття звуків різних частот, що подаються через повітряні навушники або кістковий телефон. Результати дослідження заносяться на спеціальний бланк-сітку, що отримала назву «аудіограма». Отже, аудіограма є графічним зображенням порогового слуху. Таким чином, тональна порогова аудіометрія перш за все дає можливість визначити гостроту слуху.

Тональна надпорогова аудіометрія. Дослідження порогової інтенсивності тихими звуками не дає повного уявлення про здатність звукового аналізатора сприймати різноманітні звукові подразники, інтенсивність яких набагато перевищує порогову, що постійно зустрічаються в повсякденному житті, зокрема звуки розмовної мови. При деяких патологічних змінах в рецепторі хворого вуха, наприклад, при кохлеарному невриті, разом з

пониженням слуху, розвивається підвищена чутливість тільки до гучних звуків, при цьому наростання сприйняття гучності відбувається так швидко, що зрівнюється із здоровим або таким, що краще чує вухом. Цей феномен відомий як феномен прискореного наростання гучності (ФПНГ). Вся надпорогова аудіометрія прямо або побічно виявляє даний феномен, що має велике диференціально-діагностичне значення для визначення рівня враження кохлеарного апарату. Існує більше 30 методик виявлення цього феномену. Загальновизнаними і найбільш поширеними вважають класичні методи Фоулера, Люшера, sisi-тест – індекс чутливості до короткого наростання звуку.

Метод Фоулера або баланс гучності. Визначають поріг чутності при повітряному звукопроведенні на одній з частот в діапазоні 500-4000 Гц. Одночасно в обидва вуха подають звук, посилений над порогом на 10-20 дБ. Якщо обстежуваний одночасно чує обома вухами звук однакової гучності, в даному випадку ФПНГ відсутній. Якщо він чує звук тільки вухом, що гірше чує, зрівнюють гучність, тобто поступово по 5 дБ підсилюють звук, що подається у вухо, що краще чує, до тих пір, поки обстежуваний не почує звук одночасно обома вухами. Вважають, що ФУНГ є в тому випадку, якщо для вирівнювання гучності було потрібно надбавку не менше 10 дБ. Цей тест можна виконувати лише при різному ступені тугоухості на обидва вуха (різниця більше 20-25 дБ) на тих частотах, на яких проводять дослідження. Якщо ступінь тугоухості на обидва вуха однаковий або різниця між ними менше 20-25 дБ, доцільно визначати диференціальний поріг сприйняття сили звуку (ДП по Люшеру).

Диференціальний поріг сприйняття сили звуку по Люшеру. Ця проба також проводиться на частотах 500-4000 Гц при повітряному звукопроведенні по черзі на кожному вусі. Після визначення порогу чутності на одній з вказаних частот збільшують силу звуку над порогом на 40 дБ. Потім за допомогою спеціального модулюючого пристрою, що дозволяє автоматично підсилювати звук у вигляді окремих імпульсів, ще додатково послідовно підсилюють звук на дуже невелику величину (0,2; 0,4; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2... 6,0 дБ).

Диференціальним порогом є та мінімальна величина надбавки інтенсивності модулюючого звуку, при якій обстежуваний відзначає зміну гучності звуку, при цьому він чує вже не однакову гучність звуку, а гучність, що коливається. У практично здорових людей величина диференціального порогу рівна 0,8-2,0 дБ. Така ж величина диференціального порогу наголошується і при порушенні звукопроведення (тимпанальна форма тугоухості). При порушенні звуковосприйняття величина цього порогу менше 0,8 дБ. Це пов'язано з тим, що тут є ФПНГ і потрібна значно менша, ніж в нормі, надбавка сили модулюючого звуку для появи у хворого відчуття зміненої гучності.

Sisi - тест, або індекс чутливості до короткочасних посилень інтенсивності (short increment sensitivity index). На відміну від ДП по Люшеру, при якому встановлюють величину мінімальної зміни сили звуку, за допомогою sisi-теста з'ясовують здатність обстежуваного уловлювати посилення основного тону, що автоматично подається, на 1 дБ. Ці посилення проводяться

з інтервалом 4 с. На прослуховування дається 20 сигналів. Число правильно названих обстежуваним посилень множать на 5 і виражають отримане число у відсотках.

Дослідження ультрависокими звуками по Сагаловічу. Людина, що нормально чує, сприймає ультразвук при кістковому проведенні в діапазоні частот до 20 000 Гц і більш. При різних формах тугоухості, не пов'язаної з поразкою равлика, сприйняття ультразвука зберігається таким же, як в нормі. При поразці равлика сприйняття ультразвука різко порушується і навіть може бути відсутнім.

Дослідження тонами низьких частот. Нижня межа сприйманих частот у осіб з нормальним слухом складає 7-12 Гц. При порушенні звуковосприйняття нижня межа сприйманих частот знаходиться в межах норми або дещо зрушується при значно вираженій тугоухості. При порушенні звукопроведення ця межа зрушується в значно більшій мірі. Цей метод особливо цінний у випадках односторонньої тугоухості або при великій різниці в ступені тугоухості, оскільки звук подається за допомогою повітряних навушників і можливість переслуховування зводиться до мінімуму.

Шумова аудіометрія по Лангенбеку. Метод заснований на використанні маскування шумом. Перевага шумового маскування пояснюється тим, що протягом всього життя звуковий аналізатор людини функціонує в оточенні постійного шумового фону, тому здатність чути в умовах шуму є особливістю звукового аналізатора, а сам шум в певних межах відноситься до звичних чинників дії на нього. Таким чином, застосування шуму при дослідженні слухової функції є цілком фізіологічно обгрунтованим.

Шумова аудіометрія є тональною пороговою аудіометрією, що проводиться на фоні шуму, який подається в досліджуване вухо. У нормі, як і при порушенні звукопроведення, чистий тон сприймається досить добре, не дивлячись на шум. При порушенні звукосприйняття, обумовленому поразкою равлика, наявність шуму значно утрудняє сприйняття чистих тонів. При поразці спірального ганглія або стовбура VIII нерва чисті тони сприймаються лише тоді, коли їх інтенсивність значно перевищує інтенсивність маскуючого шуму. Таким чином, шумова аудіометрія дає можливість не лише провести диференціальну діагностику між тимпанальною формою тугоухості і кохлеарною, але і, що ще важливіше, виявити ретрокохлеарні враження.

5.4. Вестибулярний аппарат людини та методи його діагностики

Вестибулярний апарат виконує функції сприйняття положення тіла, збереження рівноваги. При будь-якій зміні положення тіла (голови) подразнюються рецептори вестибулярного апарату. Імпульси передаються в мозок, від якого до відповідних м’язів надходять сигнали з метою корекції положення тіла і рухів (рис. 3.43).

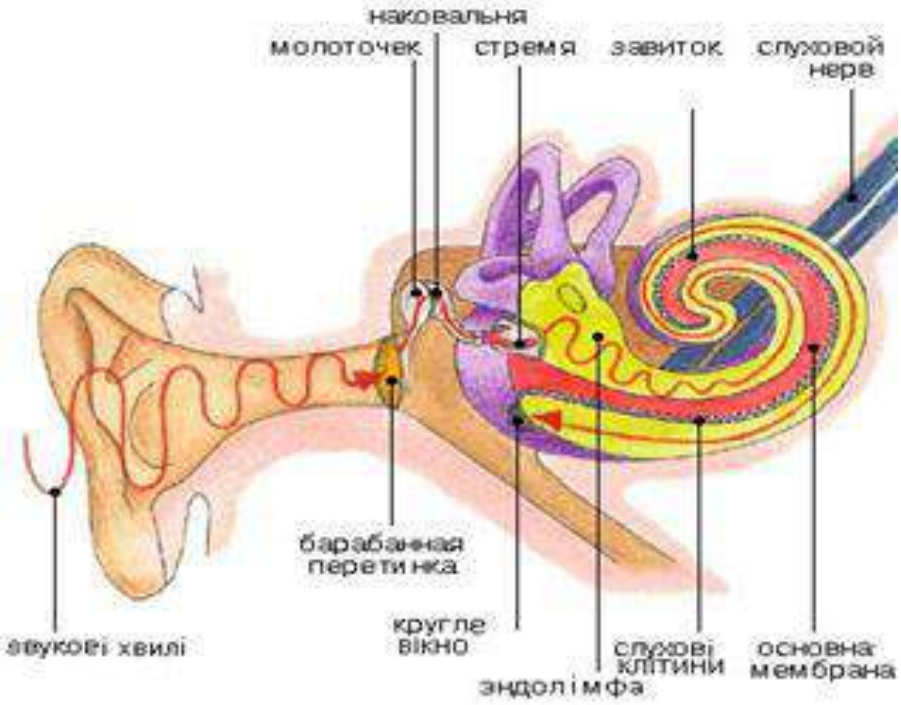


Рис 3.43. Вестибюлярний аналізатор

Вестибулярний апарат складається з:

− переддвер'я;

− півколових каналів, які розташовані в трьох взаємно перпендикулярних площинах, заповнених ендолімфою.

У **кістковому переддвер'ї** є два розширення перетинчастого лабіринту – **мішечки: овальний і круглий**. На внутрішній поверхні мішечків є волоскові клітини, які сприймають положення тіла в просторі і порушення рівноваги. Волоски занурені в драглисту оболонку, яка містить численні вапнякові кристали – отоліти.

В розширеннях **півколових каналів (ампулах)** є по одному кістковому гребінцю. До нього безпосередньо прилягає перетинчастий лабіринт. В ампулах півколових каналів є рецепторні волоскові клітини, які розташовані на вершинах складок, в товщі гребінців. На волоскових клітинах гребінців розташовується желатиноподібний прозорий купол.

При будь-якій дії на рецепторні волоскові клітини в них виникає нервовий імпульс. Збудження передається нервовим клітинам, аксони яких утворюють переддверно-завитковий нерв (VIII пара черепно-мозкових нервів). Волокна нерва ідуть до вестибулярних ядер, які розташовані на дні ромбовидної ямки мозку. Аксони клітин вестибулярних ядер ідуть до ядер мозочка, стовбура головного мозку, таламусу і до кіркових центрів вестибулярного аналізатора (тім'яна, вискові долі).

Орган слуху і рівноваги починає розвиватися з третього тижня ембріонального розвитку. У новонародженої дитини зовнішній слуховий прохід короткий і вузький, барабанна перетинка відносно товстіша. Барабанна порожнина заповнена амніотичною рідиною, яка з часом розсмоктується. Слухова труба у дітей ширша і коротша, ніж у дорослих, що створює особливі умови для попадання мікроорганізмів у порожнину середнього вуха. Внутрішнє

вухо у новонародженого розвинуте добре. Новонароджена дитина реагує на голосні звуки здриганням, зміною дихання, припиненням плачу. Виразним слух у дітей стає на кінець 2-3 місяця після народження.

Вікові особливості вестибюлярного аналізатора

Закладення вестибулярного апарату відбувається одночасно із слуховим у вигляді єдиного слухового міхура. Після розділення слухового міхура на дві частини верхня дає початок утрикулюсу і півколовим каналам, а нижня сакулюсу і равликові. Дослідження збудливості вестибулярного аналізатора в різні періоди нечисленні. Найбільш переконливими даними є зміна хронаксії. Само виникнення і характеристика очного ністагму – важливий показник стану вестибулярної системи і широко використовується в космічній, авіаційній і морській медицині, в клінічній практиці.

Збудливість вестибулярного апарату у дітей менша. Чим старша дитина, тим більша тривалість ністагму, але в порівнянні з дорослими нижча. У старих людей відмічається збільшення порогів, тобто зниження збудливості, що супроводжується збільшенням тривалості суб'єктивних ефектів після обертання (ЧСС, дихання і так далі).

Методи дослідження вестибюлярного аналізатора

Дослідження функцій вестибулярного аналізатора

Обстеження завжди починають із з’ясування скарг і анамнезу життя і захворювання. Найбільш характерні скарги на запаморочення, розлад рівноваги, що виявляється порушенням ходи і координації, нудоту, блювоту, непритомні стани, пітливість, зміна кольору шкірних покривів і так далі. Ці скарги можуть бути постійними або виявлятися періодично, мати швидкоплинний характер або тривати декілька годин або днів. Вони можуть виникати спонтанно, без видимої причини, або під впливом конкретних чинників зовнішнього середовища і організму: у транспорті, оточенні рухомих предметів, при перевтомі, руховому навантаженні, певному положенні голови і так далі.

Зазвичай при вестибулярному генезі скарги визначені. Наприклад, при запамороченні хворий відчуває ілюзорний зсув предметів або свого тіла, при ходьбі такі відчуття ведуть до падіння або похитування. Нерідко хворі називають запамороченням потемніння або появу мушок в очах, особливо при нахилах і при переході з горизонтального положення у вертикальне. Ці явища зазвичай пов'язані з різними враженнями судинної системи, перевтомою, загальним ослабленням організму і ін.

Вестібулометрія включає виявлення спонтанної симптоматики, проведення і оцінку вестибулярних проб, аналіз і узагальнення отриманих даних. До спонтанних вестибулярних симптомів відносяться спонтанний ністагм, зміна тонусу м'язів кінцівок, порушення ходи.

Спонтанний ністагм. Хворого досліджують в положенні сидячи або в положенні лежачи на спині, при цьому випробовуваний стежить за пальцем

лікаря, віддаленим від очей на відстань 60 см; палець переміщається послідовно в горизонтальній, вертикальній і діагональній площинах. Відведення очей не повинне перевищувати 40-45°, оскільки перенапруження очних м'язів може супроводжуватися сіпанням очних яблук. При спостереженні ністагму доцільно використовувати окуляри великого збільшення (+20 діоптрій) для усунення впливу фіксації погляду. Оториноларингологи використовують для цієї мети спеціальні окуляри Френцеля або Бартельса; ще чіткіше спонтанний ністагм виявляється при електроністагмографії.

При обстеженні хворого в положенні лежачи на спині голові і тулубу додають різне положення, при цьому у деяких хворих спостерігають появу ністагму, що позначається як позиційний ністагм (ністагм положення). Позиційний ністагм може мати центральний генез, у ряді випадків його пов'язують з порушенням функції отолітових рецепторів, від яких відриваються найдрібніші частинки і потрапляють в ампули півкруглих каналів з патологічною імпульсацією від шийних рецепторів.

У клініці ністагм характеризують по площині (горизонтальний, сагітальний, ротаторний), по напряму (управо, вліво, вгору, вниз), по силі (I, II або III ступені), по швидкості коливальних циклів (живий, млявий), по амплітуді (дрібно-, середньо- або крупноразмашистий), по ритму (ритмічний або дизритмичний), по тривалості (у секундах).

Тонічні реакції відхилення рук. Їх досліджують при виконанні вказівних проб (пальценосової, пальце-пальцевої), проби Фішера-Водака.

Вказівні проби. При виконанні пальценосової проби випробовуваний розводить в сторони руки і спочатку при відкритих, а потім при закритих очах намагається доторкнутися вказівними пальцями однієї а потім іншої руки до кінчика свого носа. При нормальному стані вестибулярного аналізатора він без утруднень виконує завдання. Подразнення одного з лабіринтів приводить до промахуванння обома руками в протилежний бік (у бік повільного компоненту ністагму). При локалізації враження в задній черепній ямці (наприклад, при патології мозочка) хворого промахується однією рукою (на стороні захворювання) в «хвору» сторону.

При пальце-пальцевій пробі досліджуваний по черзі правою і лівою рукою повинен потрапити вказівним пальцем у вказівний палець лікаря, розташований перед ним на відстані витягнутої руки. Проба виконується спочатку з відкритими, потім із закритими очима. У нормі випробовуваний упевнено потрапляє в палець лікаря обома руками як з розплющеними, так і із закритими очима.

Проба Фішера-Водака. Виконується випробовуваним сидячи із закритими очима і з витягнутими вперед руками. Вказівні пальці витягнуті, інші стиснуті в кулак. Лікар розташовує свої вказівні пальці напроти вказівних пальців пацієнта і в безпосередній близькості від них і спостерігає за відхиленням рук випробовуваного. У здорової людини відхилення рук не спостерігається, при враженні лабіринту обидві руки відхиляються у бік повільного компоненту ністагму (тобто у бік того лабіринту, імпульсація від якого понижена).

Дослідження стійкості в позі Ромберга. Обстежуваний стоїть, зближує ступні, щоб їх носки і п'яти стикалися, руки витягнуті вперед на рівні грудей, пальці рук розсунені, очі закриті. У такому положенні пацієнта слід підстрахувати, щоб він не впав. При порушенні функції лабіринту хворий відхилятиметься убік, протилежний ністагму. Слід врахувати, що і при патології мозочка може бути відхилення тулуба у бік враження, тому дослідження в позі Ромберга доповнюється поворотами голови обстежуваного управо і вліво При враженні лабіринту ці повороти супроводжуються зміною напряму падіння, при враженні мозочка напрям відхилення залишається незмінним і не залежить від повороту голови.

Хода по прямій лінії і флангова:

- при дослідженні ходи по прямій лінії хворий із закритими очима робить п'ять кроків вперед і потім, не повертаючись, 5 кроків назад. При порушенні функції вестибулярного аналізатора пацієнт відхиляється від прямої лінії убік, протилежний ністагму, при розладах мозочків – у бік вараження;
- флангову ходу досліджують таким чином. Обстежуваний відставляє управо праву ногу, потім приставляє ліву і робить таким чином 5 кроків, а потім аналогічно робить 5 кроків в ліву сторону. При порушенні вестибулярної функції обстежуваний флангову ходу добре виконує в обидві сторони, при порушенні функції мозочка не може виконати її у бік ураженої частки мозочка.
- для диференціальної діагностики враження мозочка і вестибулярного апарату виконують пробу на адіадохокінез. Обстежуваний виконує її із закритими очима, витягнутими вперед обома руками проводить швидку зміну пронації і супінації. Адіадохокінез – різке відставання руки на «хворій» стороні при порушенні функції мозочка.

Вестибулярні проби

Вестибулярні проби дозволяють визначити не лише наявність порушень функції аналізатора, але і дати якісну і кількісну характеристику їх особливостям. Суть цих проб полягає в збудженні вестибулярних рецепторів за допомогою адекватних або неадекватних дозованих дій.

Так, для ампулярних рецепторів адекватним подразником є кутові прискорення, для цього застосовується дозована кругова проба на кріслі, що обертається. Неадекватним подразником для тих же рецепторів є дія дозованим калоричним стимулом, коли вливання в зовнішній слуховий прохід води різної температури приводить до охолодження або нагрівання рідких середовищ внутрішнього вуха і це викликає за законом конвекції переміщення ендолімфи в горизонтальному півкруглому каналі, що знаходиться щонайближче до середнього вуха. Також неадекватним подразником для вестибулярних рецепторів є дія гальванічного струму.

Для отолітових рецепторів адекватним подразником є прямолінійне прискорення в горизонтальній і вертикальній площинах при виконанні проби на чотирьохштангових гойдалках.

Обертальна проба. Обстежуваного усаджують в крісло Барані так, щоб спина його щільно прилягала до спинки крісла, ноги розташовувалися на підставці, а руки – на підлокітниках. Голова досліджуваного нахиляється вперед і вниз на 30°, очі повинні бути закриті. Обертання проводять рівномірно із швидкістю 1/2 обороту (або 180°) в секунду, всього 10 оборотів за 20 с. Спочатку обертання тіло людини зазнає позитивного прискорення, в кінці - негативного. При обертанні за годинниковою стрілкою після зупинки потік ендолімфи в горизонтальних півколових каналах продовжуватиметься управо; отже, повільний компонент ністагму також буде управо, а напрям ністагму (швидкий компонент) - вліво. При русі управо у момент зупинки крісла в правому вусі рух ендолімфи буде ампулофугальним, тобто від ампули, а в лівому – ампулопетальним. Отже, післяобертовий ністагм і інші вестибулярні реакції (сенсорні і вегетативні) будуть обумовлені подразненням лівого лабіринту, а післяобертова реакція від правого вуха – спостерігатися при обертанні проти годинникової стрілки, тобто вліво. Після зупинки крісла починають відлік часу. Досліджуваний фіксує погляд на пальці лікаря, при цьому визначають ступінь ністагму, потім визначають характер амплітуди і активність ністагму, його тривалість при положенні очей у бік швидкого компоненту.

Якщо вивчається функціональний стан рецепторів передніх (фронтальних) півколових каналів, то досліджуваний сидить в кріслі Барані з головою, запрокинутою назад на 60°, якщо вивчається функція задніх (сагітальних) каналів, голова нахиляється на 90° до протилежного плеча.

У нормі тривалість ністагму при дослідженні латеральних (горизонтальних) півкруглих каналів рівна 25-35 с, при дослідженні задніх і передніх каналів – 10-15 с. Характер ністагму при подразненні латеральних каналів – горизонтальний, передніх – ротаторний, задніх – вертикальний; по амплітуді він дрібно- або средньорозмашистий, I-II ступеня, швидко затухаючий.

Калорична проба. Під час цієї проби досягається слабше, ніж при обертанні, штучне подразнення лабіринту, в основному рецепторів латерального півколового каналу. Важливою перевагою калоричної проби є можливість подразнення ізольовано ампулярних рецепторів одного боку.

Перед виконанням водної калоричної проби слід переконатися у відсутності сухої перфорації в барабанній перетинці досліджуваного вуха, оскільки попадання води в барабанну порожнину може викликати загострення хронічного запального процесу. В цьому випадку може бути проведена повітряна калоризація.

Калорична проба виконується таким чином. Лікар набирає в шприц Жані 100 мл води температурою 20 °С (при тепловій калоричній пробі температура води рівна +42 °С). Випробовуваний сидить з відхиленою назад на 60° головою, при цьому латеральний півколовий канал розташовується вертикально. Вливають в зовнішній слуховий прохід 100 мл води за 10 с, направляючи струмінь води по його задневерхній стінці. Визначають час від моменту закінчення вливання води у вухо до появи ністагму – це латентний період в нормі рівний 25-30 с, потім реєструється тривалість ністагменної

реакції, рівна в нормі 50-70 с. Характеристику ністагму після калоризації дають по тих же параметрах, що і після обертальної проби. При холодовій дії ністагм (його швидкий компонент) направлений в протилежну випробовуваному вуху сторону, при тепловій калоризації – у бік подразнюваного вуха.

Пневматична (фістульна) проба. Її проводять для виявлення свища в ділянці лабіринтової стінки (найчастіше в ділянці ампули латерального півколового каналу) у хворих хронічним гнійним середнім отитом. Пробу проводять згущуванням і розрідженням повітря в зовнішньому слуховому проході, або тиском на козелок, або за допомогою гумової груші. Якщо у відповідь на згущування повітря виникають ністагм і інші вестибулярні реакції, то пневматичну пробу оцінюють як позитивну. Це свідчить про наявність свища. Слід врахувати, проте, що негативна проба не дозволяє з повною упевненістю заперечувати наявність свища.

Дослідження функції отолітового апарату. Його проводять в основному при професійному відборі, в клінічній практиці методи прямої і непрямої отолітометрії широкого розповсюдження не отримали. З урахуванням взаємозалежності і взаємовпливу отолітового і купулярного відділів аналізатора В. І. Воячек запропонував методику, названу їм «подвійний досвід з обертанням» і відомий в літературі як «Отолітова реакція по Воячеку».

Отолітова реакція (ОР). Досліджуваний сидить в кріслі Барані і нахиляє голову разом з тулубом на 90° вперед і вниз. У такому положенні його обертають 5 разів протягом 10 с, потім крісло зупиняють і чекають 5 с, після чого пропонують розплющити очі і випрямитися. У цей момент наступає реакція у вигляді нахилу тулуба і голови убік. Функціональний стан отолітового апарату оцінюється по градусах відхилення голови і тулуба від середньої лінії у бік останнього обертання. Враховується також вираженість вегетативних реакцій.

Так, відхилення на кут від 0 до 5° оцінюється як I ступінь реакції (слабка); відхилення на 5-30° – II ступінь (середньої сили). Нарешті, відхилення на кут більш 30° – III ступінь (сильна), коли обстежуваний втрачає рівновагу і падає. Кут рефлекторного нахилу в цій реакції залежить від ступеня впливу отолітового подразнення при випрямлянні тулуба на функцію передніх півкруглих каналів. Крім соматичної реакції, в цьому досліді враховують вегетативні реакції, які можуть бути також трьох ступенів: I ступінь – побліднінння обличчя, зміна пульсу; II ступінь (середній) – холодний піт, нудота; III ступінь – зміна в серцевій і дихальній діяльності, блювота, непритомність. Дослід подвійного обертання широко застосовують при обстеженні здорових людей з метою професійного відбору.

При відборі в авіації, космонавтиці для дослідження чутливості обстежуваного до кумуляції вестибулярного подразнення широкого поширення набула запропонована К. Л. Хіловим методика загойдування на чотириштангових гойдалках. Майданчик гойдалок здійснює коливання не як звичайні гойдалки – по дузі, а залишається постійно паралельною підлозі. Випробовуваний знаходиться на майданчику гойдалок лежачи на спині або на боці, за допомогою методики електроокулографії реєструють тонічні рухи очей. Модифікація методу з використанням невеликих дозованих по амплітуді

гойдань і реєстрацією компенсаторних рухів очей отримала назву «Пряма отолітометрія».

Стабілометрія. Серед об’єктивних методів оцінки статичної рівноваги все більшого поширення набуває метод стабілометрії, або постурографії (posture – поза). Метод заснований на реєстрації коливань центру тяжіння тіла досліджуваного, встановленого на спеціальній стабілометричній платформі. Коливання тіла реєструють роздільно в сагітальній та фронтальній площинах, розраховують цілий ряд показників, що об'єктивно відображують функціональний стан системи рівноваги. Результати обробляються і узагальнюються за допомогою комп’ютера. У поєднанні з набором функціональних проб комп'ютерна стабілометрія є високочуттєвим методом і використовується для виявлення вестибулярних розладів на найранішій стадії, коли суб’єктивно вони ще не виявляються.

Стабілометрія знаходить застосування в диференціальній діагностиці захворювань, що супроводжуються розладом рівноваги. Наприклад, функціональна проба з поворотом голови дозволяє на ранній стадії диференціювати розлади, обумовлені враженням внутрішнього вуха. Метод дає можливість контролювати динаміку розвитку патологічного процесу при розладі функції рівноваги, об’єктивно оцінювати результати лікування.

Дослідженя статичної рівноваги

Досліджуваного ставлять на фоні вертикальної лінії із зімкнутими п’ятками і носками та витягнутими вперед руками. Очі мають бути заплющеними. Відмічають відхилення тулуба від вертикальної лінії (у який бік, на скільки сантиметрів).

”Крокуючий” тест

Для його проведення на підлозі на спеціальному клейончастому килимку малюють три концентричні кола діаметром 25, 50, 100 см. Кола ділять на 8 секторів по 45^{o} кожний.

Досліджуваний стає у центр кола спиною до світла і під власну лічбу робить 50 кроків на місці з заплющеними очима, високо піднімаючи ноги. Коли зупиниться, оцінюють ступінь його повороту навколо власної осі, який в нормі не перевищує 45^{0}. Лінійне зміщення вперед допустимо до позначки 100 см.

Дослідження динамічної рівноваги

На підлозі проводять дві паралельні лінії на відстані 20 см. одна від одної. Лінія довжиною 5 м. закінчується з обох боків стартово-фінішним прямокутником 30 на 40 см.

Досліджуваному пропонують пройти по розмічених лініях смуги спершу з відкритими, а потім з закритими очима – вперед і назад. Відхилення не має перевищувати 15 см.

5.5. Шкірний аналізатор та пропріорецептивна чутливість

Будова шкірного та м'язового аналізаторів

Шкірний аналізатор відіграє безумовно виняткову роль у житті людини, особливо при його взаємодії із зоровим і слуховим аналізаторами при формуванні в людини цілісного сприймання навколишнього світу. Перед усім це стосується трудової діяльності людини. При втраті зору і слуху людина за допомогою тактильного аналізатора за рахунок тренування і різноманітних технічних пристосувань може "читати", "чути", тобто діяти і бути корисним суспільству. Тактильною чутливістю людина зобов`язана функціонуванню механорецепторів шкірного аналізатора.

Шкіра покриває зовнішню поверхню тіла, складається з епідермісу – поверхневого шару та глибокого шару – власне шкіри, або дерми. Під шкірою лежить шар підшкірної основи. Загальна площа шкіри дорослої людини – 1,5-2,0 $м^2$.

Рецептори шкіри. Організм контактує з навколишнім середовищем за допомогою рецепторів. Рецептори поділяються на два типи: зовнішні, або екстерорецептори, які локалізуються на поверхні тіла – в шкірі, слизових оболонках рота, носа, в органах зору, слуху та ін.; внутрішні, або інтерорецептори, які лежать в оболонках внутрішніх органів. Як зовнішні, так і внутрішні рецептори є початковою ланкою центральної нервової системи, яка, отримавши сигнал, відповідним чином реагує на нього.

Екстерорецептори розміщені на поверхні тіла в шкірі, вони поділяються на дві групи. До першої групи належать контактні рецептори: больові, температурні, дотику, тиску, тепла, холоду. З цими рецепторами подразник стикається безпосередньо. До другої групи належать просторові рецептори, органи зору, слуху та нюху, за допомогою яких сприймаються подразнення з простору, тобто з певної відстані.

Інтерорецептори також поділяються на дві групи: на пропріорецептори й вісцерорецептори. До пропріорецепторів належать рецептори м'язів, сухожилків, фасцій і суглобових сумок, а також рецептори присінково-завиткового апарата. Вісцерорецептори містяться у внутрішніх органах. Шкірні рецептори являють собою нервові закінчення, які утворюють густі сітки під епідермісом. Вважають, що нервові закінчення, вільні від мієліну, є рецепторами больового відчуття. Рецептори дотику – дотикові меніски (тільця Мейсснера), що містяться в сосочках шкіри у вигляді спірального волоконця. Дотиковими рецепторами служать і волосяні мішечки. Тиск сприймають пластичні тільця (тільця Фатера – Пачіні), які складаються з зовнішньої та внутрішньої капсул, де містяться кінцеві розгалуження нерва. Холод сприймають колби Краузе, побудовані з капсули, всередині якої міститься корзинчасте сплетення нервів. Тепло сприймають тільця Руффіні, вони нагадують веретеноподібне сплетення, яке лежить під епідермісом.

У шкірі і зв'язаних з нею структурах розміщуються механо-, терморецептори і рецептори болю. Вони не зібрані в окремі органи чуттів, а розсіяні по всій шкірі. Густота розташування шкірних рецепторів не скрізь однакова. Механорецепція (дотик) має ряд властивостей, зокрема відчуття

тиску, дотику, вібрації і лоскотання. Гадають, що кожен вид відчуття має свої рецептори. У шкірі вони розташовані на різній глибині і у різних її структурних утворах. Більшість рецепторів є вільними нервовими закінченнями чутливих нервів. Частина їх міститься у різного роду капсулах (Рис. 3.44).

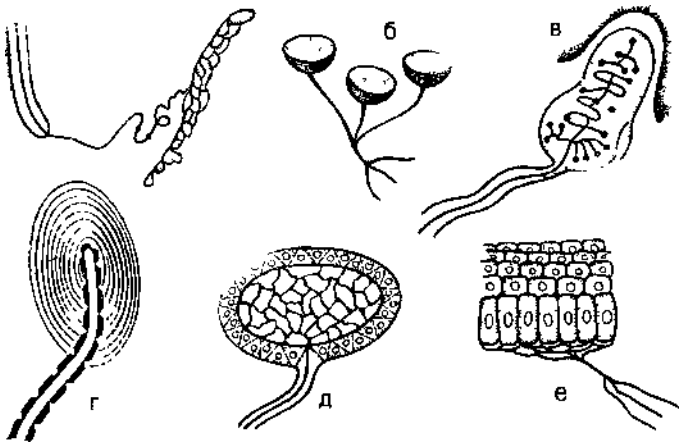


Рис. 3.44. Рецептори шкірної чутливості: а - тільця Руфіні, б - диски Меркеля, в - тільця Мейснера, г - тільця Пачіні, д - луковиця Краузе, е – вільне нервове закінчення

Тільця Мейснера є датчиками швидкості – подразнення сприймається під час руху об’єкту. Розташовані вони у позбавленій волосяного покриву шкірі (на пальцях, долонях, губах, язику, статевих органах, сосках грудей). Швидкість сприймають також вільні нервові закінчення, що лежать навколо волосяних цибулин.

Диски Меркеля сприймають інтенсивність (силу) тиску. Вони є у вкритій волоссям і позбавленій волосяного покриву шкірі.

Тільця Пачіні – рецептори тиску й вібрації. Вони виявлені не тільки у шкірі, але й у сухожиллі, зв'язках, брижі.

Усі названі утвори є закінченням дендритів мієлінових волокон групи Ар, швидкість проведення збудження у яких становить 30-70 м/с. Поряд з ними у кожному нерві можна виявити і немієлінізовані волокна. У деяких нервах вони становлять близько 50%. Частина їх передає імпульси від терморецепторів, інші – реагують на слабкі тактильні стимули, але більшість волокон належить до ноцирецепторів, що сприймають біль. Точність локалізації відчуття у тактильних рецепторах вказаної групи невелика, як і швидкість проведення імпульсів нервами, що відходять. Вони сигналізують про слабкі механічні стимули. Гадають, що тактильні рецептори разом із ноцирецепторами грають значну роль у зародженні відчуття лоскотання.

М’язові рецептори (рис. 3.45) зв’язані з безліччю рефлекторних реакцій, які забезпечують те чи інше положення тіла в просторі.

До м’язових рецепторів належать тільця Фатера–Пачіні, голі нервові закінчення, тільця Гольджі, м’язові веретена. Тільця Фатера–Пачіні містяться в сухожилках, суглобових сумках, фасціях, періості. Тільця Гольджі (цибулиноподібні тільця) являють собою заповнену лімфою капсулу, в яку заходять сухожильні волокна, оточені оголеними нервовими волоконцями. При напруженні сухожилка рецептор збуджується. М'язові веретена — це

посмуговані волокна завдовжки 1–4 мм, оточені капсулою, яка заповнена лімфою. В капсулі міститься від 3 до 13 волоконець. М’язові веретена відповідають і на розтягнення, й на скорочення м'язів, тому що мають подвійну іннервацію: еферентну й аферентну.

Кількість рецепторів у різних частинах шкіри різна. Так, на 10 мм^2 шкіри гомілки в середньому припадає один, а в ділянці голови – 30, тоді як на подушечках пальців їх 230.

Терморецептори. У шкірі розміщені також терморецептори. Крім шкіри, вони є у різних відділах ЦНС. Терморецептори беруть участь у регуляції теплообміну організму. Розрізняють два типи терморецепторів – холодові й теплові. До них із деяким застереженням можна зарахувати також терморецептори, які дають відчуття болю при дії дуже низької або дуже високої температури.

Холодові рецептори лежать більш поверхнево у епідермісі і зразу під ним, а теплові − у верхніх і середніх шарах власне шкіри. Терморецепцію здійснюють вільні нервові закінчення. Розрізняють власне теплові рецептори і неспецифічні, що збуджуються під час охолодження і тиску. Площа поля терморецеп горів становить близько 1 мм.

Механізм стимуляції терморецепторів пов’язаний із змінами метаболізму залежно від дії відповідної температури (зміна температури на 10 °С у 2 рази зумовлює зміну швидкості ферментативних реакцій).

Під час тривалої дії температурного подразника терморецептори адаптуються, тобто чутливість у них поступово знижується. Тому, якщо охолодження відбувається повільно, обмороження можна й не помітити.

Висхідні шляхи від терморецепторів спрямовані у ретикулярну формацію стовбура мозку або у вентробазальний комплекс таламуса. З таламуса вони можуть іти в соматосенсорні зони кори великого мозку.

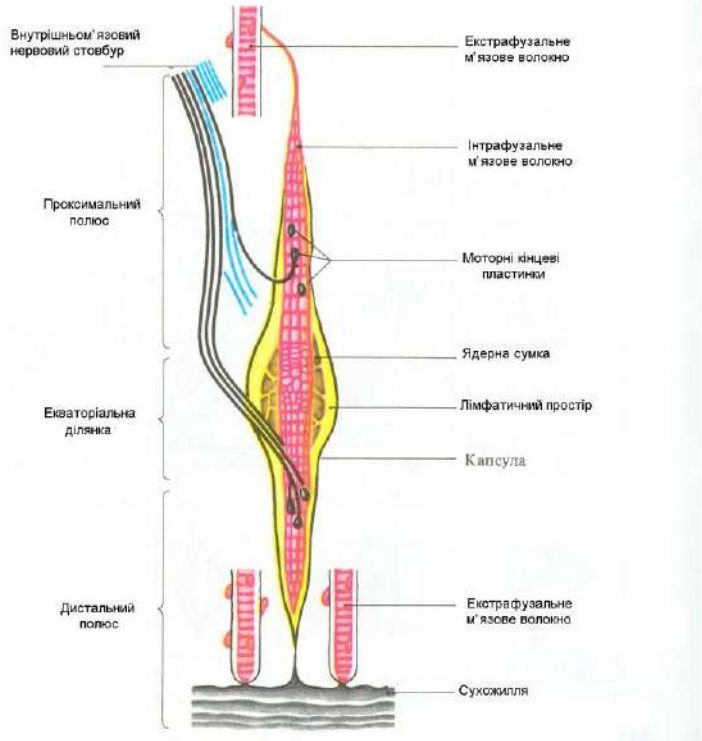


Рис. 3.45. Рецептори м’язів:

Пропріорецептори. До сприйняття стану окремих частин тіла причетні її пропріорецептори – м’язові веретена, сухожильні органи і суглобні рецептори.

За допомогою їх без участі зору можна досить точно визначити положення окремих частин тіла у просторі.

Пропріорецептори беруть участь в усвідомленні напрямку й швидкості руху кінцівок. За функцією вони нагадують рецептори вестибулярного аналізатора. Поряд із механо- і терморецепгорами шкіри пропріорецептори дозволяють правильно оцінити не тільки положення окремих частин тіла, а й побудувати тривимірний чуттєвий світ. Головним джерелом інформації при цьому служить рука, якщо вона рухається, дотикаючись до предмета і обмацуючи його. Наприклад, як можна без руху і обмацування виявити такі якості, як рідкий, клейкий, твердий, еластичний, гладенький тощо.

Методи дослідження шкірної чутливості

Естезіометрія. Визначення просторового порогу тактильної чутливості.

Вікові особливості шкірної чутливості.

Частота розташування відчутних точок (шкірних рецепторів) і поріг дискримінації різні на різних ділянках шкірної поверхні тіла. За кількістю відчутних точок, що припадають на одиницю поверхні, різні ділянки шкіри розташовуються в такому порядку спадання: губи, подушечки пальців рук, ніс, лоб, передпліччя, шия, спина. Це пов’язано з різним ступенем значущості зазначених ділянок тіла у людини. Це чітко відбивається і в ступені соматосенсорних представництв різних ділянок тіла в постцентральній звивині кори головного мозку.

Порогом дискримінації називається та найменша відстань між двома подразливими точками поверхні шкіри, при якому два подразнення сприймаються як роздільні.

Чим менше ця відстань, тим менший поріг подразнення і тим більша чутливість. Найбільший поріг дискримінації на шкірі спини від 40 до 70 мм, дещо менше він для шкіри плеча та передпліччя (25-40 мм). Ще менше він для шкіри чола (20-25 мм). Далі для кінчика носа він становить лише 6 - 7 мм, для подушечок пальців рук - 2 мм і для кінчика язика поріг дискримінації самий мінімальний – 1 мм (Рис. 3.46).

Експериментатори працюють парами (досліджувач і досліджуваний). Перед початком досліду досліджуваний закриває очі або відвертається від досліджувача. Досліджувач бере естезіометр Вебера, зрушує ніжки циркуля і торкається голками до шкіри досліджуваного. При цьому він запитує його, скільки дотиків той відчуває. Якщо досліджуваний відповідає, що відчуває один дотик, то випробувач розсовує ніжки циркуля рівно на 1 мм і знову доторкається ним до того ж місцю (наприклад, до шкіри плеча). Якщо знову піддослідний відповів, що відчуває один дотик ніжки циркуля розсуваються ще на 1 мм. І так до тих пір, поки досліджуваний чітко не відчує два дотики (при цьому стежте, щоб ніжки циркуля торкалися до шкірі одночасно з однаковим тиском). Та відстань між ніжками циркуля, при якому досліджуваний вперше відчув два дотики і буде порогом дискримінації для тієї чи іншої ділянки шкіри.

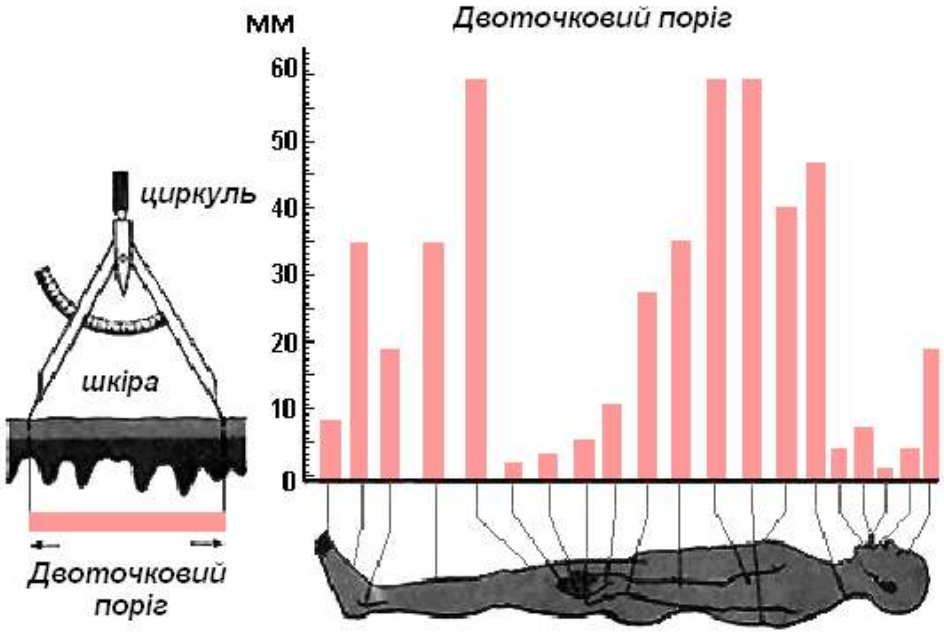


Рис. 3.46. Поріг дискримінації тіла людини на різних ділянках

Визначають поріг дискримінації для ділянок шкіри: плече, передпліччя, тильна сторона кисті, долоня, тильна частина середнього пальця руки, подушечка середнього пальця, лоб, щока, підборіддя, ніс, губи і язик.

Виявлення тактильних, теплових, холодових і больових точок шкіри

На тильній поверхні кисті і променевозап'ястного суглоба досліджувач малює квадрат, сторона якого 1 см, потім за допомогою набору Фрея, нагрітою і охолодженою шпильковими голівками знаходить кількість тактильних, теплових і холодових точок, а вістрям голки знаходять і відмічають больові точки (ноцирецептори).

Підраховують частоту розміщення теплових, холодових, тактильних і больових точок на 1см^2 поверхні шкіри.

Виявлення температурної адаптації шкіряних рецепторів

Досліджуваному опускають праву руку в посудину №1 (температура води 10-15^{0}С), а ліву – в посудину №3 (температура води 40 – 45^{0}С). Через 1-2 хвилини переносять обидві руки в посудину №2 (температура води 25–30 ^{0}С). Відмічають різницю у сприйнятті цієї температури правою і лівою руками.

Дослід Аристотеля.

Досліджувач кладе на стіл кульку, а досліджуваний доторкається до неї сусідніми ділянками шкіри кінцевих фаланг вказівного і середнього пальців і катає її по столу. Перехрещує обидва пальці; доторкається до кульки так, щоб вона виявився між перехрещеними пальцями, і знову катає її по столу. В першому випадку буде відчуття однієї кульки, у другому – двох.

Перехрещеними пальцями доторкаються до кінчика носа – будете відчувати два кінчика носа.

Руховий (пропріорецептивний, або суглобово-м'язовий) **аналізатор** сигналізує в ЦНС кожен момент руху, положення і напругу всіх складових частин організму, що беруть участь в русі. При регулярних заняттях активними фізичними вправами кора головного мозку через пластичність її діяльності

впливає на функціональні зміни, направляючи реакцію систем і координуючи їх діяльність: команда і показ вправ сприймаються слуховим і зоровим аналізаторами, це подразнення переходить на кінестезичні (рухові) клітини, що і викликає необхідний рух.

При визначенні точності відтворення заданих рухів в просторі використовують кінематометр. Для оцінки функціонального стану рухового аналізатора досліджується пропріорецептивна чутливість. За допомогою кінематометра визначається точність відтворення заданих рухів в просторі. Дослідження полягає в тому, що спортсмен змінює до певного кута положення кінцівки, на якій укріплений кінематометр, а потім через 10 с повторює даний рух − спочатку за участю зору, потім − із закритими очима. Точність відтворення залежить від тренування. Руховий аналізатор відіграє велику роль в таких видах спорту, як акробатика, стрибки у воду, спортивна гімнастика, батут, стрибки на лижах і ін. Шкірний аналізатор досліджується шляхом визначення больової, температурної і тактильної чутливості на симетричних ділянках тіла.

Пропріорецептивна чутливість досліджується кутоміром. Спортсмен в початковому положенні стоячи піднімає руку убік і згинає її під кутом 90°, а потім повторно згинає ліктьовий суглоб до певного кута, контролюючи рух поглядом. Зазвичай вибирають три положення — гострий (до 90°), прямий (90°) і тупий кут (більше 90°). Потім цей тест повторюють 6—8 разів, але вже без зорового контролю. Нормальною вважається така пропріорецептивна чутливість, коли помилка не перевищує 10°. Якщо помилка перевищує цю величину, пропріорецептивна чутливість оцінюється як низька. Тест застосовується в акробатиці, спортивній гімнастиці, стрибках у воду, фігурному катанні, стрибках на батуті і ін., де необхідно фіксувати різні положення (пози) частин тіла без зорового контролю.

5.6. Смаковий та нюховий аналізатори. Дослідження смакової й нюхової рецепції

Анатомо-фізіологічна характеристика смакової рецепції

Смакові рецептори відіграють важливу роль в житті організму, визначаючи разом з нюховими рецепторами харчові поведінкові акти. Збудження смакових рецепторів приводить до рефлекторного виділення травних секретів (рис. 3.47).

Рецептори смаку представлені *смаковими цибулинами*. Це утворення овальної форми, в яких містяться рецепторні (смакові) клітки. Вершина смакової цибулини відкривається в смакову *ямку,* заповнену аморфною речовиною. Смакові клітини несуть на апікальному кінці численні тонкі вирости - мікровіли, занурені в рідину смакової ямки. Мікровіллям рецепторних кліток надають основне значення в сприйнятті смакового подразнення, оскільки припускають, що їх мембрана містить специфічні "рецепторні білки".

Механізм збудження смакової клітки полягає в адсорбції смакової речовини на активних центрах рецепторної мембрани. Інтенсивність смакової

реакції залежить від кількості молекул подразника і числа відповідних йому активних центрів. Смакова стимуляція веде до конформаційних перебудов молекул активних центрів і, як наслідок цього, зміні іонної проникності мембрани і розвитку рецепторного потенціалу.

Іннервація смакової області проходить у складі VII, IX і X пари черепномозкових нервів.

Смакові цибулини зосереджені в різного типу смакових цибулинах язика, ротової порожнини, глотки і стравоходу. Показано, що приблизно 25-30% сосочків чутливі до одного з 4 основних смакових стимулів (солодкого, кислого, солоного або гіркого), останні – до двох, трьох або навіть чотирьох стимулів.

Різні ділянки язика володіють неоднаковою здатністю сприймати ці смакові подразнення. Так, кінчик язика найбільш чутливий до солодкого, його краї – до кислого і солоного, корінь – до гіркого. Середня частина спинки язика володіє дуже низькою чутливістю по відношенню до всіх смакових подразнень (рис. 3.47).

Діти реагують на всі чотири смакові якості, (солодке, солоне, кисле і гірке), але не всі види смакової чутливості з'являються одночасно. Раніше з'являється чутливість до солодкого, потім послідовно до кислого, солоного і гіркого. Смакова чутливість у дітей раннього віку знижена. З віком смакова чутливість підвищується.

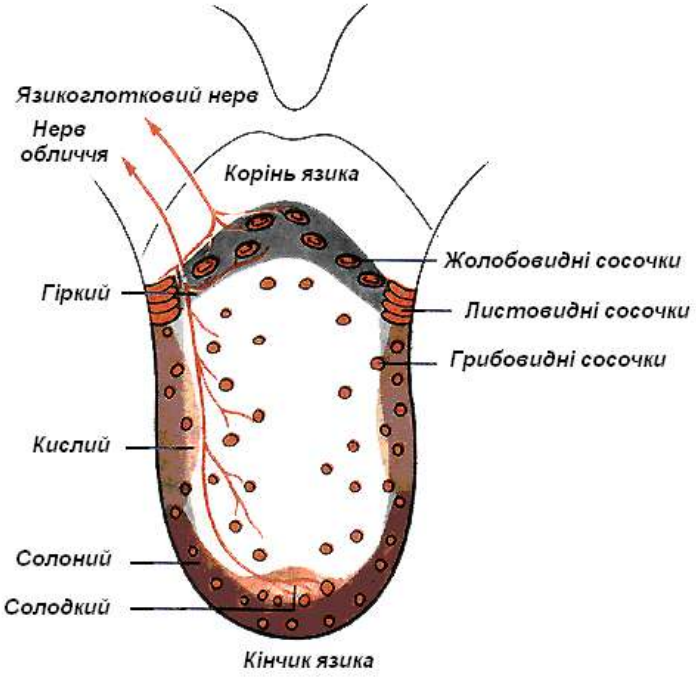


Рис. 3.47. Локалізація смакових зон язика

Дослідження смакової рецепції

Мета роботи: Визначити чутливість окремих ділянок язика до різних смакових подразників.

Прилади і матеріали: 1%-й розчин солянокислого хініну (гірке), 2%-й розчин лимонної кислоти (кисле), 10%-й розчин хлориду натрію (солоне), 40%-

й розчин сахарози (солодке), штатив з бюксами, скляні палички, стакан з дистильованою водою, порожній стакан.

Хід роботи:

Досліджувачі працюють парами (випробувач і випробовуваний). Випробувач по черзі на різні ділянки язика (кінчик, краї, середню частину спинки, корінь) випробовуваного наносить скляною паличкою крапельки розчину хініну, цукру, куховарської солі і лимонної кислоти. Випробовуваний не повинен знати заздалегідь, який розчин наноситься йому на ту або іншу ділянку язика. Завдання випробовуваного рис. 3.47 визначити смак розчину.

Після кожного нанесення того або іншого розчину випробовуваний повинен прополоскати рот дистильованою водою.

На основі відповідей випробовуваного складіть карту смакової рецепції мови, використавши при цьому спеціальні значки. Наприклад, хрестик – солодкий смак, ромб – гіркий, кружечок – кислий, квадратик – солоний.

Анатомо-фізіологічна характеристика нюхової рецепції

Нюховий аналізатор. Орган нюху розташований у верхньому носовому ході в районі горизонтальної пластинки решітчастої кістки. Рецепторна ділянка (нюховий епітелій) займає 250-500 кв.мм. Тут є три типи клітин: рецепторні, підтримуючі та базальні. Підтримуючі (опорні) клітини лежать між нюховими і розділяють їх. Вони мають короткі війки і мають ознаки секреції. Базальні клітини розташовані глибше, на базальній мембрані, оточують пучки аксонів рецепторних клітин. Ще глибше, під базальною мембраною, є залозисті клітини.

Нюхові рецепторні клітини мають довгі центральні і короткі периферичні відростки. Кількість нюхових клітин у людини близько 40 млн. (У "нюхаючих" тварин до 200 млн.). Дендрит (периферичний відросток) нюхової клітини закінчується потовщенням (нюхова булава), на вершині якої є по 10-12 рухливих нюхових війок.

Центральні відростки – аксони – збираються у нюхові нитки (20-40). Вони проходять у череп крізь решітчасту кістку до нюхової цибулини (другі нейроцити). Їх аксони утворюють нюховий тракт і ідуть до нюхового трикутника. Нюхові цибулини, тракти і трикутники разом з передньою продирявленою речовиною складають периферичний відділ нюхового мозку (rhinencephalon). До центрального відділу нюхового мозку відносяться склепінчаста звивина (gyrus fornicatus) з крючком (uncus), гіпокамп (hippocampus) та деякі інші пограничні з ним утвори.

Методи дослідження показників нюху

Гострота нюху характеризується порогом відчуття, тобто мінімальною кількістю пахучих речовин, які здібні викликати відчуття запаху. Для вимірювання гостроти запаху запропоновані спеціальні прилади (ольфантометри – рис. 3.48). В наших клініках і лабораторіях часто використовують модифіцированій прилад Ельберга-Леві. Цей прилад складається із ширфогорної склянки ємністю біля 500 см^3, в яку поміщають пахучу речовину в рідкому або твердому стані. Крізь резинову трубку, яка закриває горло склянки, проходять дві трубки – скляна і металева. У зігнутій

під прямим кутом скляної трубки один кінець сильно заглиблений всередину склянки, а інший кінець має резинову насадку з краном. Коротка металічна трубка з'єднана із зовнішнім кінцем через випускний клапан з трубкою, який закінчуються двома оливами. При вимірюванні гостроти нюху всередину склянки вводять за допомогою шприца через резинову насадку в скляну трубку строго дозовану кількість повітря, завдяки чому тиск в середині склянки вищий порівняно з зовнішнім. Після цього кран закривають, а оливи вводять в ніздрі досліджуваного. При відкриванні випускного клапана, наступає вирівнювання тиску, і з склянки поступає в ніздрі промінь повітря, який містить пару пахучої речовини, яка діє на нюхові рецептори.



Рис. 3.48. Офтальмометр

При такому способі визначення мірою гостроти нюху – "нюховим коефіцієнтом" – служить мінімальний, виміряний в кубічних сантиметрах, об'єм повітря, який необхідно для того, щоб поступаючий в середину носа потік повітря викликав нюхове відчуття. Цей спосіб дозволяє вводити в носову порожнину пари пахучих речовин в чітко дозованій кількості. Знаючи атмосферний тиск і температуру, можна розрахувати порційний тиск і також концентрацію пари пахучих речовин в банці.

Гострота нюху у відношенні одної і тої ж пахучої речовини широко варіює в різних людей. Вона змінюється також у одної тої ж людини в широких межах в залежності від багатьох умов. Значний вплив на зміни нюхових порогів мають зовнішні фактори – волога, температура, атмосферний тиск і інші. Ще більше значення відіграють внутрішні тобто ті зміни, які проходять в організмі. Так, набухання слизистої оболонки середини носа при нежиті знижує нюхову чутливість.

Особливо різко виражені зміни гостроти нюху, пов'язані з адаптацією. Добре відомо, що люди, які працюють з речовинами з різними неприємними запахами, настільки швидко звикають до них, що перестають їх відчувати. При довгому вдиханні пахучої речовини однією половиною носа адаптація наступає не лише на стороні подразнення, але й на іншій. На основі цього можна зробити висновок, що процес має місце і в центральних відділах нюхового аналізатора. При повній адаптації до одного запаху, тобто при повному зникненні здібності відчувати його, гострота нюху інших запахів може залишатися без змін.

Вікові особливості нюхової та смакової рецепції

Рецептори нюхової сенсорної системи розташовані в ділянці верхніх носових ходів. Прогресивний розвиток рецепторів в онтогенезі закінчується вже в ембріональному періоді. Після 30 років спостерігається зменшення кількості нюхових клітин. Цей процес особливо різко зростає в 50-60 років.

Чутливість нюхового аналізатора визначається за мімічною реакцією дитини при піднесенні до носа вати, змоченої пахучим розчином. Отримані в результаті досліджень дані свідчать про низьку збудливість нюхового аналізатора новонароджених. Рівня дорослої людини величина досягає до 14 років і погіршується після 45 років.

Смак також, як і нюх, заснований на хеморецепції. Смакові рецептори несуть інформацію про характер і про концентрацію речовин, що потрапляють в ротову порожнину.

Смакова цибулина не досягає поверхні слизистої оболонки язика і сполучена з порожниною рота через смакову пору. Смакові клітини, їх близько 10000, в середньому через 250 годин змінюються молодою клітиною, тобто смакові сосочки мають короткий час життя. У них виникає збудження при абсорбції на стінках мікроворсинок різних речовин.

Морфогенез рецепторного апарату смакового аналізатора завершується у внутрішньоутробному періоді.

У новонародженого смаковою чутливістю володіє більша поверхня рота, ніж у дорослих. Це пов'язано з тим, що у новонароджених смакові рецептори виявляються на всій спинці язика, на твердому небі і навіть на слизовій оболонці щік. Після народження кількість смакових клітин зменшується. Одне з найбільш ранніх досліджень смакової чутливості у новонароджених грунтувалося на спостереженні мімічних реакцій на нанесення на язик декількох крапель розчинів гірких, кислих і солодких речовин різної концентрації. За цими даними, наприклад, визначили порогову концентрацію сприйняття солодкого в його концентрації, що становить всього 1 %. Дослідження смакової чутливості в ширшому діапазоні показують, що вона оптимальна в 20-30 років, а потім поступово знижується, особливо активно після 70 років. Таким чином, в діяльності смакового аналізатора в ранні періоди постнатального життя людини спостерігається невідповідність між пониженою в порівнянні з дорослими чутливістю рецепторів і обширнішою рецепторною зоною.

РОЗДІЛ 4
ІНТЕГРОВАНІ ТЕСТОВІ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ РІВНЯ ФІЗИЧНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СПОРТСМЕНА ТА ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ САМОКОНТРОЛЮ

Тема 1. Інтегровані тестові системи виявлення фізичної підготовленості людини

1.1. Визначення фізичної працездатності за Гарвардським степ-тестом.
1.2. Методика тесту PWC 170.
1.3. Методика проведення тесту Купера.
1.4. Визначення рівня підготовленості людини до занять фізичною культурою і спортом.

1.1. Визначення фізичної працездатності за Гарвардським степ-тестом

Тісний зв'язок серцево-судинних реакцій з виконанням фізичних навантажень дозволяє використовувати простішу функціональну пробу, яка дозволяє судити про загальну фізичну працездатність людини по характеру зміни пульсу. Такою функціональною пробою є „степ-тест", розроблений в Гарвардському університеті.

Пульсова реакція на навантаження дозволяє судити про фізичну підготовленість спортсменів. У видах спорту, де результат більше залежить від працездатності серця (циклічні види спорту на витривалість), пульс виявляється одним із показників тренованості.

У функціональній діагностиці спортсменів часто використовують Гарвардський „степ-тест" та велоергометричний тест Валунда-Шестранда.

Індекс Гарвардського степ-тесту використовується для визначення реакції серцево-судинної системи на важке фізичне навантаження. Цей тест розроблений у 1942 р. у лабораторії стомлення Гарвардського університету (США). Спочатку тест використовувався для визначення фізичного стану військових. Потім були розроблені його модифікації з урахуванням статі та віку досліджуваних. В останні роки з пошуком простих і доступних методів дозування навантажень, а також в зв'язку з необхідністю визначення різних сторін фізичної працездатності. Гарвардський степ-тест знаходить широке використання у спортивній практиці.

Індекс Гарвардського степ-тесту (ІГСТ) визначається у здорових, фізично підготовлених людей. При тимчасовій утраті загальної або спортивної працездатності (гострі захворювання, травми) дослідження повинно бути відкладено до повного одужання.

Для проведення тесту необхідно:

Сходинки різної висоти (h) ширина не менше 40 см, глибина 35 см.
Метроном (механічний, електричний).
Секундомір.

- Досліджуваний повинен бути у спортивному костюмі та взутті.
- Перед обстеженням фіксується ЧСС (f п) у спокої, сидячи.
- Потім робиться легка розминка, головним чином для суглобів ніг.
- Частота сходжень складає 30 підйомів за 1 хв, для чого метроном встановлюється на 120 уд/хв. (тест виконується в 4 кроки).
- Час сходження 5 хв.
- Слідкувати за помилками, які зазвичай бувають:
    1. Не дотримання правильного ритму;
    2. Неповне випрямлення колінних суглобів на сходинці;
    3. Неповне випрямлення тіла на сходинці;
    4. Постановка ноги на підлогу на носок.
- Про помилки досліджуваний повинен знати заздалегідь.
- Якщо досліджуваний через втомленість відстає від ритму сходження на протязі 20 с дослід припиняється, а час фіксується.
- Після тесту досліджуваний сідає на стілець. Метроном виключають, а секундомір працює.
- Іншу хвилину досліджуваний відпочиває. Підрахувати ЧСС на протязі перших 10 с відновлення. Це розширює інформативність тесту.
- На ротязі перших 30 с на 2-й, 3-й, 4-й хвилині тиск відновлення підраховується і записується ЧСС. Бажано виміряти АД тиск на другій половині кожної з 4-х хвилині відновлення.

При скороченій формі визначається ІГСТ пульс підраховується тільки один раз на протязі перших 30 с на 2 хв. відновлення.

Індекс Гарвардського степ-тесту розраховується двома способами: по повній або скороченій формі. Останній спосіб більш економний в часі при масових обстеженнях.

$$\text{ІГСТ (повна)} = \frac{t \times 100}{(f1+f2+f3) \times 2}$$

де t – час сходження в секундах, f1, f2, f3 – кількість ЧСС за перші 30 с на 2, 3, 4-й хвилині відновлення.

Приклад:

Досліджуваний, час сходження – 5 хв. (300 с)

$$\text{ІГСТ} = \frac{(300 \times 100)}{(60+55+50) \times 2} = 91$$

$$\text{Скорочена форма } \frac{t \times 100}{f \times 5,5}$$

Приклад розрахунків:

$$\text{ІГСТ} = \frac{300 \times 100}{(60 \times 5,5)} = 91$$

Специфіка оцінки фізичної підготовленості за ІГСТ наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Оцінка фізичної підготовленості за ІГСТ

Повна форма		**Скорочена форма**	
ІГСТ	**Оцінка**	**ІГСТ**	**Оцінка**
‹ 55	погана	‹ 50	погана
55-64	нижче середнього	50-80	середня
65-79	середня	› 80	хороша
80-89	хороша		
› 90	відмінна		

Порядок роботи

- Визначити пульс у досліджуваного в спокої (записати).
- Встановити режим роботи метронома 60 ударів в хвилину.
- Пояснити досліджуваному умови виконань фізичного навантаження і спитати про його готовність.
- Визначити пульс перед початком виконання навантаження (записати).
- Дати команду „Починати” і включити секундомір.
- Коректувати вірність виконання степ-тесту.
- По закінченню 5 хв. дати команду „Закінчити” і зупинити секундомір.
- По закінченню навантаження визначити пульс (записати).
- Підрахувати кількість скорочень серця по пульсу у відновлюючому періоді на 60″-90″, 120″-150″, 180″-210″.
- Визначити ЧСС за звилину в кінці 5 хвилини у відновлюючому періоді.
- Розрахувати ІГСТ (фізичну працездатність).
- Визначити кількість виконаної роботи в кгм за формулою.
- Визначити потужність виконаного навантаження в кгм/хв по формулі.
- Визначити відносну потужність виконаного навантаження на 1 кг особистої ваги в кгм/хв за формулою.
- Прослідкувати динаміку змін ЧСС під впливом фізичного навантаження (спокій, передстартовий стан, відновлюючий період).
- Порівняльний аналіз результатів по двох досліджуваних і висновки з впливу фізичного навантаження на ССС.

Визначити кількість виконаної роботи в кгм за формулою

A = P x n x h x 1,5 = кгм

де: A – робота в гкм;

P – маса досліджуваного в кг;

n – кількість сходжень; 150

h – висота сходинки; 40 см

1,5 – коефіцієнт на роботу спуск зі сходинки.

– Визначити потужність виконаного навантаження в кгм/хв за формулою:

$$N = \frac{A}{t} = \text{кгм/хв.}$$

– Визначити відносну потужність виконаного навантаження на 1 кг власної маси в кгм/хв за формулою:

$$\text{відносна } N = \frac{N}{P}$$

– Прослідкувати динаміку змін ЧСС під впливом фізичного навантаження (спокій, предстартовий стан, відновлюючий період). Побудувати графік залежності ЧСС від часу відновлення.

Дані по оцінці фізичної працездатності школярів молодшого віку

Режим виконання степ-тесту учнями I-III класів наступний:

- сходинка 30 см для учня I кл. і 35 см для III кл.;
- частота сходження на сходинки 30 разів за хв;
- час сходження – 1 хв $ФП = \frac{t \times 100}{f \times 5,5}$

Оцінка фізичної готовності (за ІГСТ) школярів 7-10 років наведена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Оцінка фізичної готовності (за ІГСТ) школярів 7-10 років (за Арслановим)

Стать/вік	Погана	Нижче середньої	Середня	Хороша	Відмінна
Д 7-10 р.	15,5	15,6-16,0	16,1-23,0	23,1-25,0	25,1
Х 7-8 р.	16,1	16,6-19,5	19,6-25,5	25,6-28,0	28,1
Х 9-10 р.	19,5	19,6-22,0	22,1=27,5	27,6-30,5	30,6

Оцінка фізичної підготовленості спортсменів з ІГСТ залежить від виду спорту та працездатності. В таблиці 4.3 наводяться середні величини ІГСТ у спортсменів різних видів спорту і у не спортсменів, отримані в дослідженнях різних авторів.

Таблиця 4.3

ІГСТ у спортсменів різних видів спорту та не спортсменів (середні величини)

Спеціалізація	ІГСТ
Біг-крос	111
Велосипедисти	106
Лижники	100
Біг-марафон	98
Боксери	94
Плавці	90
Волейболісти	90
Біг-спринт і бар'єр	86
Важкоатлети	81
Не спортсмени	62

Здорові спортсмени, які тренуються під наглядом лікаря, можуть використовувати Гарвардський степ-тест для самоконтролю. Тренер при бажані може зразу обстежити всю групу спортсменів. Для цього потрібна довга лава висотою 50 см та гучний метроном.

Пульс по команді підраховується самими спортсменами.

При порівнянні спортсменів за величиною ІГСТ слід дотримувати деяку обережність, тому що абсолютні його значення не завжди вірно корелюють зі спортивними результатами. Але під час повторного обстеження одного і того ж спортсмена ІГСТ достатньо добре відображає динаміку функціонального стану серцево-судинної системи та працездатності.

1.2. Методика тесту PWC 170

В останні роки тест PWC 170 отримав досить широке розповсюдження в медицині, біології та педагогіці для діагностики функціонального стану серцево-судинної системи (ССС) та визначення ступені тренованості і фізичної підготовленості.

PWC 170 – це перші літери, які визначають фізичну працездатність, цифра 170 – частота серцевих скорочень, яка характеризує оптимальний режим роботи серця.

На відміну від Гарвардського степ-тесту цей тест в деякій мірі складніший і потребує більше часу. Але він має і свою перевагу. По-перше, дозволяє використовувати різноманітні фізичні навантаження, по-друге, при використанні велоергометра дозволяє з більшою точністю дозувати фізичне навантаження.

Вимір частоти серцевих скорочень (ЧСС) при цьому дослідженні виконується під час виконання навантаження. Цей тест, як і Гарвардський, рекомендований Всесвітньою організацією охорони здоров'я для визначення фізичної працездатності людини (ФП).

Використання ЧСС в якості критерію фізичної працездатності базується на видатних фізіологічних фактах:

1. Частішання серцевих скорочень до 170 уд/хв при фізичному навантаженні прямо пропорціойне інтенсивності навантаження, тобто має лінійний характер;
2. При однаковому м'язовому навантаженні збільшується частота пульсу у різних досліджуваних зворотно пропорційно їх можливості до виконання цього навантаження.

Принцип тесту PWC 170 полягає в тому, що існує залежність між ЧСС і потужністю виконаної роботи. За ЧСС при виконанні певної роботи невеликої потужності, можливо спрогнозувати ЧСС при будь-якому навантаженні більшої інтенсивності.

Оскільки встановлено, що частота пульсу, рівна 170 уд/хв, характеризує оптимальний за продуктивністю режим роботи ССС, то фізична працездатність (ФП) за тестом PWC 170 визначається величиною потужності м'язової роботи при ЧСС, рівній 170 уд/хв.

Величину PWC 170 можна визначити прямим шляхом, тобто дати таку потужність навантаження, яка викликає 170 серцевих скорочень за хвилину. Але таке визначення ФП обтяжливе для досліджуваного.

В зв'язку з чим використовуються більш прості засоби визначення PWC 170.

Визначення фізичної працездатності по тесту PWC 170 методом графічної екстраполяції

Досліджуваному пропонується виконати два помірних навантаження (N1 і N2) з деякою перервою. Якщо в кінці кожного з цих навантажень визначити ЧСС (f1 і f2), то шляхом графічної екстраполяції у системі прямо кутових координат (Рис. 4.1) можливо побудувати дві крапки 1 і 2. Спираючись на факт, що між ЧСС і потужністю фізичного навантаження існує лінійний взаємозв'язок, через крапки 1 і 2 можна провести пряму лінію, до пересічення її з лінією, яка характеризує ЧСС, рівній 170 уд/хв. З крапки пересічення цих двох прямих (крапка 3 на рис. 1) опускають перпендикуляр на вісь абсцис (X) – місце пересічення цього перпендикуляра і осі (X) буде відповідати величині PWC 170 .

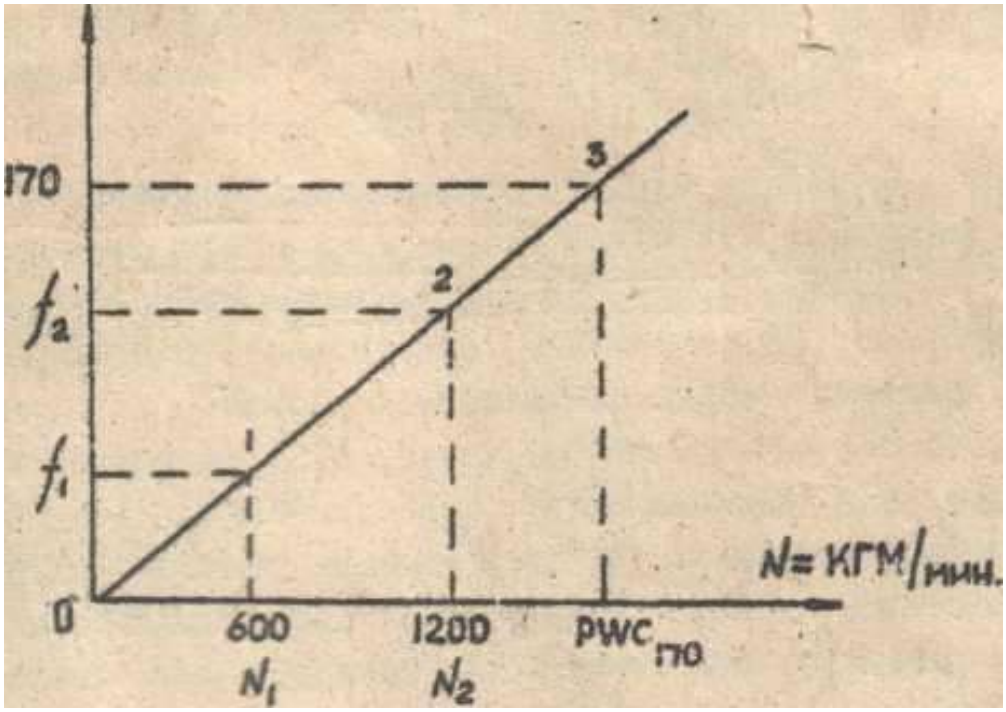


Рис. 1. Визначення фізичної працездатності по тесту PWC 170 методом графічної екстраполяції

Визначення фізичної працездатності за тестом (PWC 170) зі ступінчастою пробою

Тест PWC 170 використовується для діагностики функціонального стану ЧСС і визначення ступеню тренованості та фізичної підготовленості.

На відмінну від ІГСТ цей тест дещо складніший і вимагає більше часу.

Особливості методики

Після 10 хв. відпочинку у об'єкта підраховується пульс за 10 с і визначається вихідна ЧСС. Після чого об'єкт виконує 2 навантаження певної потужності по 5 хв з 3-х хвилинним відпочинком між ними.

Обидва навантаження складаються із підйомів на сходинку висотою 40 см чол., 33 см жін.

Кожне сходження повинно виконуватися на 4 рухи:

1. піднімання лівої ноги на сходинку;
2. піднімання правої ноги на сходинку (піддослідний стоїть на сходинці двома ногами);
3. крок лівою ногою назад на підлогу;
4. опустити праву ногу на підлогу (піддослідний стоїть на підлозі двома ногами).

Сходження на сходинку проводиться під метроном, який настроюється так, щоб кожен рух відповідав удару метронома.

Зразу ж після навантаження (піддослідний стоїть на підлозі двома ногами) підраховується пульс за 15 с і визначається ЧСС (f1) за 1 хв в кінці першого навантаження.

Після першого навантаження піддослідний відпочиває сидячи 3 хв і приступає до виконання другого навантаження, більшої потужності. По закінченню підраховується пульс за 15 с і по ньому визначається ЧСС (f2) за 1 хв.

Таким чином, вся функціональна проба займає 13 хв. По закінченню виконання тесту визначається вага піддослідного в тому одязі, в якому він здійснював сходження на сходинку.

Розрахунок PWC 170 зі ступінчатою пробою здійснюється за наступними формулами:

1. $PWC\ 170 = N1 + (N2 - N1) \times \frac{170-f1}{f2-f1}$

2. $N = P \times h \times n \times 1,5$

Де: N1, N2 - потужність першого і другого навантаження;

f1 , f2 - ЧСС за 1 хв. в кінці 1 та 2 навантаження;

Р1 – вага досліджуваного в кг;

f – висота сходинки в м;

n – кількість сходжень на сходинку;

1,5 – коефіцієнт на роботу спуску зі сходинки.

3. Відносна $PWC\ 170 = \frac{PWC\ 170}{P}$

Відносна PWC 170 визначається для стандартизації індивідуальних розрізнень у вазі. Відносна PWC 170 визначається у кгм/хв на кг ваги.

ПОСЛІДОВНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ ТЕСТУ

1. Скласти та заповнити карту досліджуваного відомими вихідними даними для оцінки ФП (фізичної працездатності):

- ПІБ – N1
- стать – N2
- вік – f1
- дата дослідження – f2
- вихідна ЧСС – PWC170
- відносна – PWC170

2. Визначити ЧСС за хвилину у спокої та результат записати в карту обстеження.

3. Визначити за таблицею 6 необхідну потужність його навантаження (1) в залежності від маси обстежуваного і записати в карту обстеження.

4. Знаючи потужність першого навантаження (N1) в таб. 8,9 за власною масою обстежуваного визначити кількість підйомів на сходинку та темп удару метронома за хв.

5. Зразу після виконання першого навантаження підрахувати за 15 с Кількість ЧСС (f1) за хв. Результат записати в карту обстеження.

6. За таб. 7 підібрати друге навантаження потужністю (N2), ґрунтуючись на ЧСС (f1), котру обстежуваний мав в кінці першого навантаження потужністю (N1).

7. За таблицею 8, 9 визначити режим роботи обстежуваного під час другого навантаження потужністю (N2).

8. Вказати обстежуваному режим виконання роботи розрахункової потужності (N2) і після 3-х хв відпочинку дати команду „Приступити до виконання другого навантаження”, включити секундомір.

9. Після 5 хв. – команда „Припинити” і зразу ж приступити до визначення ЧСС (f2) за хв. по 15 с інтервалу. Результат записати в карту обстеження.

10. Зробити розрахунок абсолютної та відносної фізичної працездатності (ФП) за тестом PWC170 використовуючи відповідні формули.

Приклад:

Визначимо ФП дівчини за такими вихідними даними:

Р – 6 кг, Н – 40 см.

За таб. 6 визначаємо потужність першого навантаження, вона для маси 60 кг N1 =400 кг/хв.

За таб. 8,9 визначаємо режим виконання першого навантаження. Бачимо, що для виконання цього навантаження потужністю N1 =400 кг/хв; необхідно підійматися на сходинку у темпі 25 разів за хв, під метроном з темпом ударів 100. По закінченні виконання другого 5-ти хвилинного навантаження у вибраному режимі визначили ЧСС (f2) = 140 уд/хв.

Таким чином ми отримали вихідні дані для розрахунку PWC170 на нашому прикладі:

N1 = 400 кг/хв. f1 = 100 уд/хв.

N2 = 900 кг/хв. f2 = 140 уд/хв.

Поставимо ці дані у формулу:

$$PWC170 = N1 + (N2-N1) \times \frac{170-f1}{f2-f1}$$

$$PWC170 = 400 + (900-400) \times \frac{170-100}{140-100} = 1275 \text{ кг/хв.}$$

$$\text{Відносна } PWC170 = \frac{1275 \text{ кг/хв.}}{60 \text{ кг}} = 21{,}3 \text{ кг/хв.}$$

Слід враховувати, що для достовірності результатів f2 повинна бути більша f1 не менше, ніж на 40 ударів. Після другого навантаження частота СС не повинна перевищувати 170 уд/хв. Таким чином, тест PWC170 показує ФП (в кгм/хв) при пульсі 170 уд/хв.

У людей які систематично займаються спортом, величина PWC170 , як правило вища, ніж у не спортсменів. Фізична працездатність спортсменів значно відрізняється в залежності від спеціалізації. Найбільш високі значення PWC170 спостерігаються у спортсменів, які тренуються на витривалість. Тест PWC170 може використовуватися для динамічних спостережень за ФП спортсменів як в річному тренувальному циклі, так і в мікроциклах.

В таблицях 4.4 і 4.5 наведені середні дані фізичної працездатності з тесту PWC170 у кваліфікованих спортсменів різної спеціалізації, нетренованих молодих людей.

Таблиця 4.4

Середні дані фізичної працездатності за тестом PWC 170 у спортсменів-чоловіків (майстер спорту) деяких спеціальностей

Вид спорту	PWC 170	
	кгм/хв.	кгм/хв. 1 кг
Легка атлетика (біг на середні дистанції)	1694	24,2
Велоспорт	1670	22,6
Баскетбол	1625	18,7
Водне поло	1637	19,1
Гребля академічна	1619	21,2
Спортивна ходьба	1548	22,5
Футбол	1523	21,5
Хокей	1428	20,1
Бокс	1360	20,2
Теніс	1260	18,4
Гімнастика	1044	16,5
Важка атлетика	1148	15,2
Конькобіжний спорт	1588	22,0
Вільна боротьба	1200	21,9
Класична боротьба	1500	19,3
Дзю-до	1600	18,4
Самбо	1540	20,2

Таблиця 4.5
Середні дані фізичної працездатності у нетренованих чоловіків та жінок

Чоловіки	900	15,5
Жінки	600	10,5

Визначення максимального споживання кисню (МСК) за PWC170

Величина фізичної працездатності (ФП) PWC170 пов'язана з такими важливими показниками, як об'єм серця, загальний гемоглобін та МСК. Величина МСК залежить від різних факторів, але перш за все від функціонального стану системи зовнішнього дихання, стану дифузійної здатності легень та стану легеневого кровообігу. Отже, МСК також характеризує загальну фізичну працездатність людини та показує, яка найбільша кількість кисню може споживати організм під час напруженої роботи. Величину МСК можна визначати за PWC170 розрахунковим способом:

- для тих, хто займається швидкісно-силовими видами спорту використовується формула

$$МСК = 1,7 \times PWC170 + 1240$$

- для спортсменів, тренування яких направлено на розвиток витривалості

МСК = 2,2 х PWC170 + 1070

МСК можна визначати також після визначення фізичної працездатності за тестом PWC170, використовуючи для цього спеціальну таблицю 4.6.

Таблиця 4.6
Визначення МСК у спортсменів за даними тесту PWC 170

PWC 170 кг/хв.	**МСК л/хв.**	**PWC 170 кгм/хв.**	**МСК л/хв.**
500	2,62	1500	4,37
600	2,66	1600	4,62
700	2,72	1700	4,83
800	2,82	1800	5,06
900	2,92	1900	5,19
1000	3,15	2000	5,32
1100	3,38	2100	5,43
1200	3,6	2200	5,57
1300	3,88	2300	5,66
1400	4,13	2400	5,72

Помилка $\pm$ 15 %

У осіб, які не займаються спортивною діяльністю, МСК не перевищує 2-2,5 л/хв, у висококваліфікованих спортсменів, які тренуються в циклічних видах спорту, вона може досягати 5-6 л/хв.

МСК залежить від розмірів тіла. Тому враховують не тільки абсолютну величину, але і відносне МСК. За хвилину не спортсменів МСК на 1 кг ваги тіла дорівнює близько 40 мл за 1 хв, у спортсменів високого класу може досягати 80-90 мл за 1 хв.

Величина МСК може служити показником АЕРОБНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ОРГАНІЗМУ, тобто здібності забезпечувати організм киснем під час роботи.

1.3. Методика проведення тесту Купера

Тест Купера (K. Cooper). 12-хвилинний тест Купера передбачає подолання максимально можливої відстані бігом за 12 хв (по рівній місцевості без підйомів і спусків, як правило, на стадіоні). Тест припиняється, якщо у досліджувного виникли ознаки перевантаження (різка задишка, тахіаритмія, запаморочення, біль в ділянці серця та ін.).

Результати тесту у високій мірі відповідають величині МСК, яка визначається при тестуванні на тредмілі (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Градації фізичного стану за результатами 12-хвилинного тесту

Фізичний стан	Вік, роки			
	молодше 30	30—39	40—49	50 і старіше
1. Дуже поганий	Менше 1,6 (1,5)	Менше 1,5 (1,4)	Менше 1,4 (1,2)	Менше 1,3 (1,0)
2. Поганий	1,6—2,0 (1,5—1,8)	1,5—1,8 (1,4—1,7)	1,4—1,7 (1,2—1,5)	1,3—1,6 (1,0—1,3)
3. Задовільний	2,1—2,4 (1,8—2,1)	1,8—2,2 (1,7—2,0)	1,7—2,1 (1,5—1,8)	1,6—2,0 (1,3—1,7)
4. Добрий	2,4—2,8 (2,1—2,6)	2,2—2,6 (2,01—2,5)	2,1—2,5 (1,8—2,3)	2,1—2,4 (1,71—2,2)
5. Відмінний	Більше 2,8 (2,6)	Більше 2,6 (2,5)	Більше 2,5 (2,3)	Більше 2,4 (2,2)

**** У дужках вказано відстань (в км), яку долають за 12 хв жінки (по K. Cooper, 1970).***

Для оцінки функціонального стану організму за величиною МСК запропоновані різні градації. Г.Л. Стронгін і А. С. Турецька (1972), наприклад, на основі застосування максимальних навантажувальних тестів у чоловіків виділяють чотири групи фізичної працездатності: низьку – при МПК менше 26 мл/хв/кг, знижену – при 26-28 мл/хв/кг, задовільну – при 29-38 мл/хв/кг і високу – при більше 38 мл/хв/кг.

Залежно від величини МПК з урахуванням віку K. Cooper (1970) виділяє п’ять категорій фізичного стану (дуже поганий, поганий, задовільний, хороший, відмінний). Градація відповідає практичним вимогам і дозволяє враховувати динаміку фізичного стану при обстеженні здорових та осіб з незначними функціональними порушеннями. Критерії K. Cooper для різних категорій фізичного стану чоловіків за величиною МСК наведено в табл. 4.9.

Таблиця 4.9.

Оцінка фізичного стану за величиною МПК (мл/хв/кг)

Фізичний стан	Вік, роки			
	молодше 30	30—39	40—49	50 і старіше
1. Дуже поганий	Менше 5	Менше 25	Менше 25	—
2. Поганий	25—33,7	25—30,1	25—26,4	Менее 25
3. Задовільний	33,8—42,5	30,2—39,1	26,5—35,4	25—33,7
4. Добрий	42,6—51,5	39,2—48	35,5—45	38—43
5. Відмінний	51,6 і більше	48,1 і більше	45,1 і більше	43,1 і більше

Тест Купера можна використовувати для відбору школярів у секції для занять циклічними видами спорту, а також для контролю тренованості (табл. 4.10). Тест дає можливість визначити функціональний стан спортсмена і осіб, які займаються фізичною культурою.

Таблиця 4.10

Корреляція між результатами 12-хвилинного тесту і МПК (по K. Cooper)

Відстань, що долається за 12 хв (км)	МСК, (мл/хв/кг)
Менше 1,6	Менше 25,0
1,6—2,0	25—33,7
2,01—2,4	33,8—42,5
2,41—2,8	42,6—51,5
Більше 2,8	51,6 і більше

1.4. Визначення рівня підготовленості людини до занять фізичною культурою і спортом

1. *Вік.* За кожний рік життя нараховується 1 бал. Так, юнаку віком 19 років нараховується 19 балів.

2. *Маса тіла.* Для розрахунку нормативної маси тіла користуються спеціальними формулами.

Чоловіки: 50+(зріст-150) х 0,75 + (вік − 21) : 4

Жінки: 50+(зріст-150) х 0,32 + (вік − 21) : 5

За кожний кілограм поверх норми віднімається 5 балів.

3. *Артеріальний тиск.* Норму артеріального тиску визначають за формулами:

Чоловіки:

АТсист. = 109 + 0,5 х В+0,1 х МТ;
АТдіаст. = 74 + 0,1 х В + 0,15 х МТ.

Жінки:

АТсист. = 102 + 0,7 х В+0,15 х МТ;
АТдіаст. = 78 + 0,17 х В + 0,1 х МТ.

(МТ − маса тіла, В − вік).

За перевищення норми артеріального тиску більше ніж на 7 мм рт.ст. з загальної суми балів віднімається 5 балів.

4. *Пульс в спокої.* За кожне скорочення серця менше 90 нараховується 1 бал. При пульсі 90 і більше бали не нараховуються.

Для визначення фізичної підготовленості досліджуваних за рівнем розвитку рухових здібностей користуються таблицею (додаток №5). В ній представлені вікові норми рухових тестів оцінки основних рухових здібностей.

5. *Гнучкість.* Оцінку гнучкості проводять шляхом виконання нахилу тіла вперед, стоячи на сходинці (стільці), з випрямленими в колінах ногами. При торканні руками відмітки вікової норми нараховується 1 бал; кожний сантиметр зверх норми також оцінюється в 1 бал. При невиконанні нормативу бали не нараховуються.

6. *Швидкість***.** Оцінку швидкості проводять "естафетним" тестом за швидкістю стискання сильнішою рукою падаючої лінійки. Тест виконується в положенні стоячи. Права рука (у лівші – ліва) з розігнутими пальцями ребром долоні донизу витягнута вперед. Експериментатор встановлює 40-сантиметрову лінійку паралельно долоні досліджуваного (на відстані 1-2 см) так, щоб її нульова відмітка знаходилась на рівні нижнього краю долоні. Тоді досліджуваному пояснюють, що після команди "увага" протягом 5 секунд лінійка буде відпущена і йому необхідно якнайшвидше, стиснувши пальці в кулак, затримати падіння лінійки. Відстань (в сантиметрах) від нижнього краю відмітки лінійки і є показником швидкості. Одержаний результат порівнюють з нормою. За виконання нормативу і за кожний сантиметр менше норми нараховують 2 бали.

7. *Динамічна сила.* Досліджуваний стає лицем до стіни. Тоді, не відриваючи п'яток від підлоги, більш активною рукою якнайвище торкається закріпленої на стіні лінійки. Вдруге цю процедуру виконують у стрибку з місця, відштовхуючись обома ногами. За різницею між значеннями першого і другого торкань лінійки визначають висоту стрибка, а значить і рівень динамічної сили. За виконання нормативу і за кожний сантиметр його перевищення нараховується по 2 бали.

8. *Швидкісна витривалість.* Оцінюється за показником піднімання прямих ніг до кута 90° з положення лежачи на спині за 20 с. За виконання нормативу і за кожне піднімання понад норму нараховується 3 бали.

9. *Швидкісно-силова витривалість.* Визначається вимірюванням максимальної частоти згинання рук в упорі лежачи (дівчата в упорі на колінах) за 30 с. За виконання нормативу і за кожне згинання понад норму нараховується по 4 бали.

10. *Загальна витривалість.* Особи, які вперше приступають до систематичних занять оздоровчими фізичними вправами, або ж займаються не більше 6 тижнів визначають цю фізичну якість таким непрямим методом.

Виконання вправ на розвиток витривалості (біг, плавання, їзда на велосипеді, біг на лижах та ковзанах) 5 разів на тиждень протягом 15 хвилин при пульсі не менше 170 мінус вік (максимально допустимим при тренуванні

початківців є пульс 185 мінус вік) дає 30 балів, чотирьохразові протягом тижня тренування – 25 балів, трьохразові – 20 балів, одноразові – 5 балів. Невиконання вправ або ж виконання їх при недотриманні згаданих умов щодо пульсу і тренувальних засобів – 0 балів. За виконання вранішньої гігієнічної гімнастики бали не нараховуються.

Після 6 тижнів систематичних занять фізкультурою загальна витривалість оцінюється за результатом 10-хвилинного бігу на якнайдовшу відстань. За виконання нормативу нараховується 30 балів і за кожні 50 метрів дистанції додатково до цієї величини ще 15 балів. За кожні 50 метрів дистанції менше вікового нормативу з 30 балів віднімають 5. Мінімальна кількість балів набраних за цим тестом – 0. Тест рекомендується для осіб, які самостійно займаються оздоровчою фізичною культурою.

При груповій формі занять рівень розвитку загальної витривалості оцінюється за допомогою забігів на 2000 м для чоловіків і 1700 м для жінок. За виконання нормативного часу нараховується 30 балів, за кожні 10 с, менше цієї величини – ще 15 балів. За кожні 10 с більше вікового нормативу з 30 балів віднімається 5. Мінімальна кількість балів за тестом 0.

11. *Відновлюваність пульсу***.** У осіб, які вперше приступають до систематичних занять фізичними вправами, пульс вимірюється в спокої після 5-хвилинного відпочинку сидячи за 1 хвилину. Вдруге ЧСС вимірюють після дозованого навантаження (20 присідань протягом 40 с.), сидячи на другій хвилині відновного періоду за 10 с (одержаний результат множать на 6). Відповідність початкової величини (до навантаження) дає 30 балів, перевищення ЧСС на 10 ск/хв – 20 балів, більше 20 ск/хв – з загальної суми балів належить відняти 10.

У осіб, які займаються фізичною культурою більше 6 тижнів відновлюваність пульсу оцінюють через 10 хвилин після закінчення 10-хвилинного бігу або ж бігу на 2000 м для чоловіків і 1700 м для жінок (навантаження 10-го показника) шляхом порівняння пульсу після бігу з його величиною перед тестуванням. Співпадання цих величин дає 30 балів, перевищення до 10 ударів – 20 ск/хв, більше 20 ск/хв – з загальної суми віднімають 10 балів.

Одержані при виконанні роботи результати додаються. Рівень підготовленості досліджуваного до занять фізичними вправами оцінюється за шкалою:

менше 50 балів – низький;
51 -90 – нижче середнього;
91-160 – середній;
161-250 – вище середнього;
більше 250 балів – високий.

Тема 2. Теоретико-методичні основи організації та проведення самоконтролю під час занять фізичною культурою і спортом

2.1. Поняття про самоконтроль. Об’єктивні і суб’єктивні показники самоконтролю.
2.2. Особливості самоконтролю спортсмена
2.3. Самоконтроль в масовій фізичній культурі
2.4. Самоконтроль, його основні методи, показники, критерії та оцінки, щоденник самоконтролю

2.1. Поняття про самоконтроль. Об’єктивні і суб’єктивні показники самоконтролю.

Велике практичне значення для людей, які займаються фізичною культурою і спортом, має самоконтроль. Він дисциплінує, прищеплює навички самоаналізу, робить більш ефективною роботу лікаря, тренера і викладача, позитивно впливає на зростання спортивних досягнень.

Під самоконтролем розуміється спостереження за своїм здоров'ям, фізичним розвитком, функціональним станом, перенесеністю тренувальних і змагальних навантажень. Він включає в себе спостереження і аналіз станів організму, що проводяться за допомогою об’єктивних і суб’єктивних прийомів. До об’єктивних належать прийоми, використовуючи які можна виміряти і виразити кількісно: антропометричні показники (довжина тіла і його маса, окружність грудної клітки та ін), спортивні результати, силові показники окремих груп м’язів. Суб'єктивними методами можна оцінити самопочуття, настрій, почуття стомлення і втоми, бажання або небажання займатися фізичними вправами, порушення апетиту і сну, боязнь змагань та інші стани.

Кращою формою самоконтролю є ведення щоденника. У ньому рекомендується фіксувати обсяг і інтенсивність тренувальних навантажень, результати прикидок і змагань, деякі об’єктивні і суб’єктивні показники стану організму в період занять фізичними вправами.

2.2. Особливості самоконтролю спортсмена

Самоконтроль – систематичне спостереження спортсмена за станом свого організму.

Самоконтроль дозволяє спортсменові стежити за станом свого здоров’я, оцінювати вплив фізичного навантаження на фізичний розвиток, його зміну під впливом занять спортом. Ці дані також допомагають тренеру визначати функціональні зрушення в організмі під впливом різних методів тренування на етапах і в періодах цілорічного тренування.

Результати самоконтролю записуються в зошиті, який оформляється за даними самоконтролю.

Самопочуття оцінюється як добре, задовільне і погане. Самопочуття відображає найбільш загальний стан організму людини, його центральної

нервової системи. Якщо немає відхилень у стані здоров’я і спортсмен регулярно тренується, а форма й зміст тренування правильно сплановані, то у спортсмена гарне самопочуття, він сповнений бажання вчитися, працювати і тренуватися, у нього хороша працездатність.

У щоденнику самоконтролю фіксується тривалість і якість сну, процес засинання, пробудження (причина), сновидіння, переривчастий чи неспокійний сон, безсоння.

Під час сну в організмі спортсмена тривають відновлювальні процеси, і якщо людина погано спить, то порушуються процеси відновлення, що особливо впливає на функцію центральної нервової системи. Незначні відхилення у стані здоров’я, ще не підтверджені іншими симптомами, відразу ж відбиваються на сні.

Сон вважається нормальним, коли настає швидко і протікає без сновидінь. Після такого міцного сну людина відчуває себе бадьорою і відпочилою. При поганому сні людина довго не може заснути. Переривчастий сон із сновидіннями і раннє пробудження повинні насторожувати спортсмена і тренера, оскільки напевно є наслідком порушення спортивного режиму або не зовсім правильної методики тренування.

Працездатність оцінюється як хороша, задовільна і знижена. Зазвичай при хорошому самопочутті і після міцного сну у спортсмена проявляється і хороша працездатність. Але бувають випадки, коли у спортсмена хороше самопочуття, а працездатність в процесі тренування виявляється зниженою. Якщо з'являється небажання тренуватися, знижена працездатність, особливо протягом кількох днів поспіль, то необхідно про це повідомити тренера і звернутися до лікаря. Таке явище може виникнути в результаті перенапруження або навіть перетренування.

Апетит також може характеризувати стан організму. Хороший апетит вказує на нормальний процес обміну речовин. Спортсмен, виконуючи зарядку і гігієнічні процедури, відчуває потребу у прийомі їжі. Відсутність апетиту вранці і після тренування протягом 2-3 годин дає підставу вважати, що мало місце порушення нормальної функції організму. Апетит може бути хорошим, помірним і поганим.

Потовиділення при фізичній роботі є нормальним явищем і залежить від стану організму. З ростом тренованості потовиділення зменшується. Підвищене потовиділення при високій спортивній формі і нормальних метеоумов (температура і вологість повітря) може вказувати на перевтому. Потовиділення буває рясне, помірне і знижене.

Бажання тренуватися зазвичай підтримується тоді, коли немає відхилень у стані здоров’я, а сон, апетит і самопочуття хороші. Проте бувають моменти, коли у спортсмена знижується бажання тренуватися і брати участь у змаганнях. Виникають вони, як правило, при недостатній психологічній підготовці, пов'язаній з подоланням труднощів у прийнятті положення, складними метеоумовами для ведення стрільби, появою перевтоми або початкової фази перетренованості.

У щоденнику самоконтролю в обов’язковому порядку необхідно відзначати відхилення від загального режиму. Дуже часто стан організму і його

працездатність залежать від правильного виконання режиму. Порушення одного з пунктів режиму дня викликає зміну інших, і звичайне тренувальне навантаження може викликати значні зміни у функціях різних систем організму. А це, у свою чергу, знижує якість і результат планування тренувального процесу. Наприклад, спортсмен погано повечеряв, так як поспішав на вечір, прийшов додому пізно, довго не міг заснути, зранку встав пізно і з труднощами. Хотілося їсти, поїв щільно; на тренуванні з'явилися болі в животі, почалося рясне потовиділення. Тренування довелося припинити. З наведеного прикладу видно, якими негативними явищами супроводжується порушення режиму.

Спортсмени, які вирішили добитися високих результатів у спорті, крім виконання великих за обсягом і високих за інтенсивністю тренувальних навантажень, повинні строго дотримуватися певного режиму. Багато спортсменів зміст тренування досить докладно фіксують у щоденнику тренувань, а в графі щоденника самоконтролю описується тільки обсяг (великий, середній, малий) і інтенсивність (слабка, середня, сильна, максимальна). При цьому необхідно вказувати, як перенесена фізичне навантаження: добре, задовільно, важко.

Крім наведених суб'єктивних даних самоконтролю, в щоденник заносяться результати вимірювання пульсу. ЖЕЛ, частоти дихання, ваги, динамометрії.

Жінки, поряд з цим, повинні записувати все, що пов'язано з протіканням і змінами менструального циклу.

За частотою пульсу можна визначити характер діяльності серцево-судинної системи та інтенсивності фізичного навантаження. За динамікою пульсу можна стверджувати про пристосованість організму до навантаження і про процеси відновлення. У спортсменів частота пульсу рідше, ніж у людей що не займаються спортом. З ростом тренованості та кваліфікації спортсмена частота пульсу може зменшуватися.

У процесі самоконтролю вимірювання пульсу проводять кілька разів протягом дня, підрахунок необхідно вести за 1 хв. На тренуванні, як правило, підрахунок ведуть за 10-15 с, потім перераховують пульс за 1 хв. Вимірювання інших об'єктивних показників, їх динаміка протягом мікроциклу, етапу і періоду тренування є важливими при оцінці стану організму. Наприклад, зіставляючи вагу спортсмена або показники динамометрії з оцінкою його працездатності і кращими результатами, можна судити про його спортивну форму.

Регулярне ведення самоконтролю дозволяє накопичити корисний матеріал, який допомагає спортсмену і тренеру в аналізі тренування і надалі коригувати план тренувального процесу.

Однак навіть найретельніший самоконтроль не може замінити лікарського контролю.

2.3. Самоконтроль в масовій фізичній культурі

Самоконтроль важливий не тільки для спортсмена, але і для будь-якої людини, яка самостійно займається фізичними вправами: плаванням, бігом, їздою на велосипеді і т.д. Всі дані самоконтролю повинні також фіксуватися в щоденнику, який дещо відрізняється від щоденника спортсмена. Той хто займається фізичною культурою, особливо самостійно, повинен відображати в щоденнику самоконтролю, як дані спокою, так і певну інформацію про характер виконаної м'язової роботи і про реакцію на неї організму (на підставі найпростіших фізіологічних показників). Те ж можна сказати і про результати проведення найпростіших функціональних проб. Тим хто самостійно займаються, особливо під час занять дозованою ходьбою, рекомендується використовувати прості прилади – крокомір і "Ритм". Дані, одержані за допомогою крокоміра, також слід заносити у щоденник самоконтролю.

Найбільшу складність при самоконтролі представляє проведення функціональних проб. Найбільш доступною є ортостатична проба (реєстрація ЧСС на променевій артерії в горизонтальному і вертикальному положеннях), а також тест Руф'є, в якому основна інформація виходить за даними вимірювання частоти серцевих скорочень. Динаміка обох проб дозволяє судити про ефективність тренувальної роботи.

2.4. Самоконтроль, його основні методи, показники, критерії та оцінки, щоденник самоконтролю

При регулярних заняттях фізичними вправами і спортом дуже важливо систематично стежити за своїм самопочуттям і загальним станом здоров'я. Самопочуття після занять фізичними вправами повинне бути бадьорим, настрій гарним, спортсмен не повинен відчувати головного болю, розбитості і відчуття перевтоми. При наявності сильного дискомфорту варто припинити заняття і звернутися за консультацією до фахівців.

Застосовувані навантаження повинні відповідати фізичній підготовленості і віку.

При погіршенні самопочуття, сну, апетиту необхідно знизити навантаження, а при повторних порушеннях – звернутися до лікаря. Щоденник самоконтролю служить для обліку самостійних занять фізкультурою і спортом, а також реєстрації антропометричних змін, показників, функціональних проб і контрольних іспитів фізичної підготовленості, контролю виконання тижневого рухового режиму. Регулярне ведення щоденника дає можливість визначити ефективність занять, засоби і методи, оптимальне планування величини й інтенсивності фізичного навантаження і відпочинку в окремому занятті. У щоденнику також варто відзначати випадки порушення режиму і те, як вони відбиваються на заняттях і загальній працездатності. До об'єктивних показників самоконтролю відносяться: спостереження за частотою серцевих скорочень (пульсом), артеріальним тиском, подихом, життєвою ємністю легень,

вагою, м’язовою силою, спортивними результатами. Загальновизнано, що достовірним показником тренованості є пульс. Оцінку реакції пульсу на фізичне навантаження можна провести методом зіставлення даних частоти серцевих скорочень у спокої (до навантаження) і після навантаження, тобто визначити відсоток частішання пульсу. Частоту пульсу в спокої приймають за 100%, різницю в частоті до і після навантаження – за Х. Наприклад, пульс до початку навантаження дорівнював 12 ударам за 10 секунд, а після – 20 ударів. Після нехитрих обчислень з'ясовуємо, що пульс почастішав на 67%.

Але не тільки пульсу варто приділяти увагу. Бажано, якщо є можливість, вимірювати також артеріальний тиск до і після навантаження. На початку навантажень максимальний тиск підвищується, потім стабілізується на певному рівні. Після припинення роботи (перші 10-15 хвилин) знижується нижче вихідного рівня, а потім приходить у початковий стан. Мінімальний тиск при здійсненні легкого або помірного навантаження не змінюється, а при напруженій важкій роботі злегка підвищується. Відомо, що величини пульсу і мінімального артеріального тиску в нормі чисельно збігаються. Кердо запропонував вираховувати індекс по формулі

ІК = Д / П,

де Д – мінімальний тиск, а П – пульс.

У здорових людей цей індекс близький до одиниці. При порушенні нервової регуляції серцево-судинної системи він стає більшим чи меншим одиниці.

Також дуже важливо зробити оцінку функцій органів дихання. Потрібно пам’ятати, що при виконанні фізичних навантажень різко зростає споживання кисню працюючими м’язами і мозком, у зв’язку з чим зростає функція органів дихання. За частотою дихання можна судити про величину фізичного навантаження. У нормі частота дихання дорослої людини складає 16-18 разів на хвилину. Важливим показником функції дихання є життєва ємність легень – обсяг повітря, отриманий при максимальному видиху, зробленому після максимального вдиху. Його величина, вимірювана в літрах, залежить від статі, віку, розміру тіла і фізичної підготовленості. У середньому в чоловіків він складає 3,5-5 літрів, у жінок – 2,5-4 літри.

Самоконтроль необхідно вести регулярно кожен день в усі періоди тренування, а також під час відпочинку. Облік даних самоконтролю проводиться спортсменом самостійно, однак на перших етапах вести щоденник самоконтролю спортсмену допомагає тренер. Надалі він повинен періодично перевіряти, як здійснюється спортсменом самоконтроль і ведення щоденника.

Самоконтроль складається з простих, загальнодоступних прийомів спостереження та обліку суб’єктивних показників (самопочуття, сон, апетит, працездатність тощо) і даних об’єктивного дослідження (вага, пульс, динамометрія, ЖЕЛ та ін.)

Для ведення щоденника самоконтролю необхідний невеликий зошит, який слід розкреслити за показниками самоконтролю і датами. *Самопочуття* – дуже важливий показник впливу занять спортом на організм людини. Зазвичай при регулярному і правильно проведеної тренуванні самопочуття у спортсмена буває хороше: він бадьорий, життєрадісний, повний бажання вчитися, працювати, тренуватися, у нього висока працездатність. Самопочуття відображає стан і діяльність всього організму, і головним чином стан нервової системи. У щоденнику самоконтролю самопочуття відзначається як добре, задовільне, погане. Самопочуття як показник фізичного стану треба оцінювати з урахуванням настрою спортсмена.

При веденні самоконтролю дається наступна загальна оцінка *працездатності:* хороша, нормальна, знижена.

Під час *сну* людина відновлює свої сили і особливо функцію центральної нервової системи. Найменші відхилення у стані здоров'я відразу ж позначаються на сні. Нормальним вважається сон, який настає швидко після того, як людина лягла спати, досить міцний, що протікає без сновидінь і дає вранці почуття бадьорості і відпочинку. Поганий сон характеризується тривалим періодом засипання або раннім пробудженням серед ночі. Після такого сну немає відчуття бадьорості, свіжості. Фізична робота і нормальний режим сприяють поліпшенню сну.

У щоденнику самоконтролю фіксується тривалість сну, його якість, порушення, засипання, пробудження, безсоння, сновидіння, переривчастий чи неспокійний сон.

Апетит – дуже тонкий показник стану організму. Перевантаження на тренуванні, нездужання, недосипання та інші фактори позначаються на апетиті. Посилена витрата енергії, що викликається діяльністю людського організму, зокрема заняттями фізкультурою, посилює апетит, що відображає збільшення потреби організму в енергії. У щоденнику самоконтролю відбивається хороший, нормальний, знижений, підвищений апетит або його відсутність. У щоденнику відзначаються і характеристики *функції шлунково-кишкового тракту.* При цьому звертається увага на регулярність випорожнень, ступінь оформленості калу, схильність до запорів або проносів і т.д. Під час посиленої фізичної роботи потовиділення є цілком нормальним явищем.

Потовиділення залежить від індивідуальних особливостей і стану організму. Нормальним вважається, коли спортсмен на перших навчально-тренувальних заняттях потіє рясно. З наростанням тренованості потовиділення зменшується. Потовиділення прийнято відзначати як рясне, велике, середнє чи знижене.

Бажання тренуватися і брати участь у змаганнях характерно для здорових і особливо молодих людей, котрим фізичні вправи, за образним висловом І. П. Павлова, приносять "м'язову радість". Якщо спортсмен не відчуває бажання тренуватися і брати участь у змаганнях, то це очевидна ознака настання перевтоми або початкової фази перетренованості. Бажання займатися спортом відзначається словами "велике", "є", "ні".

У графі щоденника самоконтролю *"Зміст тренування і як вона переноситься"* в дуже короткій формі викладається суть заняття, так як ці дані

в комплексі з іншими показниками значно полегшують пояснення тих чи інших відхилень. У цій графі зазначається тривалість основних частин тренувального заняття. При цьому вказується, як спортсмен переніс тренування: добре, задовільно, важко.

Без відомостей про *порушення загального режиму* часом неможливо буває пояснити зміни показників в інших графах щоденника. Спортсменам досить добре відомо про необхідність дотримання загального режиму: якщо спортсмен дійсно серйозно вирішив займатися спортом і добиватися високих результатів, то дотримання ним режиму має бути суворо обов'язковим.

Різноманітність тестів, функціональних проб, а також самоконтроль дозволяють більш точно оцінити фізичний стан і правильно підібрати або скоригувати навантаження, і тим самим уникнути травм і перетренованості. Таким чином, можна сказати, що контроль, як лікарський, так і індивідуальний, необхідний для найбільшої ефективності занять фізичною культурою, а також досягнення високих спортивних результатів.

Тому для виявлення ефективності та адекватності навантаження доцільно застовувати методику САН (самопочуття, активність, настрій), яка інтегровано надає учителеві інформацію про стан організму дитини у певний момент.

Мета методики САН – оперативна оцінка самопочуття, активності та настрою людини. Ця методика полягає в описанні стану власного самопочуття за допомогою опитувальника у вигляді шкали з 30 пар протилежних характеристик, за якими респондента просять оцінити свій стан. Опитуваний повинен з кожної пари вибрати ту характеристику, яка найбільш точно описує стан самопочуття, і позначити ту цифру, яка відповідає його стану.

Типова картка методики САН

ПІБ_____

Стать_____

Вік_____

Навчальний заклад _____

Дата_____

Час_____

Шкала

7 6 5 4 3 2 1

№	Характеристика I	Оцінка	Характеристика II
1	Самопочуття добре	**3 2 1 0 1 2 3**	Самопочуття погане
2	Відчуваю себе сильним	**3 2 1 0 1 2 3**	Відчуваю себе слабким
3	Пасивний	**3 2 1 0 1 2 3**	Активний
4	Малорухливий	**3 2 1 0 1 2 3**	Рухливий
5	Веселий	**3 2 1 0 1 2 3**	Сумний
6	Гарний настрій	**3 2 1 0 1 2 3**	Поганий настрій
7	Працездатний	**3 2 1 0 1 2 3**	Розбитий
8	Повний сил	**3 2 1 0 1 2 3**	Знесилений

9	Повільний	**3 2 1 0 1 2 3**	Швидкий
10	Бездіяльний	**3 2 1 0 1 2 3**	Діяльний
11	Щасливий	**3 2 1 0 1 2 3**	Нещасний
12	Життєрадісний	**3 2 1 0 1 2 3**	Похмурий
13	Напружений	**3 2 1 0 1 2 3**	Розслаблений
14	Здоровий	**3 2 1 0 1 2 3**	Хворий
15	Байдужий	**3 2 1 0 1 2 3**	Захоплений
16	Збайдужілий	**3 2 1 0 1 2 3**	Схвильований
17	Захоплений	**3 2 1 0 1 2 3**	Засмучений
18	Радісний	**3 2 1 0 1 2 3**	Сумний
19	Бадьорий	**3 2 1 0 1 2 3**	Втомлений
20	Повний сил	**3 2 1 0 1 2 3**	Виснажений
21	Сонливий	**3 2 1 0 1 2 3**	Збуджений
22	Бажання відпочити	**3 2 1 0 1 2 3**	Бажання працювати
23	Спокійний	**3 2 1 0 1 2 3**	Стурбований
24	Оптиміст	**3 2 1 0 1 2 3**	Песиміст
25	Стійкий	**3 2 1 0 1 2 3**	Заморений
26	Бадьорий	**3 2 1 0 1 2 3**	Слабкий
27	Міркує важко	**3 2 1 0 1 2 3**	Міркує легко
28	Розсіяний	**3 2 1 0 1 2 3**	Уважний
29	Повний надій	**3 2 1 0 1 2 3**	Розчарований
30	Задоволений	**3 2 1 0 1 2 3**	Незадоволений

Обробка результатів опитуваннння:

Самопочуття (сума балів за шкалою) 1, 2, 7, 8, 13, 14, 19, 20, 25, 26

Активність (сума балів за шкалою) 3, 4, 9, 10, 15, 16, 21, 22, 27, 28

Настрій (сума балів за шкалою) 5, 6, 11, 12, 17, 18, 23, 24, 29, 30

Одержані цифри по кожній категорії діляться на 10.

Рівень стану визначають за шкалою:

Низький рівень – 1,0 – 3,9 бали,

Середній рівень – 4,0 – 4,9 бали,

Високий рівень – 5,0 і вище.

Таким чином, регулярне проведення педагогічного, лікарського контролю та самоконтролю дає змогу учителю реально і об`єктивно оцінити вплив фізичного навантаження на організм учня, поступово накопичити корисний дослідницький матеріал, який допоможе йому проаналізувати ефективність навчання і тренування та правильно його спланувати.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Анохин П. К. Узловые вопросы функциональных систем / П. К. Анохин. – М.: Наука, 1980. – 196 с.
2. Артамонов В. Н. Медико-биологические основы здорового образа жизни: [метод, разраб. для студ. и слушат. фак. повыш. квалифик.] / В. Н. Артамонов, Р.Е. Мотылянская. – М.: ГЦОЛИФК, 1992. – 51с.
3. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М. : Медицина, 1990. – 192 с.
4. Бабич В. І. Підготовка майбутніх учителів фізичного виховання до формування культури здоров'я школярів: дис. канд. пед. наук: спец. 13.00.04 / В'ячеслав Іванович Бабич. – Луганськ, 2006. – 321 с.
5. Башкиров П. Н. Учение о физическом развитии человека/ П. Н. Башкиров. – М., 1962. – 196с.
6. Безруких М. М. Хрестоматия по возрастной физиологии / М. М. Безруких, В. Д. Сонькин, Д. А. Фарбер. – М.: издат. центр «Академия», 2002. – 282 с.
7. Белоцерковский З. В. Определение физической работоспособности у лиц различного возраста-пробы PWC / З. В. Белоцерковский, О. В. Козырев // Теория и практика физической культуры. – 1984. – № 3. – С. 51–53.
8. Бєлікова Н. О. Професійна підготовка майбутніх фахівців з фізичної реабілітації в системі Європейського простору вищої освіти / Н. О. Бєлікова // Суми. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. Науковий журнал. – 2010. – № 4 (6). – С. 249–256.
9. Бєлікова Н.О. Тестові завдання з наукових засад професійної підготовки фахівців з фізичної реабілітації / Н. О. Бєлікова, Л. П. Сущенко. – К. : ТОВ »Козарі», 2010. – 42 с.
10. Бєлікова Н. О. Фізіологія людини: [методичні рекомендації для самопідготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації до практичних занять] / Н. О. Бєлікова, С. Я. Індика. – Луцьк: РВВ ЛІРоЛ, 2010. – 116 с.
11. Біомеханика спорту / [Лапутин А. М., Гамалій В. В., Архипов О. А., Кашуба В. О., Носко М. О., Хабінець Т. О.] – К. : Олімпійська література, 2001. – 319 с.
12. Бобрицька В. І. Формування здорового способу життя у майбутніх вчителів: [монографія]/В. І. Бобрицька. – Полтава: ТОВ «Поліграфіч. центр «Скайтек»», 2006. – 432 с.
13. Бундзен П. В. Современные технологии валеометрии и укрепление здоровья населения/П.В. Бундзен, В.И. Баландин, О.М. Евдокимова // Теория и практика физической культуры. – 1998. – № 9. – С. 7–11.
14. Волошко Л. Б. Формування професійної компетентності майбутніх фахівців з фізичної реабілітації у процесі вивчення медико-біологічних дисциплін: автореф. дис. канд. пед. наук: спец. 13.00.04 «Теорія та методика професійної освіти»/ Л. Б. Волошко; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. – К., 2006. – 20 с.

15. Головченко О. П. Общие основы физической активности человека : [учеб. пособ.]/ О. П. Головченко. – Омск: СибГАФК, 1998. – 31с.

16. Донской Д. Д. Биомеханика: [учеб. для инст-в физ. культуры/ Д. Д. Донской, В. М. Зациорский. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.

17. Донской Д. Д. Биомеханика с основами спортивной техники / Донской Д. Д. – М.: Физкультура и спорт, 1971. – 288 с.

18. Дубогай О. Д. Методика фізичного виховання студентів, віднесених за станом здоров'я до спеціальної медичної групи: [навч. посіб. для пед. вузів] / О. Д. Дубогай, В. Й. Завацький, Ю. О. Короп. – Луцьк: Надстир'я, 1995. – 220 с.

19. Дубровский В. И., Биомеханика: Учеб. для средних и высш. учеб. Заведений / В. И. Дубровский, В. Н Федорова. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 672с.

20. Зациорский В. М. Спортивная метрология: [учеб. для ин тов физ. культ.] / В. М. Зациорский. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.

21. Земцова В. Основні тенденції в динаміці стану здоров'я населення України: необхідність нової стратегії / В. Земцова // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2006. – № 4. – С. 12–15.

22. Іванова Л. І. Підготовка майбутніх учителів фізичної культури до фізкультурно-оздоровчої роботи з учнями загальноосвітніх навчальних закладів: дис. канд. пед. наук: 13.00.04 / Іванова Любов Іванівна. – К., 2007. – 376 с.

23. Іванько О. А. Фізична культура і спорт як соціальна сфера діяльності людини / О. А. Іванько//Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2004. – № 18. – С. 138–143.

24. Кашуба В. А. Биомеханика осанки/Кашуба В.А. – К.: Олимпийская литература, 2003. - 280с.

25. Кінетика як система знань про рухову функцію тіла людини / А. Лапутін, В. Кашуба, Т. Хабінець // Теорія і методика фіз. виховання і спорту. — 2005. — N 2-3. — С. 96-102.

26. Кондрацька Г. Технологія підготовки майбутніх учителів фізичної культури до викладання основ безпеки життєдіяльності в загальноосвітній школі / Г. Кондрацька // Молода спортивна наука України: [збірник наукових праць з галузі фізичної культури та спорту]. – Вип. 10: у 4-х т. – Львів: НВФ «Українські технології», 2006. – Т. 3 – 496 с.

27. Круцевич Т. Ю. Теория и методика физического воспитания / Т.Ю. Круцевич. – К.: Олимп. лит., 2003. – Т. 2 – 392 с.

28. Лапутин А. Н. Биомеханика физических упражнений / А. Н. Лапутин, В. Е. Хапко – К. : Рад. шк., 1986. – 135 с.

29. Лапутин А. Н. Практическая биомеханика. / Лапутин А. Н., Гамалий В. В., Архипов А. А.– К. : Науковий світ, 2000. – 298 с.

30. Лисицкая Т. С. Основы анатомии опорно-двигательного аппарата / Т. С. Лисицкая, Л. В. Сиднева. – М.: Федерация аэробики России, 2001. – 40 с.

31. Мельник Ю. Б. Критерії та показники рівнів сформованості основ культури здоров'я у дітей молодшого шкільного віку / Ю. Б. Мельник // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2004. – № 12. – С. 34–39.

32. Міненок А. О. Формування валеологічних знань у майбутніх учителів фізичної культури: автореф. дис. канд. пед. наук: спец. 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти» / А. О. Міненок; Інститут вищої освіти АПН України. – К., 2007. – 20 с.

33. Міхеєнко О. І. Валеологічна підготовка майбутніх фахівців з фізичної реабілітації у вищому педагогічному навчальному закладі: дис. канд. пед. наук: 13.00.04 / Міхеєнко Олександр Іванович. – О., 2004. – 211 с.

34. Морфофункциональные особенности адаптации организма: [сбор. науч. трудов] / Под ред. Л. А. Алексиной. – Л., 1988. – 106 с.

35. Московченко О. Н. Оптимизация физических нагрузок на основе индивидуальной диагностики адаптивного состояния у занимающихся физической культурой и спортом (с применением компьютерных технологий): автореф. на соискание ученой степени доктора педагогических наук. 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры» / О. Н. Московченко. – М., 2008. – 44 с.

36. Мухін В. М. Фізична реабілітація: [навчальний підручник]. – К.: Олімпійська література, 2005. – 472 с.

37. Національна доктрина розвитку освіти України у XXI столітті [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://osvita.ua/legislation/other/2827

38. Новиков Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи) / Д. А. Новиков. – М.: МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.

39. Носко М. О. Теоретичні та методичні основи формування рухової функції у молоді під час занять фізичною культурою та спортом: автореф. дис. докт. пед. наук: спец. 13.00.09 «Теорія навчання» / Микола Олексійович Носко; Ін-т пед. АПН України. – К., 2003. – 58 с.

40. Освітньо-професійна програма підготовки бакалавра здоров’я людини / Галузь знань: 0102 – «Фізичне виховання, спорт і здоров’я людини». – К., 2009. – (Нормативний документ Міністерства освіти і науки України).

41. Пирогова Е. А. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека / Е. А. Пирогова, Л. Я. Иващенко, Н. П. Стапко. – К.: Здоровье, 1986. – 152 с.

42. Приступа Є. Н. Роль і місце фахівця з фізичної реабілітації в системі охорони здоров’я населення / Є. Н. Приступа, А. С. Вовканич // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2011. – № 9. – С. 92–96.

43. Приступа Є. Тенденції підготовки фахівців фізичного виховання і спорту в Європі / Є. Приступа, А. Рокіта // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2003. – № 15. – С. 124–130.

44. Самбур В. В. Нормативні документи з фізичної культури і спорту в контексті проблем гуманізації суспільства / В. В. Самбур // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2005. – № 15. – С. 38–44.

45. Сергієнко Л. П. Комплексне тестування рухових здібностей людини: [навчальний посібник для студ. вищ. навч. закл. спец. “Олімпійський і професійний спорт”] / Сергієнко Л. П. – Миколаїв: УДМТУ, 2001. – 360 с.

46. Солопчук М. С. Сучасні вітчизняні та зарубіжні підходи до формування здорового способу життя школярів / М. С. Солопчук, А. В. Заікін, Д. М. Солопчук // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2006. – № 10. – С. 233–235.

47. Тести з теорії і методики фізичного виховання: [метод рекомендації/ упоряд. О. В. Онопрієнко]. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького. – 18 с.

48. Уилмор Дж. Х. Физиология спорта и двигательной активности (перевод с англ.) / Дж. Х. Уилмор, Д. Л. Костилл. – К.: Олимп. литер., 1997. – 504 с.

49. Уткин В. Л. Биомеханика физических упражнения: Учеб. пособие для студентов фак. физ. воспитания пед.институтов, физ.культуры по спец. № 2114 “Физ. воспитание” / Уткин В. Л. – М.: Просвещение, 1989. – 210 с.

50. Физическая реабилитация: [учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по Государственному образовательному стандарту 022500 «Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья» (Адаптивная физическая культура)] / под общей ред. проф. С. Н. Попова. Изд. 3-е. – Ростов н/Д.: Феникс, 2005. – 608 с.

51. Фомин Н. А. Физиологические основы двигательной активности / Н. А. Фомин, Ю. Н. Вавилов. — М.: Физкультура и спорт, 1991. — 224 с.

52. Фомин Н. А. Возрастные основы физического воспитания / Н. А. Фомин, В.П. Филин. – М.: ФИС, 1972. – 224 с.

53. Холодов Ж. К. Теория и методика физического воспитания и спорта: [учеб. пособ. для студ. ВУЗов] / Ж. К. Холодов, В. С. Кузнецов. – М.: Изд. центр Академия, 2000. – 480 с.

54. Хрипкова А. Г. Вікова фізіологія / Хрипкова А. Г. — К.: Вища школа. — 1982. — 268 с.

55. Хутиев Т. В. Управление физическим состоянием организма. Тренирующая терапия / Т. В. Хутиев, Ю. Г. Антамонов, А. Б. Котова, О. Г. Пустовойт. – М.: Медицина, 1991. – 256 с.

56. Цільова комплексна програма «Фізичне виховання – здоров’я нації» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=963%E0%2F98

57. Шандригось В. І. Формування інформаційної готовності майбутнього фахівця з фізичної культури і спорту / В. І. Шандригось, Г. А. Шандригось // Професійні компетенції та компетентності вчителя. – Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2006. – 188 с.

58. Шаркевич И. В. Теоретико-системный подход к оценке уровня состояния здоровья. Модель здоровья / И. В. Шаркевич, А. В. Чоговадзе, Т. Г. Коваленко // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 1. – С. 2–4.

59. Шиян Б. М. Теорія і методика фізичного виховання школярів. Частина 1. / Б. М. Шиян. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2007. – 272 с.

ДОДАТКИ

Додаток А 1

Вікові відповідності показники зросту (х

Вік	Дуже низький	Низький	Нижче середнього	Середній	Вище середнього	Високий
Новонароджений	48,0	49,0	50,0	53,0	54,5	55,0
1 місяць	50,5	51,5	53,0	56,5	57,5	58,5
2 місяці	53,5	54,5	56,0	59,5	61,0	62,0
3 місяці	56,0	57,0	58,5	62,5	64,0	65,5
4 місяці	58,5	59,5	61,5	65,5	67,0	68,5
5 місяців	61,0	62,0	63,5	68,0	69,5	71,0
6 місяців	63,0	64,0	65,5	70,0	71,5	72,0
7 місяців	65,0	66,0	67,5	71,5	73,0	74,0
8 місяців	66,5	67,5	69,5	73,0	74,5	75,5
9 місяців	68,0	69,0	70,0	74,5	76,0	77,0
10 місяців	69,0	70,0	71,5	76,0	77,5	79,0
11 місяців	70,0	71,0	72,5	77,5	79,0	80,5
12 місяців	71,0	72,0	74,0	78,5	80,5	81,5
15 місяців	73,0	74,5	76,0	81,5	85,0	86,5
18 місяців	75,0	76,5	78,5	83,5	86,5	88,0
21 місяць	77,0	78,5	81,0	87,5	88,0	91,0
24 місяці	79,5	81,0	83,0	88,5	92,0	94,0
27 місяців	81,5	83,0	85,5	92,0	94,5	96,5
30 місяців	83,5	85,0	87,5	95,0	97,0	99,0
33 місяці	86,0	87,5	90,0	97,5	99,5	101,5
36 місяців	88,0	89,5	92,0	99,5	102,0	104,0
3 роки 6 міс	90,5	92,0	95,0	102,5	105,0	107,0
4 роки	93,0	95,5	98,5	105,5	108,0	110,0
4 роки 6 міс	96,5	98,5	101,0	108,5	111,0	113,5
5 років	98,5	101,5	105,0	112,0	114,5	117,0
5 років 6 міс	102,5	104,5	108,0	115,0	118,0	120,0
6 років	105,5	108,0	111,0	119,0	121,5	123,5
6 років 6 міс	108,5	111,0	114,0	122,0	124,5	126,5
7 років	110,5	114,0	117,0	125,0	128,0	130,0
8 років	116,5	119,0	122,0	131,5	134,5	136,5
9 років	121,5	124,5	127,5	136,5	145,0	147,5

10 років	126,5	129,0	133,0	142,0	146,0	149,0
11 років	131,0	134,0	138,0	148,5	153,0	155,0
12 років	136,0	139,0	142,5	155,0	159,5	162,5
13 років	140,0	143,5	147,5	160,5	166,0	169,5
14 років	145,0	148,5	152,5	166,5	172,0	176,0
15 років	149,0	153,0	158,0	172,0	178,0	181,0
16 років	154,0	158,0	162,0	177,5	182,0	185,0
17 років	159,5	163,0	168,0	180,0	185,0	188,0

Додаток А 2

Вікові відповідності показникі зросту (дівчата)

Вік	Дуже низький	Низький	Нижче середнього	Середній	Вище середнього	Високий
Новонароджена	47,0	48,0	49,0	52,0	53,5	54,5
1 місяць	49,5	50,5	52,5	55,5	57,0	57,5
2 місяці	52,0	53,5	55,0	58,5	60,0	61,0
3 місяці	55,0	56,0	58,0	61,5	63,0	64,0
4 місяці	57,5	58,5	60,5	64,0	65,5	66,5
5 місяців	60,0	61,0	63,0	66,5	68,0	69,0
6 місяців	62,0	63,0	64,5	68,0	70,0	71,0
7 місяців	63,5	64,0	66,5	70,0	71,5	72,5
8 місяців	65,0	66,0	67,0	71,5	73,0	75,0
9 місяців	66,5	67,5	69,5	73,0	74,5	76,0
10 місяців	67,5	69,0	70,5	74,0	76,0	77,0
11 місяців	69,0	70,5	71,5	75,5	77,0	78,5
12 місяців	70,5	71,5	73,0	76,5	78,5	79,5
15 місяців	72,0	73,5	75,0	79,0	81,0	82,5
18 місяців	74,0	76,0	77,5	82,0	84,5	86,0
21 місяць	76,0	78,0	80,0	84,5	87,5	89,0
24 місяці	78,5	80,5	82,5	87,5	90,0	92,0
27 місяців	81,0	83,0	85,5	90,0	93,5	94,5
30 місяців	83,5	85,5	88,0	93,0	95,5	97,5
33 місяці	86,0	88,0	90,5	95,5	98,0	100,0
36 місяців	88,5	91,0	93,0	98,0	101,0	103,0
3 роки 6 міс	91,0	94,5	95,5	101,0	104,0	106,0
4 роки	94,0	96,0	98,5	104,0	107,0	109,0
4 роки 6 міс	97,0	99,5	101,5	107,0	110,5	114,5
5 років	100,0	102,5	105,0	110,5	114,0	116,5
5 років 6 міс	102,5	105,0	108,0	114,5	117,0	120,0
6 років	105,5	108,0	111,0	118,0	121,0	124,5
6 років 6 міс	108,0	110,5	114,0	121,5	124,5	127,5
7 років	111,0	113,5	117,0	125,0	128,0	131,5
8 років	116,5	119,5	123,0	131,0	134,5	137,5
9 років	122,0	124,5	128,5	136,5	141,0	144,0

10 років	127,0	130,0	134,0	142,5	146,5	150,0
11 років	131,0	134,0	138,5	148,5	154,0	157,5
12 років	135,0	138,5	143,0	155,0	159,5	163,5
13 років	139,5	143,0	148,0	160,5	164,5	168,0
14 років	144,0	147,5	152,5	164,0	168,0	170,5
15 років	148,0	151,5	156,5	167,0	170,5	172,5
16 років	151,5	155,0	158,5	169,0	172,0	174,0
17 років	154,0	157,5	161,0	170,0	173,0	175,5

Додаток Б 1

Таблиця маси тіла для хлопчиків

Ріст	Різко недостатня	Недостаття	Ниже среднього	Середня	Вище среднього	Надмірна
50 см	2,8	2,9	3,1	3,5	3,7	3,9
51 см	2,9	3,1	3,3	3,7	3,9	4,1
52 см	3,1	3,2	3,4	3,8	4,0	4,3
53 см	3,3	3,4	3,6	4,1	4,3	4,6
54 см	3,4	3,6	3,8	4,3	4,6	4,8
55 см	3,6	3,8	4,0	4,6	4,9	5,3
56 см	3,8	4,1	4,3	4,9	5,3	5,7
57 см	4,1	4,3	4,6	5,2	5,7	6,1
58 см	4,3	4,6	4,8	5,5	6,1	6,5
59 см	4,6	4,8	5,1	5,8	6,4	6,9
60 см	4,8	5,1	5,4	6,1	6,8	7,3
61 см	5,0	5,4	5,7	6,5	7,2	7,7
62 см	5,3	5,6	6,0	6,8	7,5	8,0
63 см	5,6	5,9	6,3	7,2	7,8	8,4
64 см	5,8	6,2	6,6	7,5	8,2	8,8
65 см	6,1	6,5	6,9	7,9	8,5	9,1
66 см	6,4	6,8	7,2	8,2	8,8	9,4
67 см	6,6	7,0	7,4	8,5	9,1	9,7
68 см	6,9	7,3	7,7	8,8	9,4	10,0
69 см	7,1	7,6	8,0	9,1	9,7	10,2
70 см	7,4	7,8	8,2	9,4	10,0	10,5
71 см	7,7	8,1	8,5	9,7	10,2	10,8
72 см	7,9	8,4	8,8	10,0	10,5	11,1
73 см	8,2	8,7	9,1	10,3	10,7	11,3
74 см	8,4	8,9	9,4	10,6	11,0	11,6
75 см	8,7	9,2	9,7	10,9	11,5	11,9
76 см	8,9	9,3	9,8	11,1	11,6	12,2
77 см	9,0	9,4	9,9	11,2	11,8	12,3
78 см	9,2	9,6	10,1	11,4	11,9	12,5
79 см	9,3	9,7	10,2	11,5	12,1	12,7
80 см	9,5	9,9	10,4	11,6	12,2	12,8
81 см	9,8	10,1	10,5	11,8	12,4	13,0

82 см	9,9	10,3	10,7	12,0	12,6	13,2
83 см	10,1	10,5	10,9	12,2	12,8	13,4
84 см	10,3	10,7	11,0	12,3	13,1	13,7
85 см	10,5	10,9	11,3	12,6	13,3	13,9
86 см	10,6	11,0	11,5	12,8	13,5	14,2
87 см	10,7	11,2	11,7	13,0	13,8	14,5
88 см	10,9	11,4	11,8	13,3	14,0	14,7
89 см	11,2	11,6	12,0	13,5	14,2	14,9
90 см	11,3	11,8	12,2	13,8	14,5	15,2
91 см	11,4	11,9	12,5	14,0	14,7	15,4
92 см	11,6	12,1	12,6	14,2	15,0	15,6
93 см	11,9	12,4	12,9	14,5	15,2	15,8
94 см	12,1	12,6	13,1	14,7	15,5	16,1
95 см	12,4	12,8	13,4	15,0	15,6	16,3
96 см	12,6	13,0	13,7	15,3	15,9	16,6
97 см	12,8	13,3	13,9	15,5	16,2	16,8
98 см	13,0	13,5	14,2	15,8	16,5	17,1
99 см	13,2	13,7	14,5	16,1	16,8	17,4
100 см	13,5	14,0	14,8	16,3	17,1	17,6
101 см	13,7	14,2	15,1	16,6	17,4	18,0
102 см	14,0	14,5	15,3	17,0	17,7	18,3
103 см	14,2	14,7	15,5	17,2	18,0	18,6
104 см	14,4	15,0	15,8	17,5	18,3	19,0
105 см	14,6	15,2	16,1	17,7	18,4	19,2
106 см	14,9	15,5	16,4	18,1	18,8	19,6
107 см	15,2	15,8	16,7	18,5	19,2	20,0
108 см	15,5	16,2	17,0	18,8	19,6	20,5
109 см	15,7	16,4	17,3	19,2	20,0	21,0
110 см	16,0	16,7	17,5	19,6	20,6	21,5
111 см	16,2	17,0	17,8	20,0	21,0	22,0
112 см	16,4	17,2	18,1	20,5	21,5	22,5
113 см	16,6	17,4	18,4	20,8	21,9	23,0
114 см	16,9	17,6	18,7	21,2	22,3	23,5
115 см	17,0	17,9	19,0	21,6	22,7	24,0

Додаток Б 2

Таблиця маси тіла для дівчаток

Ріст	Різко недостатня	Недостаття	Ниже среднього	Середня	Вище среднього	Надмірна
50 см	2,6	2,8	3,0	3,4	3,6	3,8
51 см	2,8	3,0	3,2	3,6	3,8	4,0
52 см	3,0	3,2	3,3	3,8	4,1	4,3
53 см	3,1	3,4	3,5	4,1	4,3	4,5
54 см	3,3	3,5	3,7	4,3	4,6	4,8
55 см	3,4	3,6	3,9	4,5	4,9	5,1
56 см	3,6	3,9	4,1	4,9	5,2	5,5
57 см	3,8	4,2	4,4	5,2	5,6	6,0
58 см	4,0	4,4	4,7	5,5	5,9	6,4
59 см	4,3	4,7	4,9	5,8	6,3	6,8
60 см	4,5	4,9	5,3	6,1	6,6	7,2
61 см	4,8	5,2	5,5	6,5	7,0	7,6
62 см	5,1	5,5	5,8	6,8	7,4	7,9
63 см	5,4	5,8	6,2	7,2	7,7	8,3
64 см	5,7	6,1	6,5	7,5	8,1	8,7
65 см	6,0	6,4	6,8	7,8	8,4	9,0
66 см	6,3	6,6	7,1	8,1	8,7	9,3
67 см	6,6	6,9	7,4	8,4	9,0	9,6
68 см	6,8	7,2	7,6	8,7	9,3	9,9
69 см	7,1	7,4	7,9	9,0	9,6	10,2
70 см	7,4	7,7	8,2	9,2	9,9	10,5
71 см	7,5	7,9	8,4	9,5	10,2	10,8
72 см	7,8	8,2	8,7	9,7	10,4	11,0
73 см	8,0	8,4	8,9	10,0	10,7	11,2
74 см	8,3	8,7	9,2	10,2	10,9	11,4
75 см	8,5	8,9	9,4	10,5	11,2	11,6
76 см	8,8	9,1	9,6	10,7	11,3	11,7
77 см	8,9	9,2	9,7	10,9	11,5	11,8
78 см	9,0	9,3	9,9	11,1	11,6	11,9
79 см	9,1	9,5	10,0	11,2	11,7	12,0
80 см	9,3	9,7	10,2	11,3	11,8	12,2
81 см	9,4	9,9	10,3	11,5	12,0	12,4

82 см	9,5	10,0	10,5	11,6	12,2	12,6
83 см	9,7	10,2	10,6	11,8	12,4	12,8
84 см	9,8	10,3	10,8	12,0	12,6	12,9
85 см	10,0	10,4	10,9	12,1	12,8	13,2
86 см	10,2	10,5	11,1	12,3	12,9	13,4
87 см	10,4	10,7	11,3	12,6	13,2	13,6
88 см	10,6	10,9	11,5	12,8	13,4	13,8
89 см	10,7	11,2	11,7	13,0	13,6	14,0
90 см	11,0	11,3	11,9	13,4	13,9	14,4
91 см	11,2	11,5	12,1	13,5	14,1	14,6
92 см	11,4	11,8	12,4	13,7	14,3	14,8
93 см	11,6	12,0	12,6	13,9	14,5	15,1
94 см	11,8	12,3	12,8	14,2	14,8	15,3
95 см	12,1	12,5	13,1	14,4	15,1	15,6
96 см	12,3	12,8	13,3	14,7	15,3	15,8
97 см	12,6	13,0	13,6	15,0	15,6	16,1
98 см	12,9	13,3	13,8	15,3	15,9	16,5
99 см	13,1	13,5	14,1	15,5	16,3	16,9
100 см	13,4	13,8	14,4	15,8	16,5	17,2
101 см	13,6	14,0	14,6	16,2	17,0	17,7
102 см	13,8	14,3	14,9	16,5	17,4	18,1
103 см	14,0	14,5	15,2	16,9	17,8	18,5
104 см	14,3	14,7	15,4	17,3	18,2	19,0
105 см	14,5	14,9	15,7	17,7	18,6	19,4
106 см	14,7	15,2	16,0	18,0	19,0	19,8
107 см	14,9	15,5	16,3	18,4	19,4	20,3
108 см	15,1	15,7	16,7	18,8	19,8	20,7
109 см	15,3	16,0	16,9	19,2	20,2	21,1
110 см	15,6	16,3	17,2	19,5	20,6	21,6
111 см	15,8	16,6	17,5	19,8	21,0	22,0
112 см	16,2	16,8	17,8	20,3	21,5	22,4
113 см	16,4	17,2	18,2	20,6	21,9	22,8
114 см	16,7	17,3	18,4	21,1	22,3	23,3
115 см	17,1	17,7	18,7	21,4	22,7	23,7

Додаток В

Таблиця нормального кров'яного тиску

ВІК	**Чоловіки**		**Жінки**	
	СТ	**ДТ**	**СТ**	**ДТ**
Новонароджений	70	—	—	—
1 рік	96	66	95	65
10 років	103	69	103	70
20 років	123	76	116	72
30 років	126	79	120	75
40 років	129	81	127	80
50 років	135	83	137	84
60 років	142	85	144	85
70 років	145	82	159	85
80 років	147	82	157	83
90 років	145	78	150	79

Додаток Д

Нормативні показники артеріального тиску дітей шкільного віку

Вік, років	**Оцінка**	**АТ, мм.рт.ст.**		
		СТ	**ДТ**	**ПТ**
7	Вище середнього	101	58	50
	Середній	90	49	42
	Нижче середнього	79	40	34
8	Вище середнього	106	66	51
	Середній	95	55	42
	Нижче середнього	84	47	33
9	Вище середнього	109	66	52
	Середній	99	56	44
	Нижче середнього	89	46	36
10	Вище середнього	105	60	52
	Середній	94	51	44
	Нижче середнього	83	42	36
11	Вище середнього	103	59	53
	Середній	92	50	44
	Нижче середнього	81	31	35
12	Вище середнього	107	62	53
	Середній	97	53	45
	Нижче середнього	87	44	35
13	Вище середнього	109	65	55
	Середній	99	55	45
	Нижче середнього	89	45	35
14	Вище середнього	118	72	58
	Середній	105	60	47
	Нижче середнього	92	48	36
15	Вище середнього	120	68	62
	Середній	107	58	52
	Нижче середнього	95	48	42
16	Вище середнього	125	72	65
	Середній	112	62	54
	Нижче середнього	102	51	43
17	Вище середнього	125	72	65
	Середній	113	63	52
	Нижче середнього	101	54	39

Додаток Е

Характер перерозподілу крові під час спокою і фізичної роботи

Напрямки перерозподілу	Спокій		Робота	
	л/хв	%	л/хв	%
Органи черевної порожнини	1,4	24	0,3	1
Нирки	1,1	19	0,25	1
Мозок	0,75	13	0,75	3
Коронарні судини	0,25	4	1,0	4
Скелетні м’язи	1,2	21	22,0	88
Шкіра	0,5	9	0,6	2
Інші органи	0,6	10	0,1	1
Разом	5,8	100	25	100

Додаток Ж

Планування професійної підготовки у базових видах спорту (за Фоміним М. О.)

Чоловіки

№	Вид спорту	Етап спеціалізації		
		Попередня підготовка	Початкова спортивна спеціалізація	Поглиблена підготовка
1	Біг на короткі дистанції	9 - 11	12 - 13	14 - 16
2	Біг на середні дистанції	10 - 12	13 - 14	15 - 17
3	Стрибки в висоту з розбігу	9 - 11	12 - 13	14 - 16
4	Метання спису	11 - 13	14 - 15	16 - 18
5	Плавання 100 і 200 м	7 - 9	10 - 11	12 - 14
6	Лижні гонки	10 - 12	12 - 13	14 - 18
7	Гребля на байдарках і каное	10 - 11	13 - 14	15 - 16
8	Спортивна гімнастика	8 - 10	10 - 11	12 - 15
9	Боротьба	10 - 12	13 - 14	15 - 16
10	Важка атлетика	11 - 13	13 - 15	16 - 17
11	Бокс	11 - 12	13 - 15	16 - 17
12	Баскетбол	8 - 10	11 - 13	14 - 17
13	Футбол	8 - 11	11 - 12	13 - 16
14	Ковзанярський спорт	9 - 11	12 - 13	14 - 16

Жінки

№	Вид спорту	Етап спеціалізації		
		Попередня підготовка	Початкова спортивна спеціалізація	Поглиблена підготовка
1	Біг на короткі дистанції	9 - 11	12 - 13	14 - 16
2	Біг на середні дистанції	10 - 12	13 - 14	15 - 17
3	Стрибки в висоту з розбігу	9 - 11	12 - 13	14 - 15
4	Метання спису	11 - 13	14 - 15	15 - 17
5	Плавання 100 і 200 м	7 - 9	10 - 11	12 - 13
6	Лижні гонки	10 - 12	12 - 14	14 - 17
7	Гребля на байдарках	10 - 11	12 - 14	15 - 16
8	Спортивна гімнастика	7 - 8	9 - 10	11 - 14
9	Баскетбол	8 - 10	11 - 13	14 - 17
10	Ковзанярський спорт	9 - 11	12 - 13	14 - 16

Додаток К

Сенсетивні періоди розвитку рухових якостей (за Фоміним М. О.)

Фізичні якості	Вікові періоди									
	7 - 8	8 - 9	9 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	15 - 16	16 - 17
Сила	** ***	*** ***	+ +	*** ***	*** ***	+ ***	* ***	+ ***	+ ***	*** ***
Швидкість	*** ***	*** ***	+ +	*** *	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
Швидкісно – силові якості	+ ***	+ ***	+ **	+ ***	+ **	+ ***	+ ***	+ ***	+ **	+ ***
Статична витривалість	+ +	+ +	*** **	+ *	+ +	+ +	+ ***	+ ***	+ +	+ ***
Динамічна витривалість	+ *	* **	*** +	* +	*** ***	+ *	+ +	+ +	+ *	+ +
Загальна витривалість	+ **	+ ***	+ +	* ***	+ +	+ ***	+ +	+ ***	+ +	+ ***
Гнучкість	+ +	+ +	+ *	+ +	* +	+ +	* ***	** +	+ ***	**
Рівновага	+ +	** +	+ ***	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +

Умовні позначення
+ - субкритичний і критичний період
* - фаза низької чутливості
** - фаза середньої чутливості
*** - фаза високої чутливості
У верхньому рядку представлені зони чутливості хлопців, у нижньому - дівчат

Додаток Л 1

Таблиці прогнозу довжини тіла для хлопців у віці 8-11 років (за Сергієнко Л. П.)

Довжина тіла, см	Вік, роки				**Довжина тіла, см**	Вік, роки			
	8	9	10	11		8	9	10	11
110	160,7				**136**	183,7	178,9	174,4	170,7
111	161,6	157,0			**137**	184,6	179,8	175,3	171,5
112	162,4	157,9			**138**	185,5	180,6	176,1	172,3
113	163,3	158,8	154,8		**139**	186,3	181,5	177,0	173,1
114	164,2	159,6	155,6		**140**	187,2	182,4	177,8	173,9
115	165,1	160,5	156,5		**141**	188,1	183,3	178,7	174,7
116	166,0	161,4	157,4		**142**	189,0	184,1	179,6	175,5
117	166,9	162,3	158,2		**143**	189,9	185,0	180,4	176,3
118	167,8	163,1	159,1		**144**	190,8	185,9	181,3	177,1
119	168,6	164,0	159,9		**145**	191,6	186,8	182,1	177,9
120	169,5	164,9	160,8		**146**	192,5	187,6	183,0	178,7
121	170,4	165,8	161,6	158,8	**147**	193,4	188,5	183,8	179,5
122	171,3	265,6	162,5	159,5	**148**	194,3	189,4	184,7	180,3
123	172,2	166,5	163,3	160,3	**149**	195,2	190,3	185,5	181,1
124	173,1	168,4	164,2	161,1	**150**	196,1	191,1	186,4	181,9
125	173,9	169,3	165,0	161,9	**151**		192,0	187,2	182,7
126	174,8	170,1	165,9	162,7	**152**		192,9	188,1	183,5
127	175,7	171,0	166,7	163,5	**153**		193,8	188,9	184,3
128	176,6	171,9	167,6	164,3	**154**		194,6	189,8	185,1
129	177,5	172,8	168,5	165,1	**155**		195,5	190,7	185,9
130	178,4	173,6	169,3	165,9	**156**			191,5	186,7
131	179,3	174,5	170,2	166,7	**157**			192,4	187,5
132	180,1	175,4	171,0	167,5	**158**			193,2	188,3
133	181,0	176,3	171,9	168,3	**159**			194,1	189,1
134	181,9	177,1	172,7	169,1	**160**			194,9	189,9
135	182,8	178,0	173,6	169,9					

Додаток Л 2

Таблиці прогнозу довжини тіла для дівчат у віці 8-11 років (за Сергієнко Л. П.)

Довжина тіла, см	Вік, роки				Довжина тіла, см	Вік, роки			
	8	9	10	11		8	9	10	11
111	145,6	140,6			**139**	178,3	171,2	165,4	161,5
112	146,8	141,7			**140**	179,5	172,3	166,3	162,1
113	147,9	142,8	143,4		**141**	180,6	173,4	167,1	162,8
114	149,1	143,9	144,2		**142**	181,8	174,5	168,0	163,5
115	150,3	145,0	145,1		**143**	183,0	175,6	168,8	164,1
116	151,4	146,1	145,9		**144**	184,1	176,7	169,7	164,8
117	152,6	147,2	146,8		**145**	185,3	177,8	170,5	165,5
118	153,8	148,3	147,6		**146**	186,5	178,9	171,4	166,2
119	154,9	149,4	148,5		**147**	187,6	180,0	172,2	166,8
120	156,1	150,4	149,3	148,7	**148**	188,8	181,1	173,0	167,5
121	157,3	151,5	150,2	149,4	**149**	190,0	182,2	173,9	168,2
122	158,4	152,6	151,0	151,1	**150**	191,1	183,3	174,7	168,8
123	159,6	153,7	151,8	150,7	**151**		184,4	175,6	169,5
124	160,8	154,8	152,7	151,4	**152**		185,5	176,4	170,2
125	161,9	155,9	153,5	152,1	**153**		186,5	177,3	170,9
126	163,1	157,0	154,4	152,8	**154**		187,6	178,1	171,5
127	164,3	158,1	155,2	153,4	**155**		188,7	179,0	172,2
128	165,4	159,2	156,1	154,1	**156**			184,1	176,5
129	166,6	160,3	156,9	154,8	**157**			180,7	173,5
130	167,8	161,4	157,8	155,4	**158**			181,5	174,2
131	168,9	162,5	158,6	156,1	**159**			182,4	174,9
132	170,1	163,6	159,5	156,8	**160**			183,2	175,5
133	171,3	164,7	160,3	157,5	**161**			184,1	176,2
134	172,4	165,8	161,2	158,1	**162**			184,9	176,9
135	173,6	166,9	162,0	158,8	**163**			185,5	177,5
136	174,8	167,9	162,9	159,5	**164**			186,6	178,2
137	176,0	169,0	163,7	160,1	**165**			187,5	178,9
138	177,1	170,1	164,6	160,8					

Додаток М

Комплексна оцінка фізичної підготовленості людини до занять фізичними вправами

Вік, років	Гнучкість, см		Динамічна сила, см		Швидкісна витривалість, кількість повторень		Швидкісно-силова витривалість, кількість повторень		Швидкість, см		Загальна витривалість			
											10-ти хвилинний біг, м		2000 м, хв	1700 м, хв
	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж
19	9	10	57	41	18	15	28	21	13	15	3000	2065	7,00	8,43
20	9	10	56	40	18	15	27	20	13	15	2900	2010	7,10	8,56
21	9	10	55	69	17	14	27	20	14	16	2800	1960	7,20	9,10
22	9	10	53	68	17	14	26	19	14	16	2750	1920	7,30	9,23
23	8	9	52	67	17	14	26	19	14	16	2700	1875	7,40	9,36
24	8	9	51	67	16	13	25	18	15	17	2650	1840	7,50	9,48
25	8	9	50	36	16	13	25	18	15	17	2600	1800	8,00	10,00
26	8	9	49	35	16	13	24	18	15	18	2550	1765	8,10	10,12
27	8	9	48	35	15	12	23	17	13	18	2500	1730	8,20	10,24
28	8	8	47	34	15	12	23	17	13	18	2450	1700	8,27	10,35
29	7	8	46	33	15	12	23	17	13	18	2400	1670	8,37	10,47
30	7	8	46	33	15	12	22	16	13	19	2370	1640	8,46	10,58
31	7	8	45	32	14	12	22	16	17	19	2350	1620	8,55	11,08
32	7	8	44	32	14	11	22	16	17	19	2300	1590	9,04	11,20
33	7	8	43	31	14	11	21	16	17	20	2250	1565	9,12	11,30
34	7	8	43	31	14	11	21	15	17	20	2220	1545	9,20	11,40
35	7	8	42	30	14	11	21	15	18	20	2200	1520	9,28	11,50
36	7	7	42	30	13	11	21	15	18	20	2200	1500	9,36	12,00
37	7	7	41	29	13	11	20	15	18	21	2100	1475	9,47	12,12
38	6	7	41	29	13	11	20	15	18	21	2100	1460	9,52	12,20
39	6	7	40	29	13	10	20	14	19	21	2000	1445	10,00	12,30
40	6	7	39	28	13	10	19	14	19	22	2000	1420	10,08	12,40
41	6	7	39	28	13	10	19	14	19	22	2000	1405	10,14	12,48
42	6	7	39	28	12	10	19	14	19	22	2000	1390	10,22	12,58
43	6	7	38	27	12	10	19	14	20	22	2000	1370	10,30	13,07
44	6	7	38	27	12	10	19	14	20	23	1950	1355	10,37	13,16
45	6	7	37	27	12	10	19	13	20	23	1950	1340	10,44	13,25
46	6	7	37	27	12	10	19	13	20	23	1900	1325	10,52	13,34
47	6	7	36	26	12	9	19	13	20	23	1900	1310	10,58	13,43
48	6	6	36	26	12	9	18	13	21	24	1900	1300	11,05	13,52
49	6	6	36	26	11	9	18	13	21	24	1850	1285	11,12	14,00
50	6	6	35	25	11	9	18	13	21	24	1850	1273	11,19	14,08
51	6	6	35	25	11	9	18	13	21	24	1800	1260	11,25	14,17
52	6	6	35	25	11	9	18	12	22	25	1800	1250	11,34	14,25
53	5	6	34	25	11	9	18	12	22	25	1800	1235	11,40	14,34
54	5	6	34	24	11	9	18	12	22	25	1750	1225	11,46	14,42
55	5	6	34	24	11	9	17	12	22	25	1750	1215	11,54	14,50
56	5	6	33	24	11	9	17	12	22	25	1750	1200	12,00	14,58
57	5	6	33	24	11	9	17	12	23	26	1700	1190	12,05	15,06
58	5	6	33	24	10	9	17	12	23	26	1700	1180	12,11	15,14
59	5	6	33	23	10	8	17	12	23	26	1700	1170	12,17	15,20
60	5	6	32	23	10	8	16	12	23	26	1650	1160	12,24	15,30

Додаток Н 1

Потужність першого навантаження, для визначення PWC у спортсменів різної ваги

Маса (кг)	**Потужність першого навантаження кгм/хв.**
59 та менше	300
60-64	400
65-69	500
70-74	600
75-79	700
80 та більше	800

Додаток Н 2

Орієнтуючі значення потужності другого навантаження (у кгм/хв.), рекомендовані при проведенні PWC 170

Потужність роботи при першому навантаженні кгм/хв	Потужність роботи при другому навантаженні кгм/хв.				
	ЧСС при № I (уд/хв.)				
	80-90	90-99	100-109	110-119	120-129
300	1000	900	800	700	600
400	1100	1000	900	800	700
500	1200	1100	1000	900	800
600	1300	1200	1100	1000	900
700	1400	1300	1200	1100	1000
800	1500	1400	1300	1200	1100