

ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ: СУЧАСНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ



Міністерство освіти і науки України
Волинський національний університет імені Лесі Українки

**ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ:
СУЧАСНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ**

Навчальний посібник

Електронне видання на CD-ROM

Луцьк
Вежа-Друк
2022

УДК 612-072.7(075.8)

Ф 50

*Рекомендовано до друку вченою радою
Волинського національного університету імені Лесі Українки
(протокол № 8 від 31 березня 2022 року)*

Рецензенти:

Манько В. В., доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри фізіології людини і тварин ЛНУ імені Івана Франка;

Белікова Н. О., доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри теорії фізичного виховання та рекреації;

Шейко В. І., доктор біологічних наук, професор кафедри біології людини, хімії і методики навчання хімії.

Фізіологія людини і тварин: сучасні методи діагностики :
Ф 50 навч. посіб. / Н. О. Козачук, Т. В. Качинська, О. Р. Дмитроца,
О. А. Білецька. – Луцьк : Вежа-Друк, 2022. – 1 електрон. опт.
диск (CD-ROM). – Об'єм даних 3,79 Мб.

ISBN 978-966-940-415-2

У навчальному посібнику зібрано та систематизовано сучасні методи досліджень функціонального стану різних систем організму людини з їх подальшою оцінкою. Авторами зібрані усі методики, що можуть бути зреалізовані на кафедрі фізіології людини і тварин ВНУ імені Лесі Українки. Тому даний посібник буде корисним, перш за все, студентам при виборі дослідницької тематики та методичних підходів, створення дизайну свого дослідження для виконання наукових робіт.

Цікавим посібник буде і широкому колу читачів для діагностики рівня здоров'я та контролю функціональних можливостей організму.

Навчальний посібник може бути використаний і для організації лабораторних практикумів з дисциплін фізіологічного спрямування, самостійної роботи студентів.

УДК 612-072.7(075.8)

© Козачук Н. О., Качинська Т. В.,
Дмитроца О. Р., Білецька О. А., 2022

© Подолець О. В. (обкладинка), 2022

ISBN 978-966-940-415-2

ЗМІСТ

Вступ	8
РОЗДІЛ 1. Біоетика у наукових дослідженнях	9
РОЗДІЛ 2. Антропометрія. Фізичний розвиток	16
2.1. Методика антропометрії	16
2.1.1. Проведення антропометричних вимірювань поздовжніх розмірів та маси тіла	18
2.1.2. Проведення антропометричних вимірювань окружних розмірів та діаметрів тіла	21
2.2. Визначення і оцінка фізичного розвитку методом індексів	23
2.3. Оцінка фізичного розвитку за функціональними показниками	34
2.3.1. Проведення антропометричних вимірювань життєвої ємності легень (ЖЄЛ)	34
2.3.2. Проведення антропометричних вимірювань сили м'язів	35
2.4. Методика визначення фізичного розвитку за зовнішнім оглядом	37
2.4.1. Форма грудної клітки	37
2.4.2. Форма спини	38
2.4.3. Форма живота	39
2.4.4. Визначення форми ніг	39
2.4.5. Соматоскопічні дослідження постави	40
2.4.6. Визначення форми стопи	45
2.4.7. Кістковий скелет	47
2.4.8. Мускулатура	47
2.4.9. Жировідкладення	48
2.5. Визначення темпу фізичного розвитку та функціонального віку	54
РОЗДІЛ 3. Фізіологія м'язової системи	58
3.1 Методика електроміографії (ЕМГ)	58
3.1.1. Запис поверхневої електроміограми	58

3.1.2. Запис електроміограми під час ізометричного скорочення поверхневого м'яза-згинача пальців кисті	59
3.1.3. Запис електроміограми під час ізотонічного скорочення поверхневого м'яза-згинача пальців кисті	59
3.2. Метод електронейроміографії (ЕНМГ)	59
3.3. Визначення сили та витривалості м'язів людини	64
3.3.1. Визначення сили м'язів кисті	65
3.3.2. Визначення індексу сили м'язів	65
3.3.3. Визначення сили м'язів становим динамометром	66
3.3.4. Визначення витривалості м'язів кисті	66
3.3.5. Визначення коефіцієнту витривалості м'язів	66
3.4. Дослідження фізичної працездатності за тестом PWC ₁₇₀	67

РОЗДІЛ 4. Фізіологія серцево-судинної системи	70
4.1. Методика електрокардіографії	70
4.2. Методика реографії за Кубічеком	73
4.3. Методика вимірювання артеріального тиску методом Короткова	74
4.4. Пальпаторний метод вимірювання частоти серцевих скорочень	75
4.5. Дослідження стану тренованості серця за індексом Руф'є	76
4.6. Розрахунок величини СОК і ХОК	77
4.7. Коефіцієнт економічності системи кровообігу	77
4.8. Коефіцієнт функціонального стану системи кровообігу	78
4.9. Функціональні проби серцево-судинної системи організму	78
4.9.1. Функціональна проба Мартіне-Кушельовського	78
4.9.2. Трьохкомпонентна комбінована функціональна проба (проба Летунова)	79
4.9.3. Функціональна проба для оцінки ступеня стійкості серцево-судинної системи організму	80
4.9.4. Оцінка міри тренованості серцево-судинної системи до виконання фізичних навантажень за коефіцієнтом витривалості	81
4.9.5. Проба Бюргера (Burger)	81
4.10. Визначення характеру регуляції серцево-судинної системи ...	82

4.11. Комплексна оцінка стану серцево-судинної системи	82
4.12. Оцінка фізичного стану	83
4.13. Визначення адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи	84
4.14. Індекс Робінсона	84
РОЗДІЛ 5. Фізіологія дихання	87
5.1. Визначення функціонального стану дихальної системи методом Спірометрії	87
5.2. Визначення інтегральних показників зовнішнього дихання (методика пневмотахографії)	91
5.3. Оцінка функціонального стану дихальної системи за допомогою проб	94
5.3.1. Проба Штанге з максимальною затримкою дихання на вдиху	95
5.3.2. Проба Генча	95
5.3.3. Тест Серкіна	95
5.3.4. Індекс гіпоксії (ІГ)	96
5.3.5. Індекс Скибінські	96
5.3.6. Проба Вотчала	97
5.3.7. Індекс волі (ІВ) затримки дихання за Кузнєцовою	97
5.3.8. Проба Розенталя	98
5.3.9. Проба Шафрановського	98
5.4. Визначення фізичної працездатності за тестом PWC ₁₇₀ Степергометрією	98
РОЗДІЛ 6. Фізіологія травлення. Обмін речовин і енергії.	
Терморегуляція	102
6.1. Метод мікрокристалізації змішаної слини	102
6.2. Розрахунки належної величини основного обміну за таблицями Бенедикта	105
6.3. Розрахунки належної величини основного обміну за методом Дюбуа	110
6.4. Вимірювання температури тіла	110
6.4.1. Розрахунок середнього значення температури шкіри	111

6.4.2. Розрахунок температури «ядра» тіла за формулою	112
6.4.3. Оцінка симетричності температурних показників та розрахунок шкірно-температурних градієнтів	112

РОЗДІЛ 7. Фізіологія нервової системи

та вища нервова діяльність	114
7.1. Оцінка функціонального стану автономної нервової системи	114
7.1.1. Дослідження рефлексів зі зміною положення тіла	114
7.1.2. Дослідження місцевого дермографізму	115
7.1.3. Проба Ромберга сенсibiliзована II	115
7.2. Визначення сенсорної та моторної асиметрії	116
7.3. Методика визначення ступеня точності сприйняття коротких проміжків часу	118
7.4. Дослідження вибіркості уваги	119
7.5. Дослідження переключення уваги	121
7.6. Дослідження розумової працездатності	125
7.7. Визначення домінантної півкулі за допомогою тесту П. Торранса	128
7.8. Дослідження короткочасної пам'яті	133
7.8.1. Дослідження короткочасної, слухової пам'яті	134
7.8.2. Дослідження зорової пам'яті (методика «пам'ять на слова»)	134
7.9. Оцінка сили та рухливості нервових процесів у людини за апаратними та тестовими методиками. Оцінка типологічних властивостей та особливостей темпераменту	135
7.9.1. Визначення простої зорово-моторної реакції	136
7.9.2. Визначення функціональної рухливості нервових процесів у стані спокою	136
7.9.3. Визначення показників сили нервових процесів	137
7.9.4. Визначення властивостей нервових процесів тестовими методиками (опитувальник темпераменту по Я. Стерляу)	138
7.10. Методика електроенцефалографії (ЕЕГ)	145
7.10.1. Запис фонової ЕЕГ (стан спокійного неспання)	148
7.10.2. Запис ЕЕГ під час реакції відкривання очей	148
7.10.3. Запис ЕЕГ при розумовій діяльності	148

7.11. Застосування методики варіабельності серцевого ритму у психофізіологічних дослідженнях	148
7.12. Методика десинхронізації/синхронізації, пов'язаної із подіями (ERD/ERS)	152

РОЗДІЛ 8. Фізіологія сенсорних систем

8.1. Визначення об'єму та швидкості переробки інформації в зоровому аналізаторі	156
8.1.1. Визначення загальної кількості переробленої інформації (ЗКП)	157
8.1.2. Визначення швидкості переробки інформації (ШП)	158
8.2. Визначення величини полів зору на різні кольори	159
8.2.1. Дослідження поля зору для білого кольору	160
8.2.2. Вивчення величини поля колірною зору	161
8.3. Визначення гостроти зору за таблицею Сівцева	161
8.4. Дослідження кісткової і повітряної провідності звуку	162
8.5. Дослідження статичної та динамічної координації	163
8.5.1. Дослідження статичної рівноваги	163
8.5.2. Дослідження динамічної рівноваги	164
8.6. Дослідження нюхової чутливості	165
8.6.1. Вивчення порогу нюхової чутливості	165
8.6.2. Вивчення адаптації нюхового аналізатора до дії запахів	166
8.7. Визначення порогів чутливості смакових рецепторів до різних речовин	166
8.8. Дослідження тактильної чутливості	167
8.8.1. Вивчення топографії шкірних рецепторів різних типів	168
8.8.2. Визначення одночасних порогів просторового розрізнення	168
8.9. Дослідження температурної чутливості	168
8.9.1. Порівняти особливості розміщення теплових і холодних ...	169
8.9.2. Дослідження часу адаптації терморецепторів	169
8.10. Визначення абсолютного і відносного порогів розрізнення маси	170
8.11. Особливості сприйняття часу	171

ВСТУП

Сучасна вища освіта покликана не тільки дати студентам знання, а й сформувати у них цілу систему, як універсальних, так і спеціальних компетентностей. В майбутнього педагога, науковця чи інженера-лаборанта повинні сформуватися здібності та навички самостійно визначити і формулювати проблему, підбирати адекватні до поставленої мети методи дослідження, проводити експерименти згідно біоетичних норм тощо. Ці навички і здібності формуються в процесі виконання практичних робіт та написання кваліфікаційних наукових робіт.

Важливо дати студенту можливість широкого вибору дослідницької тематики та зорієнтувати в методичних підходах. Саме тому даний посібник буде корисним, перш за все, студентам, які створюють дизайн свого дослідження для виконання кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього рівня бакалавра чи магістра. Адже в посібнику описані сучасні методики дослідження функціонального стану різних систем організму людини. Варто зазначити, що усі запропоновані методики можуть бути реалізовані в лабораторіях кафедри фізіології людини і тварин факультету біології та лісового господарства Волинського національного університету імені Лесі Українки, які оснащені відповідним обладнанням.

Методики згруповані за розділами: серцево-судинна система, опорно-руховий апарат, сенсорні системи і т. д. До кожного розділу подається список літератури.

У посібнику подана також основна інформація щодо біоетичних норм проведення досліджень.

Даний посібник може бути використаний також для проведення практичних та лабораторних робіт з таких навчальних дисциплін «Фізіологія людини і тварин», «Фізіологія людини», «Фізіологія», «Біологія людини», «Вікова фізіологія», «Фізіологія сенсорних систем», «Біологічні основи раціонального харчування» та ін.

Значна частина представлених розрахункових методів аналізу функціонального стану організму людини, які не потребують використання складного і дороговартісного обладнання, тому даний посібник може бути цікавим широкому колу читачів, які піклуються про своє здоров'я і бажають контролювати функціональні можливості свого організму.

РОЗДІЛ 1

БІОЕТИКА У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Україна має розгалужену систему науково-дослідних закладів, які працюють над розвитком науки. Головну роль у цьому відіграє Національна академія наук України, що наук об'єднує такі регіональні наукові центри. Кожен науковий центр складається з низки науково-дослідних інститутів. Крім академічних закладів, науковою діяльністю займаються галузеві науково-дослідні інститути та вищі навчальні заклади, тобто наука поділяється на академічну, галузеву та науку, що розвивається у вищих навчальних закладах (ВНЗ)

Наукове дослідження – процес дослідження певного об'єкта (предмета або явища) за допомогою наукових методів, що має на меті встановлення закономірностей його виникнення, розвитку і перетворення в інтересах раціонального використання у практичній діяльності людей. Наукові дослідження здійснюються у межах науково-дослідницької діяльності; вони передбачають одержання наукового результату – нового знання, одержаного у процесі фундаментальних або прикладних наукових досліджень та зафіксованого на носіях наукової інформації у формі звіту, наукової праці, наукової доповіді, наукового повідомлення про науково-дослідну роботу, монографічного дослідження, наукового відкриття тощо

Мета наукового дослідження – це всебічне та достовірне вивчення об'єкта, процесу або явища, їх структури, зв'язків та співвідношення на основі наукових принципів і методів пізнання, а також отримання і впровадження корисних результатів. Будь-яке наукове дослідження має свій об'єкт і предмет дослідження.

Об'єкт дослідження – це матеріальна або ідеальна система.

Предмет дослідження – це структура системи, закономірності взаємодії елементів у середині системи і поза нею, закономірність її розвитку, різні властивості та якості цієї системи

Науковий напрям – це наука або комплекс наук, у межах яких виконується певна наукова робота. Розрізняють технічні, біологічні,

історичні та інші напрями з можливою їх деталізацією. Кожна наукова робота належить до певного конкретного напрямку досліджень.

Напрямок наукового дослідження визначається галуззю науки, специфікою наукових інститутів. Конкретизація напрямку наукових досліджень проводиться на базі вивчення виробничих, суспільних потреб і стану досліджень. Під науковим напрямом розуміють сферу наукових досліджень наукового колективу, яка спрямована на вивчення певних фундаментальних, теоретичних і експериментальних завдань у відповідній галузі науки.

Науковий напрям – сфера дослідження наукового колективу, який упродовж відповідного часу розв’язує ту чи іншу проблему. Структурними одиницями наукового напрямку є комплексні проблеми, проблеми, теми і питання. Дослідницька робота розпочинається з вибору проблеми або теми дослідження.

Проблема – форма наукового пізнання, у якій констатується недостатність досягнутого до даного моменту рівня знання. Проблеми наукових досліджень вибирають, виходячи з фахової готовності та зацікавленості: планів науково-дослідних робіт установи (науково-дослідної тематики, що передбачається планами галузевих міністерств, відомств, академій наук, закладів освіти, тематичних завдань, замовлень на проведення досліджень); цільових комплексних, галузевих і регіональних науково-технічних програм

Наукова проблема – питання, що потребує наукового вирішення; сукупність нових діалектично складних теоретичних або практичних питань, які суперечать існуючим знанням або прикладним методикам у конкретній науці та потребують вирішення за допомогою наукових досліджень. На основі ретельного вивчення вітчизняних та зарубіжних публікацій у вибраному та суміжних наукових напрямках формулюють основну проблему і в загальних рисах визначають очікуваний результат. Важливим під час формулювання проблеми є вивчення стану наукових розробок у цьому напрямі. Розробка структури проблеми передбачає виділення тем, розділів, питань. У кожній темі виявляють орієнтовну сферу дослідження. Потім її конкретизують, провівши внутрішній причинно-наслідковий аналіз і виявивши всі містовні сторони.

Контроль за дотриманням сучасних етико-правових вимог до наукових досліджень покладається на комітети з етики (КЕ), соціальні інституції, які мають проводити біоетичну експертизу ще на стадії планування наукових досліджень. Комітети/комісії з етики/біоетики створюються на національному, регіональному або локальному рівнях. КЕ є незалежними організаціями експертів, які перебувають поза релігією або будь-яких наукових, корпоративних, партійних, економічних інтересів, а також адміністративного контролю. Вони формуються на принципах незалежності, плюралізму, демократії, толерантності, гендерної та вікової рівноваги, мають міждисциплінарний характер, забезпечують швидкий практичний результат. Закони багатьох цивілізованих країн наділяють КЕ правом відхиляти проекти і навіть забороняти проведення клінічних та інших біомедичних досліджень, коли виявляються порушення біоетичних норм і правил. Біоетична (етична) експертиза наукових досліджень сприяє втіленню в науковий проект (теорію, методологію, практику) біоетичних цінностей та принципів. Вона спрямована на забезпечення захисту прав людини, тварин та суб'єктів природи, які беруть участь у дослідженні, збереження їх здоров'я та благополуччя, життя та еволюційний розвиток. Її об'єктом є наукові проекти, плани, дизайни, законодавчі акти, нормативно-правові настанови, науково-технічні програми, а також механізми та засоби, соціальні, медичні, біологічні, екологічні та ін. умови та особливості їх здійснення, сам хід виконання наукових проектів, соціальні практики – все те, що пов'язане з процесом розробки та втілення в практику будь-яких небезпечних технологій.

Предметом біоетичної експертизи є механізми та засоби, шляхи та засади втілення біоетичних принципів в теорію та практику застосування науки та технологій, забезпечення прав людини, тварин, суб'єктів природи на життя та розвиток в ході розробки та впровадження технологій. На початку дослідження експерти КЕ проводять аналіз змісту дослідження відповідно до наданого дослідником протоколу, а також форми інформованої згоди для досліджуваного. В разі необхідності додається низка інших документів, наприклад, брошура дослідника, інструкції (листки-вкладиші) до препаратів, зразки опитувальників,

опис приладів, копії важливих рішень державних або приватних установ щодо даного дослідження та ін. Етична експертиза проводиться на початку дослідження, у ході його виконання та наприкінці. Аналізується наскільки повно те чи інше дослідження відповідає рівню етико-правових вимог та втілює сучасні біоетичні принципи. Відслідковуються непередбачені, небажані для досліджуваного явища, які виникають в процесі дослідження.

Рішення КЕ, згідно з міжнародними вимогами, може бути сформульовано наступним чином:

- 1) схвалення проекту дослідження;
- 2) для схвалення необхідно внесення змін;
- 3) негативне рішення;
- 4) відміна будь-якого раніше прийнятого рішення.

КЕ є своєрідним посередником між дослідником та досліджуваним, заявником, спонсором та іншими сторонами, які беруть участь у виконанні науково-дослідного проекту. Якщо планування, проведення та результати медико-біологічного дослідження не відповідають сучасним етико-правовим вимогам, зокрема принципам біоетики та відповідним нормативним актам, КЕ має всі підстави не схвалювати проект та проведення відповідного дослідження або запропонувати досліднику внести необхідні зміни у протокол дослідження. Згідно Наказу МОЗ України від 01.11.2000 р. № 281 –Про затвердження Інструкції про проведення клінічних випробувань лікарських засобів та експертизи матеріалів 7 клінічних випробувань та Типового положення про комісію з питань етики” в Україні був розпочатий процес створення КЕ. На теперішній час біля сотні КЕ створені і працюють при медичних, лікувально-профілактичних, науково-дослідних та учбових закладах України. Їх метою є не тільки первинна біоетична експертиза протоколів досліджень, але й постійний моніторинг тих досліджень, які вже тривають.

Авторитет комітетів з етики в усьому цивілізованому світі є досить високим для того, щоб впливати на суворе дотримання біоетичних принципів в наукових дослідженнях.

Згідно з Наказом МОЗ України № 66 від 13.02.2006 — Про затвердження порядку проведення клінічних випробувань лікарських засобів та експертизи матеріалів клінічних випробувань і типового положення про комісію з питань етики” дослідник має в доступній формі пояснити суб’єкту дослідження мету та завдання запропонованих досліджень і лікувальних заходів, опис процедур та методів дослідження, незручності та очікуваний (можливий) ризик, очікувану користь лікувальних заходів, альтернативні методи лікування та ін. Згода пацієнта необхідна для застосування методів діагностики, профілактики та лікування. Це загальне правило розповсюджується й на випадки застосування нових, науково-обґрунтованих, але ще не допущених до загального використання методів і засобів в інтересах одужання хворого за умови їх наукової обґрунтованості та переваги очікуваної користі від дослідження над ризиком спричинення тяжких наслідків для здоров’я або життя досліджуваного.

Комісія з питань біомедичної етики у своїй діяльності керується законодавством України та міжнародними етичними стандартами, зокрема: Гельсінською Декларацією «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини у якості об’єкта дослідження», Конвенцією Ради Європи про захист прав та гідності людини в зв’язку із застосуванням досягнень біології та медицини: конвенції про біомедицину, Європейською конвенцією про захист хребетних тварин, що використовуються для наукових експериментів або в інших наукових цілях.

До складу Комісії з питань біоетики входять медичні та наукові спеціалісти, а також представники інших організацій, які відповідають за забезпечення прав, безпеки та благополуччя учасників досліджень та за надання суспільству відповідних гарантій, у тому числі шляхом розгляду, схвалення методів та процедур одержання від учасників досліджень інформованої згоди, забезпечення дотримання правил поводження з тваринами.

Основні завдання Комісії з питань біомедичної етики:

1. Захист прав та інтересів досліджуваних, залучених до медико-біологічних випробувань.

2. Забезпечення етичної та морально-правової оцінки матеріалів медико-біологічних випробувань.

3. Біоетичний захист лабораторних тварин, які використовуються для наукових досліджень.

4. Захист прав та інтересів дослідників.

5. Консультація співробітників з питань біоетики.

Регламент роботи Комісії з питань біоетики:

1. Формою роботи Комісії з питань біоетики є засідання.

2. Комісія з питань біоетики проводить засідання по мірі необхідності в закритій формі з дотриманням кворуму.

3. Порядок денний засідання Комісії з питань біоетики визначається головою Комісії з урахуванням пропозицій членів Комісії.

4. Обов'язки Голови у випадку його відсутності виконує його заступник.

5. Рішення приймаються відкритим голосуванням.

6. Засідання Комісії з питань біоетики оформляються як протоколи засідань і зберігаються в архіві.

7. Результати роботи Комісії з питань біоетики оформляються у вигляді висновку і доводяться до замовника протягом одного тижня після ухвалення рішення.

Матеріали, що підлягають біоетичній експертизі:

- Науково-дослідні роботи на етапі планування та після їх виконання;

- Дисертаційні (або ініціативні) дослідження на етапі планування та після їх виконання;

- Клінічні випробування лікарських засобів (проекти, суттєві поправки до протоколів випробувань, річні та фінальний звіти, ін.);

- Клінічні випробування медичної техніки та виробів медичного призначення (проекти, спеціалізована оцінка матеріалів виконаних досліджень);

- Експериментальні дослідження з використанням тварин;

- Статті для публікації у фахових журналах, інші матеріали для друку;

Порядок подання матеріалів для біоетичної експертизи:

- На етапі планування наукового дослідження (НДР, дисертаційного, ініціативного, ін.) необхідно надати такі документи:

- Заява Вченої ради інституту або відповідального виконавця роботи, що адресована голові комітету з біоетики;
- Проект НДР або анотацію-обґрунтування (план-дизайн) дисертаційної чи ініціативної роботи із зазначенням об'єктів і всіх методів дослідження та лікування;
- Форма Інформованої згоди пацієнта або батьків пацієнта у разі застосування нестандартних методів дослідження та лікування.

Для експертного оцінювання завершеного наукового дослідження необхідно надати такі документи:

- Заява Вченої ради інституту або відповідального виконавця роботи, що адресована голові комітету з біоетики;
- Матеріали виконаного дослідження (звіт НДР, дисертаційну роботу, статтю для опублікування, ін.).

Комітет з біоетики має право запитувати у дослідників додаткові матеріали та інформацію у разі виникнення потреби для виконання своїх обов'язків щодо кваліфікованого проведення біоетичної експертизи.

Список використаної літератури

1. Важинський С. Е., Щербак Т. І. Методика та організація наукових досліджень: навч. посіб. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. 260 с.
2. Великий тлумачний словник сучасної української мови / уклад. і голов. ред. В. І. Бусел. Київ; Ірпінь: Перун, 2001. 1440 с.
3. Крушельницька В. О. Методологія та організація наукових досліджень: навч. посіб. Київ: Кондор, 2003. 192 с.
4. Горбунова В. В. Експериментальна психологія в схемах і таблицях: навч. посіб. Київ: «ВД «Професіонал», 2007. 208 с.
5. Кислий В. М. Організація наукових досліджень: навч. посіб. Суми: Університет. книга, 2011. 224 с.
6. П'ятницька-Позднякова І. С. Основи наукових досліджень у вищій школі: навч. посіб. Київ, 2003. 116 с.

РОЗДІЛ 2

АНТРОПОМЕТРІЯ. ФІЗИЧНИЙ РОЗВИТОК

2.1. Методика антропометрії

Матеріали та обладнання: ростомір, сантиметрова стрічка, медичні ваги, товстотний циркуль (або штангенциркуль), динамометр становий, динамометр кистьовий, спірометр.

Антропометрія (від гр. anthropos – людина, metreo – вимірюю) – комплекс методів дослідження групових та індивідуальних морфофункціональних особливостей людського тіла; при цьому розглядаються вимірювальні (соматометричні і фізіометричні) та описові (соматоскопічні) ознаки.

Вимірювальні ознаки виражаються в абсолютних або відносних числах; описові – подаються в описовій формі або виражаються в умовних балах.

До соматоскопічних показників відносять стан шкіряних покривів та слизових оболонок, ступінь жировідкладання, характеристики опорно-рухового апарату (кістяк, форма грудної клітки, хребта, ніг та стоп), ознаки статевого дозрівання (оволосіння під пахвами та на лобку, розвиток молочних залоз у дівчат, оволосіння на обличчі, розвиток щитоподібного хряща гортані, мутація голосу у юнаків), *до соматометричних* – довжину і масу тіла, окружність (обводи) грудної клітки та інші обводи (обводи голови, плеча, стегна тощо), які визначають на підставі використання спеціальних антропометричних точок, *до фізіометричних* – м'язову силу, життєву ємкість легень, станову силу та ін.

Методика антропометричних вимірювань проста, але потребує певних навичок й ретельності в роботі.

При вимірюванні слід дотримуватись таких правил:

а) користуватись лише стандартним, спеціальним інструментарієм (ростомір, ваги, сантиметрова стрічка, спірометр, ручний і становий динамометри);

б) суворо дотримуватись уніфікованої (однакової) методики вимірювань, завжди користуватись точно визначеними антропометричними точками;

в) вимірювальні прилади повинні бути попередньо добре вивірені і утримуватися в порядку;

г) при повторних вимірюваннях обов'язково користуватися тими самими приладами, що й перший раз;

д) повторні вимірювання повинна робити та сама особа і по можливості в один і той же час (найкраще вранці відразу після сну, випорожнення кишечника і сечового міхура).

Поза обстежуваного. Обстежуваний повинен знаходитися в природній для нього позі в положенні, що відповідає команді «струнко»: п'яти разом, пальці нарізно, ноги прямі, живіт підібганий, руки вздовж тулуба, долоні вільно, пальці прямі й разом; рухи верхніх кінцівок під час вимірів недопустимі; голова прямо, підборіддя дещо припідняте.

Це положення необхідно зберігати упродовж усіх вимірів для збереження постійності просторового співвідношення антропометричних точок. Основні виміри за допомогою антропометра повинні виконуватися правильно і швидко (протягом 2–3 хвилин), поки обстежуваний може зберігати дане положення.

Місце для вимірів. При масових обстеженнях доцільно використовувати суміжні приміщення. У приміщенні для вимірів необхідно підтримувати постійну комфортну температуру. Підлога повинна бути рівною, горизонтальною, застеленою килимком, освітлення рівним і достатнім.

Час обстеження. Кращий час для антропометричних досліджень – вранці, натщесерце або через 2–3 години після їжі. При необхідності проведення вимірів в інший час, рекомендується обстежуваним 15–20 хв. провести в положенні лежачи.

Організація дослідження. При масових антропометричних обстеженнях необхідна одночасна робота декількох експериментаторів і секретаря. Для одночасного обстеження слід підбирати групи однієї статі та віку. При вимірах експериментатор повинен дотримуватись біоетичних норм. Обстежування дітей та підлітків провадиться з дозволу батьків.

2.1.1. Проведення антропометричних вимірювань поздовжніх розмірів та маси тіла

Для забезпечення точності вимірювань організму людини використовують систему антропометричних точок, які мають чітку локалізацію: виступи кісток, відростки, бугри, постійні складки шкіри, ін.

При антропологічних дослідженнях використовуємо *основні анатомічні точки* (рис. 2.1):

- *вершкова точка* – найвища точка при стандартному положенні голови, що характеризує показник довжини тіла;
- *верхньогрудина точка* – розташована на середині краю яремної вирізки рукоятки грудини;
- *нижньогрудина точка* – знаходиться на кінці мечовидного відростка грудини;
- *акроміальна (плечова)* – зовнішня точка акроміального виросту лопатки (насамперед знаходимо ость лопатки та, підіймаючись по ній доверху, визначаємо положення плечової точки (якщо точка рухлива при рухах рукою у плечовому суглобі – визначено невірно);
- *променева точка* – відповідає верхньому краю головки плечової кістки, останню пальпуємо на дні променевої ямки під зовнішнім надвиростком плечової кістки;
- *шилоподібна точка* – нижня точка шилоподібного відростка променевої кістки;
- *пальцева точка* – відповідає найнижчій точці дистальної фаланги третього пальця;
- *верхня передня клубово-остиста точка* – найбільш виступаюча точка тазу, яка відповідає верхній передній клубовій ості;
- *лобкова точка* – відповідає верхньому краю лобкового симфізу;
- *верхньогомілкова внутрішня точка* – середина внутрішнього надвиростка великогомілкової кістки;
- *нижньогомілкова точка* – найнижча точка медіальної кісточки.

За зазначеними вимірюваннями визначаємо *поздовжні розміри тіла*: довжину руки (різницю висот плечової та пальцевої точок), довжину плеча (різницю висоти плечової точки та висоти променевої),

довжину передпліччя (різницю висот променевої та шилоподібної точок), довжину кисті (різницю висот шилоподібної та пальцевої точок), довжину ноги (суму висоти клубово-остистої точки та висоти лобкової точки розділена навпіл), довжину стегна (різницю довжини ноги та висоти внутрішньої верхньогомілкової точки), довжину гомілки (різницю висоти внутрішньої верхньогомілкової точки та висоти внутрішньої нижньогомілкової точки).

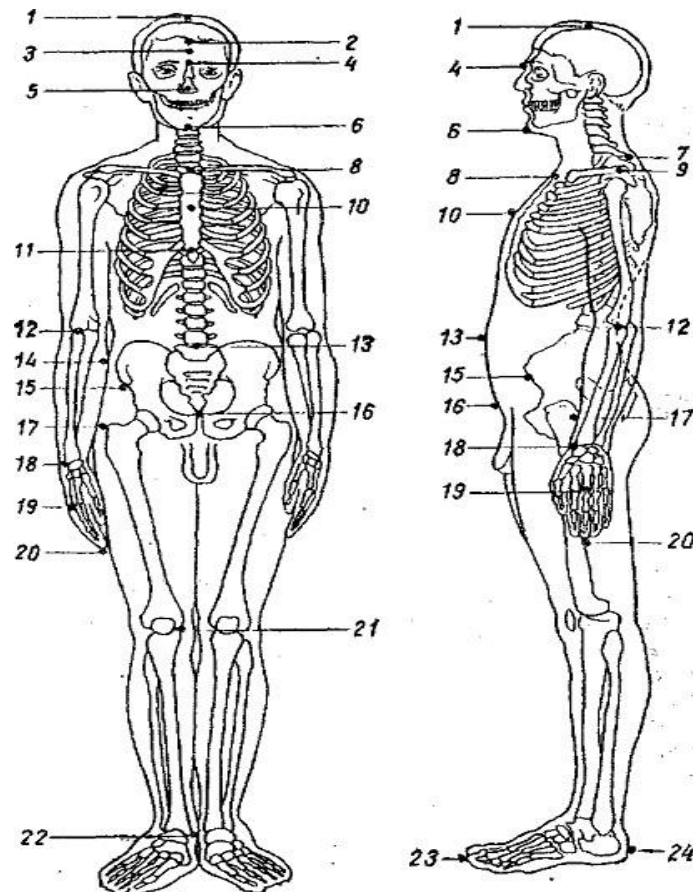


Рис. 2.1. Антропометричні точки на тулубі та кінцівках:

1 – вершкова; 2 – волосяна; 3 – лобова (метопіон); 4 – верхньоносова, 5 – нижньоносова, 6 – підборідна; 7 – шийна; 8 – верхньогрудинна; 9 – акроміальна (плечова); 10 – середньогрудинна; 11 – нижньогрудинна; 12 – променева; 13 – пупкова; 14 – гребенева; 15 – верхня передня клубово-остиста; 16 – лобкова; 17 – вертлюжна; 18 – шилоподібна; 19 – фалангова; 20 – пальцева; 21 – верхньогомілкова внутрішня точка; 22 – нижньогомілкова; 23 – кінцева; 24 – п'яткова

Для визначення довжини тіла у положенні стоячи та сидячи використовуємо дерев'яний ростомір (рис. 2.2 а), який являє собою стояк завдовжки 2 м, закріплений на підставці розміром 70 x 45 см, з

відкидною лавкою на висоті 40 см, що призначена для вимірювання росту сидячи. На стояку нанесено дві колонки сантиметрових поділок: за першою відлік починається від підставки, за другою – від відкидної лавки. На стояку закріплена пересувна муфта з горизонтальною планшеткою, яку під час дослідження опускаємо до контакту з тім'яною кісткою обстежуваного.

У разі вимірювання *довжини тіла стоячи* обстежуваний стає струнко спиною до планки, тримаючи п'ятки разом, носки нарізно та торкаючись її трьома точками: п'ятками, сідницями і міжлопатковою ділянкою. Голова обстежуваного повинна бути в такому положенні, щоб лінія, яка з'єднує нижній край очної ямки та верхній край козелка вуха була паралельною підлозі. Вимір росту здійснюємо за шкалою ростоміра, із точністю до 0,5 см. У дітей до 1,5 років вимірювання довжини тіла здійснюємо горизонтальним ростоміром.

Вимірювання *росту в положенні сидячи* здійснюємо за вказаними вище правилами, при цьому обстежуваний сідає на відкидну лавку ростоміра (рис. 2.2 б).

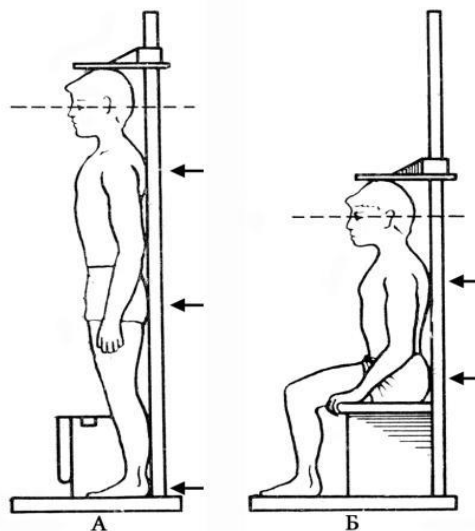


Рис. 2.2. Вимірювання зросту в положенні стоячи (а) та сидячи (б)
(стрілками показані точки торкання тіла обстежуваного з вертикальною планкою ростоміра)

Масу тіла визначаємо за допомогою медичних терезів. Зважуватися треба без одягу і взуття з точністю до 50 г: не можна зважуватися відразу після приймання їжі.

2.1.2. Проведення антропометричних вимірювань окружних розмірів та діаметрів тіла

Вимірювання окружних параметрів проводимо у стандартному положенні обстежуваного стоячи, в горизонтальній площині. Вимірювальну стрічку (1,5–2 м довжиною та до 0,7 см шириною) щільно притискуємо до вимірюваної частини тіла, але без втискування в шкіру.

Окружність грудної клітки (ОГК) вимірюємо в трьох позиціях: на максимальному вдиху, максимальному видиху та впродовж дихальної паузи. При вимірюванні ОГК сантиметрову стрічку накладаємо ззаду по нижньому краю лопаток при опущених руках, спереду у чоловіків і дітей по нижньому краю навколососкових кіл, а в жінок – над грудними залозами (у місці прикріплення IV ребра до груднини).

Амплітуду екскурсій (дихальних рухів) грудної клітки визначають за різницею її окружностей при максимальному вдиху та видиху.

Вимірювання окружності голови вимірюють за максимальним периметром голови сантиметровою стрічкою, яку накладають ззаду на найбільш виступаючу частину потилиці, а спереду – на надбрівні дуги.

При вимірюванні *окружності шиї* кравецьку стрічку розташовують горизонтально під щитоподібним хрящем.

Вимірювання окружності талії: стрічку розташовуємо горизонтально (на 3–4 см вище клубових кісток і трохи вище пупка); при цьому живіт не втягується.

Окружні розміри сегментів кінцівок вимірюємо в місцях максимального розвитку м'язів горизонтально накладеною стрічкою.

Вимірювання окружності плеча здійснюємо як у напруженому, так і в розслабленому стані м'язів. Обстежуваний витягує руку вбік долонею доверху, з напругою згинаючи її в ліктьовому суглобі (стрічка накладається у місці найбільшого потовщення біцепса). Далі обстежуваний випрямляє руку і вільно опускає її донизу (стрічку залишаємо на тому ж місці, натягуючи її). Фіксуємо величину при напруженні м'язів, і в спокійному стані, розраховуючи різницю між цими двома величинами.

Вимірювання окружності стегна: стрічку розташовуємо горизонтально під сідничною складкою (маса тіла обстежуваного розподіляється рівномірно на обидві ноги).

Вимірювання окружності гомілки (проксимально): стрічку накладаємо горизонтально в найширшому місці гомілки (маса тіла розподіляється рівномірно на обидві ноги).

Окружність гомілки над кісточками (дистально) – це окружність найтоншого місця гомілки над нижньою великогомілковою точкою

Окружність зап'ястка – над променево-зап'ястковим суглобом в області шилоподібних відростків.

Вимірювання діаметрів тіла проводимо великим товстотним циркулем або штангенциркулем. Антропометричні точки пальпуємо пальцями. Натиск ніжок циркуля повинен бути завжди однаковим, м'які тканини лише злегка притискаються. При вимірюванні поперечних діаметрів кінці циркуля щільно охоплюємо пальцями обох рук і прикладаємо до вимірювальних точок. Кінці циркуля (тримаємо знизу чотирма пальцями, а зверху – лише великим пальцем кожної руки) приставляємо до вимірюваних точок. При цих умовах вага інструменту розподіляється рівномірно по усій кисті, що забезпечує необхідну стійкість приладу. Розміри за напрямком поперечної осі називають поперечними діаметрами, або ширинами. Розміри за напрямком сагітальної осі називають сагітальними діаметрами, або передньозадніми, або глибинами.

Вимірювання плечового (акроміального) діаметру, або ширини плечей: фіксуємо відстань між лівою та правою плечовими точками, вимірювання проводимо спереду.

Вимірювання середньогрудинного поперечного діаметру грудної клітки: фіксуємо горизонтальну відстань між найвіддаленішими точками бокових поверхонь грудної клітки на рівні середньогрудинної точки, що відповідає верхньому краю 4-го ребра. Ніжки товстотного циркуля розташовуємо на середньопухвовій лінії з обох боків грудної клітки.

Вимірювання нижньогрудинного поперечного діаметра грудної клітки: фіксуємо горизонтальну відстань між найбільш виступаючими бічними точками X-ої пари ребер.

Вимірювання передньозаднього (сагітального) середньогрудинного діаметра грудної клітки проводимо в горизонтальній площині по

сагітальній осі на рівні середньогрудинної точки. Одна ніжка циркуля встановлюється на середньогрудинну точку, інша – на хребті.

Вимірювання міжгребеневого діаметра тазу: фіксуємо відстань між найвіддаленішими точками гребенів клубових кісток, при досить сильному натиску товстотного циркуля.

Вимірювання міжвертлюгового діаметра тазу: фіксуємо відстань між найвіддаленішими точками вертлюгів стегнових кісток.

Вимірювання діаметрів відділів верхньої і нижньої кінцівок:

- *ширина дистального епіфіза плеча* – найбільша відстань по горизонталі між зовнішніми та внутрішніми надвиростками плечової кістки;

- *ширина дистального епіфіза передпліччя* – найбільша відстань по горизонталі між шилоподібними відростками променевої та ліктьової точок;

- *ширина дистального епіфіза стегна* – найбільша відстань по горизонталі між зовнішніми та внутрішніми надвиростками стегнової кістки;

- *ширина дистального епіфіза гомілки* – найбільша відстань по горизонталі між медіальною та латеральною кісточками гомілки.

2.2. Визначення і оцінка фізичного розвитку методом індексів

Індекс – це величина відношення двох або кількох антропометричних ознак (зріст, маса, окружність грудної клітки та ін.). В основі індексів лежать зв'язки антропометричних ознак. Метод антропометричних індексів дозволяє провести орієнтовну оцінку фізичного розвитку шляхом визначення зв'язків між окремими антропометричними показниками.

Найбільш часто використовують наступні антропометричні індекси.

Визначення індексів для обрахунку належної маси тіла (НМТ) та оцінки маси тіла (МТ) осіб різного віку і статі. ВООЗ розроблено формули для визначення нормальної маси тіла осіб, старших за 21 рік:

$$НМТ \text{ чоловіки} = (50 + (P - 150)) \times 0,75 + (B - 21) / 4$$

$$НМТ \text{ жінки} = (50 + (P - 150)) \times 0,32 + (B - 21) / 5, \text{ де}$$

НМТ – належна маса тіла, кг;

P – зріст, см,

B – вік, роки

Визначення належної маси тіла за формулою Бонгарда (враховує ріст та тілобудову):

$$НМТ = P \times ОГК / 240, \text{ де}$$

НМТ – маса тіла, кг;

P – ріст, см;

ОГК – окружність грудної клітки, см.

Визначення ідеальної маси тіла за формулою Мегоні (рекомендовано для тренованої та фізично здорової людини):

$$МТ \text{ чоловіки} = (P / 0,0254 \times 4 - 128) \times 0,453$$

$$МТ \text{ жінки} = (P / 0,0254 \times 3,5 - 108) \times 0,453, \text{ де}$$

МТ – маса тіла, кг;

P – ріст, м.

Визначення маси тіла за формулою Лоренцо (рекомендовано для осіб 18–40 років):

$$МТ \text{ чоловіки} = P - (100 - (P - 150) / 4)$$

$$МТ \text{ жінки} = P - (100 - (P - 150) / 2), \text{ де}$$

МТ – маса тіла, кг;

P – ріст, см.

Визначення маси тіла за формулою Купера (рекомендовано для осіб до 30 років; у віці понад 30 років допускається підвищення норми маси тіла на 2,5–6 кг):

$$МТ \text{ чоловіки} = (P \times 3,5 / 2,54 - 108) \times 0,453$$

$$МТ \text{ жінки} = (P \times 4 / 2,54 - 128) \times 0,453, \text{ де}$$

МТ – маса тіла, кг;

P – ріст, см.

Максимально допустимі показники маси тіла (у кг) в залежності від статі, росту та віку при нормальній статури наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Ріст, см	18–29 років		30–39 років		40–49 років		50–59 років		60–69 років	
	чоло- віки	жінки	чоло- віки	жінки	чоло- віки		чоло- віки	жінки	чоло- віки	жінки
148	50,8	48,4	55,0	52,3	56,6	54,7	56,0	53,2	53,9	52,2
150	51,3	48,9	56,7	53,9	58,1	58,0	55,7	55,7	57,3	54,8
152	53,1	51,0	58,7	55,0	61,5	59,5	61,1	57,6	60,3	55,9
154	55,3	53,0	61,6	59,1	64,5	62,4	63,8	60,2	61,9	59,0
156	58,5	55,8	64,4	61,5	67,3	66,0	65,8	62,4	63,7	60,9
158	61,2	58,1	67,3	64,1	70,4	67,9	68,0	64,5	67,0	62,4
160	62,9	59,8	69,2	65,8	72,3	69,9	69,7	65,8	68,2	64,6
162	64,6	61,6	71,0	68,5	74,4	72,2	72,7	72,7	69,1	66,5
164	67,3	63,6	73,9	70,8	77,2	74,0	75,6	72,0	72,2	70,0
166	68,8	65,2	74,5	71,8	78,0	76,5	76,3	73,8	74,3	71,5
168	70,8	68,5	76,2	73,7	79,6	78,2	77,9	74,8	76,0	73,3
170	72,7	69,2	77,7	75,8	81,0	79,8	79,6	76,8	76,9	75,0
172	74,1	72,8	79,3	77,0	82,8	81,7	81,1	77,7	78,3	76,3
174	77,5	74,3	80,8	79,0	84,4	83,7	82,5	79,4	79,3	78,0
176	80,8	76,8	83,6	79,9	86,0	84,6	84,1	80,5	81,9	79,1
178	83,0	78,2	85,6	82,4	88,0	86,1	86,5	82,4	82,8	80,9
180	85,1	80,9	88,0	83,9	89,9	88,1	87,5	84,1	84,4	81,6
182	87,2	83,3	90,6	87,7	91,4	89,3	89,5	86,5	85,4	82,9
184	89,1	85,5	92,0	89,4	92,9	90,9	91,6	87,4	88,0	85,8
186	93,1	89,2	95,0	91,0	96,6	92,9	92,8	89,6	89,0	87,3
188	95,8	91,8	97,0	94,4	98,0	95,8	95,0	91,5	91,5	88,8
190	97,1	92,3	99,5	95,6	100,7	97,4	99,4	95,6	94,8	92,9

Примітка. Для осіб з астеничною конституцією від табличного значення маси слід відняти 3–5 %, з гіперстенічною – додати 1–2 %.

Індекси для визначення належної маси тіла залежно від росту дорослої людини розраховуємо за формулами, що враховують вік і стать.

Визначення маси тіла за індексом Брока (рекомендовано для осіб ростом від 155 до 185 сантиметрів середньої тілобудови):

$$\begin{aligned} \text{МТ жінки} &= (P - 100) \times 0,85 \\ \text{МТ чоловіки} &= (P - 100) \times 0,9, \text{ де} \end{aligned}$$

МТ – маса тіла, кг;
P – ріст, см.

Формули Брока передбачає поправку на тип статури: астенічний, нормостенічний та гіперстенічний.

Для визначення типу своєї тілобудови, вимірюємо діаметр зап'ястя:

- показник 14 см і менше характерний для астеніків,
- 15–18 см – нормостеніків,
- 19 см і більше – гіперстеніків.

Астенікам для отримання більш коректного числа віднімаємо від отриманого результату 10 %, гіперстенікам – додаємо 10 %.

Наприклад, для нормостеніка ростом 165 см ідеальна маса тіла буде: $(165 - 100) \times 0,9 = 58,5$ кг. Для астеніка ростом 165 см від 58,5 кг віднімаємо 10 % ($58,5 - 5,8 = 52,7$ кг), для гіперстеніка додаємо 10 % ($58,5 + 5,8 = 64,3$ кг).

Індекс Брока-Бругша для визначення ідеальної маси тіла уточнює Брока і дозволяє визначити ідеальну вагу з урахуванням росту нижче 155 см та вище 170 см:

$$\begin{aligned} \text{МТ} &= P - 100, \text{ якщо ріст } 155\text{--}165 \text{ см;} \\ \text{МТ} &= P - 105, \text{ якщо ріст } 166\text{--}175 \text{ см;} \\ \text{МТ} &= P - 110, \text{ якщо ріст більше } 175 \text{ см, де} \end{aligned}$$

МТ – маса тіла, кг,
P – ріст, см.

Індекс Габса (або формула Хебса):

$$\text{МТ} = 55 + (4/5 \times (P - 150)), \text{ де}$$

МТ – маса тіла, кг,
P – ріст, см.

Масо-ростовий показник Кетле визначаємо діленням маси тіла у грамах на зріст у сантиметрах (маса (г) / зріст (см)); середніми показники вважаються: для підлітків та юнаків – 300–325 г на 1см

росту, для дівчат – 300–325 г/см, для дорослих – 350– 400 г/см. Середні значення визначаємо за таблицею 2.2.

Таблиця 2.2

Кількість г на 1см росту	Показник Кетле
Більше 540	Ожиріння
451–540	Дуже надмірна вага
416–450	Надмірна вага
401–415	Добре
400	Найкраща для чоловіків
390	Найкраща для жінок
360–389	Середня
320–359	Погана
300–319	Дуже погана
200–299	Виснаження

Індекс маси тіла (індекс Кетле або BMI (body mass index) дозволяє оцінити ступінь відповідності маси тіла людини та її зросту, й тим самим, непрямо оцінити, чи є маса нормальною, недостатньою чи надмірною) визначають за формулою:

$$IMT = MT / P^2, \text{ де}$$

MT – маса тіла, кг;
P – ріст, м.

Оцінка ІМТ, якщо показник: менший, ніж 15, вважається критичний дефіцит маси тіла; від 15,0 до 16,0 – виражений дефіцит маси тіла; від 16,0 до 18,5 – дефіцит маси тіла; 18,5–24,9 – нормальна маса тіла; 25–29,9 – надмірна маса тіла (ризик для здоров'я підвищений); 30–34,9 – ожиріння I ступеня (ризик для здоров'я високий); 35–39,9 – ожиріння II ступеня (ризик дуже високий) 40 і більше – ожиріння III ступеня (ризик надзвичайно високий).

Нормативні показники ІМТ знаходяться в межах 18,5–24,9 кг/м². Ожиріння слід відрізнити від надмірної маси тіла, при якій ІМТ становить 25–29,9кг/м². ІМТ менше 18,5 кг/м² свідчить про дефіцит маси тіла. Залежно від величини ІМТ виділяють три ступені ожиріння

(нижче наведена таблиця 2.3), чим вище ступінь, тим вище ризик для здоров'я.

Таблиця 2.3

Класифікація ожиріння

ІМТ, кг/м ²	Показник	Ризик для здоров'я
<18,5	Недостатня маса	Підвищений
18,5–24,9	Нормальна маса	Мінімальний
25–29,9	Надмірна маса	Підвищений
30–34,9	Ожиріння I	Високий
35–39,9	Ожиріння II	Дуже високий
40 і більше	Ожиріння III	Вкрай високий

Визначення гармонійності статури (ГС) за формулою:

$$ГС = ОГК \times 100 \% / P, \text{ де}$$

ГС – показник гармонійності статури (%);
 ОГК – окружність грудної клітки у дихальній паузі (см);
 P – ріст (см).

Оцінка результатів ГС:

50–55% – статура є гармонійною,

< 50 % – статура є дисгармонійною за рахунок недостатнього розвитку м'язової та жирової тканини,

> 50 % – статура є дисгармонійною за рахунок надлишкового розвитку жирової тканини (тобто ожиріння) або м'язової (наприклад, у культуристів або інших спортсменів).

Оцінка пропорційності тіла за допомогою індексів.

Індекс пропорційності розвитку грудної клітки (Індекс Ерісмана) (характеризує розвиток грудної клітки дитини/дорослої людини) і частково її вгодованість) визначаємо за формулою:

$$I_{\text{Ерісмана}} = ОГК - (P/2), \text{ де}$$

ОГК – окружність грудної клітки в дихальній паузі, см;
 P – ріст, см.

Оцінка результатів I_{Ерісмана}: середні показники у чоловіків становлять +5,8 см, у жінок – +3,3 см; якщо $\geq +5,8$ см – добрий розвиток

грудної клітки; якщо $\leq +3,3$ см – вузька грудна клітка. Для дітей нормою є: 1-й рік – 13,5–10 см; 2–3 роки – 9–6 см; 6–7 років – 4–2 см; 7–8 років – 0; найкращий показник $I_{\text{Ерісмана}}$ є, коли до 15 років становить +1-3 см. Величина $I_{\text{Ерісмана}}$ повинна бути позитивною до 6–8 років, і чим краще фізично розвинута дитина, тим пізніше її окружність грудної клітки зрівнюється з напівзростом.

Індекс міцності будови тіла (індекс Піньє):

$I_{\text{Піньє}} = P - (\text{ОГК} + \text{МТ}), \text{ де}$
P – ріст, см; ОГК – окружність грудної клітки, см; МТ – маса тіла.

Оцінка результатів $I_{\text{Піньє}}$: показник індексу менше +10 відповідає брахіморфному типу будови тіла (широкому); від +10 до +30 – мезоморфному (середньому); від +31 до +50 і вище – доліхоморфному (вузькому).

Індекс вгодованості за Л. І. Чулицькою характеризує ступінь вгодованості дитини (розвиток підшкірно-жирової основи), а також оцінює розвиток м'язів відносно до зросту). Зниження величини індексу підтверджує недостатню вгодованість дитини:

Формула індексу вгодованості ($ІВ_2$):

$3 \text{ обводи / плеча (см)} + \text{обвід стегна (см)} + \text{обвід гомілки (см)} - \text{зріст (см)}$
--

Оцінка результатів $ІВ_2$: норма: до року – 20–25 см (менше 20 см – при гіпотрофії; більше 25 см – при паратрофії (надмірне годування дитини)); 2–3 роки – 20 см; 4–5 років – 19–16 см; 6–7 років – 15–10 см; 7–8 років – 6 см.

Визначення показнику вгодованості ($ПВ_2$) для дорослих осіб:

$ПВ_2 = \text{МТ} / P, \text{ де}$
ПВ ₂ – показник вгодованості, МТ – маса тіла, кг, P – ріст, дм.

Оцінка результатів ПВг: в межах 2,9–3,2 – виснаження, 3,2–3,6 – слабка вгодованість, 3,6–4,5 – нормальна вгодованість, 4,5–5,4 – надмірна маса тіла; 5,4 та вище – ожиріння.

Індекс пропорційності Л. І. Чулицької визначаємо за формулою:

$$3 \text{ окружності плеча} = \text{окружності грудної клітки} = \text{окружність стегна} + \text{окружність гомілки.}$$

Коефіцієнт фізичного розвитку (Q) показує, який відсоток від нормальної становить маса тіла дитини (норма – 100 %):

$$Q = \text{фактична маса (кг)} / \text{належна маса (кг)} \times 100 \%$$

Індекс О. Ф. Тура (ІТ) (для дітей до 7 років) визначаємо за формулою:

$$ІТ = ОГ - ОКГ, \text{ де}$$

ІТ – індекс Тура,
ОГ – окружність голови, см;
ОКГ – окружність грудної клітки, см.

Оцінка результатів ІТ: від 1 до 7 років кружність грудей перевищує окружність голови на стільки сантиметрів, скільки років дитині.

Користуючись даними антропометричної карти можна розрахувати: *індекси довжини тулуба, довжини ніг, довжини рук, ширини плечей, ширини тазу* за допомогою формули:

$$\text{Індекс ознаки} = (\text{довжина ознаки} / \text{довжина тіла}) \times 100 \%;$$

Наприклад, індекс довжини тулуба = (довжина тулуба / довжина тіла) $\times 100$.

Якщо довжина тулуба складає 48,2, а довжина тіла 157,5, то індекс довжини тулуба розраховується: $(48,2 / 157,5) \times 100 = 30,6$ (мезоморфія).

Індекси особистих розрахунків слід порівняти з даними П. Башкірова (табл. 2.4), які характеризують різні пропорції тіла людини.

**Індекси розмірів тіла у людей з різними пропорціями
(за П. Башкіровим)**

Тип тілобудови	Розміри частин тіла відносно довжини тіла, %				
	Довжина			Ширина	
	тулуба	ніг	рук	плечей	тазу
Доліхоморфний (астенічний)	29,5	55,0	46,5	21,5	16,0
Мезоморфний (нормостенічний)	31,0	53,0	44,5	23,0	16,5
Брахіморфний	33,5	51,0	42,5	24,5	17,5

Типи будови тіла. Серед розмірів тіла виділяємо *тотальні* та *парціальні*. *Тотальні (загальні) розміри* – основні показники фізичного розвитку людини, до яких належать довжина й маса тіла, окружність грудей.

Парціальні (часткові) розміри тіла є складовими частинами тотального розміру та характеризують величину окремих частин тіла. Під дією зазначених факторів упродовж періоду дозрівання відбувається формування визначеної конституції людини.

Конституція – комплексна біологічна характеристика людини, варіант адаптивної норми, що відображає резистентність організму до факторів середовища.

На підставі співвідношення пропорцій тіла виділяють три основних типи статури людини: вузько-довгий (астенічний), середній (нормостенічний) і коротко-широкий (гіперстенічний) (рис. 2.3).

Вузько-довгий тип будови тіла (астенічний) відзначається переважанням поздовжніх розмірів над поперечними, кістяк тонкий, кінцівки довгі, плечі вузькі, грудна клітка довга, плоска, надчеревний кут гострий, мускулатура слабка, шкіра бліда. У дітей, які мають таку будову, нерідко розвивається деформація хребта, грудної клітки. В процесі фізичного виховання їм з профілактичною метою слід зміцнювати м'язи спини, грудної клітки, збільшувати життєву місткість легень і

рекомендувати спеціалізуватися в плаванні, веслуванні, спортивних іграх, легкій атлетиці.

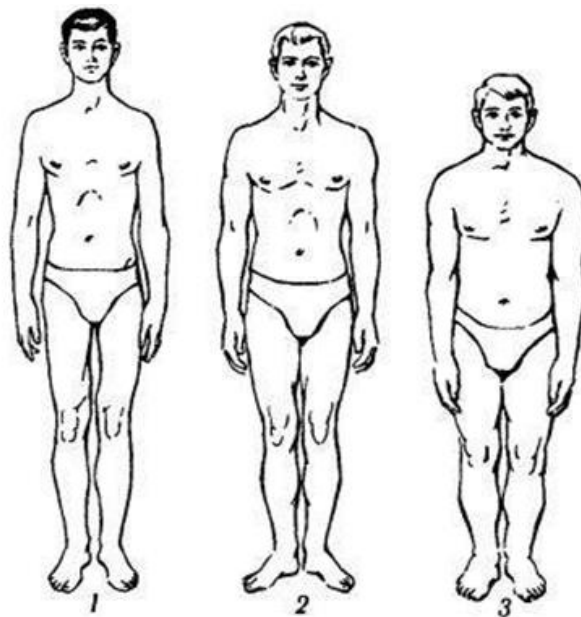
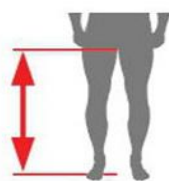


Рис. 2.3. Конституційні типи будови тіла: 1 – астенічний; 2 – нормостенічний, 3 – гіперстенічний

Середній тип будови тіла (нормостемічний) характеризується пропорційним розвитком, добре розвинутою грудною кліткою конічної або циліндричної форми.

При *коротко-широкому типі будови тіла (гіперстенічному)* поперечні розміри переважають над поздовжніми, тулуб великий, кінцівки короткі, грудна клітка широка. У таких дітей нерідко буває ожиріння, плоскостопість.

Визначення типу довжини ніг (довгі, короткі, середні) за індексом скелії (ІСк) за Манувріє:



$$ІСк = (S / B) \times 100 \% , \text{ де}$$

ІСк – індекс скелії,

S – довжина ноги (відстань між вертлюгом і підлогою в положенні стоячи), см;

B – ріст сидячи, см.

Оцінка результатів ІСк: показник індексу до 84,9 свідчить про короткі ноги, 85–89 – про середні, 90 і більше – про довгі.

Ідеальну висоту підборів (відповідно до теорії пропорційності) можна розрахувати за формулою:

$$((\text{ріст, см} / \text{довжина ніг, см (від лінії талії до стопи)} - 1,61) \times 10.$$

Визначення індексу Іонеско-Андріана оцінює довжину ніг людини за формулою:

$$I = V - P / 2, \text{ де}$$

I – індекс Іонеско-Андріана,
V – зріст сидячи, см,
P – ріст стоячи, см.

Оцінка результатів I: низька величина (до +2) або від'ємна величина показника свідчить про довгі ноги; величина показника $I > +2$) свідчить про короткі ноги.

Визначення індексу довжини руки (Ідр) визначаємо за формулою:

$$I_{др} = A / P \times 100\%, \text{ де}$$

Iдр – індекс довжини руки, %;
A – довжина руки (відстань між акроміальним відростком і кінцем 3-го пальця випрямленої кисті), см;
P – ріст, см.

У таблиці 2.5 приведені середні величини індексу довжини ноги і руки осіб чоловічої і жіночої статі віком від 7 до 18 років.

Таблиця 2.5

Індекси довжини ноги і руки (за В. В. Шварцом)

Вік, роки	Індекс довжини ноги, %		Індекс довжини руки, %	
	Хлопчики	Дівчатка	Хлопчики	Дівчатка
1	2	3	4	5
7	49,0+1,8	49,0+1,9	43,1+3,7	42,6+2,7
8	49,8+1,9	50,4+1,7	43,8+2,0	42,9+2,2
9	50,9+1,9	50,9+1,7	42,4+4,5	43,2+3,1
10	51,0+2,7 ¹	52,1+2,2	43,3+3,3	43,2+2,2
11	51,2+1,4	52,1 + 1,4	44,4+1,0	43,7+1,9
12	51,8+1,3	51,9+2,3	44,0+2,6	43,6+2,4
13	52,2+2,3	52,1+1,7	44,2+2,0	43,5+2,0
14	52,8+1,5	52,0+1,5	44,2+1,9	43,5+2,9

Закінчення таблиці 2.5

1	2	3	4	5
15	52,1+1,8	52,1+1,9	44,6+2,0	43,5+1,6
16	52,5+1,5	52,0+1,4	43,6+2,8	43,6+1,8
17	52,0+1,5	52,2+1,6	44,3+2,1	43,6+1,3
18	52,0+1,2	52,2+1,3	44,3+1,5	43,1+1,9

Визначення коефіцієнта пропорційності (КП) визначаємо відношенням довжини ніг до довжини тулуба за формулою:

$$КП = (P - B) / B \times 100\%, \text{ де}$$

КП – коефіцієнт пропорційності, %;
 P – зріст стоячи, см;
 B – зріст сидячи, см.

Оцінка результатів КП: середня величина показника КП становить 87–92 %, якщо показник КП більше 92 %, то це свідчить про довгі ноги, а якщо менше 87 % про короткі.

2.3. Оцінка фізичного розвитку за функціональними показниками

Матеріали та обладнання: спірометр, динамометр

2.3.1. Проведення антропометричних вимірювань життєвої ємності легень (ЖЄЛ)

Найбільш важливим показником дихальної системи, що є одним з основних показників фізичного розвитку людини, є *життєва ємність легень (ЖЄЛ)* – найбільша кількість повітря, яку можна видихнути після найбільшого вдиху.

Вимірюємо ЖЄЛ за допомогою спірометра (рис. 2.4). Стрілка приладу повинна стояти на нулі. Після 1–2 максимальних вдихів та видихів, обстежуваний бере в рот мундштук, при цьому закриваючи ніс, і робить максимальний видих у спірометр (перед кожним вимірюванням мундштук протираємо ваткою, змоченою в спирті). Вимірювання проводимо тричі, вибирають кращий результат. Розмір ЖЄЛ відображається на шкалі приладу в літрах. Точність вимірювання повинна становити близько 100 мл.

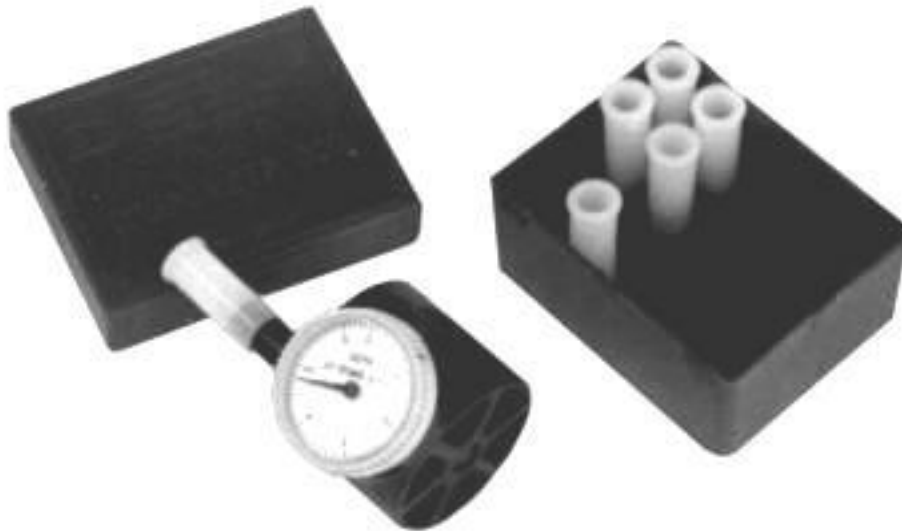


Рис. 2.4. Спірометр ротаційний

Життєвий індекс, що характеризує можливості дихального апарату, визначаємо за формулою:

$$ЖІ = ЖЄЛ / МТ, \text{ де}$$

ЖІ – життєвий індекс мл/кг;
 ЖЄЛ – життєва ємкість легень, мл;
 МТ – маса тіла, кг.

Оцінка результатів ЖІ: середнім показником для юнаків вважається 50–60 мл/кг, для дівчат – 45–50 мл/кг, для чоловіків – 65–70 мл/кг, для жінок – 55–60 мл/кг (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Оцінка життєвого індексу дітей та підлітків

Вік, років	Життєвий індекс, мл/кг	
	Хлопці	Дівчатка
7–10	51–55	46–49
11–13	40–53	42–46
14–15	53–57	46–51

2.3.2. Проведення антропометричних вимірювань сили м'язів

Одним із важливих показників фізичного розвитку організму є сила м'язів, сумарним показником якої найчастіше використовують суму м'язів кисті та станової сили.

Силу м'язів-згиначів кисті визначаємо кистьовим динамометром (рис. 2.5а). Кисть прямої руки відводимо від тулуба до отримання з

ним прямого кута, стискаючи динамометр з максимальною силою; другу руку опускаємо вниз вздовж тулуба. Заміри проводимо тричі для кожної руки, найбільше відхилення стрілки динамометра є показником максимальної сили м'язів кисті. За отриманими показниками визначаємо ведучу руку й обраховуємо середнє значення. Точність вимірювання – 2 кг.

Станову силу вимірюємо за допомогою станового динамометра (див. 2.5б). Перед визначенням станової сили обстежуваному підбираємо необхідну довжину ланцюга динамометра (ручка приладу повинна перебувати на рівні колін); після цього ногами фіксуємо нижній кінець динамометра, обстежуваний приймає напівзігнуте положення з прямими ногами й руками та виконує максимальне розгинання, використовуючи лише силу м'язів спини.

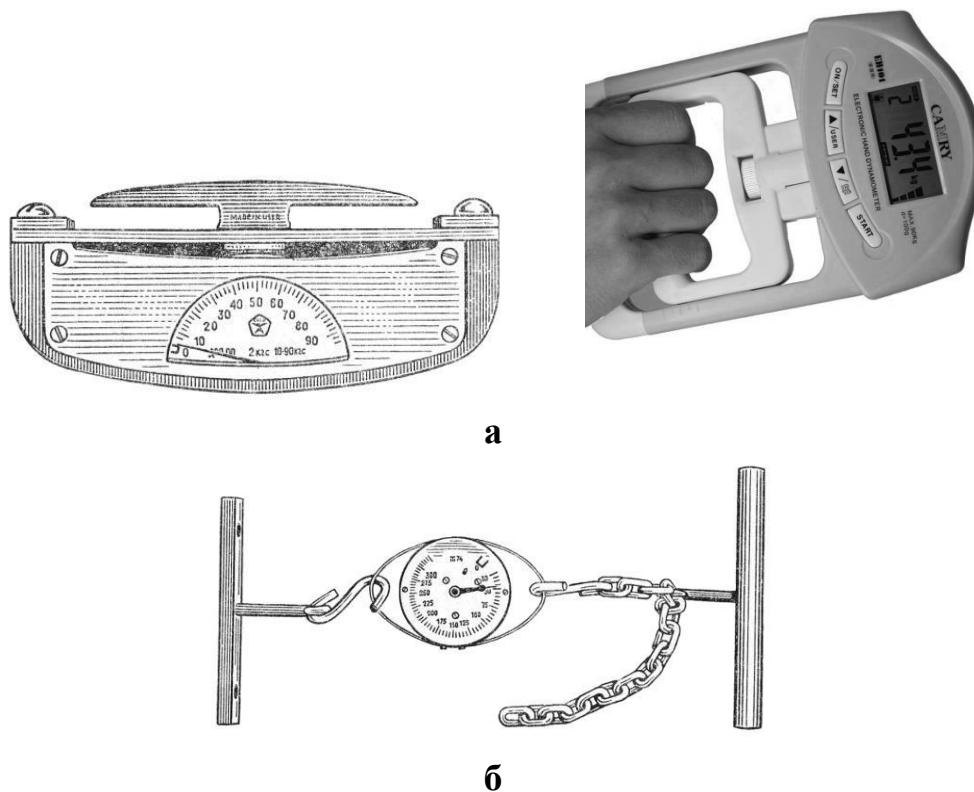


Рис. 2.5. Прилади для вимірювання сили м'язів кисті (а – кистьові динамометри) та станової сили (б – Становий динамометр)

Силіві індекси визначаємо за формулами:

$$SI_{\text{кисті}} = C_{\text{кисті}} / MT \times 100 \%, \text{ де}$$

$SI_{\text{кисті}}$ – силівий індекс кисті, %;
 CK – сила м'язів кисті, кг; маса тіла, кг.

$$CI_{\text{станова}} = C_{\text{станова}} / MT \times 100 \%, \text{ де}$$

$CI_{\text{становой}}$ – силовий індекс становий, %;
 CK – станова сила, кг; маса тіла, кг.

Оцінка результатів силових індексів: силовий індекс кисті – 70–75 % – чоловіки, 50–60 % – жінки; силовий індекс становий – 200–220 % – чоловіки, 135–150 % – жінки (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

Оцінка силового індексу кисті дітей та підлітків, %

Дівчатка	Оцінка силового індексу кисті	Хлопці
40	Низький	45
41–45	Нижче середнього	46–50
46–50	Середній	51–60
52–55	Вище середнього	61–65
56	Високий	66

2.4. Методика визначення фізичного розвитку за зовнішнім оглядом

2.4.1. Форма грудної клітки

Форму грудної клітки визначаємо наступним чином – великі пальці обох рук експериментатора прикладаються до нижніх ребер обстежуваного, за ходом їх кріплення до грудини. Кут, який виникає між ребрами, що повторює розміщення великих пальців експериментатора, називається епігастральним. Його величина пов'язана з формою грудної клітки та варіюється від гострого (менше 90°) до тупого (більше 90°). Від величини цього кута залежить і форма грудної клітки (дана ознака незначно змінюється з віком) (рис. 2.6):

а) *сплющена*, що характеризується гострим епігастральним кутом, у профіль грудна клітка виглядає як сильно приплющений спереду назад витягнутий циліндр, найчастіше звужений донизу;

б) *циліндрична*, що характеризується прямим епігастральним кутом, а у профіль грудна клітка схожа на циліндр помірної довжини;

в) *конічна* – характеризується тупим епігастральним кутом і в профіль грудна клітка має форму округлого циліндру, що помітно поширюється донизу.

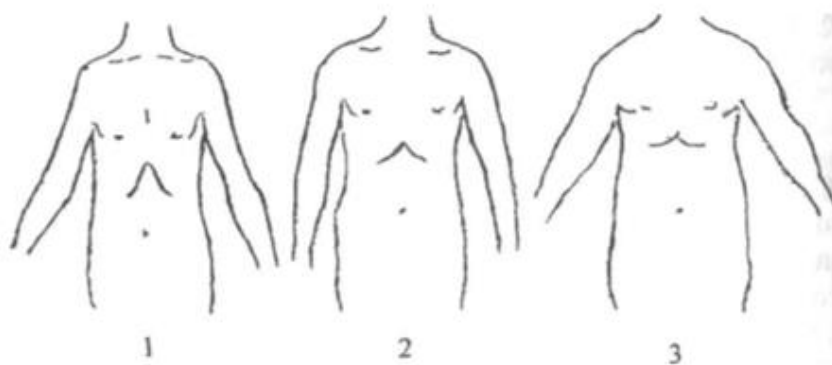


Рис. 2.6. Форма грудної клітки: 1 – сплющена; 2 – циліндрична; 3 – конічна

2.4.2. Форма спини:

а) *сутула*, що характеризується збільшеним згином хребта у грудному відділі, у зв'язку з чим спостерігаються крилоподібні лопатки;

б) *пряма (нормальна)*, що спостерігається при відсутності гіпер- або гіпотрофованих згинів будь-якої його ділянки хребта, без;

в) *плоска (уцільнена)*, що характеризується особливою ущільненістю хребта в ділянці лопаток та помітно меншим його грудним і крижовим згином (рис. 2.7).

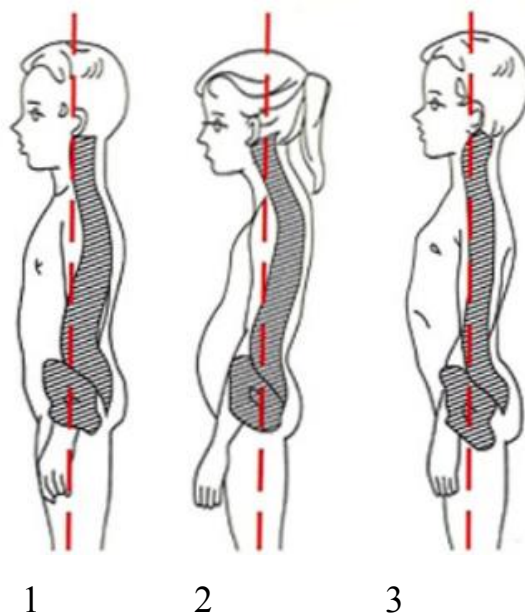


Рис. 2.7. Форми спини: 1 – пряма (нормальна),
2 – сутула, 3 – плоска (уцільнена)

2.4.3. Форма живота:

а) *впала*, що характеризується відсутністю підшкірножирової тканини, слабким м'язовим тонусом черевної стінки, випинанням кісток криж;

б) *пряма*, для якої характерні значний розвиток черевних м'язів та їх високий тонус, слабкий або помірний жировий прошарок, фактично знівельований рельєф кісток;

в) *виступаюча*, для якої характерні істотний жировий прошарок, слабо або помірно розвинуті м'язи, жирова складка над лобком, кістковий рельєф фактично не пальпується.

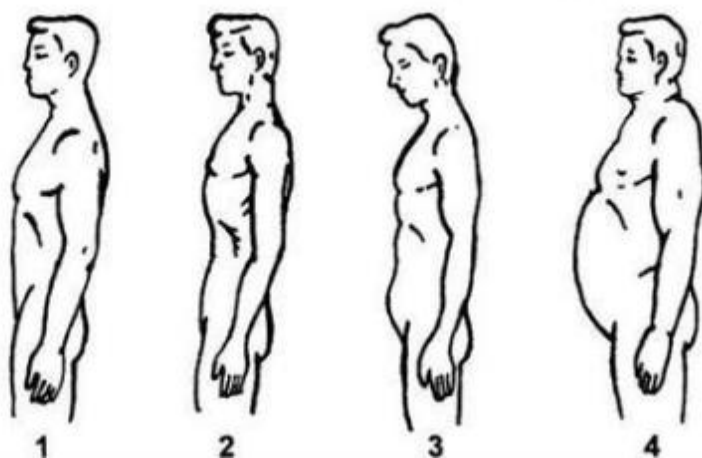


Рис. 2.8. Форма живота: 1 – пряма, 2 – впала, 3–4 – виступаюча

2.4.4. Визначення форми ніг

Форму ніг визначаємо стоячи, п'яти разом, носки злегка розведені. М'язи ніг при цьому не повинні бути напружені. Ноги можуть бути рівні (прямі), Х-подібні та О-подібні (рис. 2.9):

а) якщо осі стегон і гомілок збігаються, а внутрішні поверхні колінних і гомілковостопних суглобів стикаються – ноги вважають рівними (прямими);

б) якщо внутрішні поверхні колінних суглобів стикаються, а між гомілковостопними суглобами є відстань – ноги Х-подібні;

в) якщо при зімкнутих гомілковостопних суглобах коліна не стикаються, ноги – О-подібні.

Ступінь Х- або О-подібного порушення форми ніг можемо виміряти сантиметровою стрічною або спеціальною лінійкою на рівні колін (величина О-подібності) або між внутрішніми кісточками гомілково-

стопних суглобів (величина X-подібності) (рис. 2.9): відстань більш 5 см вказує на значний ступінь відхилення від норми (X- або O-подібні форми ніг можуть бути наслідком перенесеного рахіту).

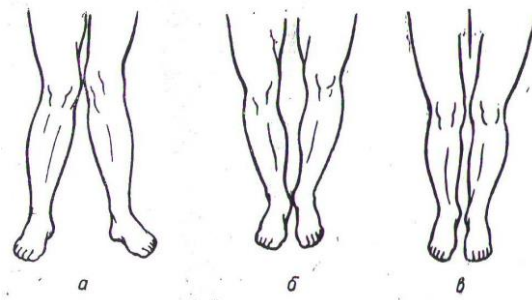


Рис. 2.9. Форма ніг: *а* – X-подібна, *б* – O-подібна, *в* – нормальна

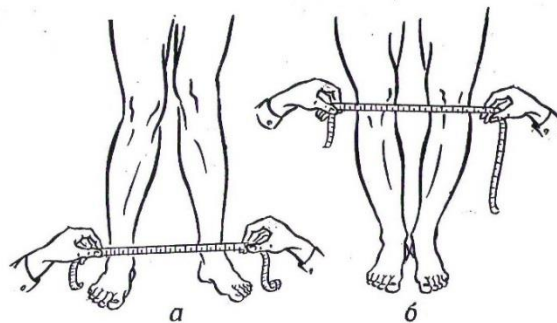


Рис. 2.10. Визначення ступеню викривлення ніг

2.4.5. Соматоскопічні дослідження постави

Постава – це звичне положення тіла людини під час ходьби, стояння, сидіння чи роботи. Для *правильної, або фізіологічної, постави* властиве нормальне положення хребта з його помірними природними вигинами, симетричним положенням плечей і лопаток, прямим триманням голови, прямими ногами без плоскостопості. При правильній поставі спостерігається оптимальне функціонування системи органів руху, правильне розміщення внутрішніх органів і положення центру тяжіння.

Ознаки нормальної постави: пряме положення голови й однакові рівні плечей; симетричність лопаток і трикутників талії (це проміжки, які знаходяться між вільно опущеною рукою і талією); нормальна фізіологічна кривизна хребта; однакова довжина нижніх кінцівок; правильним положенням ступнів.

Неправильна, або патологічна, постава формується в результаті низки причин, до яких у першу чергу слід віднести високу питому вагу

гіпокінезії та гіподинамії в житті дітей і підлітків, що призводить до м'язової гіпотрофії і послаблення суглобово-зв'язкового апарату. Вона залежить від форми хребта, рівномірного розвитку і тону м'язів торсу.

Розрізняють *поставу нормальну, випрямлену, кіфотичну, лордотичну, сутулувату, сколіотичну* (рис. 2.11).

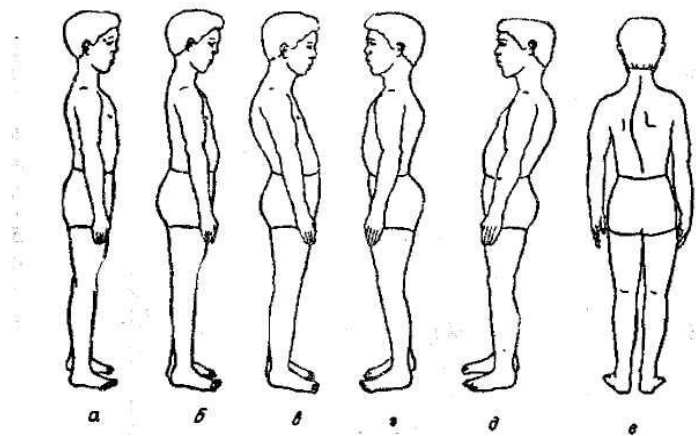


Рис. 2.11. Види постави: *а* – нормальна; *б* – випрямлена; *в* – кіфотична; *г* – лордотична; *д* – сутулувата; *е* – сколіотична

При патологічних станах хребта можливі викривлення як у передньо-задньому напрямку (*кіфоз, лордоз*), так і бокові (*сколіоз*). Для визначення бокових викривлень хребта використовуємо *сколіозометр Біллі Кірхгофера*.

Плоска спина характеризується зглаженістю всіх фізіологічних вигинів (*випрямлена постава*), округла спина (*сутулувата*) представляє форму грудного кіфозу. При округло вигнутій спині (*кіфотична постава*) одночасно збільшений грудний кіфоз і поперековий лордоз. При плосковигнутій (*лордотична постава*) – збільшений лише поперековий лордоз.

Суб'єктивні методи вивчення постави (візуальний, пальпаторний, метод функціональних проб):

➤ *Візуальний метод.* При огляді обстежуваного спереду визначаємо положення голови. При огляді збоку – звертаємо увагу на лінію передньої стінки живота. Збоку спини визначаємо шийно-плечові лінії, розташування плечей, трикутники талії, розташування нижніх кутів лопаток, лінію остистих відростків хребців (рис. 2.12).

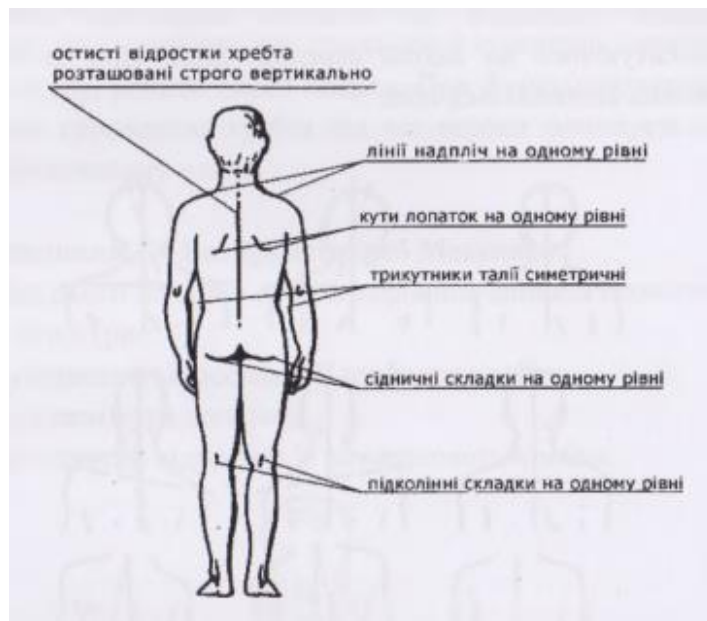


Рис. 2.12. Огляд обстежуваного на сколіоз у фронтальній площині зі спини (правильна постава)

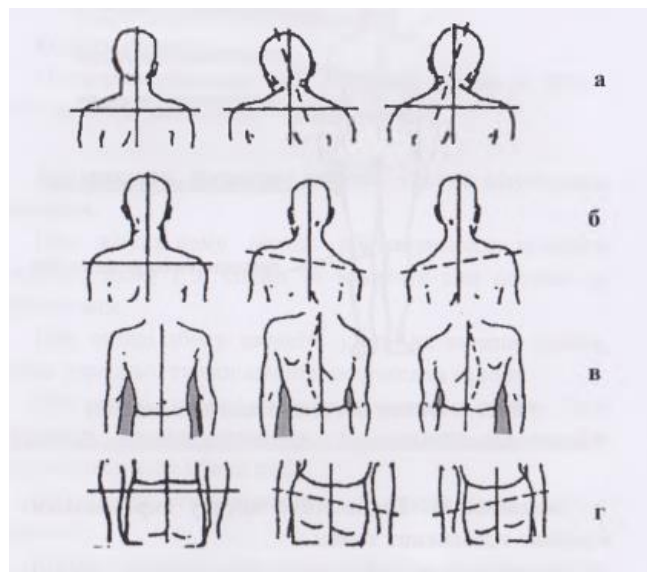


Рис. 2.13. Зміни положення голови (а), плечей (б), лінії хребців та трикутників талії (в), таза (г) при сколіозі. Зліва наведено положення за правильної постави

➤ *Пальпаторний метод.* М'якоттю дистальної фаланги середнього пальця проводимо по остистих відростках хребців, орієнтуючись за задньою середньою лінією. При сколіозах палець відхиляється вбік

➤ *Метод функціональних проб.* При підозрі на сколіоз визначаємо функціональний він чи фіксований: обстежуваний виконує вис на прямих руках або з положення стоячи руки догори нахиляється вперед.

Оцінка результатів: викривлення хребта при виконанні вправи зникає – функціональний сколіоз, не зникає – фіксований.

Об'єктивні методи вивчення постави – лінійні та кутові – включають: визначення висоти розташування акроміальних та верхньо-сідничних точок над опорою, виміри ромба Мошкова, вирахування плечового показника, визначення величини вигинів хребта, рентгенограмметрію, ганіометрію.

➤ *Виміри ромба Мошкова.* На задній поверхні тулуба дермографічним олівцем позначаємо точки: – остистий відросток VII шийного хребця, – нижні кути лопаток, – остистий відросток V поперекового хребця (рис. 2.13). Сантиметровою стрічкою вимірюємо відстань між цими точками: від остистого відростка VII шийного хребця до нижніх кутів лопаток та від остистого відростка V поперекового хребця до нижніх кутів лопаток. Різниця в показниках відстаней справа і зліва 0,5 см і більше визначається як асиметрія, що свідчить про наявність сколіозу.

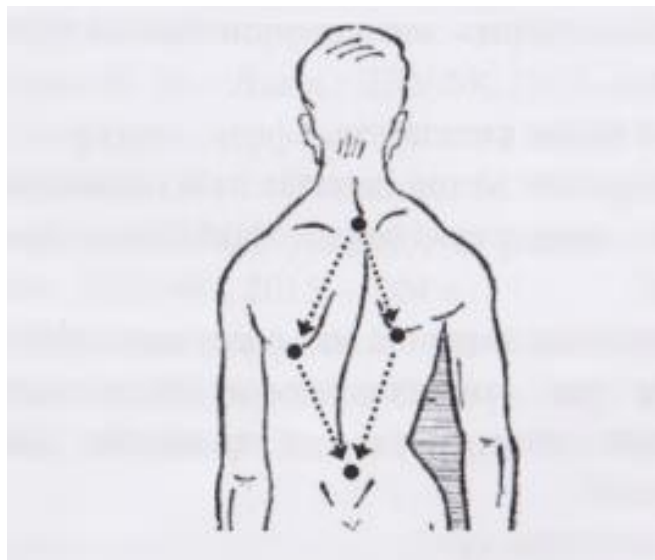


Рис. 2.13. *Схема вимірювання ромба Мошкова*

Визначення величини вигинів хребта. Обстежуваного підводимо до стіни та стає так, щоб п'яти, литки ніг, сідниці та спина щільно прилягали до неї. Лінійкою вимірюємо глибину шийного й поперекового вигинів.

Оцінка результатів постави: за правильної постави глибина вигинів буде однаковою – 4–5 см.

➤ *Гоніометрія*. Проводимо оцінку вигинів хребта та рухливості його відділів. Дермографічним олівцем відмічаємо точки зовнішньо-потиличного підвищення, остисті відростки V шийного та VII грудного хребців, найглибшу точку поперекового лордозу, найвищу точку крижів по задній середній лінії. Потім за допомогою гоніометра В. А. Гамбурцева послідовно визначаємо кути нахилу сегментів хребта, що розташовані між зазначеними точками від уявної вертикалі.

Найбільш поширеними патологічними формами постави є сколіози і сутулуватість. Сколіози – бічне (вправо або вліво) викривлення хребта від серединної лінії (у фронтальній площині), під час яких утворюються опуклості, вершина яких відповідно повернута вправо чи вліво. Може зустрічатися двобічний сколіоз – S-подібне викривлення хребта. Також можуть виникати патологічні викривлення хребта у сагітальній площині: обернені опуклістю назад (кіфози) і вперед (лордози), що спричинюються відсутністю нормальної статики (звичка неправильно сидіти, стояти, що здебільшого зустрічається у дитячому віці), різними травматичними ушкодженнями.

Обстежуючи положення голови, звертаємо увагу на ступінь нахилу голови вперед (якщо є сутулість) і назад (за умови сильного розвитку м'язів спини), вправо чи вліво (залежно від більшого розвитку м'язів ший). Оглядаючи обстежуваного збоку, потрібно звернути увагу на лінію передньої стінки живота (наявність поперекового лордозу з грудним кіфозом спричинюють її виступ вперед). Під час обстеження з боку спини визначаємо наявність сколіозу (про це свідчать несиметричність шийно-плечових ліній, відмінності у кутах між шийною і плечовими лініями – на стороні сколіозу цей кут менший, одне плече нижче іншого, неоднаковість трикутників талії – на стороні сколіозу він більший, асиметричне розташування кутів лопаток).

Наявність сколітичної постави визначаємо за **плечовим індексом (ПІ)**:

$$ПІ = \frac{\text{Ширина плечей (ШП)}}{\text{Плечова дуга (ПД)}} \times 100, \text{ де}$$

ПІ – плечовий індекс, %;

ШП – ширина плечей (вимірюється сантиметровою стрічкою спереду між плечовими точками (місце пальпації акроміальних відростків над плечовим суглобом), см;

ПД – плечова дуга (вимірюється зі спини по лінії, що проходить по верхньому краю лопаток і дорівнює відстані між плечовими точками), см.

Оцінка плечового індексу: $\leq 90\%$ або $\geq 110\%$ – сутулість (кіфотична постава), $90 - 110\%$ – правильна постава у сагітальній площині.

2.4.6. Визначення форми стопи

Стопа дитини, на відміну від стопи дорослої людини, відносно коротка, широка і звужена в п'яті. Склепіння стопи формується в основному до 11–12, а вся стопа – до 16–18 років. За формою розрізняють нормальну, приплюснуту і плоску стопу (рис. 2.14). Для виявлення початкових ступеней плоскостопості проводять функціональну пробу. Досліджуваний декілька разів піднімається на носках.

При задовільному стані м'язово-зв'язкового апарату стопи спостерігається супінація п'ятки (її зовнішній край опускається, а внутрішній – піднімається), поглиблення зовнішнього і внутрішнього склепінь.

Якщо функція м'язів знижена, то склепіння стопи не збільшується і супінація не відбувається.

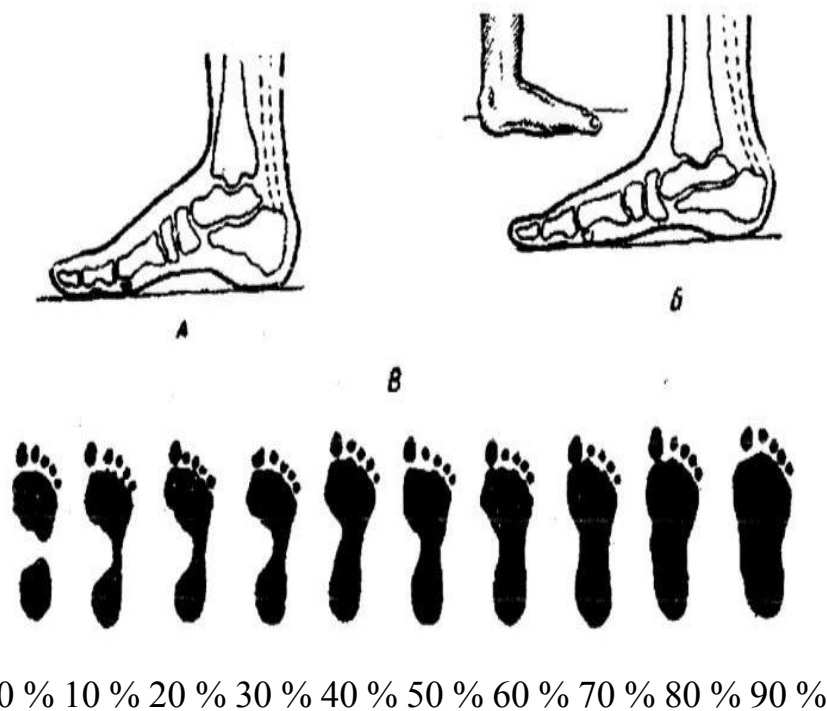


Рис. 2.14. *Форми стопи: а – нормальна; б – плоска; в – різні ступені плоскостопості*

Визначення ступеня плоскостопості за методом Чижина

Для отримання плантограми (відбитка стопи) поверхню підошви змащуємо безводним розчином метиленового синього або змочити

звичайною водою. Потім слід обома ногами стати на чистий аркуш паперу, розкладений на підлозі, так, щоб вага тіла рівномірно розподілялася на обидві стопи. На папері залишаються сліди підошов.

На відбитку стопи проводять такі лінії (рис. 2.15):

- дотичну АВ до точок внутрішньої частини стопи, які найбільше виступають;
- лінію СД через основу другого пальця до середини п'ятки;
- лінію ЄЖ через середину лінії СД, перпендикулярно їй, до пересічення з дотичною (точка Є) і зовнішнім краєм відбитка (точка Ж).

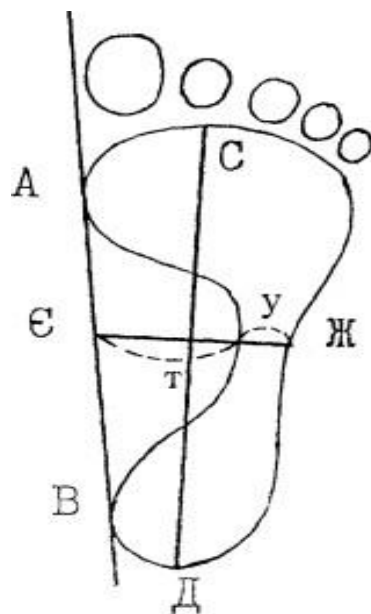


Рис. 2.15. Оцінка плантограми за методом Чижина

Індекс стопи – це відношення ширини опорної частини середини стопи (у) до відрізка т.

У нормі величина індексу коливається від 0 до 1. При сплющеній стопі величина індексу становить від 1 до 2, а при плоскій – більше, ніж 2.

Дослідження стану стопи за методикою Н. Т. Белякової

На підлогу кладемо чистий аркуш паперу та стаємо на нього, розмістивши стопи паралельно одна одній на відстані 10–15 см. Обводимо контур стопи олівцем, тоді піднімаємо праву ногу, і стоячи на лівій, контур стопи обводимо вдруге. Цю ж процедуру повторюємо з правою ногою. Нормальним вважається стан стопи, коли при її

повторному обведенні контури співпадають; при зменшенні другого контура стан стопи добрий, при збільшенні – поганий (плоскостопість).

2.4.7. Кістковий скелет

Кістковий скелет досліджуємо оглядом, пальпацією кісток, зв'язок, сумок, а також визначенням функції суглобів. Враховується масивність кістяка за рівнем розвитку епіфізів кісток, масивність суглобів. Ширина епіфізів вимірюється на плечі, передпліччі, гомілці та стегні, їхня середня арифметична величина вважається характеристикою масивності скелету. Кістковий скелет оцінюють як масивний, середній або тонкий, та відзначають помічені вади: 1 бал – тонкий, грацильний кістяк з тонкими епіфізами. 2 бали – середній за масивністю кістяк з середніми або крупними епіфізами. 3 бали – міцний, масивний, широкий кістяк з потужними епіфізами

Для визначення *абсолютної кісткової маси* використовуємо **формулу Matiegka:**

$$O = P \times C^2 \times k, \text{ де}$$

O – абсолютна маса кісткової тканини, кг;

P – ріст, см;

C^2 – квадрат середнього значення дистальних діаметрів плеча (а), передпліччя (б), стегна (в), гомілки (г);

k – константа дорівнює 1,2.

2.4.8. Мускулатура

Мускулатуру оглядаємо та промацуємо у стані спокою і напруження. Її розвиток оцінюємо так: гарна, середня, слабка, рівномірно чи нерівномірно розвинена. Розвиток м'язової тканини оцінюється, в основному, на кінцівках – плечах і стегні, як у спокійному, так і в напруженому стані.

Оцінка результатів: 1 бал – слабкий розвиток м'язової тканини, слабкий тонус; 2 бали – помірний розвиток, помітний рельєф основних груп м'язів під шкірою, гарний м'язовий тонус у напруженому стані; 3 бали – потужний розвиток мускулатури, чіткий її рельєф, сильний м'язовий тонус у напруженому стані.

Визначення абсолютної м'язової маси здійснюємо за формулою:

$$M = P \times r^2 \times k, \text{ де}$$

M – абсолютна маса м'язової тканини (кг);
 P – ріст, см;
 R – середнє значення радіусів плеча (Q_1), передпліччя (Q_2), стегна (Q_3), гомілки (Q_4) в місцях найбільшого розвитку м'язів, без підшкірного жиру та шкіри, см;
 k – константа дорівнює 6,5.

Радіуси сегментів (r) обчислюємо за результатами відповідних обхватів з урахуванням середньої товщини підшкірного жиру та шкіри:

$$r = (\text{сума обхватів } (Q_1, Q_2, Q_3, Q_4)) / 25,12 - (\text{сума товщини жирових складок плеча спереду } (d_4), \text{ передпліччя } (d_6), \text{ стегна } (d_7), \text{ гомілки } (d_8)) / 10.$$

2.4.9. Жировідкладення

Жировідкладення визначають оглядом. Жировідкладення може бути малим, середнім і великим. Малим вважається таке відкладення жиру, при якому рельєф кісток (лопаток, зап'ястя, кісток гомілки, стопи) та їх утворень добре помітні, великий і середній палець досліджуваного легко прощупують один одного (пальцями береться у складку ділянка шкіри з підшкірною клітковиною у 5 см під кутом лопатки і на животі на рівні пупка справа і зліва). При середній вгодованості шкірна складка береться вільно, але кінці пальців прощупуються невиразно, кістковий і м'язовий рельєфи злегка зглажені. При підвищеній вгодованості шкірна складка береться із зусиллям, кістковий і м'язовий рельєфи зглажені.

Бальна оцінка ступеня виразності жирового компонента наступна:

1 бал – чітко видний кістковий рельєф плечового пояса, особливо ключиці й лопатки, видно ребра в місцях їхнього прикріплення до грудини; практично відсутній підшкірний жировий шар і середня величина жирової складки коливається від 3 до 6 мм;

2 бали – кістковий рельєф помітний тільки в області ключиць, весь інший рельєф зглажений; помірний розвиток підшкірного жировою шару на животі й спині, середня величина жирової складки від 7 до 19 мм;

3 бали – значне жировідкладення на всіх ділянках тіла; кістковий рельєф повністю зглажений; сильне жировідкладення в області живота, спини, кінцівок; товщина жирових складок від 20 мм і вище.

Вимірювання шкіро-жирових складок, які характеризують ступінь розвитку підшкірного жирового шару, здійснюємо *методом каліперометрії*. Каліпер (рис. 2.10) має здатність виконувати постійний тиск при стисканні шкіро-жирових складок із зусиллям 10 г на мм^2 із площею контактних площин 90 мм^2 . При цьому необхідне правильне орієнтування складки на вимірюваній ділянці тіла, точний її захват експериментатором, оптимальна висота, дотримання контактного натискування інструментом.

Пам'ятаємо, що помилка при вимірюванні в 1 мм призводитиме до неточності при обчисленні жирового компонента маси тіла в 1–2 кг, що становитиме 10–20 % від середньої кількості жирової маси в організмі.

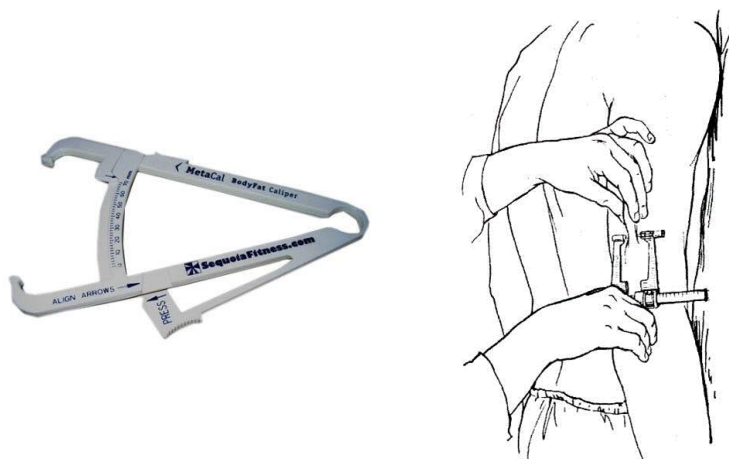


Рис. 2.16. Вимірювання товщини шкіро-жирової складки на плечі каліпером

Захоплюємо складку шкіро-жирової тканини великим і вказівними пальцями, злегка (без больового відчуття) відтягується вгору на 1 см над пальцями й утримуємо упродовж виміру. Важливо, щоб при вимірюванні захоплення складок проводилось тією самою рукою. Під час вимірювань (особливо гомілкової складки) обстежуваний повинен розслабитись. Точність вимірювання становить 0,1 мм. Визначаємо, зазвичай, наступні шкіро-жирові складки:

- *шкіро-жирову складку під нижнім кутом лопатки (d_1)* захоплюємо відразу під правою лопаткою в косому напрямку (зверху вниз, із середини на зовні) під кутом 45° від вертикалі з кутом нахилу до латеральної поверхні спини;

- шкіро-жирову складку на передній поверхні грудей (d_2) вимірюємо під правим грудним м'язом у косому напрямку (знизу вгору, із середини на зовні) під кутом 45° від вертикалі; складку вимірюємо лише у чоловіків;

- шкіро-жирову складку на передній стінці живота (d_3) захоплюємо на рівні пупка справа від нього на відстані 5 см; беремо складку вертикально (якщо вимірювання утруднено, то – горизонтально);

- шкіро-жирову складку на передній поверхні плеча (d_4) вимірюємо на правій руці у верхній третині внутрішньої поверхні плеча, у ділянці двохголового м'яза; складку беремо вертикально;

- шкіро-жирову складку на задній поверхні плеча (d_5) захоплюємо вертикально у верхній третині плеча з боку триголового м'яза, ближче до її внутрішнього краю (обстежуваний вільно тримає руку опущеною); складку береться на правій руці вертикально;

- шкіро-жирову складку на передній поверхні передпліччя (d_6) вимірюємо на внутрішній поверхні правого передпліччя, у найширшому його місці. Складка береться вертикально;

- шкіро-жирову складку на передній поверхні стегна (d_7) вимірюємо у положенні обстежуваного сидячи на стільці, ноги зігнуті в колінних суглобах під прямим кутом; складку вимірюємо у верхній частині правого стегна на передньолатеральній поверхні, паралельно ходу пахової складки;

- внутрішню гомілкову складку (d_8) вимірюємо майже вертикально на задньолатеральній поверхні верхньої частини правої гомілки, на рівні нижнього кута підколінної ямки (у тому ж вихідному положенні, що й на стегні);

- складку на тильній поверхні кисті (d_9) захоплюємо вертикально на рівні третьої п'ясткової кістки (ця складка є контрольною, оскільки характеризує товщину шкіри без підшкірно-жирової клітковини).

Визначення середньої товщини підшкірного жиру здійснюємо за формулою:

$$d \text{ жінки} = (d_1 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7 + d_8) / 14,$$

$$d \text{ чоловіки} = (d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7 + d_8) / 16, \text{ де}$$

$d_1 \dots d_8$ – товщина шкірних жирових складок (мм), на спині (d_1), грудях (d_2), животі (d_3), плечі (d_4), плечі ззаду (d_5), передпліччі (d_6), стегні (d_7), гомілці (d_8).

Для визначення d у жінок використовують сім складок (d_2 не вимірюємо), у знаменнику формули 16 змінюється на 14.

В залежності від ступеня жировідкладення доросле населення поділяється на 5 груп (табл. 2.8).

Таблиця 2.8

**Оцінка товщини шкірно-жирової складки (мм)
дорослого населення**

Вік (у роках)	Норма ($M \pm m$)	Допу- стиме відхилен- ня ($\pm \sigma$)	Товщина шкірно-жирової складки				
			ма- ла	нижче серед- нього	серед- ня	вище серед- нього	ве- лика
Чоловіки							
20–24	$8,5 \pm 0,13$	2,14	<4	4–5	6–11	12–13	>13
25–29	$12,0 \pm 0,33$	5,33	<2	2–6	7–17	18–22	>22
30–34	$13,0 \pm 0,31$	5,81	<2	2–6	7–19	20–25	>25
35–39	$13,5 \pm 0,28$	5,42	<3	3–7	8–19	20–24	>24
40–44	$13,3 \pm 0,28$	4,86	<3	3–7	8–18	19–33	>23
40 та старше	$13,1 \pm 0,28$	4,86	<3	3–7	8–18	19–23	>23
Жінки							
20–24	$18,9 \pm 0,34$	5,41	<8	8–13	14–24	25–30	>30
25–29	$19,1 \pm 0,54$	6,86	<5	5–11	12–26	27–33	>33
30–34	$21,9 \pm 0,66$	6,62	<9	9–14	15–29	30–35	>35
35–39	$24,5 \pm 0,74$	7,47	<10	10–16	17–32	33–39	>39
40–44	$27,4 \pm 0,72$	7,03	<13	13–19	20–34	35–42	>42
45 та старше	$26,5 \pm 0,79$	7,90	<11	11–18	19–34	35–42	>42

Оцінка товщини шкірно-жирової складки (у мм) дорослого населення (у сигмальних відхиленнях) проводиться за наступною схемою:

I група: середня товщина шкірно-жирової складки – відхилення від середніх показників не виходить за межі коливань $\pm 1\sigma$.

II група: товщина шкірно-жирової складки вище середньої – показники перевищують середню величину та коливаються в межах від 1 до 2σ .

III група: товщина шкірно-жирової складки велика (ознаки ожиріння) – показники перевищують середню величину більш, ніж на 2σ .

IV група: товщина шкірно-жирової складки *нижче середньої* – показники не досягають середньої величини та коливаються у межах від 1 до 2σ.

V група: *мала* товщина шкірно-жирової складки (ознаки виснаження), показники відхиляються від середньої величини більш, ніж на 2σ.

За величиною підшкірно-жирового шару визначаємо **кількість жирового компоненту у масі тіла**, використовуючи формулу:

$$D = d \times S \times 1,3, \text{ де}$$

D – абсолютна кількість жирового компонента й шкіри (кг);

d – середня товщина шкірно-жирової складки (мм);

S – поверхня тіла (м²).

Площу поверхні тіла (ППТ) у дорослої людини розраховуємо за формулою:

$$ППТ = 1 + (MT + P - 160) / 100, \text{ де}$$

MT – маса тіла, кг;

P – зріс, см.

При масових обстежуваннях площу поверхні тіла визначаємо за формулою Ізаксона:

$$S = 1 + (MT + \Delta P) / 100, \text{ де}$$

S – площа поверхні тіла, м²;

MT – маса тіла, кг;

ΔP – відхилення росту обстежуваного від 160 см (із вказанням «+» чи «-» між ними).

Оцінку відносного вмісту жиру (ВВЖ, %) здійснюємо за формулою за (Gallagher et al, 2000; (похибка (5%)):

$$ВВЖ = 64,5 - (848 / IMT) + (0,079 \times B) - (16,4 \times C) + (0,05 \times C \times B) + (39,0 \times C / IMT), \text{ де}$$

C – коефіцієнт статі – для жінок – 0, для чоловіків – 1;

B – вік, роки;

IMT (індекс Кетле) – співвідношення маси тіла (кг) до зросту (м²).

Відносний показник жирового компоненту (%) розраховується й за відношенням:

$$BVЖ = (D / MT) \times 100, \text{ де}$$

D – абсолютна кількість жирового компонента,
MT – маса тіла.

Вважають, що чим більше маси тіла припадає на одиницю поверхні тіла, тим кращий фізичний розвиток, отже, поверхня тіла є показником енерговитрат (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Оцінка відсоткового вмісту жиру в організм

Рівень ВВЖ	Вік, роки									
	20-29		30-39		40-49		50-59		60-69	
	чол	жін	чол	жін	чол	жін	чол	жін	чол	жін
Дуже низький	< 11	< 16	< 12	< 17	< 14	< 18	< 15	< 19	< 16	< 20
Низький	11-13	16-19	12 –	17-20	14 – 16	18-21	15-17	19-22	16-18	20-23
Оптимальний	14 –	20-28	15-21	21-29	17-23	22 –	18-24	23-31	19-25	24-32
Помірно високий	21 -23	29-31	22-24	30 –	24-26	31-33	25-27	32-33	26-28	33-35

Визначення знежиреної маси тіла (включає найбільш метаболічно активні тканини: м'язову, кісткову, нервову тканини внутрішніх органів (підшкірний і внутрішній жир належить до метаболічно малоактивних тканин)) використовуємо формулу:

$$ЗМТ_{\text{чоловіки}} = 0,676 \times P - 56,6 \pm 6,7 \text{ кг}$$

$$ЗМТ_{\text{жінки}} = 0,328 \times MT + 21,7 \pm 4,2 \text{ кг, де}$$

ЗМТ – знежирена маса тіла, кг;
P – ріст, см;
MT – маса тіла, кг.

Розрахункові методи визначення вмісту води в організмі (у %) здійснюємо за формулою E. Mellits зі співавторами з урахуванням статі:

$$\text{для чоловіків } H_2O (\%) = 1,065 + 0,603 \times MT$$

$$\text{для жінок: } H_2O (\%) = 1,874 + 0,493 \times MT, \text{ де:}$$

MT – маса тіла, кг

Визначення вмісту води у організмі людини у літрах визначаємо за формулою **Watson P.E. et al.** з урахуванням статі, віку, зросту та маси тіла:

для чоловіків: $H_2O (л) = -0,09516 \times B + 0,1074 \times P + 0,3362 \times MT + 2,447$

для жінок: $H_2O (л) = -0,0857 \times Вік + 0,1069 \times P (см) + 0,2466 \times MT - 2,097$, де

B – вік, роки;

P – ріст, см;

2.5. Визначення темпу фізичного розвитку та функціонального віку

Для визначення темпу фізичного розвитку (ТФР) та функціонального віку (ФВ) організму підлітків застосовуємо методику, розроблену А. Л. Решетюком та А. М. Каракашьян. Темп фізичного розвитку (ТФР) кількісно відображає ступінь біологічного дозрівання організму та визначається за формулою:

$$ТФР = (L^{\phi}/L^m + MT^{\phi}/MT^m + ЧСС_{сп}^m/ЧСС_{сп}^{\phi} + ЧСС_{н}^m/ЧСС_{н}^{\phi} + ЖЕЛ^{\phi}/ЖЕЛ^m + ЗДВ_{вд}^{\phi}/ЗДВ_{вд}^m + ЗДВ_{вид}^{\phi}/ЗДВ_{вид}^m + СМС^{\phi}/СМС^m)/N, \text{ де}$$

L – довжина тіла (см); MT – маса тіла (кг); $ЧСС_{сп}$ – частота серцевих скорочень у стані спокою ($хв^{-1}$);

$ЧСС_{н}$ – частота серцевих скорочень після 20 присідань ($хв^{-1}$);

$ЖЕЛ$ – життєва ємність легенів (л); $ЗДВ_{вд}$ – затримка дихання на вдиху (с);

$ЗДВ_{вид}$ – затримка дихання на видиху (с);

$СМС$ – станова м'язова сила (кг);

m – табличне (належне) значення показника (табл. 2.10);

ϕ – фактичне значення показника;

N – кількість показників.

Таблиця 2.10

Належні показники темпу фізичного розвитку й функціонального віку

Показники									
Вік, роки	стать	Довжина тіла, см	Маса тіла, кг	ЧСС у стані спокою, $хв^{-1}$	ЧСС після навантаження, $хв^{-1}$	Життєва ємність легень, л	Затримка дихання на вдиху, с	Затримка дихання на видиху, с	Станова м'язова сила, кг
17–18	Ж	168	67	80	110	2,5	50	30	60
	Ч	176	72	74	116	2,9	66	33	115
19–20	Ж	170	70	78	106	3,0	51	32	62
	Ч	179	76	74	112	3,7	70	35	119

Оцінка результатів ТФР: значення ТФР більше 1,1 вказує на прискорений темп фізичного розвитку організму, значення ТФР менше 1 – на уповільнений темп фізичного розвитку організму, значення 1–1,1 – на нормальний темп фізичного розвитку.

Темп старіння (ТС) людини визначають за формулою:

$$ТС = (АДС^{\phi}/АДС^m + АДД^{\phi}/АДД^m + ЧСС_{сп}^{\phi}/ЧСС_{сп}^m + ЧСС_{н}^{\phi}/ЧСС_{н}^m + ЖЕЛ^m/ЖЕЛ^{\phi} + ЗДВ_{вд}^m/ЗДВ_{вд}^{\phi} + ЗДВ_{вид}^m/ЗДВ_{вид}^{\phi} + СБ^m/СБ^{\phi})/N, де$$

АДС – артеріальний систолічний тиск (мм рт. ст.);

АДД – артеріальний тиск діастолічний (мм рт. ст.);

ЖЕЛ – життєва ємність легенів (л);

ЗДВ_{вд} – затримка дихання на вдиху (с);

ЗДВ_{вид} – затримка дихання на видиху (с);

СБ – статичне балансування;

ЧСС_{сп} – частота серцевих скорочень у стані спокою (хв⁻¹);

ЧСС_н – частота серцевих скорочень після 20 присідань (хв⁻¹);

m – табличне (належне) значення показника (табл. 2.11);

φ – фактичне значення показника;

N – кількість показників.

Для визначення статистичного балансування (СБ) обстежуваному пропонується закрити очі, витягнути вперед руки й спробувати як можна довше зберегти рівновагу на одній (лівій або правій) нозі. Оцінюється проба за максимальною тривалістю збереження стійкості в цьому положенні. Тривалість статичного балансування (СБ) визначається в секундах.

Таблиця 2.11

Належні показники, що входять у формулу визначення темпу старіння й функціонального віку

Показники									
Вік, роки	стать	Артеріальний тиск систолічний, мм рт. ст.	Артеріальний тиск діастолічний, мм рт. ст.	ЧСС у стані спокою, хв ⁻¹	ЧСС після навантаження, хв ⁻¹	Затримка дихання на вдиху, с	Затримка дихання на видиху, с	Життєва ємність легень, л	Статистичне балансування, с
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17–18	Ч	120	70	80	110	66	33	2,9	60
	Ж	120	70	74	116	50	30	2,5	60

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19–20	Ч	120	70	78	106	70	35	3,7	60
	Ж	120	70	74	112	51	32	3,0	60

Оцінка результатів: Значення ТС більше 1,1 вказують на прискорений темп старіння організму людини, значення ТС менше 1 – на уповільнений темп старіння організму, значення 1–1,1 – на нормальний темп старіння.

Темп старіння організму людини визначаємо за відхиленням значень ФВ від значень КВ. Функціональний вік (ФВ) визначають за формулою:

$$ФВ = ТС * КВ, \text{ де}$$

КВ – календарний вік (роки).

Список використаної літератури

1. Боярчук О. Д., Гаврелюк С. В. Вікова анатомія та фізіологія: практикум / Держ. закл. «Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка». Старобільськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2017. 252 с.
2. Бекас О. О. Лабораторний практикум з курсу вікової анатомії та фізіології: [навч.-метод. посіб. рекомендований студентам факультету фізичного виховання і спорту, спеціальності 014.14 «Середня освіта (Здоров'я людини)», ОП «Середня освіта. Здоров'я людини»] / ВДПУ ім. М. Коцюбинського. 148 с.
3. Бекас О. О. Фізіологія людини: Лабораторний практикум: [практикум рекомендований для студентів інституту фізичного виховання і спорту]. Вінниця, 2014. 94 с.
4. Винник Н. М., Онопрієнко О. М. Методи визначення морфофункціонального розвитку студентської молоді: методичні рекомендації. Черкаси, 2015. 76 с.
5. Гриньків М. Я., Вовканич Л. С., Музика Ф. В. Спортивна морфологія (з основами вікової морфології): навч. посіб. Львів, 2015. 304 с.

6. Дмитроца О. Р., Швайко С. Є., Сокол А. П. Вікова фізіологія: методичні вказівки до проведення лабораторних робіт. Луцьк, 2013. 176 с.
7. Коцан І. Я., Швайко С. Є., Дмитроца О. Р. Вікова фізіологія [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Луцьк: Вежа-Друк, 2013. 376 с.
8. Куцериб Тетяна, Гриньків Мирослава, Музика Федір. Анатомія людини з основами морфології: навч. посіб.-практ. Львів: ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2020. 252 с. URL: <http://repository.ldufk.edu.ua/>
9. Спортивна морфологія : навч. посіб. / авт. кол.: Ф. В. Музика, Л. С. Вовканич, М. Я. Гриньків, С. М. Маєвська, Т. М. Куцериб; за ред. Ф. В. Музики. Львів: ЛДУФК, 2015. 204 с.
10. Тимчик О. В., Мойсак О. Д., Омері І. Д. Анатомія і фізіологія дитини: навч.-метод. посіб. з питань проведення практичних робіт [для студ. небіолог. спец. вищ. навч.закл.]. Київ: Київськ. ун-т імені Бориса Грінченка, 2016. 60 с.

РОЗДІЛ 3 ФІЗІОЛОГІЯ М'ЯЗОВОЇ СИСТЕМИ

3.1. Методика електроміографії (ЕМГ)

Матеріали та обладнання: електроміограф НЕЙРО-ЕМГ-МІКРО, електроди, спирт, вата, електродний гель, джгут, набір вантажів 2 та 5 кг.

Методи поверхневої електроміографії (ЕМГ) досліджують біоелектричну активність потенціалів м'язів. Методика безболісна, дозволяє досить швидко оцінити показники великої кількості м'язів.

Електроміограма відображає число активних у даний момент рухових одиниць, частоту коливань потенціалів у кожній із них і ступінь синхронізації збудження, що в них виникає. Чим вищий ступінь синхронізації, тим більша амплітуда потенціалів дії і менша їхня частота. Під час активної м'язової роботи, максимального напруження амплітуда зростає, а частота знижується.

3.1.1. Запис поверхневої електроміограми

Запис поверхневої ЕМГ здійснюємо за допомогою поверхневих (відвідних) електродів, один з яких активний, а інший референтний та заземлюючого електрода, що є необхідною умовою реєстрації електроміограми. *Активний електрод* розміщується над черевцем м'яза (в проекції рухової точки), *референтний* – над сухожиллям або кістковим виступом. *Заземлюючий електрод* розташовують над досліджуваною ділянкою (рис. 3.1.). Поверхневі електроди змащуємо електродним гелем, а заземлюючий змочуємо водою.



Рис. 3.1. Схема розташування поверхневих та заземлюючого електродів під час запису поверхневої електроміограми м. *Flexor digitorum superficialis*

Проводимо реєстрацію та здійснюємо аналіз отриманої електроміограми спонтанної активності поверхневого м'яза-згинача пальців кисті (m. Flexor digitorum superficialis) правої руки у спокої.

3.1.2. Запис електроміограми під час ізометричного скорочення поверхневого м'яза-згинача пальців кисті

Ізометричне м'язове скорочення, скорочення м'яза, що виражається в посиленні її напруги при незмінній довжині (наприклад, скорочення м'яза кінцівки, обидва кінці якої закріплено непорушно). В організмі до I. м. с. наближається напруга, що розвивається м'язом при спробі підняти непосильний вантаж.

Проводимо реєстрацію та здійснюємо аналіз отриманої електроміограми спонтанної активності поверхневого м'яза-згинача пальців кисті (m. Flexor digitorum superficialis) правої руки під час його напруження в умовах ізометричного скорочення (утримання вантажу 2 та 5 кг).

3.1.3. Запис електроміограми під час ізотонічного скорочення поверхневого м'яза-згинача пальців кисті

Ізотонічне м'язове скорочення, скорочення м'яза при незмінній напрузі, що виражається в зменшенні її довжини і збільшенні поперечного перетину. В організмі I. м. с. в чистому вигляді не спостерігається.

До чисто I. м. с. наближається рух ненавантаженої кінцівки; при поступовому збільшенні вантажу доти, коли він вже не може бути піднятий, удається спостерігати всі переходи.

Проводимо реєстрацію та здійснюємо аналіз отриманої електроміограми спонтанної активності (m. Flexor digitorum superficialis) пальців кисті правої руки під час його максимального ізотонічного скорочення (робота з вантажем 2 та 5 кг, почергове згинання кисті в променево-зап'ястковому суглобі).

3.2. Метод електронейроміографії (ЕНМГ)

Матеріали та обладнання: Нейро-ЕМГ-Мікро (електронейроміограф), електроди, спирт, вата, електродний гель, вода, лейкопластир.

Метод електронейроміографії (ЕНМГ) дає змогу отримувати об'єктивні характеристики функцій нервово-м'язового апарату. ЕНМГ – метод діагностики, в основі якого реєстрація та аналіз біоелектричних потенціалів м'язів і периферичних нервів.

Стимуляційній ЕМГ – методика, яка полягає у визначенні порогу скорочення м'язу у відповідь на подразнення нерва або м'язу струмами різної сили, тривалості, частоти та полярності. Вплив специфічного стимулу спричиняє підвищення проникності мембран для іонів Na^+ , які швидко проникають всередину клітини і призводять до наростання деполаризації. Зміна деполаризації, яка призводить до інверсії потенціалу, і реполаризації мембрани називається потенціалом дії (ПД) – це сумарний потенціал дії м'язових волокон, що реєструється з м'язу при стимуляції нерва, який іннервує досліджуваний м'яз, називається М-відповіддю (моторна відповідь м'язу). В нормі вона являє собою двохфазну криву: перша фаза – негативна (направлена вгору), друга – позитивна (направлена вниз) (рис. 3.2).

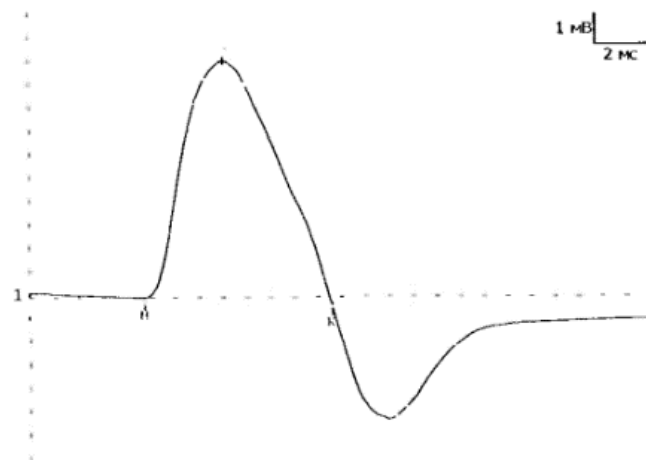


Рис. 3.2. М-відповідь в нормі

Під час аналізу результатів дослідження враховуються наступні показники:

- поріг подразнення – мінімальна сила струму, при якій виникає М-відповідь;
- амплітуда негативної фази М-відповіді при стимуляції в різних точках, тривалість та площа негативної фази;
- термінальна і резидуальна латентність;

- швидкість поширення збудження по моторним волокнам на різних ділянках нерва.

Поріг подразнення. Під час стимуляції м'язу пороговою силою подразника виникає порогове (мінімальне) скорочення м'язу. При цьому скорочується група м'язових волокон, що відзначаються найбільшою збудливістю. При подальшому зростанні сили струму амплітуда скорочення м'язу на кожний поодинокий подразник буде зростати, так як при цьому в реакцію будуть залучатись усе більша кількість волокон. У якийсь момент подальше зростання сили струму вже не викличе росту амплітуди скорочення м'язу. Це матиме місце тоді, коли сила подразника буде достатньою, щоб залучити в реакцію усі м'язові волокна. На дію такого максимального подразника м'яз відповідає максимальним скороченням. Подразники від порогових до максимальних називаються субмаксимальними. На їх дію м'яз відповідає субмаксимальним скороченням. Динаміку М-відповіді при поступовому збільшенні амплітуди стимулюючого струму можна використовувати як метод для визначення числа рухових одиниць (РО). Для обрахунку числа РО в м'язі використовують формулу:

$$PO = A / a \times 10, \text{ де}$$

РО – число рухових одиниць в м'язі;

A – максимальна амплітуда ;

M- відповіді при супрамаксимальній стимуляції;

a - мінімальна амплітуда M-відповіді при пороговому подразненні.

Амплітуда М-відповіді. М-відповідь – достатньо стабільний потенціал при супрамаксимальній стимуляції. Вважається, що негативна фаза М-відповіді виникає в момент скорочення м'язу і обумовлена процесами деполяризації, позитивна фаза визначається процесами реполяризації, які менше синхронізовані. Тому вважається доцільніше проводити аналіз амплітуди М-відповіді по негативній фазі. При вимірюванні амплітуди М-відповіді від ізолінії до негативного піку для характеристики норми амплітуди М-відповіді введено поняття *мінімально допустимого значення*, нижче якого визначається патологія. Показником патології являється зниження амплітуди М-відповіді

при стимуляції в дистальній точці, що відбувається при ураженні аксонів, при м'язових процесах (як первинних, так і вторинних).

Термінальна і резидуальна латентність. Термінальна латентність (ТЛ) – тимчасова затримка від моменту стимуляції до виникнення М-відповіді при стимуляції нерва в дистальній точці.

Нерв при вході у м'яз розпадається на терміналі. Терміналі не мають мієлінової оболонки, швидкість проведення імпульсів по них відносно невелика. Отже, основну частину відстані (від дистальної точки стимуляції до м'язу) імпульс проходить по мієлінізованому волокну і лише невелику – всередині м'язу по немієлінізованій терміналі. Резидуальна латентність (РЛ) – відображає час проходження імпульсу по терміналям аксонів. Її можна розрахувати за формулою:

$$РЛ=ТЛ- S/V, \text{ де}$$

ТЛ –термінальна латентність,

S – відстань від активного відвідного електрода до катода стимулюючого електрода,

V – швидкість проведення імпульсу в дистальному сегменті нерва.

РЛ залежить від ступеня мієлінізації найбільш дистальної частини нерва, від проведення по терміналям аксона. При ураженні дистального сегмента нерва та уповільненні проведення по ньому РЛ буде значно збільшуватися. Зокрема, при термінальних поліневропатіях, коли процес починається з синапсів та терміналей, при токсичних ураженнях.

Індекс термінальної латентності (ІТЛ) також дозволяє оцінити проведення на найбільш дистальному сегменті нерва. Розраховується він так:

$$ІТЛ= S / (ТЛ \times V), \text{ де}$$

S – відстань від точки стимуляції(катода) до точки відведення (дистальна відстань), мм;

V – швидкість проведення на проксимальному сегменті нерва, м/с;

ТЛ – термінальна (дистальна) латентність.

В нормі індекс термінальної латентності складає від 0,3 до 0,6.

Швидкість поширення збудження (ШПЗ) по моторних волокнах на різних ділянках нерва можна визначити, вимірявши латентність М-відповіді при стимуляції в дистальній і проксимальній точках. Формула:

ШПЗ залежить від ступеня мієлінізації і товщини аксона. Чим більший діаметр аксона більш мієлінізоване волокно, тим більша ШПЗ. При руйнуванні мієліну на якійсь ділянці збудження проводиться повільніше.

Швидкість поширення збудження (ШПЗ) по сенсорних волокнах на різних ділянках нерва дає змогу оцінити потенціал дії нерва. При аналізі враховують: амплітуду відповіді; латентність відповіді.

Здійснюємо реєстрацію і аналіз поверхневої електроміограми для короткого м'язу-розгинача пальців *m. Extensor digitorum brevis* і переднього великогомілкового м'язу *m. Tibialis anterior* у спокої, при навантаженні, під час втоми.

Проводимо реєстрацію моторної відповіді короткого м'язу-розгинача пальців *m. Extensor digitorum brevis* і переднього великогомілкового м'язу *m. Tibialis anterior* при стимуляції глибокого малогомілкового нерва *n. Peroneus profundus*.

Проводимо реєстрацію сенсорної відповіді поверхневого малогомілкового нерва *n. Peroneus superficialis*.

Порівнюємо отримані результати з нормативними значеннями (таблиця 3.1 та 3.2.) та робимо висновки про стан нервово-м'язового апарату.

Таблиця 3.1

Параметри моторного проведення	Точки стимуляції	Лат., мс	Ампл., мВ	Відстань, мм	ШПЗм, м/с	Рез. лат., мс	Рекомендований стим., мА
М'яз							
<i>Extensor digitorum brevis</i>	Передплюсна	4,5±0,8	не менше 3	80	не менше 40	не більше 3	15–20
<i>Tibialis anterior</i>	Головка малогомілкової кістки	20,5±0,3	не менше 6,2±1,3	80	66,3±12,9	не більше 3	15–20

Параметри сенсорного проведення Нерв	Ампл., мкВ	Лат., мс	Відстань, мм	Швидкість, м/с	Рекомендований стим., мА
Peroneus superficialis	20,5±6,1	2,9±0,3	12	65,7±3,7	15–20

3.3. Визначення сили та витривалості м'язів людини

Матеріали та обладнання: ручний і становий динамометри, секундомір, калькулятор.

Важливим показником функціонального стану рухового апарату людини є м'язова сила. Вона характеризується максимальним напруженням, яке здатні розвинути м'язи під час збудження. Сила м'язів – це важливий показник функціонального стану рухового апарату людини. Вона характеризується максимальним напруженням, яке здатні розвинути м'язи під час збудження. Максимальна сила м'яза залежить від кількості і товщини його волокон, частоти нервових імпульсів, швидкості м'язових скорочень і розвивається тоді, коли в роботу включені всі рухові одиниці за повного тетанусу. Сила м'язів залежить від віку і статі, здоров'я та емоційного стану і вимірюється в кг.

Метод вимірювання максимальної сили різних м'язових груп при ізольованому режимі їх роботи називається динамометричним. У фізіології цей метод застосовується як засіб оцінки функціонального стану м'язів людини. Під час обстежень використовують пружинні динамометри: ручний і становий (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Пружинні динамометри: а – ручний динамометр ДПР-120; б – становий динамометр ДС-200

Сила згиначів пальців кисті визначається ручним (кистьовим, рис. 3.3а) динамометром. Він має овальну форму й представлений сталеву пружиною, ступінь стиснення якої реєструється стрілкою. Сила м'язів вимірюється у кілограмах. Ручні динамометри використовуються різних марок: ДК-25 – для дітей, ДК-50 – для жінок і підлітків, ДК-100 – для чоловіків, ДК-140 – для спортсменів. У чоловіків віком 20–25 р. сила м'язів правої кисті становить 25–57, лівої – 21–53 кг, у жінок віком 20–25 р. відповідно 16,5–38,5 і 14–36 кг. Сила розгиначів тулуба визначається становим динамометром (рис. 3.3б). У чоловіків станова сила становить 88–192 кг, у жінок – 60–130 кг.

Крім сили м'яза визначають також його витривалість. *М'язова витривалість* – це здатність тривалий час підтримувати зусилля на постійному рівні. Співвідношення між м'язовою силою і витривалістю людини характеризує її *працездатність* – здатність м'язів протягом заданого часу та з певною ефективністю виконувати максимально можливий обсяг роботи.

3.3.1. Визначення сили м'язів кисті

Стрілку динамометра ставимо у нульове положення. Досліджуваній у стоячому або сидячому положенні одну витягнуту руку з ручним динамометром відводять у сторону, а другу руку опускає вниз вздовж тулуба із максимальною силою, без ривку, стискає прилад. Повторюємо вимірювання 3 рази для кожної руки і вираховуємо середню величину.

3.3.2. Визначення індексу сили м'язів

Визначення індексу сили м'язів (X) правої і лівої рук здійснюємо за формулою:

$X = A \times 100 / P$, де
A – сила м'язів кисті в кг,
P – маса тіла в кг.

Цей показник для нормально розвинутих чоловіків становить 65–80 %, а жінок 45–50 %.

3.3.3. Визначення сили м'язів становим динамометром

Стаємо ногами на площадку динамометра і, тримаючись за рукоятку, встановлену на рівні колін, тягнемо її вверх (ноги повинні бути прямими).

3.3.4. Визначення витривалості м'язів кисті

Досліджуваний у положенні «стоячи» відводить витягнуту руку з динамометром вбік під прямим кутом до тулуба. Вільна рука опущена і розслаблена. Потім досліджуваний виконує 10-кратні зусилля з частотою 1 раз на 5 сек. Результати записуємо і визначаємо рівень працездатності м'язів за формулою:

$$P = (f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n) / n, \text{ де}$$

P – рівень працездатності;

f_1, f_2, f_3 і т.д. – показники динамометра під час окремих м'язових зусиль, кг;

n – кількість спроб.

Показник зниження працездатності м'язів лівої і правої руки визначити за формулою:

$$S = [(f_1 - f_{\min}) / f_{\max}] \times 100, \text{ де}$$

S – показник зниження працездатності м'язів;

f_1 – величина початкового м'язового зусилля;

f_{\min} – мінімальна величина зусилля;

f_{\max} – максимальна величина зусилля.

3.3.5. Визначення коефіцієнту витривалості м'язів

Ефективність використання рухового апарату людини у процесі праці залежить не лише від її м'язової сили, а й від витривалості. *М'язова витривалість* – це здатність тривалий час підтримувати зусилля на постійному рівні.

Максимальна м'язова витривалість визначається підтриманням максимального зусилля протягом однієї хвилини. Фіксується значення максимального зусилля на початку і через одну хвилину. *Коефіцієнт витривалості* обчислюється за формулою:

$$K = a/b, \text{ де}$$

a — початкове максимальне зусилля, кгс;

b — зусилля через одну хвилину, кгс.

Напруження на максимальному рівні можливе лише протягом короткого часу, тому витривалість практично не може визначатися на рівні максимального зусилля. Витривалість до статичних навантажень оцінюється часом підтримання людиною зусилля на рівні 50–75 % максимального. Витривалість до динамічного навантаження визначається тривалістю виконання ритмічної роботи на рівні половини максимального зусилля в темпі один раз за одну секунду.

Оцінка витривалості м'язів зводиться до визначення коефіцієнта Кз.с.з зниження статичного зусилля. Для цього визначають, на скільки знизилось максимальне напруження м'яза через одну хвилину і відносять це значення до середньої абсолютної величини напруження.

На підставі даних вимірювання м'язової сили (максимальної і через одну хвилину) можна обчислити й коефіцієнт статичного зусилля:

$\text{Кз.с.з} = (2 \times (a - b)) / (a + b), \text{ де}$ <p>а — початковий рівень напруження м'яза, кгс; б — кінцевий рівень напруження м'яза, кгс.</p>

Співвідношення між м'язовою силою і витривалістю людини характеризує її працездатність. Вимірювання м'язової сили і визначення коефіцієнта статичного зусилля у працівників протягом робочого дня дозволяють оцінити динаміку їх працездатності і рівень фізичного напруження праці. Якщо зниження витривалості працівника не перевищує 10 % порівняно з доробочим рівнем, то така праця характеризується незначним фізичним напруженням; від 10–35 % – середнім, понад 35 % – сильним напруженням.

Між м'язовим напруженням і витривалістю існує обернено пропорційна залежність. При збільшенні навантаження тривалість виконання роботи зменшується. Доведено, що збільшення навантаження вдвічі супроводжується зменшенням тривалості роботи в 4 рази. Отже, з фізіологічного погляду м'язи людини дають більший ефект за середніх навантажень і нормальної інтенсивності.

3.4. Дослідження фізичної працездатності за тестом PWC₁₇₀

Матеріали та обладнання: велоергометр, фонендоскоп, тонометр, секундомір.

Терміном «фізична працездатність» позначається її зовнішній прояв – потенційна здатність людини показати максимум фізичного зусилля у статичній, динамічній чи змішаній роботі (В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, 1969).

Теоретичні основи тесту PWC170 ґрунтуються на двох фізіологічних принципах:

1) між ЧСС і потужністю виконаної роботи існує лінійна залежність, тобто збільшення ЧСС під час фізичного навантаження прямо пропорційне інтенсивності роботи;

2) вираженість збільшення ЧСС обернено пропорційна фізичній підготовленості людини, що є непрямим показником загальної фізичної працездатності обстежуваного.

У пробі PWC170 визначають потужність фізичного навантаження при якій ЧСС досягає 170 уд/хв. При якому виявляють найбільший систолічний об'єм шлуночків. Таким чином ЧСС 170 уд/хв є оптимальною величиною для діяльності серцево-судинної системи.

Роботу вимірюють у джоулях (Дж), кілограм – метрах (кГм) або кілограмометрах (кГм); 1 кГм = 10 Дж. Одиницею потужності, або інтенсивності виконаної роботи є ват (Вт) або кГм×хв-1; 1 Вт = 6 кГм×хв-1

Для визначення фізичної працездатності проводять функціональну пробу, в основу якої покладено визначення потужності м'язової роботи при частоті серцевих скорочень 170 у хвилину – тест PWC₁₇₀. Припускається, що величина цього показника прямо пропорційна кількості зовнішньої механічної роботи, яку людина здатна виконати з високою інтенсивністю.

Готуємо до роботи велоергометр. У досліджуваного, що спокійно сидить на велоергометрі, підраховуємо частоту серцевих скорочень (ЧСС) уд./хв. Потім він виконує роботу на велоергометрі при постійній частоті педалювання (60–80 об./хв). При досягненні такої частоти дозують навантаження залежно від маси досліджуваного: потужність першого навантаження (N_1) – 1 Вт/кг; так він працює на велоергометрі протягом 3–5 хв. В останні 30 с його роботи підраховуємо ЧСС (f_1) уд./хв.

Відпочинок триває 3 хв. Після цього досліджуваний виконує друге навантаження (N_2) потужністю 2 Вт/кг. Тривалість і частота педалювання залишаються такими ж. Знову визначаємо ЧСС (f_2) уд./хв. При досягненні частоти пульсу 170 ударів за хвилину записуємо потужність фізичного навантаження (Вт). Якщо другого навантаження ЧСС не досягає 170 ударів за хвилину – дають третє навантаження 2,5–3,0 Вт/кг протягом 3–6 хв. Підраховуємо ЧСС уд./хв.

Якщо при всіх цих навантаженнях ЧСС не сягає 170 ударів за хвилину, то фізичну працездатність розраховуємо за *формулою Карпмана*:

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \times ((170 - f_1) / (f_2 - f_1)), \text{ де}$$

N_1 - величина першого навантаження

N_2 - величина другого навантаження;

f_1 - часота пульсу при першому навантаженні;

f_2 - часота пульсу при другому навантаженні.

У здорових молодих нетренованих чоловіків абсолютна величини PWC_{170} частіше коливаються у межах 700–1100 кгм/хв, а в жінок – 450–750 кгм/хв. Відносна величина PWC_{170} у нетренованих чоловіків складає в середньому 15,5 кгм/хв/кг, а у жінок – 10,5 кгм/хв/кг.

Список використаної літератури

1. Методи визначення фізичної працездатності спортсменів: методичні рекомендації / уклад: С. С. Возний, І. В. Маляренко. Херсон: ХДУ, 2020. 26 с.
2. Шахліна Л. Я.-Г., Коган Б. Г., Терещенко Т.О. та ін. Спортивна медицина: підруч. для студ. закл. вищої освіти фіз.. виховання і спорту / за ред. Л. Я.-Г Шахліної. Київ: Нац. ун-т фіз. виховання та спорту України, Олімпійська література, 2018. 424 с.

РОЗДІЛ 4 ФІЗІОЛОГІЯ СЕЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

4.1. Методика електрокардіографії

Матеріали і обладнання: апарат комплексного дослідження «Кардіо+», електроди (грудні та прижимні), вата, спирт, гель, кушетка.

Запис електричної активності серцевого м'яза називається електрокардіограмою (ЕКГ), а методика її реєстрації – електрокардіографією.

При електрокардіографії використовується як метод біполярних, так і, уніполярних відведень.

Найбільш поширені такі відведення:

Три стандартних біполярних відведення, при яких реєструється різниця потенціалів між кінцівками – від правої і лівої руки (*I відведення*), від правої руки і лівої ноги (*II відведення*), від лівої руки і лівої ноги (*III відведення*).

ЕКГ характеризує дві основні фізіологічні властивості серця: збудливість і провідність. Про стан серця судять по амплітуді зубців (вона вимірюється відстанню від ізоелектричної лінії до вершини зубця) та тривалості інтервалів (вимірюються від початку одного зубця до початку наступного). В електрокардіограмі розрізняють п'ять зубців: P, Q, R, S, T і п'ять інтервалів: P-Q, QRS, S-T, Q-T, R-R (рис. 4.1).

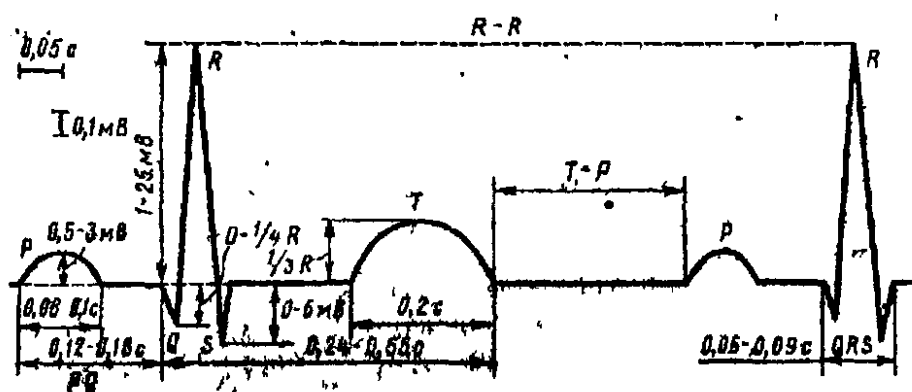


Рис. 4.1. Електрокардіограма (Інструкція до комплексу «Кардіо+» Канал ЕКГ)

Зубець P є алгебраїчною сумою потенціалів дії, які виникають в передсердях. Амплітуда зубця P коливається від 0,5 до 2,5 мм. В III відведенні він може бути негативним.

Зубець Q – перший зубець шлуночкового комплексу – завжди спрямований донизу. Це найбільш непостійний зубець із всіх зубців ЕКГ. Він може бути відсутнім у всіх відведеннях. Його амплітуда в середньому рівна 2 мм.

Зубець R – найвищий, спрямований догори зубець шлуночкового комплексу. Від відображає час поширення збудження по бокових стінках і поверхні обох шлуночків та основи лівого шлуночка. Його амплітуда коливається від 3 до 10 мм.

Зубець S – третій зубець шлуночкового комплексу. Він свідчить про те, що збудження охопило всю мускулатуру шлуночків. Зубець S, так, як і зубець Q, непостійний і спрямований вниз.

За зубцем Р слідує інтервал P-Q, тривалістю 0,12–0,20 с. За цей час збудження поширюється до атривентрикулярного вузла і провідної системи шлуночків. Весь процес від початку і до повного збудження шлуночків характеризується інтервалом QRS і триває в середньому від 0,04 до 0,09 с.

Після закінчення комплексу QRS реєструється ізоелектричний інтервал S-T, який характеризує зникнення різниці потенціалів на поверхні шлуночків і під час їх повного охоплення збудженням. Тривалість інтервалу S-T коливається від 0 до 0,15 с і залежить від всього шлуночкового комплексу.

Інтервал Q-T від початку зубця Q до кінця зубця T (електрична систола) відповідає часу, протягом якого шлуночки знаходяться в електричне активному стані. Тривалість електричної систоли змінюється залежно від частоти серцевих скорочень.

При аналізі ЕКГ визначаємо:

Правильність серцевого ритму. Оскільки в нормі водієм ритму є синусовий вузол і збудження передсердь передує збудженню шлуночків, зубець Р повинен мати місце перед шлуночковим комплексом. Тривалість інтервалів R-R має бути однаковою (допускаються незначні коливання, які не перевищують 0,1 с). Більш виражені відмінності у тривалості інтервалів R-R, свідчать про порушення серцевого ритму.

Частота серцевих скорочень. Для цього визначаємо тривалість одного серцевого циклу (інтервал R-R) і обчислюємо, скільки таких

циклів уміститься в одній хвилині. Наприклад, якщо один серцевий цикл продовжується 0,8 с, то у хвилині таких циклів буде $60:0,8=75$.

Вольтаж ЕКГ. Вимірюємо амплітуду зубців R у стандартних відведеннях. У нормі вона становить 5-15 мм. Якщо амплітуда найвищого зубця R у стандартному відведенні не перевищує 5 мм, або сума амплітуд цих зубців в усіх трьох відведеннях менша 15 мм, то вольтаж ЕКГ вважається зниженим.

Тривалість та величина окремих елементів ЕКГ: зубця P, інтервалу P-Q, комплексів QRS, S-T. Крім того визначаємо напрям зубців P і T, які можуть бути і позитивні, і негативні; зауважуємо появу зазубленості, розщеплення зубців ЕКГ, появу додаткових чи пропуски зубців. Ретельно аналізуємо форму шлуночкового комплексу в усіх відведеннях. Відзначаємо ізоелектричність інтервалу S-T.

Для запису електрокардіограми використовуємо круглі електроди, які накладаються в такому порядку (рис. 4.2):

- 1 – накладаємо по правому краю грудини в 4 міжребер'ї,
- 2 – по лівому краю грудини в 4 міжребер'ї,
- 3 – по середині між 2 і 3 електродами,
- 4 – по лівій серединно-ключичній лінії в 5 міжребер'ї,
- 5 – по лівій передній пахвовій лінії в 5 міжребер'ї,
- 6 – по лівій середній пахвовій лінії в 5 міжребер'ї.

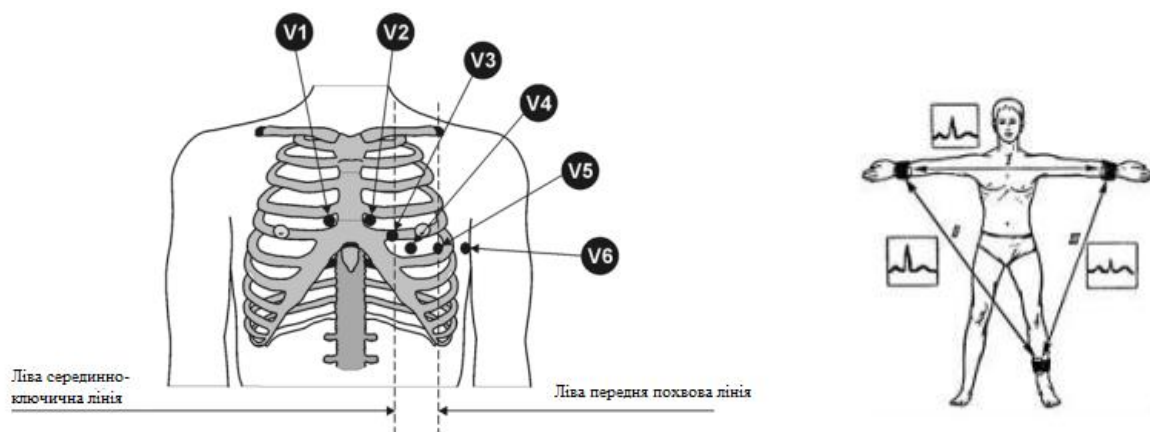


Рис. 4.2. Топографія грудних та прижмних електродів
(Інструкція до комплексу «Кардіо+» Канал ЕКГ)

В місцях накладання електродів шкіру протираємо спиртом, а також використовуємо спеціальний гель для кращої електропровідності між електродами та шкірою.

Прижимні електроди накладаємо на верхні та нижні кінцівки в ділянці променево-зап'ясткового та гомілково-стопного суглобів (рис. 4.2).

Запис здійснюємо в положенні лежачи при спокійному диханні та розслабленні м'язів. Особисті дані про пацієнта вносимо безпосередньо в базу даних. Здійснюємо реєстрацію електричної активності серця. Для визначення амплітуди зубців електрокардіограми (ЕКГ) вимірюємо відстань від ізоелектричної лінії до вершини зубця, а тривалість від початку одного зубця до початку наступного.

Систолічний показник (СП) розраховуємо за формулою:

$$СП=(Q-T/R-R)*100\%$$

4.2. Методика реографії за Кубічком

Матеріали і обладнання: апарат комплексного дослідження «Кардіо+», електроди (стрічкові та прижимні), вата, спирт, тогометр, ваги, ростомір.

Досліджуваному вимірюємо систолічний та діастолічний тиск, вагу тіла, зріст і дані вносимо в базу даних. За даною методикою використовуємо два типи електродів: *стрічкові та прижимні*. Один стрічковий електрод накладаємо в ділянці сонної артерії на шиї, а другий – в ділянці грудної клітки на 2–3 см нижче мечевидного відростка, причому в місцях накладання протираємо шкіру спиртом (рис. 4.3).

Після накладання електродів вимірюємо лінійкою відстань між шийним та грудним електродами і теж вносимо в базу даних, після цього накладаємо прижимні електроди на верхні та нижні кінцівки в ділянці променево-зап'ясткового та гомілково-стопного суглобів.

Запис здійснюємо в положенні лежачи при максимально розслаблених м'язах. Після завершення запису на монітор видається комп'ютерне заключення про тип гемодинаміки та значення основних гемодинамічних показників, а також графік кривої реограми.

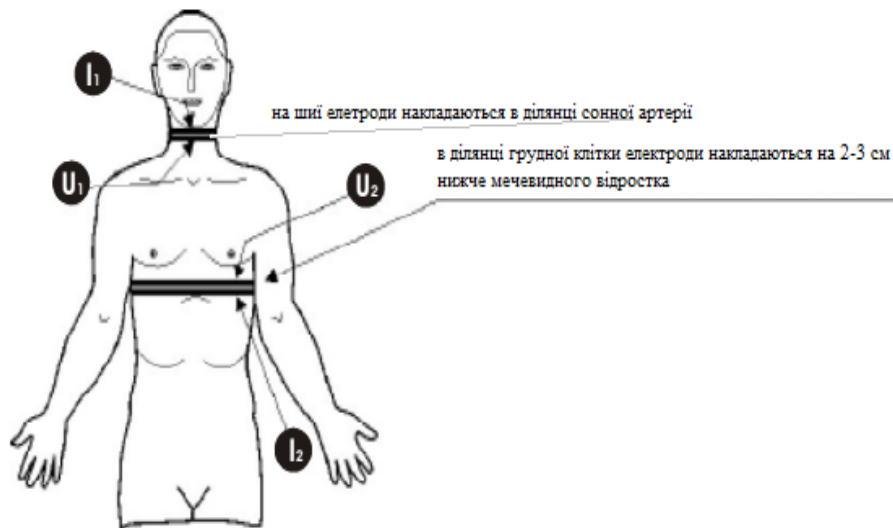


Рис. 4.3. Топографія стрічкових електродів
(Інструкція до комплексу «Кардіо+» Канал РЕО)

4.3. Методика вимірювання артеріального тиску методом Короткова

Матеріали і обладнання: тонометр.

Звільняємо від одягу руку досліджуваного, який знаходиться в положенні сидячи біля столу (передпліччя повинно лежати на столі долонею догори). На плече накладаємо манжетку так, щоб її нижній край був на 2 см вище ліктьової ямки. В ліктьовій ямці знаходимо плечову артерію і прикладаємо до неї фонендоскоп (рис. 4.4). Закриваємо краник груші і створюємо тиск в манжетці вищий від максимального. Після цього поступово випускаємо повітря з манжетки, слухаємо і реєструємо за шкалою манометра появу перших тонів серця в плечовій артерії. Момент появи першого тону відповідає максимальну (систоличному) тиску, момент їх зникнення – діастолічному тиску.

Оцінку відповідності віковим нормам показників систолічного і діастолічного артеріального тиску проводимо з врахуванням належних величини за формулами Синякова А. Ф.

$$\text{САТ} = 1,7 \times \text{вік} + 83 \quad \text{ДАТ} = 1,6 \times \text{вік} + 42$$

Оцінюючи відповідність показників артеріального тиску належним величинам враховуємо, що допустимими вважаються відхилення ± 15 мм рт. ст. для систолічного тиску і ± 10 мм рт. ст. для діастолічного тиску (табл. 4.1.).

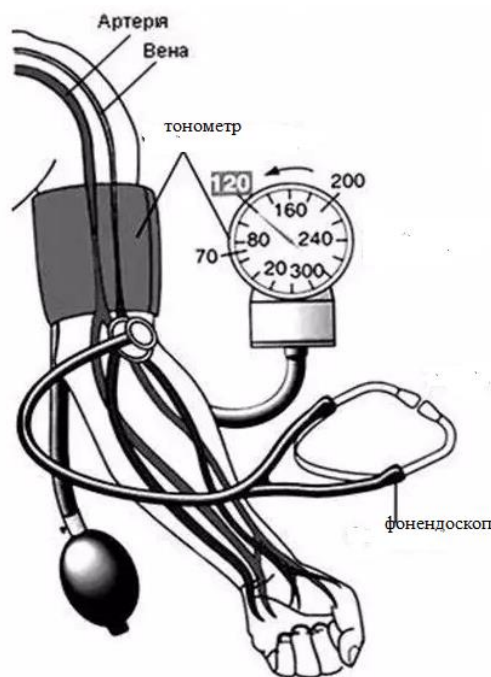


Рис. 4.4. Топографія накладання манджети та фонендоскопа
(Коротков Н. С. К вопросу о методах исследования кровяного
давления. Известия Императорской Военно-медицинской академии.
1905. Т. 11. С. 365–367)

Таблиця 4.1

**Належні величини артеріального тиску (мм рт. ст.)
(за А. Ф. Синяковим, 1987)**

Вік	Артеріальний тиск	
	систоличний	діастолічний
16	95,2–125,2	57,6–77,6
17	96,9–126,9	59,2–79,2
18	98,6–128,6	60,8–80,8
19	100,3–130,3	62,4–82,4
20	102,0–132,0	64,0–84,0
21	103,7–133,7	65,6–85,6
22	105,4–135,4	67,2–87,2
23	107,1–137,1	68,8–88,8
24	108,8–138,8	70,4–90,4

4.4. Пальпаторний метод вимірювання частоти серцевих скорочень

Матеріали і обладнання: секундомір.

Частоту серцевих скорочень вимірюємо пальпаторним методом. Досліджуваний кладе руку долонею догори. Прикладаємо два пальці (вказівний і середній) руки на зап'ясток біля основи великого пальця над променевою артерією (рис. 4.5); підраховуємо коливання стінки судини, а потім множимо отримане значення на чотири.



Рис. 4.5. Підрахунок ЧСС (Mayo Clinic Office of Patient Education. *Taking Your Pulse* (mc7510pf). 2017)

4.5. Дослідження стану тренованості серця за індексом Руф'є

Матеріали та обладнання: секундомір.

Вимірюємо пульс досліджуваного за 15 с у стані спокою сидячи (П1). Потім досліджуваний робить 30 повних присідань за 45 с. Після цього відразу підраховуємо пульс за перші 15 с відпочинку (П2). Через 30 с знову вимірюємо пульс за 15 с, тобто пульс за останні 15 с відпочинку (П3).

Розраховуємо індекс Руф'є (ІР) за формулою:

$$ІР = (4 \times (П1 + П2 + П3) - 200) : 10$$

Шкала оцінки стану тренованості серця

Індекс Руф'є	Стан тренованості серця
3	Відмінний
4–6	Добрий
7–10	Посередній
11–15	Слабкий
15	Незадовільний

4.6. Розрахунок величини СОК і ХОК

Матеріали та обладнання: секундомір, тонометр.

Для визначення величини СОК найбільш розповсюдженою є **формула Старра** (застосовується, в основному, для дорослих людей):

$$\text{СОК} = 97,7 + 0,5 \times \text{АТп} - 0,6 \times \text{АТд} - 0,6 \times \text{В}, \text{ де}$$

СОК – систолічний об'єм крові, мл;
АТп – пульсовий артеріальний тиск, мм рт. ст.;
АТд – діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.;
В – вік досліджуваного, роки.

Методика визначення **СОК з урахуванням антропометричних даних досліджуваного і його основних функціональних показників:**

$$\text{СОК} = 0,53 \times \text{АТс} + 0,617 \times \text{ДТ} + 0,231 \times \text{МТ} - 1,07 \times \text{АТд} - 0,698 \times \text{В} - 22,64,$$

де СОК – систолічний об'єм крові, мл;
АТс – артеріальний тиск систолічний, мм рт. ст.;
ДТ – довжина тіла, см;
МТ – маса тіла, кг;
АТд – артеріальний тиск діастолічний, мм рт. ст.;
В – вік, роки;
22,64; 1,07; 0,698; 0,617; 0,53 і 0,231 – коефіцієнти рівняння множинної регресії.

Хвилинний об'єм кровотоку (ХОК) визначаємо за такою формулою:

$$\text{ХОК} = \text{ЧСС} \times \text{СОК}, \text{ де}$$

ХОК – хвилинний об'єм крові, л/хв;
ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв;
СОК – систолічний об'єм крові, мл.

4.7. Коефіцієнт економічності системи кровообігу

Матеріали та обладнання: секундомір, тонометр.

Величину даного показника обчислюємо за такою формулою:

$$\text{КЕК} = \text{ЧСС} \times \text{АТп}, \text{ де}$$

КЕК – коефіцієнт економічності кровообігу, у.о.;
ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв;
АТп – пульсовий артеріальний тиск, який розраховується як різниця між артеріальним тиском систолічним і діастолічним, мм рт. ст.

Низькі значення КЕК свідчать про високі потенційні можливості системи кровообігу. В нормі у здорових нетренованих чоловіків величина КЕК складає 2400–3200 у.о., а у жінок – 2600–3400 у.о.

4.8. Коефіцієнт функціонального стану системи кровообігу

Матеріали і обладнання: апарат комплексного дослідження «Кардіо+», електроди (грудні та прижимні), вата, спирт, гель, кушетка.

Проводимо запис електрокардіограми досліджуваного. Підставляємо дані у формулу:

$$КФСсс = (PQ + QT) / R-R, \text{ де}$$

КФСсс – коефіцієнт функціонального стану серцево-судинної системи, у.о.;
PQ, QT – інтервали електрокардіограми, с;
R–R – тривалість серцевого циклу, с.

Норма КФСсс складає 0,580-0,655 у.о. Вихід значень КФСсс за межі цього інтервалу надає змогу дійти висновку про фізіологічно значущі зміни серцевої діяльності.

4.9. Функціональні проби серцево-судинної системи організму

Матеріали і обладнання: тонометр, секундомір.

За допомогою функціональних проб оцінити характер реакції серцево-судинної системи на фізичні навантаження швидкісної, швидко-кісно-силової спрямованості або навантаження, спрямовані на з'ясування витривалості. Отримані результати записати в зошит, зробити висновки.

4.9.1. Функціональна проба Мартіне-Кушельовського

Основу цієї проби складає реєстрація в досліджуваних ЧСС і АТ у стані відносного спокою (ЧСС1, АТ1), після дозованого фізичного навантаження у вигляді 20 присідань за 30 секунд (ЧСС2, АТ2) і через кожні 10 секунд 3-х хвилинного відновлювального періоду. Особливе значення мають величини ЧСС і АТ, реєстровані в наприкінці першої хвилини відновлення (ЧСС3 і АТ3). Функціональна проба Мартіне-Кушельовського сприяє отриманню таких даних – тип і показник якості реакції (ПЯР) серцево-судинної системи на фізичне навантаження.

Показник якості реакції (ПЯР, у.о.) розраховуємо за такою формулою:

$$\text{ПЯР} = (\text{АТп2} - \text{АТп1}) / (\text{ЧСС2} - \text{ЧСС1}), \text{ де}$$

ПЯР – показник якості реакції, у.о.;

АТп1 – пульсовий артеріальний тиск до навантаження, мм рт. ст.;

АТп2 – пульсовий артеріальний тиск після навантаження, мм рт. ст.; ЧСС1 – частота серцевих скорочень до навантаження, уд/хв;

ЧСС2 – частота серцевих скорочень після навантаження, уд/хв.

В нормі величина ПЯР складає від 0,5 до 1,0 у.о. Під час виходу значень ПЯР за межі цього інтервалу свідчать несприятливий характер реакції системи кровообігу на певне фізичне навантаження. Тип реакції серцево-судинної системи оцінюють на підставі порівняльного аналізу величин ЧСС і АТ, зареєстрованих у стані спокою (ЧСС1 і АТ1) і після дозованого фізичного навантаження (ЧСС2 і АТ2). Оцінюємо також час відновлення цих параметрів.

Виділяють такі типи реакції серцево-судинної системи організму на дозоване фізичне навантаження:

- *Нормотонічний.* ЧСС збільшується не більш, ніж на 100 %. Систолічний тиск підвищується на 15–35 мм рт. ст., а діастолічний при цьому залишається постійним або знижується на 5–10 мм рт. ст.

- *Гіпертонічний.* ЧСС збільшується істотно (більш ніж на 100 %). Артеріальний тиск систолічний і діастолічний підвищуються одночасно.

- *Гіпотонічний.* ЧСС зростає більш, ніж на 100 %. Систолічний тиск дещо підвищується, а нерідко навіть знижується. Діастолічний тиск зменшується.

- *Дістонічний (феномен “нескінченного тону”).* ЧСС підвищується більш, ніж на 100 %. Систолічний тиск збільшується значно (до 200 мм рт. ст.), а діастолічний не прослуховується.

- *Реакція зі східчастим підйомом.* Характеризується істотним зростанням ЧСС, а також тим, що систолічний артеріальний тиск на 2-й або навіть 3-й хвилині відновлення може бути вищим, ніж після дозованого навантаження

4.9.2. Трьохкомпонентна комбінована функціональна проба (проба Летунова)

Досліджуваний виконує послідовно три навантаження: 20 присідань за 30 с, 15-секундний біг на місці в максимальному темпі (виконується

через 3 хв після першого), трихвилинний біг на місці в середньому темпі (180 кроків за хв) – виконується через 4 хв після другого навантаження.

Після закінчення кожного навантаження протягом усього періоду відпочинку реєструємо відновлення ЧСС та артеріального тиску (АТ), пульс рахуємо за 10-секундними інтервалами з перерахуванням на хвилину.

Дані про ЧСС і АТ записуємо в зошит. Перше навантаження в пробі Летунова – це свого роду розминка для виконання більш напруженої м'язової роботи. Друге навантаження імітує швидкісний біг, третє – тривалу роботу, виконання якої пов'язане із тренуванням витривалості.

4.9.3. Функціональна проба для оцінки стійкості серцево-судинної системи організму

Найпоширенішим методичним підходом до визначення стресостійкості системи кровообігу є методика розрахунку показника реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес (ПРС, у.о.). Згідно з цим методом у досліджуваного реєструємо величину частоти серцевих скорочень у стані відносного спокою (ЧСС1, уд/хв за 10 секунд) і після штучно створеного психоемоційного стресу (ЧСС2, уд/хв за 10 секунд), який досягається тоді, коли досліджуваному пропонується вголос максимально швидко і правильно віднімати по цілому непарному числу з цілого непарного числа (наприклад, 5 з 333) упродовж 30 секунд.

Показник реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес розраховуємо за такою формулою:

$$\text{ПРС} = \text{ЧСС2} / \text{ЧСС1}, \text{ де}$$

ПРС – показник реакції серцево-судинної системи на психоемоційний стрес, у.о.;
ЧСС1 – частота серцевих скорочень в умовах відносного спокою, уд/хв за 10 секунд;
ЧСС2 – частота серцевих скорочень після штучно створеного психоемоційного стресу, уд/хв за 10 секунд.

Величини ПРС >1,3 у.о. свідчать про низький ступінь стресостійкості серцево-судинної системи до зовнішніх і внутрішніх дій різного характеру.

4.9.4 Оцінка міри тренованості серцево-судинної системи до виконання фізичних навантажень за коефіцієнтом витривалості.

Коефіцієнт витривалості (КВ) розраховуємо за **формулою Квааса**:

$$КВ = 10ЧСС/ПАТ, \text{ де}$$

ЧСС – частота серцевих скорочень(уд./хв.),

ПАТ – пульсовий артеріальний тиск (мм рт. ст.).

В нормі коефіцієнт витривалості дорівнює 12–15 ум. од. Збільшення цього показника свідчить про послаблення серцево-судинної системи, зменшення – про її посилення.

4.9.5. Проба Бюргера (Burger)

Тестування проводиться таким чином: тричі вимірюємо артеріальний тиск, вираховуємо середнє значення діастолічного АТ. Досліджуваний робить 10 глибоких вдихів (секунда – вдих, секунда – видих, всього – 20 секунд). Після цього, досліджуваний робить глибокий вдих, а видихає повітря в трубку, з'єднану з манометром, і протягом 20 секунд утримує тиск на значенні 40–60 мм рт. ст. Артеріальний тиск вимірюємо відразу після початку напруження, потім – після нього, і далі – кожні 20 секунд до повернення тиску до початкового значення.

Оцінка результатів. Розрізняють 3 типи реакцій на дану пробу.

Нормальна реакція полягає в незмінній величині тиску протягом всього напруження (1-й тип). У тренованих людей тиск крові може підніматися і через 20-30 секунд повернутися до вихідного значення (2-тип).

Незадовільна реакція (3-тип) проявляється в падінні тиску під час напруження на 10 і більше мм рт. ст. Оскільки під час напруження хвилиний об'єм кровотоку знижується, збереження рівня АТ і навіть підвищення його під час напруження вказує на оптимальну реакцію судинного тону. Якщо ж регуляція порушена, зниження АТ може привести до короткотривалої втрати свідомості. Такі явища можуть спостерігатися при підніманні важкого, якщо перед цим була інтенсивна гіпервентиляція легень. В результаті розвивається гіпокапнія (підвищення концентрації вуглекислоти в крові), знижується судинний

тонус, тиск в артеріях падає, погіршується кровопостачання головного мозку і настає короткотривала втрата свідомості.

4.10. Визначення характеру регуляції серцево-судинної системи

Матеріали і обладнання: тонометр, секундомір.

В стані спокою вимірюємо у досліджуваного артеріальний тиск і пульс. Підставляємо отримані значення у формулу:

$$ВІК=1-АТдіаст/П, де$$

АТдіаст. – діастолічний тиск,
П – пульс.

Позитивні значення ВІК свідчать про переважання дії симпатичної нервової системи, *негативні* – парасимпатичної. При вегетативній рівновазі (в цьому випадку використовують терміни «нормотонія», «ейтонія»), ВІК=0.

4.11. Комплексна оцінка стану серцево-судинної системи

Матеріали і обладнання: спірометр, секундомір, спирт, вата.

1. За допомогою спірометра визначаємо життєву ємність легень досліджуваного (3 спроби, розраховуємо середнє значення).
2. Досліджуваний виконує пробу Штанге (затримка дихання на вдиху; 3 спроби, розраховуємо середнє значення).
3. Вимірюємо пульс досліджуваного.
4. Всі отримані значення підставляємо у формулу:

$$ІСК=(0,01 \times ЖЄЛ \times \text{Проба Штанге}): \text{Пульс}$$

Шкала оцінки стану серцево-судинної системи

ІСК	Стан серцево-судинної системи
Менший 10	Незадовільний
10–30	Задовільний
30–60	Добрий
Більший 60	Відмінний

4.12. Оцінка фізичного стану

Матеріали та обладнання: тонометр, фонендоскоп, секундомір, вага, ростомір.

1. Вимірюємо артеріальний тиск досліджуваного: $AT_{\text{сист.}}$, $AT_{\text{діаст.}}$
2. Вираховуємо пульсовий артеріальний тиск за формулою:

$$AT_{\text{пульс.}} = AT_{\text{сист.}} - AT_{\text{діаст.}}$$

3. Вираховуємо середній артеріальний тиск за формулою:

$$AT_{\text{серед.}} = AT_{\text{діаст.}} + 1/3 AT_{\text{пульс.}}$$

4. Підраховуємо частоту серцевих скорочень (ЧСС) у досліджуваного.
5. Вимірюємо масу тіла досліджуваного та зріст.

Оскільки запропонований метод може бути рекомендований для оцінки рівня фізичного стану практично здорових осіб з нормальною або перевищеною до 15 % масою тіла, розраховуємо належну масу тіла досліджуваного за формулами:

$$\begin{aligned} \text{для чоловіків: } & 50 + (\text{ріст} - 150) \cdot 0,75 + (\text{вік} - 21) : 4 \\ \text{для жінок: } & 50 + (\text{ріст} - 150) \cdot 0,32 + (\text{вік} - 21) : 4 \end{aligned}$$

Порівнюємо фактичну масу тіла досліджуваного з належною. Якщо у досліджуваного нормальна маса тіла, або збільшена до 15 %, отримані дані підставляємо у формулу:

$$X = (700 - 3\text{ЧСС} - 2,5 AT_{\text{середн}} - 2,7 A + 0,28B) / (350 - 2,6A + 0,21P), \text{ де}$$

X – кількісний показник, еквівалентний прогнозованому рівню фізичного стану,
ЧСС – частота серцевих скорочень в спокої (уд. за 1 хв.),
 $AT_{\text{середн.}}$ – середній артеріальний тиск (мм рт. ст.),
A – вік,
B – маса тіла (кг),
P – зріст (см).

У жінок фізичний стан знаходиться на рівень нижче, тобто якщо за оціночною таблицею визначається високий РФС, то для жінок він відповідає вище середнього.

Шкала оцінки фізичного стану

Значення X	Рівень фізичного розвитку
<0,375	Низький
0,376–0,525	Нижче середнього
0,526–0,675	Середній
0,676–0,823	Вище середнього
0,826 і >	Високий

4.13. Визначення адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи

Матеріали та обладнання: тонометр, фонендоскоп, секундомір, медична вага, ростомір.

Показники артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, зросту і маси тіла підставляємо у формулу:

$$ІФЗ = 0,011ЧП + 0,014САТ + 0,008ДАТ + 0,014В + + 0,009МТ - 0,009Р - 0,27, \text{ де}$$

ЧП – частоту пульсу
 САТ – систолічний артеріальний тиск,
 ДАТ – діастолічний артеріальний тиск,
 Р – зріст,
 МТ – масу тіла
 В вік.

Оцінка рівня функціонування системи кровообігу (адаптаційного потенціалу) за ІФЗ

Значення ІФЗ (в балах)	Рівень функціонування (адаптаційний потенціал)
до 2,59	Задовільна адаптація
2,60–3,09	Напруження механізмів адаптації
3,10–3,49	Незадовільна адаптація
3,50 і вище	Зрив адаптації

4.14. Індекс Робінсона

Матеріали та обладнання: тонометр, секундомір,

Для кількісної оцінки енергопотенціалу організму людини був застосований індекс Робінсона, який використовується для оцінки рівня обмінно-енергетичних процесів організму. *Індекс Робінсона* характеризує систолічну роботу серця:

$$\text{ЧСС} = (\text{ЧСС} \times \text{САТ}) / 100, \text{ де}$$

ЧСС – частота серцевих скорочень (уд./хв.),

САТ – систолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.).

Оцінку функціонального стану серцево-судинної системи за індексом Робінсона здійснюємо за таблицею 4.2.

Таблиця 4.2

Оцінка стану	Індекс Робінсона
Відмінний. Функціональні резерви серцево-судинної системи кращі від норми.	69 і менше
Хороший. Функціональні резерви серцево-судинної системи в нормі.	70–84
Середній. Можна говорити про недостатність функціональних можливостей серцево-судинної системи.	85–94
Поганий. Є ознаки порушення регуляції діяльності серцево-судинної системи.	95–110
Дуже поганий. Регуляція діяльності серцево-судинної системи порушена.	111 і більше

Список використаної літератури

1. Агаджанян Н. А., Власова И. Г., Ермакова Н. В., Торшин В. И. Основы физиологии человека: учеб. для студентов вузов / под ред. Н. А. Агаджаняна. 2-е изд., испр. Москва: Изд-во РУДН, 2003. 408 с.
2. Батуев А. С., Никитина И. П., Журавлев В. Л., Соколов Н. Н. Малый практикум по физиологии человека и животных: учеб. пособие для студ. вузов; под ред. А. С. Батуева. Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербург. ун-та, 2001. 348 с.
3. Гіттік Л. С., Швайко С. Є., Козачук Н. О., Поручинський А. І. Практикум з фізіології людини і тварин: навч. посіб. для лабораторних занять. 2-е вид., перероб. і доповн. Луцьк: РВВ «Вежа» ВДУ ім. Лесі Українки, 2003. 178 с.
4. Гуминский А. А., Леонтьева Н. Н., Маринова К. В. Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии. Москва: Просвещение, 1990. 239 с.

5. Екологічна фізіологія людини: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт / укладачі: Поручинська Т. Ф., Пасичнюк І. Ф., Поручинський А. І., Дмитроца О. Р. Луцьк, 2015. 56 с.
6. Журавльов О. А., Дмитроца О. Р., Шевчук Т. Я., Сокол А. П. Практикум: навчально-методичні матеріали для проведення практичних та лабораторних робіт з циклу фізіологічних дисциплін, які виконуються на базі навчально-наукової лабораторії «Екологічної фізіології». Луцьк, 2013. 50 с.
7. Козачук Н. О., Моренко А. Г., Журавльов О. А. Фізіологія людини і тварин. Вісцеральні системи. Луцьк: Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, 2020. 33 с.
8. Коробков А. В., Башкиров А. А., Ветчинкина К. Т. и др. Практикум по нормальной физиологии: учеб. пособие для мед. вузов / под ред. Н. А. Агаджаняна и А. В. Коробкова. Москва: Высш. шк., 1983. 328 с.
9. Лабораторний журнал з курсу «Фізіологія людини і тварин» для студентів денної форми навчання за ОПП «Середня освіта. Природничі науки» (на базі молодшого спеціаліста) / укладачі Моренко А. Г., Козачук Н. О., Білецька О. А. Луцьк: Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2020. 53 с.
10. Любимова З. В., Маринова К. В., Никитина А. А. Возрастная физиология: в 2 ч. Ч. 1: учебник. Москва: ВЛАДОС, 2003. 304 с.
11. Плахтій П. Д. Фізіологія людини. Обмін речовин і енергозабезпечення м'язової діяльності: навч. посіб. Київ: ВД «Професіонал», 2006. 464 с.
12. Практические занятия по курсу «Физиология человека и животных»: учеб. пособие для студ. вузов / под ред. Р. И. Айзмана, И. А. Дюкарева. Новосибирск: Изд-во Сибир. ун-та, 2003. 119 с.
13. Яновський І. І., Ужако П. В. Фізіологія людини і тварин: Практикум: навч. посіб. для пед. ін-тів. Київ: Вища школа, 1991. 175 с.

РОЗДІЛ 5

ФІЗІОЛОГІЯ ДИХАННЯ

5.1. Визначення функціонального стану дихальної системи методом спірометрії

Матеріали та обладнання: апарат комплексного дослідження «Аскольд» або апарат комплексного дослідження «Кардіо+», вата, спирт, секундомір, вага, ростомір, тонометр, фонендоскоп, спірометр, степ-платформи.

Спірометрія є методом визначення життєвої ємності легень (ЖЄЛ) і об'ємів повітря, що її складають. ЖЄЛ характеризує функціональні можливості органу зовнішнього дихання (залежать від віку, зросту, статі, фізичного розвитку людини та інших факторів). Структуру ЖЄЛ складають: дихальний об'єм (ДО, мл), а також резервні об'єми вдиху (РОВд, мл) і видиху (РОВид, мл).

Для вимірювання ЖЄЛ використовуємо сухий спірометр, стрілку якого ставимо в нульове положення, мундштук протираємо ватою зі спиртом. Стаємо перед спірометром, робимо 2–3 глибоких вдихи і видихи, а тоді, вдихнувши максимально глибоко, робимо максимально можливий видих в спірометр.

Оцінка результатів: 4 роки – 1110 мл, 5 років п'ять років – 1200 мл, 7 років – 1200–1400 мл, 10 років – 1400–1800 мл, 14–17 років – 2500–2700 мл (дівчата) та 2700–3900 мл (хлопці), здорові нетреновані дорослі чоловіки – 3500 – 5500 мл, жінки – 3500 – 5000 мл (треновані дорослі – від 5000 до 8000–9000 мл). Зниження ЖЄЛ, в порівнянні з її нормативною величиною більше ніж на 15 %, свідчить про недостатність розвитку дихальної системи (порушення прохідності дихальних шляхів, зміни структури і властивостей легеневої тканини тощо). Істотне зниження ЖЄЛ спостерігається при захворюваннях серцево-судинної системи.

Об'єктивність оцінки показників ЖЄЛ значно зростає при розрахунку відповідності фактичної ЖЄЛ належній (НЖЄЛ). Для визначення НЖЄЛ використовуємо **формулу Людвіга:**

$$\text{НЖЄЛ чоловіків} = 40 \times \text{зріст (см)} + 30 \times \text{маса тіла (кг)} - 4400,$$

$$\text{НЖЄЛ жінок} = 40 \times \text{зріст (см)} + 10 \times \text{маса тіла (кг)} - 3800,$$

або з урахуванням віку за *формулами Є. Болдіна та інших*:

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

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

Відхилення отриманої під час обстеження фактичної ЖЄЛ (ФЖЄЛ, мл) від НЖЄЛ, мл розраховуємо за формулою:

$$(\text{ФЖЄЛ, мл} / \text{НЖЄЛ, мл}) \times 100 \%$$

Оцінка результатів: норма відхилення у здорових людей, як правило, не перевищує $\pm 10\text{--}15\%$. У тренованих осіб, зокрема у тих, котрі займаються циклічними видами спорту, особливо плаванням, греблею, ФЖЄЛ більша за належну.

Дихальний об'єм (ДО, мл) – об'єм повітря, який людина вдихає і видихає при спокійному диханні; залежить від статі, віку, зросту, розвитку грудної клітки, рівня фізичної підготовленості та інших чинників.

Визначення дихального об'єму (ДО, мл): спокійно вдихаємо в мундштук – вдих через ніс, а видих через рот в спірометр. Після 5–6 дихальних циклів на шкалі реєструємо обсяг повітря, що видихнули, та ділимо його на число дихальних рухів – отримуємо показник глибини дихання (дихальний об'єм).

Оцінка результатів: 1 рік – 60–80 мл, 5 років – 120–160 мл, 8 років – 120–240 мл, 12 років – 250–300 мл, 14 років – 280–370 мл, дорослі – 300–600 мл.

Належну величину ДО (НДО) розраховуємо за формулою:

$$\text{НДО} = 0,2 \times \text{НЖЄЛ, де}$$

НЖЄЛ – належна ЖЄЛ.

Визначення резервного об'єму видиху: спірометр ставимо в нульове положення; після звичайного видиху затримуємо на декілька секунд

дихання, беремо в рот мундштук і робимо можливо глибокий видих в спірометр. Об'єм повітря, яке видихнуто в спірометр і є резервним об'ємом видиху.

Оцінка результатів: норма 1000–1500 мл (25% від ЖЄЛ).

Належну величину $PO_{вид}$ розраховуємо за формулою:

$$HPO_{вид} = 0,3 \times HЖЄЛ.$$

Резервний об'єм вдиху ($PO_{вд}$, мл) – максимальний об'єм повітря, який можна вдихнути понад спокійним вдихом.

Резервний об'єм видиху ($PO_{вид}$) – максимальний об'єм повітря, який можна видихнути понад спокійного видиху.

Резервний об'єм вдиху не може бути виміряний портативним спірометром, тому цей показник розраховуємо за формулою:

$$PO_{вд} = ЖЄЛ - (ДО + PO_{вид}), \text{ де}$$

ЖЄЛ – життєва ємність легень, мл;

ДО – дихальний об'єм, мл;

$PO_{вид}$ – резервний об'єм видиху, мл.

Оцінка результатів: норма – 1500–2500 мл.

Належну величину $PO_{Вд}$ розраховуємо за формулою:

$$HPO_{Вд} = HЖЄЛ - (HPO_{Вид} + HДО).$$

При оцінці ЖЄЛ звертаємо увагу на співвідношення складових її обсягів. З цією метою розраховуємо *рівень дихання – відношення резервного обсягу видиху до резервного обсягу вдиху* (середня величина – 0,6).

Максимальна вентиляція легень (МВЛ, в л/хв.) – кількість повітря, яка може пройти через дихальну систему за одну хвилину при максимально частому і максимально глибокому диханні обстежуваного.

Методом спірометрії величину МВЛ визначаємо наступним чином: обстежуваний здійснює максимально часте і максимально глибоке дихання у спірометр упродовж 15 секунд; отриманий результат переводять на хвилину.

Оцінка результатів: норма у дорослих здорових нетренованих чоловіків становить 80–230 л/хв., у жінок – 60–170 л/хв.

Належну величину максимальної вентиляції легень (НМВЛ, мл), що характеризує потенційні можливості дихальної системи (особливо в умовах екстремальних зовнішніх впливів) визначаємо за формулами:

$$\begin{aligned} \text{НМВЛ} &= 11,5 \times \text{ЖЄЛ} \text{ (для осіб молодших 45 років),} \\ \text{НМВЛ} &= 17,5 \times \text{ЖЄЛ} \text{ (для осіб старших 45 років).} \end{aligned}$$

Частота дихання (ЧД, п/хв.) – кількість дихальних рухів, здійснених обстежуваним за одну хвилину. На спірограмі за певний проміжок часу (зазвичай, 15 або 30 секунд) підраховуємо кількість дихальних циклів і, шляхом помноження отриманих величин відповідно на 4 чи 2, визначають значення ЧД за одну хвилину.

Оцінка результатів: 1 рік – 25–40, 3 роки – 20–30, 6 років – 15–25, 10 років – 12–20, дорослі – 16–20 дихальних рухів на хвилину (при фізичних навантаженнях може збільшуватися до 30–40).

Хвилиний об'єм дихання (ХОД, л/хв.) – кількість повітря, яка проходить через дихальну систему під час звичайного спокійного дихання.

Для розрахунку **ХОД** використовуємо формулу:

$$\begin{aligned} \text{ХОД} &= \text{ЧД} \times \text{ДО}, \text{ де} \\ \text{ХОД} &\text{ – хвилиний об'єм дихання, л/хв;} \\ \text{ЧД} &\text{ – частота дихання, п/хв;} \\ \text{ДО} &\text{ – дихальний об'єм, л.} \end{aligned}$$

Оцінка результатів: у дорослих нетренованих – в межах 4 до 8 л/л; при фізичних навантаженнях **ХОД** наближається до рівня максимальної вентиляції легень і може становити у дорослих нетренованих осіб 60–80л/хв, у тренуваних – 150–180л/хв.

Функціональна залишкова ємність (ФЗЄ) – об'єм повітря в легенях, що залишається після спокійного видиху.

ФЗЄ легень визначаємо за формулою:

$$\begin{aligned} \text{ФЗЄ} &= \text{ЗО} + \text{РОВид}, \text{ де} \\ \text{ЗО} &\text{ – залишковий об'єм легень (1100-1500 мл).} \end{aligned}$$

Для розрахунку належної величини ЗО використовуємо формулу:

$$\begin{aligned} \text{НЗО чоловіки} &= 1,98 \times P + 0,22 \times B - 0,015 \times MT - 1,54 \\ \text{НЗО жінки} &= 2,68 \times P + 0,007 \times B - 0,015 \times MT - 3,42, \text{ де} \\ P & - \text{ріст, м;} \\ B & - \text{вік; } MT - \text{ маса тіла, кг.} \end{aligned}$$

Загальну ємкість легенів (ЗЄЛ) становить об'єм повітря у легенях після максимального вдиху. ЗЄЛ визначаємо за формулою:

$$\text{ЗЄЛ} = \text{ЖЄЛ} + \text{ЗО}$$

Належну величину ЗЄЛ (НЗЄЛ) розраховуємо за формулами:

$$\begin{aligned} \text{НЗЄЛ чоловіки} &= 6,92 \times P + 0,017 \times MT - 4,3 \\ \text{НЗЄЛ жінки} &= 6,71 \times P + 0,015 \times MT - 5,77, \text{ де} \\ P & - \text{ріст, м;} \\ MT & - \text{ маса тіла, кг.} \end{aligned}$$

Коефіцієнт вентиляції легенів (КВЛ) – показує, яка частина альвеолярного повітря вентилюється за один дихальний цикл. КВЛ розраховуємо за формулою:

$$\text{КВЛ} = (\text{ДО} - \text{ОПМ}) / (\text{ЗО} + \text{Ровид}), \text{ де}$$

ОМП «об'єм мертвого простору», мл – об'єм повітря, яке міститься у повітроносних шляхах та не приймає участі у газообміні (в середньому становить 150 мл).

Вентиляційний індекс (ВІ) визначають як критерій реалізації потенційних можливостей системи зовнішнього дихання конкретного обстежуваного. ВІ визначаємо за формулою:

$$\text{ВІ} = \text{ХОД} / \text{ЖЄЛ}, \text{ де}$$

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

Оцінка результатів: в нормі ВІ складає 1,2–2,6 % (зниження даного параметру свідчить про підвищення ЖЄЛ).

5.2. Визначення інтегральних показників зовнішнього дихання (методика пневмотахографії)

Матеріали та обладнання: пневмотахометр, стерильні мундштуки.

Дослідження функціонального стану системи зовнішнього дихання також є одним із провідних елементів програми медико-біологічного контролю за станом організму. Під час оцінки функціонального стану системи зовнішнього дихання традиційно використовують методи пневмотахографії.

Пневмотахографія – метод графічної реєстрації швидкості руху потоку повітря при спокійному диханні та виконанні певних дихальних маневрів. Метод спрямований на діагностику виду й ступеня вентиляційних порушень легень на підставі аналізу кількісних та якісних змін пневмотахографічних показників.

Основні показники:

Життєва ємність легень (ЖЄЛ, мл) – найбільша кількість повітря, яку людина може видихнути після максимального вдиху.

ОФВ1 – об'єм форсованого видиху за першу секунду, що видихається при максимально швидкому видиху і виражається в процентах до ФЖЄЛ. Здорові люди за першу секунду видихають не менше 70 % ФЖЄЛ.

Проба Тіффно (тест Тіффно) ОФВ1/ЖЄЛ, \% , в нормі дорівнює 70–75 %. Зниження індексу Тіффно до 55 % – помірне порушення прохідності бронхів, до 40 % – різке порушення прохідності бронхів.

МОШ25 – максимальна об'ємна швидкість повітря на рівні видиху 25 % ФЖЄЛ.

МОШ50 – максимальна об'ємна швидкість повітря на рівні видиху 50 % ФЖЄЛ.

МОШ75 – максимальна об'ємна швидкість повітря на рівні видиху 75 % ФЖЄЛ.

ПОШ – пікова об'ємна швидкість. Ці показники найбільш цінні в діагностиці початкових порушень бронхіальної прохідності.

СОШ25-75 – середня об'ємна швидкість форсованого видиху, за визначений період вимірювання від 25 до 75 % ФЖЄЛ. Відображає стан дрібних дихальних шляхів, для виявлення ранніх порушень є більш інформативним показником ніж ОФВ1.

Цифрові показники в клінічній практиці визначаються на основі реєстрації кривої «потік – об'єм», що документує швидкість повітряного потоку на різних етапах дихального руху. На осі абсцис відкладають об'єм повітря, що приймається за 100 %, а по осі ординат – потік повітря в літрах за секунду. Петля вдиху зображена на від'ємній частині координат, видиху – на додатній. Нормальна петля «потік-об'єм» видиху має швидкий пік максимальної швидкості видиху (ПОШ) і поступовий спад потоку до нульової позначки. Петля вдиху досить глибока, опукла, частіше симетрична. Початковий крутовисхідний відрізок кривої до досягнення найбільшої (пікової) об'ємної швидкості видиху відображає прохідність дихальних шляхів до початку компресії великих бронхів під впливом підвищеного тиску, подальший (низхідний) відрізок кривої аж до завершення видиху – прохідність дихальних шляхів при поширенні компресії з великих бронхів на дрібні бронхи. При правильному виконанні дослідження крива «потік – об'єм» дозволяє об'єктивно оцінити стан бронхіальної прохідності, діагностувати бронхіальну обструкцію, її початкові прояви, що дає можливість виявити бронхо-легеневі захворювання на доклінічній стадії розвитку.

Пневмотахограма, що реєструється при спокійному диханні – це перша похідна спірограми, і, навпаки, спірограма може бути отримана в результаті інтегрування пневмотахограми. Хоча крива «потік – об'єм» містить, в основному, ту саму інформацію, що і звичайна спірограма, наочність співвідношення між потоком і об'ємом дозволяє більш глибоко проникнути у функціональні характеристики як верхніх, так і нижніх дихальних шляхів. На пневмотахограмі більш наочно, ніж на спірограмі, можна оцінити часові параметри дихального циклу, пікові швидкості вдиху і видиху, середні швидкості цих фаз.

Перед початком роботи дані про пацієнта вносимо в базу даних після чого обстежуваний сідає на стілець, протирає наконечник спиртом, бере його в рот і робить глибокий вдих через рот, наступний етап – глибокий видих, завершальним етапом є форсований видих через рот (рис. 5.1). Проби повторюємо по три рази. Після проведення експерименту на монітор комп'ютера видається заключення кривої «потік – об'єм» та значення показників зовнішнього дихання.

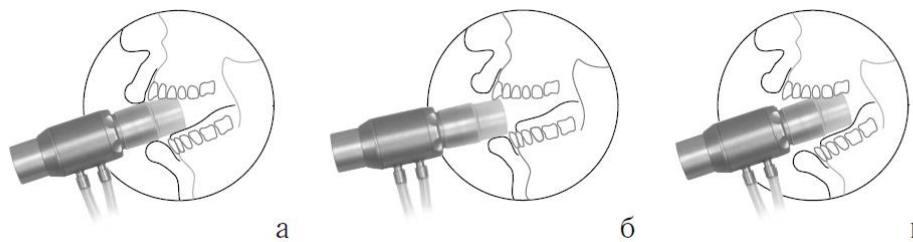


Рис. 5.1. *Правильне та неправильне положення мундштука в роті під час виконання дихальних рухів: а – правильне положення мундштука; б – мундштук недостатньо глибоко введений в ротову порожнину, зуби та язик частково перекривають його просвіт; в – мундштук введений досить далеко, надавлює на корінь язика*

Здійснюємо запис пневмотахограми. Оцінюємо механічні особливості апарату вентиляції легень на основі аналізу вдиху (видиху) і форсованого видиху. Можна порівнювати результати обстежуваного у «стані спокою» з результатами «положення сидячи», «стоячи» та «після 30 присідань».

5.3. Оцінка функціонального стану дихальної системи за допомогою проб

Матеріали та обладнання: секундомір, спірометр.

Проби із затримкою дихання дозволяють оцінити стан дихальної системи, збудливість дихального центру, роль гуморальної регуляції дихання. Внаслідок гіпервентиляції виникає гіпокапнія – зниження парціального тиску вуглекислого газу в альвеолах і артеріальній крові, що сприяє зниженню збудливості дихального центру і виникненню гіпервентиляційного апное – збільшення тривалості затримки дихання. Тести з затримкою дихання використовуються у спортивно-медичній практиці переважно для оцінки функціонального стану дихальної і серцево-судинної систем, а також для аналізу психологічно стійкості спортсмена (вольової підготовленості).

Тривалість затримки дихання досить індивідуальна, вона залежить від вольових здібностей обстежуваного і, звичайно, економичності споживання кисню клітинами організму. Вольовий компонент затримки дихання визначають за першим скороченням діафрагми (коливання

черевної стінки). Слід пам'ятати, що повторні затримки дихання бувають більш результативні, ніж перші.

5.3.1. Проба Штанге з максимальною затримкою дихання на вдиху

Після нормального вдиху і видиху обстежуваний робить глибокий вдих і на висоті його затримує дихання. Процедуру повторюємо 3–4 рази, обчислюємо середнє значення.

Оцінка результатів (у секундах): 7–8 років – 37–40 (хлопці) та 37–38 (дівчата); 13–14 років – 46–52 (хлопці) та 46–47 (дівчата); 16–17 років – 64–66 (хлопці) та 49–50 (дівчата); дорослі – у здорових, але нетренованих осіб час затримки дихання коливається у межах 40–60 с у чоловіків і 30–40 с у жінок; у спортсменів цей час збільшується до 60–120 с у чоловіків і до 40–95 с у жінок. При втомі, перенапруженні, захворюванні органів кровообігу та дихання, при анемії тривалість затримки дихання зменшується, що обумовлено підвищенням збудливості дихального центру, зміною інтенсивності процесів обміну в тканинах.

5.3.2. Проба Генча

Проба Генча з максимальною затримкою дихання на видиху. Обстежуваний робить видих і затримує дихання. Процедуру повторюємо 3–4 рази, обчислюємо середнє значення.

Оцінка результатів (у секундах): 7–8 років – 17–19 (хлопці) та 17–18 (дівчата); 13–14 років – 23–26 (хлопці) та 23–25 (дівчата), 16–17 років – 32–33 (хлопці) та 28–30 (дівчата); дорослі – у дорослих здорових нетренованих осіб коливається в межах 25–40 с у чоловіків і 15–30 с – у жінок; у спортсменів спостерігають значно вищі показники (до 50–60 с у чоловіків і 30–50 с у жінок); 40–60 (оцінку результатів подано у таблиці 5.1).

5.3.3. Тест Серкіна

Тест Серкіна є комбінованим тестом із затриманням дихання і 20 присіданням за 30 сек. Спочатку визначаємо час затримання дихання на вдиху в положенні сидячи. Тоді обстежуваний робить 20 присідань за 30 сек. і повторює затримання дихання. Втретє величину затримання дихання визначаємо після однохвилинного відпочинку обстежуваного.

Оцінку результатів проводять за таблицею 5.2.

Таблиця 5.1

Шкала оцінювання результатів функціональних проб Штанге і Генча

Оцінка стану дорослого досліджуваного	Час затримки дихання на вдиху, с	Час затримки дихання на видиху, с
Відмінна	> 60	> 50
Добра	40–60	30–50
Задовільна	30–40	20–30
Незадовільна	< 30	< 20

Таблиця 5.2

Шкала оцінювання результату проби Серкіна

Контингент обстежуваних	Фази тесту		
	Перша	Друга	Третя
1. Здорові натреновані особи	60 і більше	30 і більше	Більше 60
2. Здорові не натреновані особи	40 – 55	15 – 25	35 – 55
3. Особи з прихованою недостатністю кровообігу	25 – 35	12 і менше	24 і менше

5.3.4. Індекс гіпоксії (ІГ)

Індекс гіпоксії (ІГ) характеризує ступінь стійкості організму до дефіциту кисню. Величину індексу гіпоксії розраховуємо за формулою:

$$ІГ = T_{вид} / ЧСС, \text{ де}$$

ІГ – індекс гіпоксії, у.о.;

$T_{вид}$ – час затримки дихання на видиху, с.;

ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.

Оцінка результатів: у 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.

5.3.5. Індекс Скибінські

Індекс Скибінські характеризує не тільки потенційні можливості системи зовнішнього дихання, її стійкість до гіпоксії, а й, певною мірою, рівень узгодженості функціонування з системою кровообігу.

Формула для розрахунку індексу Скибінські має такий вигляд:

$$IC = ЖЄЛ \times T_{\text{вид}} / ЧСС, \text{ де}$$

IC – індекс Скибінські, у.о.;
ЖЄЛ – фактична величина життєвої ємності легенів, мл;
T_{вид} – час затримки дихання на видиху, с.;
ЧСС – частота серцевих скорочень, уд/хв.

Оцінка результатів: у нормі у здорових нетренованих чоловіків значення IC складає 2500–3900 у.о., у жінок – 1500–2900 у.о. В осіб, які систематично займаються фізичною культурою і спортом, спостерігаються більш високі величини індексу Скибінські: серед чоловіків – 3500–4900 у.о., серед жінок – 3000–4400 у.о.

5.3.6. Проба Вотчала

Обстежуваний за допомогою спірометра визначає ЖЄЛ (при цьому максимальний видих повинен бути тривалим і протяжним). Повторно вимірюємо ЖЄЛ, але при максимально швидкому (форсованому) видиху. Порівнюємо результати, знаходимо різницю у показниках спірометра. Проба дає змогу судити про ширину просвіту дрібних бронхів, про тонус бронхіальних м'язів.

Оцінка результатів: вище 200–300 мл.

5.3.7. Індекс волі (ІВ) затримки дихання за Кузнєцовою

Розрізняють дві фази затримки дихання – контрольну і вольову. За першою оцінюють чутливість дихального центру до гуморального чинника, за другою – можливість досліджуваного до вольових зусиль. Контрольна фаза починається з моменту припинення дихання до першої труднощі, несприятливих відчуттів. Вольова фаза – це час від моменту утруднення дихання до його відновлення. Індекс волі визначаємо за формулою:

$$IB = (Вольова Пауза, с / Контрольна Пауза, с) \times 100$$

Оцінка результатів: норма – 100 % (сума часу контрольної і вольової фаз складають максимальну паузу).

5.3.8. Проба Розенталя

Проба Розенталя – проводимо п'ятикратне вимірювання ЖЄЛ з 15 секундною перервою.

Оцінка результатів: у нормі – однакові або наростаючі значення ЖЄЛ. Зниженні показників вказує на погіршення функціонального стану дихальної, серцево-судинної, нервової системи, а також на перевтомлення, перетренування, відновлення після хвороби.

5.3.9. Проба Шафрановського

Проба Шафрановського вимірюємо ЖЄЛ в спокої та після навантаження (3 хвилини бігу на місці в темпі 180 кроків/хв.). Далі вимірюємо ЖЄЛ відразу після бігу, потім через 1, 2, 3 хвилини відновлення.

Оцінка результатів: у добре підготовленої людини значення ЖЄЛ не змінюється, або незначно зростає.

5.4. Визначення фізичної працездатності за тестом PWC_{170} степергометрією

Матеріали та обладнання: велоергометр, секундомір, ваги, тонометр.

Найчастіше про зміну фізичної працездатності (аеробної продуктивності) роблять висновки за зміною максимального споживання кисню або потужності навантаження, під час якої ЧСС встановлюється на рівні 170 ударів за 1 хвилину (PWC_{170}). У осіб старших за 50 років у зв'язку з віковим обмеженням амплітуди зростання частоти пульсу під час виконання фізичних вправ оцінку фізичної працездатності виконують за тестом PWC_{150} .

Фізіологічною передумовою визначення PWC_{170} є наявність лінійної залежності між ЧСС і потужністю роботи, що виконується. При більш високих величинах ЧСС прямолінійний характер зв'язку порушується. ЧСС 170 уд./хв. є оптимальною для роботи серця здорової молоді людини і при цьому відмічається максимальне значення серцевої продуктивності. Подальше прискорення призводить до зниження ударного об'єму крові. Перевага цього методу в тому, що при виконанні двох навантажень помірної потужності визначається працездатність (PWC_{170}).

$$W = 1,33 \times P \times h \times n, \text{ де}$$

W – потужність навантаження;

P – маса тіла, кг;

h – висота сходинки;

n – кількість циклів підйомів на сходинку;

1,33 – коефіцієнт, що враховує величину роботи під час спуску зі сходинки.

При методі степергометрії обстежуваному пропонуємо виконати два навантаження, потужність яких розраховують за формулою:

Висота сходинки вибирається в залежності від ноги піддослідного. Досвід практичної роботи показує, що для степ-тесту краще за все використовувати сходинку для жінок – 30 см висотою, а для чоловіків – 40 см.

При проведенні степергометрії навантаження призначаємо такої інтенсивності, щоб ЧСС у кінці першого навантаження стабільно знаходилося у межах 100–120, а у кінці другого – 140–160 за хвилину. Під час менших потужностей навантажень і відповідно менших значеннях ЧСС величина PWC_{170} буде визначена не точно.

Потужність другого навантаження можна підвищити за рахунок збільшення темпу підйому на сходинку. Це дозволяє скоротити загальний час випробувань до 5 хвилин. При степ-тесті виконуються два навантаження без відпочинку між ними. Термін часу першої 3 хвилини, а другої – 2 хвилини. При цьому стійкий стан встановлюється на 2–3-ій хвилині першого навантаження, а при виконання другого навантаження – на 2 хвилині. Це пов'язано з підвищенням рівня функціонування всіх систем в результаті виконання першого навантаження.

При більшому скороченні часу виконання навантаження фізіологічні процеси не досягають стійкості і величина PWC_{170} буде невірно визначеною. Відсутність стійкого стану потребує подовження навантаження ще на 1–2 хвилини. Якщо величина пульсу 170 уд./хв. буде досягнута в кінці першого навантаження, то друге не призначається. Таке підвищення ЧСС може бути пов'язано з невірним вибором потужності першого навантаження, вираженим станом детермінованості серцево-судинної системи, емоційною лабільністю тощо.

Розрахунок ЧСС при степ-тесті здійснюємо за формулою:

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \times ((170 - f_1) / (f_2 - f_1)), \text{ де}$$

N_1 - величина першого навантаження

N_2 - величина другого навантаження;

f_1 - часота пульсу при першому навантаженні;

f_2 - часота пульсу при другому навантаженні.

Оцінка результатів: у нетренованих чоловіків PWC_{170} коливається у межах 142–187,7 Вт, рідко підвищується до 200,4–250,5 Вт; у жінок абсолютна величина PWC_{170} складає лише 60 % від показників чоловіків. Найбільш високі середні величини PWC_{170} зареєстровано у спортсменів, що займаються циклічними вилами спорту (лижників).

Деякими дослідженнями встановлено високий кореляційний зв'язок між тестом PWC_{170} і максимальним споживанням кисню (МСК). Це дозволило виконувати тест на визначення PWC_{170} для прогнозування МСК.

Для нетренованих людей встановлена формула розрахунку МСК за PWC_{170} :

$$МСК = 1,7 \times PWC_{170} + 1240.$$

Слід зазначити, що непрямі методи визначення МСК через PWC_{170} є неточними і дають помилку у межах від +20% до -30% .

Список використаної літератури

1. Бекас О. О. Фізіологія людини: Лабораторний практикум: [практикум рекомендований для студентів інституту фізичного виховання і спорту]. Вінниця, 2014. 94 с.
2. Бекас О. О. Лабораторний практикум з курсу вікової анатомії та фізіології: [навчально-методичний посібник рекомендований студентам факультету фізичного виховання і спорту, спеціальності 014.14 «Середня освіта (Здоров'я людини)», ОП «Середня освіта. Здоров'я людини»]. ВДПУ ім. М. Коцюбинського. 2020. 148 с.
3. Дмитроца О. Р., Киричук О. П., Швайко С. Є. Вікова фізіологія з основами гігієни: метод. вказівки до проведення практичних робіт. Луцьк: Вежа-Друк, 2018. 52 с.

4. Дмитроца О. Р., Швайко С. Є. Вікова фізіологія з основами гігієни: метод. вказівки до проведення практичних робіт. Луцьк: Вежа-Друк, 2019. 52 с.
5. Марчик В. І., Мінжоріна І. Л. Функціональні проби та індекси в дослідженні фізичного стану людини: методичні рекомендації. Кривий Ріг: КДПУ, 2016. 64 с.
6. Степанова Н. В. Практикум з курсу фізіології людини для студентів спеціальності 7.110106 «Стоматологія» / за ред. В. І. Філімонова. Запоріжжя: ЗДМУ, 2015. 128 с.

РОЗДІЛ 6

ФІЗІОЛОГІЯ ТРАВЛЕННЯ. ОБМІН РЕЧОВИН І ЕНЕРГІЇ. ТЕРМОРЕГУЛЯЦІЯ

6.1. Метод мікрокристалізації змішаної слини

Матеріали та обладнання: мікроскоп, предметні та накривні скельця, спирт, вата, слина, олівець, піпетка.

Останнім часом у різних розділах медицини все частіше впроваджуються нові діагностичні технології, в основі яких лежать дослідження мікоморфологічної картини висушених біологічних рідин. В умовах патології кристалізація цих рідин змінюється. Кристалооптичний (КО) метод дослідження широко використовується як для встановлення діагнозу, так і в якості додаткового до інших діагностичних методів. Суть його полягає в аналізі фігур, які утворюються при висушуванні різних біологічних рідин унаслідок процесів кристалізації.

Змішана слина – сумарний секрет привушної, під'язикової та підщелепної слинних залоз, а також дрібних слинних залоз язика, дна порожнини рота та піднебіння, що містять мікроорганізми і продукти їх життєдіяльності. Ротова рідина дуже швидко реагує на вплив різних зовнішніх та внутрішніх факторів на організм людини. Це проявляється у вигляді зміни фізико-хімічного складу слини, зсуву у співвідношенні органічних та мінеральних структур. Нормальне слиновиділення необхідне для зволоження слизової оболонки верхньої частини шлунково-кишкового тракту, а склад слини включає в себе численні фактори, що забезпечують нормальну функцію та захист всього організму – епідермальний фактор росту відповідає за фізіологічну регенерацію, муцин за формування слизисто-бікарбонатного бар'єру, специфічної і неспецифічної біопротекції, що відіграють вирішальне значення для цілісності шлунково-кишкового епітеліального бар'єру і загальної стійкості організму до екстремальних факторів (Choi M., 2010; Zayachkivska O. S., 2006; Wong D. T., 2006).

Фація (висушена крапля) ротової рідини здорової людини складається з трьох зон – центральної (сольової, або зони кристалічних

структур), *проміжної* (зони білково-сольових структур) і *периферійної* (білкової, аморфної) (рис. 6.1.). Спостерігається різне співвідношення площі цих зон.

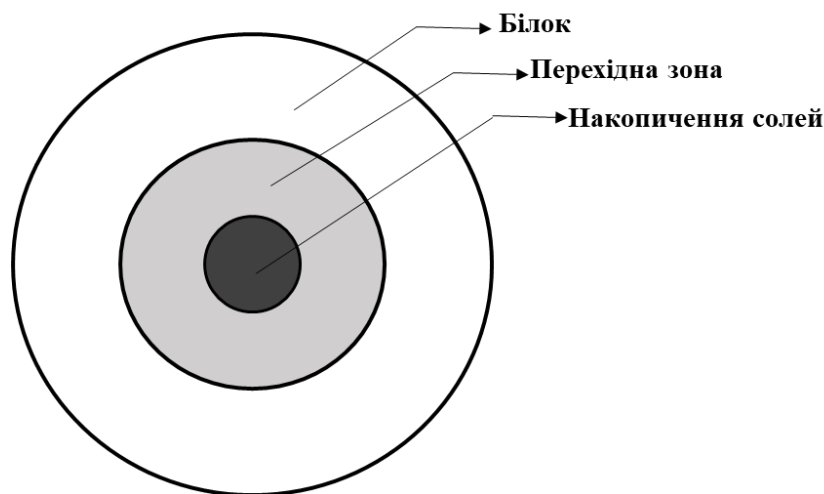


Рис. 6.1. Крапля біологічної рідини на площині
(Choi M., 2010; Zayachkivska O.S., 2006; Wong D.T., 2006)

Фацію ротової рідини як неінвазивний діагностичний тест використовують для оцінки стану організму при різній соматичній патології та ефективності лікувальних і профілактичних заходів.

Виділяють 4 основних типи кристалізації слини (Шатохина С. Н., Разумова С. Н., Шабалин В. Н., 2006):

I тип характеризується чітким рисунком кристало-призматичних структур, з'єднаних між собою у вигляді листка папороті і рівномірно розміщених (рис. 6.2).

II тип характеризується наявністю окремих деревоподібних кристалів невеликих розмірів або поодиноких кристалів різної форми, рівномірно розміщених у полі зору у вигляді сітки (рис. 6.2).

III тип характеризується ізометрично розміщеними структурами неправильної форми (рис. 6.2).

IV тип характеризується відсутністю кристалів (рис. 6.2).

На думку окремих дослідників (Селіфанова О. І., 2005; Стурова Т. М., 2005), при цукровому діабеті та деяких хронічних захворюваннях шлунково-кишкового тракту (виразка шлунку і хронічний гастрит) утворюється нозологічно специфічний набір мікрокристалів, який можна використовувати для діагностичних цілей.

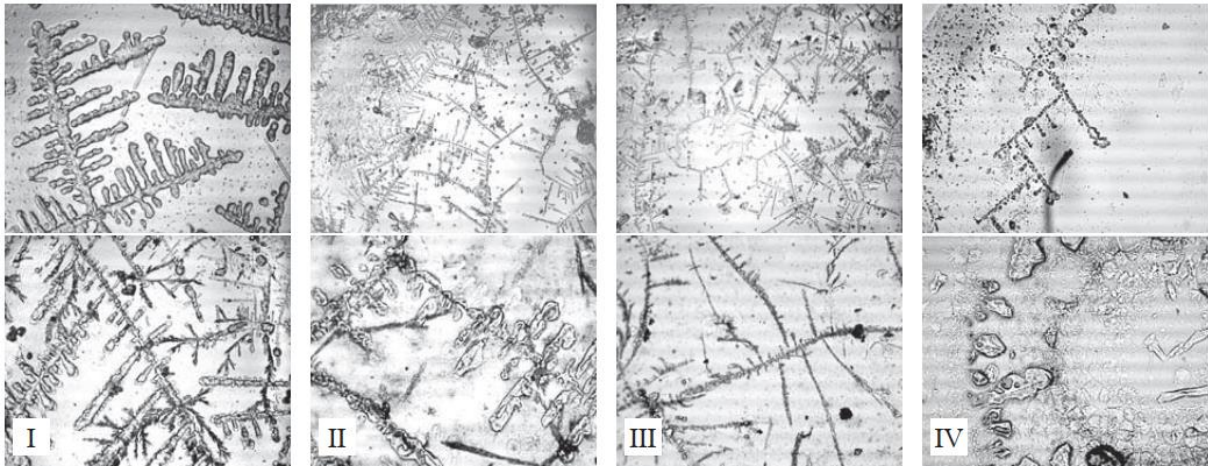


Рис. 6.2. Зразки фацій слини за типом кристалізації у здорових осіб
(Гаврилюк Н. С., Кіндрат А. В., Цимбаліста І. В., 2014)

З точки зору стоматології найбільш оптимальним щодо профілактики карієсу вважають I тип кристалізації слини, який свідчить про високу мінералізувальну здатність ротової рідини та зуба (Кіндрат Г. В., 2009; Рябокони О. Н., Волкова О. С., 2011).

I тип кристалізації слини пов'язують із вираженою гіперацидністю (внутрішньошлункова рН – 0,9–1,2). Він досить часто спостерігається в осіб із симптомами функціональних порушень верхніх відділів травного тракту, що може бути пов'язане із підвищеною кислотністю шлункового соку, що у свою чергу, спричиняє підвищення кристалізації слини та свідчить про високу ймовірність появи виразкової хвороби шлунку (рис. 6.2).

II тип мікрокристалізації слини пов'язують із помірною гіперацидністю (внутрішньошлункова рН – 1,3–1,5) та нормаацидністю (внутрішньошлункова рН – 1,6–2,2) і ймовірністю розвитку ерозійно-виразкової хвороби.

III типи мікрокристалізації слини пов'язують із помірною гіперацидністю (внутрішньошлункова рН – 1,3–1,5).

IV тип мікрокристалізації слини пов'язують із нормо- (внутрішньошлункова рН – 1,6–2,2) та гіпоацидністю (внутрішньошлункова рН – 2,3–3,5). Було встановлено (Гаврилюк Н. С., Кіндрат А. В., Цимбаліста І. В., 2014), що IV тип мікрокристалізації слини розповсюджений серед осіб із циркадною дисфункцією та фізичною інактивністю. Це може бути пояснено дисбалансом автономної нервової системи внаслі-

док зниження загального адаптивного резерву організму та свідчити про наявність фізіологічно нестійкого гомеостазу і зниження резерву адаптаційних властивостей організму (перевтома, стрес, стан після перенесених інфекцій, гіповітаміноз або патологія інших органів та систем).

Морфологічний тип кристалізації проводимо згідно з методом дегідратації краплі змішаної слини. Забір слини об'ємом 0,3–0,5 мл здійснюємо стерильною піпеткою з дна ротової порожнини не раніше ніж через 2 год після прийому їжі, чищення зубів, куріння (в роті повинно бути натуральне біологічне середовище) та наносимо її на стерильне предметне скло з наступним висушуванням на повітрі при кімнатній температурі. При нормальній товщині краплі висихання триває близько 15–20 хв., що забезпечує достатній час для завершення кристалізації слини. Надмірна кількість слини небажано не тільки тому, що час висихання може затягнутися, але і в зв'язку з можливістю утворення декількох, розташованих по вертикалі шарів кристалів, що робить об'єкт спостережень мало прозорим і він важко інтерпретується.

Крапля слини не повинна містити бульбашок повітря. При наявності бульбашок їх необхідно видалити за межі поглиблення будь-яким чистим гострим предметом (наприклад, іншим предметним склом), залишивши в поглибленні прозору частину слини. Для полегшення зазначеної процедури можна злегка нахилити скло і в протилежний нахилу бік видалити бульбашки.

Готуємо мікроскоп до роботи та вивчаємо мікрорисунок кристалізованої змішаної слини.

6.2. Розрахунки належної величини основного обміну за таблицями Бенедикта

Матеріали та обладнання: медичні ваги, зростомір, таблиці для визначення основного обміну, тонометр, фонендоскоп, секундомір.

Спеціальні таблиці (за Бенедиктом) дають можливість за зростом, віком і масою досліджуваного визначити середньостатистичний рівень основного обміну у людини. А *формула Ріда* дає можливість обчис-

лити процент відхилення основного обміну від норми. Ця формула ґрунтується на існуванні взаємозв'язку між артеріальним тиском, частотою серцевих скорочень і теплопродукцією організму. Визначення основного обміну за формулами дає наближені результати, але при деяких захворюваннях (наприклад, тиреотоксикозі) вони досить інформативні і тому часто застосовуються і в медицині. Допустимим вважають відхилення від норми до 10 %.

Таблицями користуються так. Якщо, наприклад, досліджуваним є чоловік 25 років, який має зріст 168 см і масу тіла 60 кг, то в таблиці 6.1 для визначення основного обміну за масою знаходимо поряд із значенням маси досліджуваного число 3735 кДж.

Таблиця 6.1

Розрахунок основного обміну у чоловіків та жінок за масою

Маса тіла, кг	Витрати енергії, кДж/добу		Маса тіла, кг	Витрати енергії, кДж/добу		Маса тіла, кг	Витрати енергії, кДж/добу	
	чол.	жін.		чол.	жін.		чол.	жін.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	2814	4505	71	4367	5585	98	5920	6665
45	2868	4543	72	4426	5627	99	5978	6707
46	2967	4585	73	4480	5664	100	6037	6745
47	2985	4626	74	4539	5706	101	6092	6787
48	3044	4664	75	4597	5744	102	6151	6828
49	3098	4706	76	4655	5786	103	6208	6866
50	3157	4743	77	4710	5824	104	6267	6908
51	3215	4785	78	4769	5866	105	6322	6946
52	3274	4823	79	4828	5907	106	6381	6988
53	3329	4865	80	4886	5945	107	6439	7025
54	3387	4907	81	4940	5987	108	6498	7068
55	3446	4944	82	4999	6025	109	6552	7109
56	3504	4986	83	5057	6067	110	6611	7147
57	3559	5024	84	5116	6104	111	6670	7188
58	3617	5066	85	5171	6146	112	6728	7226
59	3676	5104	86	5230	6188	113	6783	7268
60	3735	5146	87	5288	6225	114	6841	7306
61	2789	5184	88	5346	6267	115	6899	7348
62	3848	5226	89	5401	6305	116	6958	7386
63	3906	5267	90	5460	6347	117	7013	7428

Закінчення таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
64	3965	5304	91	5518	6385	118	7072	7470
65	4019	5346	92.	5576	6427	119	7131	7506
66	4078	5384	93	5631	6465	120	7188	7548
67	4137	5426	94	5690	6507	121	7243	7586
68	4195	5464	95	5749	6548	122	7302	7628
69	4250	5506	96	5807	6585	123	7360	7666
70	4308	5548	97	5875	6627	124	7418	7708

У таблиці 6.2 знаходимо по горизонталі вік (25 років) і по вертикалі зріст (168 см), на пересіченні граф віку і зросту знаходимо число 2814 кДж.

Таблиця 6.2

**Таблиця розрахунку обміну у чоловіків
за зростом та віком, кДж/добу**

Зріст, см	Вік, роки														
	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
96	473														
100	641	536													
104	808	703													
108	976	871													
112	1143	1038													
116	1310	1206													
120	1478	1373													
124	1645	1541													
128	1813	1708													
132	1980	1876													
136	2148	2043													
140	2315	2211													
144	2483	2378													
148	2650	2546													
152	2818	2713	2592	2537	2479	2420	2366	2307	2252	2194	2139	2081	2026	1968	1913
156	2985	2839	2801	2616	2562	2504	2449	2391	2336	2278	2223	2165	2110	2052	1997
160	3111	2964	2759	2700	2642	2587	2533	2474	2420	2361	2307	2248	2194	2135	2081
164	3236	3090	2843	2784	2730	2671	2617	2558	2504	2445	2391	2332	2278	2219	2165
168	3362	3215	2927	2868	2814	2755	2700	2642	2587	2529	2474	2416	2361	2303	2248

Закінчення таблиці 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
172	3447	3299	3010	2952	2897	2839	2784	2726	2671	2613	2558	2500	2445	2332	2273
176	3529	3383	3052	3035	3006	2922	2868	2809	2755	2696	2642	2583	2529	2470	2416
180	3613	3467	3178	3119	3065	3006	2952	2893	2839	2780	2726	2667	2613	2554	2500
184	3697	3550	3262	3203	3148	3090	3035	2977	2922	2864	2809	2751	2696	2638	2583
188	3781	3634	3345	3287	3232	3174	3119	3061	3006	2948	2893	2834	2780	2721	2667
192	3864	3718	3429	3370	3316	3257	3203	3144	3090	3031	2977	2918	2864	2805	2751
196	-	3802	3513	3454	3400	3341	3287	3228	3174	3115	3061	3002	2948	2889	2834
200	-	-	3596	3538	3483	3425	3370	3312	3257	3199	3144	3086	3031	2973	2918

Додавши одне до одного два числа, одержуємо середню статистичну величину нормального основного обміну людини чоловічої статі даного віку, зросту і маси: $3735+2814=6549$ кДж (1564 ккал) на добу. Поділивши цю величину на 24 години, одержуємо величину основного обміну в кілоджоулях за годину. $6549:24=272,8$ кДж/год (65 ккал/год).

Якщо досліджувана особа жіночої статі, то користуємося таблицями 6.1 і 6.3.

Таблиці 6.3

Таблиця розрахунку обміну у жінок за зростом та віком, кДж/добу

Зріст, см	Вік, роки														
	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
96	-4														
100	-21	-59													
104	46	8													
108	113	75													
112	180	142													
116	247	209													
120	314	276													
124	423	343													
128	448	410													
132	515	477													
136	582	544													
140	649	611													
144	716	678													
148	783	745													

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
152	842	804	766	729	687	649	611	569	532	490	452	414	373	335	297
156	900	862	795	758	720	678	641	603	561	523	486	444	406	364	327
160	959	921	829	787	749	712	670	632	595	553	515	477	435	398	360
164	1017	980	858	821	779	741	703	662	624	586	544	507	469	427	389
168	1068	1030	892	850	812	770	733	695	653	615	578	536	498	461	419
172	1118	1080	921	883	842	804	766	724	687	645	607	569	528	490	452
176	1168	1130	950	913	875	833	795	758	716	678	641	599	561	515	481
180	1218	1181	984	942	904	867	825	787	749	708	670	632	590	533	519
184	1269	1231	1013	976	934	896	854	816	779	741	699	662	624	582	544
188	1310	1273	1047	1005	967	925	900	850	808	770	733	691	653	615	574
192	1348	1315	1076	1038	996	959	921	879	842	800	762	724	682	645	607
196	1394	1357	1105	1068	1030	988	950	913	871	833	795	754	716	674	637
200	-	1398	1139	1097	1059	1022	980	942	904	862	825	787	749	708	670

Після цього у досліджуваного визначаємо частоту пульсу і артеріальний тиск. Процент відхилення основного обміну від норми обчислюємо за *формулою Ріда*:

$$ПВ = 0,75 (ЧП + ПТ \times 0,74) - 72, \text{ де}$$

ПВ — процент відхилення основного обміну від норми,
 ЧП — частота пульсу,
 ПТ — пульсовий тиск.

Приклад розрахунку. Пульс 75 ударів/хв, артеріальний тиск 120/80 мм рт. ст. Відхилення основного обміну дорівнює $0,75 \times (75 + (120 - 80) \times 0,74) - 72 = 6,45 \%$. Отже, основний обмін у досліджуваного підвищений на 6,45 %. Але оскільки величина відхилення основного обміну від норми не перевищує 10 %, ми вважаємо, що основний обмін даного досліджуваного знаходиться у межах норми.

Розрахунки належної величини основного обміну за формулою Гарріса і Бенедикта (Плахтій)

$$\begin{aligned} \text{НОО (для чоловіків)} &= 66,47 + 13,75M + 5,0033P - 6,755B, \\ \text{НОО (для жінок)} &= 65,0955 + 9,5634M + 1,8496P - 4,6756B, \text{ де} \end{aligned}$$

M – маса тіла, кг,
 P – зріст, см,
 B – вік, роки.

Розрахунки належної величини основного обміну за таблицями, розробленими ФАО/ВОЗ (1987)

Цей метод полягає в тому, що знаючи вік стать досліджуваного, знаходимо відповідну формулу у таблиці 6.4. Робимо розрахунок, підставивши значення фактичної маси тіла (МТ) досліджуваного.

Таблиця 6.4

Вік, роки	Ккал/добу	
	Чоловіки	Жінки
0–3	60.9МТ-54	61.0МТ-51
4–10	22.7МТ+495	22.5МТ+499
11–18	17.5МТ+651	12.2МТ+746
19–30	15.3МТ+679	14.7МТ+496
31–60	11.6МТ+879	8.7МТ+829
більше 60	13.5МТ+487	10.5МТ+596

6.3. Розрахунки належної величини основного обміну за методом Дюбуа

Матеріали та обладнання: медичні ваги, зростомір,

Автором методу визначені нормативи енергозатрат в умовах фізіологічного спокою з розрахунку на м² поверхні тіла на годину для чоловіків і жінок. Для 25-річних: чоловіків – 38,6 ккал/м² на годину, жінок – 35,3 ккал/м² на годину.

Для визначення належної величини основного обміну необхідно визначити площу поверхні тіла:

$$\sqrt{BSA} = \sqrt{(W \times H) / 3600}, \text{ де}$$

BSA – площа поверхні тіла людини (м²),
W – маса (кг) тіла людини,
H – ріст, см тіла людини.

Величина основного обміну визначається як добуток площі поверхні тіла на показник основного обміну на 1 м² поверхні тіла (за Дюбуа) (табл. 6.5).

6.4. Вимірювання температури тіла

Матеріали та обладнання: термометр безконтактний інфрачервоний, електричний термометр приладу «Бар'єр».

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

Вік, років	Основний обмін (ккал на м ² поверхні тіла за годину)		Вік, років	Основний обмін (ккал на м ² поверхні тіла за годину)	
	хлопці	дівчата		чоловіки	жінки
1	48	45	11–13	40	40
3	48	43	14–16	46	43
5	45	41	17–18	43	40
6	44	40	19–20	41	38
7–8	43	40	21–30	39	37
9–10	42	40	31–50	38	36

Вмикаємо *прилад «Бар'єр»* в електромережу, натискаємо кнопку ПУСК. Задаємо програму для вимірювання температури тіла, послідовно натискаючи кнопки ТЕМ і ПАМ. Прикладаємо датчик плоскою стороною до тіла, чекаємо 10–15 с поки показники температури стабілізуються. На табло висвітлюється показник температури. Оскільки прилад містить два датчики, можна одночасно вимірювати температуру у двох ділянках. Для отримання результатів потрібно натиснути кнопку Т1 (температура, зафіксована першим датчиком), потім Т2 (температура, зафіксована другим датчиком).

Інфрачервоний безконтактний медичний термометр. Принцип роботи термометра заснований на обробці датчиком інфрачервоного випромінювання виходить від предмета вимірювання. Відстань для вимірювань: 5–8 см. Час автоматичного відключення: 7 секунд.

6.4.1. Розрахунок середнього значення температури шкіри

Вимірюємо температуру шкіри у стандартних місцях: на лобі, груді, кисті, стегні, гомілці, плечі, передпліччі. Для розрахунку *середньої температури шкіри (СТШ)* використовуємо одну із формул.

1. Формула Вітте Н. К.:

$$\text{СТШ} = 0.07 \times T_{\text{ЛОБА}} + 0.5 \times T_{\text{ГРУДІ}} + 0.05 \times T_{\text{КИСТІ}} + 0.18 \times T_{\text{СТЕГНА}} + 0.2 \times T_{\text{ГОМІЛКИ}}$$

2. Формула В. Раманатана (V. Ramanathan, 1964)

$$СТШ = 0.3 \times (T_{ГРУДИ} + T_{ПЛЕЧА}) + 0.2 \times (T_{СТЕГНА} + T_{ГОМІЛКИ})$$

3. Формула А. Бартона (A. Burton, 1934)

$$СТШ = 0.5 \times T_{ГРУДИ} + 0.36 \times T_{СТЕГНА} + 0.14 \times T_{ПРЕДПІЛІЧЧЯ}$$

6.4.2. Розрахунок температури «ядра» тіла за формулою

Вимірюємо температуру шкіри в підпахвовій ділянці і підставляємо отримане значення у формулу:

$$T_{\text{«ЯДРА»}} = 0.51 \times T_{\text{ПІДПАХВ. ДІЛЯНКА}} + 19.0$$

Вимірюємо температуру шкіри в завушній ділянці і підставляємо отримане значення у формулу:

$$- T_{\text{«ЯДРА»}} = 0.40 \times T_{\text{ЗАВУШНА ДІЛЯНКА}} + 22.8 =$$

6.4.3. Оцінка симетричності температурних показників та розрахунок шкірно-температурних градієнтів

Вимірюємо температуру тіла на симетричних ділянках тіла (на вибір). В нормі температура відрізняється не більше, ніж на $0,5^{\circ}\text{C}$.

Вимірюємо температуру тіла в пахвовій ділянці і на IV пальці кисті. Віднімаємо друге значення від першого і отримуємо шкірно-температурний градієнт 1, який в нормі становить $3,8\text{--}4,0^{\circ}\text{C}$

Вимірюємо температуру тіла в пахвовій ділянці $^{\circ}\text{C}$ і на I-му пальці стопи. Віднімаємо друге значення від першого і отримуємо шкірно-температурний градієнт 2, який в нормі становить $4,9\text{--}5,2^{\circ}\text{C}$.

У випадку зниження кровотоку кінцівок, градієнти зростають.

Список використаної літератури

1. Агаджанян Н. А., Власова И. Г., Ермакова Н. В., Торшин В. И. Основы физиологии человека: учеб. для студентов вузов / под ред. Н. А. Агаджаняна. 2-е изд., испр. Москва: Изд-во РУДН, 2003. 408 с.
2. Батуев А. С., Никитина И. П., Журавлев В. Л., Соколов Н. Н. Малый практикум по физиологии человека и животных: учеб. посо-

- бие для студ. вузов / под ред. А. С. Батуева. Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербург. ун-та, 2001. 348 с.
3. Гіттік Л. С., Швайко С. Є., Козачук Н. О., Поручинський А. І. Практикум з фізіології людини і тварин: навч. посіб. для лабораторних занять. 2-е вид., перероб. і доповн. Луцьк: РВВ «Вежа» ВДУ ім. Лесі Українки, 2003. 178 с.
 4. Гуминский А. А., Леонтьева Н. Н., Маринова К. В. Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии. Москва: Просвещение.
 5. Козачук Н. О. Лабораторний зошит з фізіології вісцеральних систем. Луцьк: РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки. 2008. 48 с.
 6. Козачук Н. О., Моренко А. Г., Журавльов О. А. Фізіологія людини і тварин. Вісцеральні системи. Луцьк: Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, 2020. 33 с.
 7. Коробков А. В., Башкиров А. А., Ветчинкина К. Т. и др.; Практикум по нормальной физиологии: учеб. пособие для мед. вузов / под ред. Н. А. Агаджаняна и А. В. Коробкова. Москва: Высш. шк., 1983. 328 с.
 8. Лабораторний журнал з курсу «Фізіологія людини і тварин» для студентів денної форми навчання за ОПП «Середня освіта. Природничі науки» (на базі молодшого спеціаліста) / укладачі Моренко А. Г., Козачук Н. О., Білецька О. А. Луцьк: Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2020. 53 с.
 9. Любимова З. В., Маринова К. В., Никитина А. А. Возрастная физиология: в 2 ч. Ч. 1.: учебник. Москва: ВЛАДОС, 2003. 304 с.
 10. Практические занятия по курсу «Физиология человека и животных»: учеб. пособие для студ. вузов / под ред. Р. И. Айзмана, И. А. Дюкарева. Новосибирск: Изд-во Сибир. ун-та, 2003. 119 с.
 11. Яновський І. І., Ужако П. В. Фізіологія людини і тварин: практикум: навч. посіб. для пед. ін-тів. Київ: Вища школа, 1991. 175 с.

РОЗДІЛ 7

ФІЗІОЛОГІЯ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ТА ВИЩА НЕРВОВА ДІЯЛЬНІСТЬ

7.1. Оцінка функціонального стану автономної нервової системи

7.1.1. Дослідження рефлексів зі зміною положення тіла

Рефлекси зі зміною положення тіла дозволяють оцінити функціональний стан автономної нервової системи: симпатичного (*ортостатичний рефлекс*) чи парасимпатичного (*кліностатичний рефлекс*) відділів.

Ортостатичний рефлекс

1. Після перебування в положенні лежачи протягом не менше 3–5 хв у досліджуваного підраховуємо частоту пульсу за 15 с і результат помножити на 4.

2. Потім досліджуваний повільно (за 2–3 с) встає. Відразу після переходу у вертикальне положення, а також після 3 хв стояння (тобто коли показник ЧСС стабілізується) знову визначаємо частоту серцевих скорочень (за даними пульсу за 15 с, помноженими на 4).

Для *ортостатичного рефлексу нормою вважається* збільшення ЧСС на 10–16 уд/хв відразу після підйому. Після стабілізації цього показника через 3 хв стояння ЧСС дещо зменшується, але на 6–10 уд/хв вища ніж у горизонтальному положенні. Сильніша реакція свідчить про підвищену реактивність симпатичної частини вегетативної нервової системи, що характерно недостатньо тренованим особам. Слабша реакція спостерігається у разі зниженої реактивності симпатичного відділу і підвищеного тону парасимпатичного.

Кліностатичний рефлекс

1. Визначаємо ЧСС після 3–5 хв спокійного стояння.

2. Потім підраховуємо ЧСС після повільного переходу в положення лежачи.

3. Після 3 хв перебування у горизонтальному положенні знову вимірюють ЧСС.

ЧСС підраховують також за 15-ти секундні інтервали часу, множачи результат на 4.

Для *кліностатичного рефлексу нормативним вважається* зниження ЧСС на 8–14 уд/хв відразу після переходу в горизонтальне положення і деяке підвищення показника після 3 хв стабілізації, але ЧСС при цьому на 6-8 уд/хв нижча, ніж у вертикальному положенні. Більше зниження пульсу свідчить про підвищену реактивність парасимпатичної частини вегетативної нервової системи, менше – про знижену реактивність.

7.1.2. Дослідження місцевого дермографізму

Дермографізм – це судинна реакція шкіри на механічне подразнення тупим кінцем шпильки. Досліджуваному на внутрішній поверхні передпліччя наносимо штрихове подразнення шкіри тупим кінцем шпильки. Подразнення має бути достатньо сильним, але не болісним. Через декілька секунд на місці подразнення виникає біла або червона лінія, яка в нормі зникає через 1–10 хвилин.

Для оцінки стану своєї вегетативної нервової системи використовуємо інформацію:

- виникнення білої лінії через декілька секунд на місці подразнення свідчить про нормальний або трохи підвищений тонус симпатичної нервової системи (*білий дермографізм*);
- поява відразу після подразнення червоної лінії (*червоний дермографізм*), особливо, якщо вона тримається більше 10 хвилин, свідчить про низький тонус симпатичної системи;
- у окремих осіб смуга може підвищуватись над шкірою (*підвищений дермографізм*);
- дуже широкі смуги червоного дермографізму вказують на підвищення тону парасимпатичної частки вегетативної нервової системи.

7.1.3. Проба Ромберга сенсibiliзована II

Зменшуємо площу опори, ускладнюючи тим самим задачу для мозочка, шляхом нового положення – поза – стоячи на одній нозі, друга нога зігнута в колінному суглобі і піднята вгору так, щоб пальці стопи цієї ноги були на рівні колінного суглоба опорної ноги, але не торкалися до коліна, руки разом над головою.

Заміряємо час (у секундах) утримання такої пози. Порівнюємо отриманий результат з мінімальним часом утримання цієї пози – 18 секунд.

Якщо результат менше 8 с, це свідчить про несформованість рухових зон кори великих півкуль головного мозку і мозочка, а також недостатній розвиток вестибулярного апарату.



7.2. Визначення сенсорної та моторної асиметрії

У цьому дослідженні для встановлення типу моторної асиметрії застосовувався комплекс відповідних тестів, що вказували на домінування певної руки та ноги:

1. З'ясовуємо, якою рукою пише та малює обстежуваний, та чи є він праворуким або ліворуким за самооцінкою. Збіг обох цих ознак та їх характер був обов'язковим для проведення наступної стадії визначення — «жкості».

2. Детальне опитування:

- а) якою рукою відкриває кран;
- б) якою рукою підмітає підлогу;
- в) якою рукою чистить зуби;
- г) якою рукою запалює сірники;
- г) якою рукою ловить м'яч;
- д) якою рукою кидає м'яч;
- е) якою рукою піднімає з підлоги предмет.

3. Аплодування (ведуча рука повинна бути зверху).

4. Переплетення пальців рук (великий палець домінуючої руки має бути зверху).

5. Складання рук на грудях – «остава Наполеона» (кисть домінуючої руки має бути зовні).

6. Динамометрія. Вимірювання сили кисті кожної руки здійснювалося за допомогою динамометра. Зверталась увага, якою рукою досліджуваний брав динамометр і нажимав його перший раз (праворукі, як

правило, беруть правою, а ліворукі – лівою рукою). Проводилось три проби, вираховуючи середнє арифметичне значення сили кожної руки. Ведучою вважалась та рука, яка переважала у силі іншу більше як на 2 кг.

На основі отриманих даних вираховувався *коефіцієнт рукості* за формулою:

$$K_{\text{пр}} = ((E_{\text{пр}} - E_{\text{л}}) / (E_{\text{пр}} + E_{\text{л}})) \times 100\%, \text{ де}$$

$K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт правої руки,

$E_{\text{пр}}$ – сума завдань, де ведучою є права рука,

$E_{\text{л}}$ – сума завдань, де ведучою є ліва рука.

Обстежувані вважалися праворукими при $K_{\text{пр}} > 50\%$ та ліворукими при $K_{\text{пр}} < -50\%$.

Для встановлення домінантної ноги застосовувалися наступні тести:

1. Підплигування на одній нозі (нога, яка здійснила рух першою, вважається ведучою);
2. Крок вперед та назад (досліджуваний закриває очі, ставить ноги на ширині плечей та робить крок вперед і аналогічно назад, нога, яка здійснила рух першою, вважається ведучою);
3. Махова нога (досліджуваному пропонується попасти м'ячем в ціль, вдаривши по ньому правою чи лівою ногою; кінцівка, яка здійснила рух першою, вважається ведучою);
4. Закидання ноги на ногу (зверху, як правило, опиняється функціонально домінуюча нога).

На основі отриманих даних визначаємо *коефіцієнт правої та лівої ноги*.

Для встановлення типу сенсорної асиметрії застосовувався комплекс відповідних тестів, що вказували на домінування певного ока:

1. Реєстрація руху очей. Оцінка тесту здійснювалася візуально. Експериментатор знаходився навпроти досліджуваного та фіксував, в яку сторону направляється погляд під час відповіді на запитання.
2. Тест — «моргання одним оком». Досліджуваного просили моргнути одним оком. Закривається, як правило, неведуче око.

3. Тест «поглядання через підзорну трубу», як правило, здійснюється ведучим оком.

4. Проба з кольоровим склом. Кольорове скло ставиться перед одним, а потім – перед іншим оком. Ведучим вважається те око, яке сприймає колір таким же, як і при розгляданні скла обома очима.

5. Тест на виявлення особливостей м'язів неведучого ока. Фіксуючи погляд на кінчику пальця, досліджуваний наближає його до перенісся на 2–3 см. Неведуче око, при цьому, починає здійснювати горизонтальні коливальні рухи приведення та відведення.

На основі отриманих даних визначався коефіцієнт правого та лівого ока. За результатами тестування, по визначенню сенсорної та моторної асиметрії, визначалася приналежність досліджуваного до групи правшів чи лівшів.

7.3. Методика визначення ступеня точності сприйняття коротких проміжків часу

Визначення ступеня точності сприйняття коротких проміжків часу проводимо у парі (досліджуваний та експериментатор). Досліджуваний має перебувати у зручній для нього позі в положенні сидячи з заплющеними очима. Перед початком експерименту обстежувані отримують інструкцію «Вам буде запропоновано, не користуючись годинником і не рахуючи подумки, підняттям руки або сигналом “Стоп!” визначити кінець заданого відрізка часу». Щоразу вказуємо якої тривалості задається інтервал, а його початок відзначаємо ударом олівця по столу. Досліджувані проміжки часу можуть бути тривалістю: 5 с, 10 с, 15 с, 20 с, 30 с, 60 с, 120 с і 180 с і т. д. Правильність оцінки часу здійснюємо за допомогою секундоміра.

Обробка результатів:

1. Точність оцінки часу визначається для кожного дослідження окремо за формулою:

$$Q = Mt_1 / (Mt_2 + M\Delta t) , \text{ де}$$

Q – показник точності сприймання часу;

Mt₁ – середнє значення заданого часу;

Mt₂ – середнє значення показників досліджуваного;

MΔt – середнє значення різниці.

Аналіз результатів:

Q = 0–0,5 – низький рівень точності сприймання часу;

Q = 0,6–0,7 – середній рівень точності сприймання часу;

Q = 0,8–1,0 – високий рівень точності сприймання часу.

Або:

2. Згідно з отриманими результатами дослідження визначається коефіцієнт точності оцінки часу для кожного відрізка за формулою:

$$K_T = A / C \times 100\%, \text{ де}$$

K_T – коефіцієнт точності оцінки часу;

A – фактичний часовий інтервал, який минув з початку оцінювання досліджуваним заданого часового відрізка;

C – часовий інтервал, запропонований для оцінки

Під час аналізу результатів дослідження визначали, в якому співвідношенні до 100 %, менше чи більше, перебувають коефіцієнти точності оцінки часу досліджуваного. Якщо в усіх дослідах досліджуваний мав коефіцієнт більший за 100 %, то часові відрізки він недооцінював. Якщо його коефіцієнти були менші 100 %, то часові відрізки він переоцінював. Чим ближчі були коефіцієнти до 100 % (наприклад, 80–110 %), тим вища точність оцінки коротких проміжків часу.

7.4. Дослідження вибіркості уваги

Дослідження проводимо в парі (експериментатор-досліджуваний). Експериментатор зачитує досліджуваному інструкцію, видає тестовий бланк і фіксує час виконання завдання.

Інструкція досліджуваному: *–Вам буде видано тестовий бланк із надрукованими в ньому в рядках буквами та словами. Відшукайте та підкресліть там слова. Намагайтеся не пропустити жодного слова і працювати швидко, оскільки час фіксується. Якщо все зрозуміло і немає запитань, тоді починаємо!*”

Після тестування досліджуваний робить звіт про те, як він виконував запропоноване йому завдання.

Обробка та аналіз результатів: Показниками вибіркості уваги в цьому досліді є час виконання завдання і кількість пропусків під час відшукування та підкреслювання слів. Усього в даному тексті

25 слів: сонце, район, новина, факт, екзамен, прокурор, теорія, хокей, трон, телевізор, пам'ять, сприймання, любов, спектакль, радість, народ, репортаж, конкурс, особистість, плавання, комедія, відчай, лабораторія, основа, психіатрія. Результати оцінюються за допомогою шкали оцінок, в якій бали нараховують залежно від витраченого часу на пошук слів (табл. 7.1). За кожен пропуск слова віднімається по одному балу.

Тестовий бланк

бсонцевтргшоурайонзгучновинахєгчафактуекекзаментрочягшгупрокуроргурс
 еабестеоріяенстджзбьамхокейтронциуршрофщуйлзхтелевізорболджшзхюелгш
 ьбпамятьшогхеюжипдрашлослджкнесладспектаклячсимтьбаюжоерадістьвуфу
 пеждлорптнародшмвтьлджьхегнеекуифйжрепортажзждорлафивюефбдькконку
 рсзжшнаптьфячицувскапирособистістььехжеєюбшшглюджепрплаванняделжив
 анезбьтрлшшжнпркивкомедіяшлджкуйфвідчаййфрячатлджетьбюнхтьфтасенла
 бораторіялшдшнруугргшщтлрснованієзшеремітдтмтаопрукгвмстрпсихіатріяб
 плнстчьйфяонтзацеьантзахтлкнноп

Таблиця 7.1

Час (у сек)	Бали	Рівень вибіркості уваги
1	2	3
250 та більше	0	1 низький
240–249	1	1 низький
230–239	2	1 низький
220–229	3	1 низький
210–219	4	1 низький
200–209	5	1 низький
190–199	6	1 низький
180–189	7	2 середній
170–179	8	2 середній
160–169	9	2 середній
150–159	10	2 середній
140–149	11	2 середній
130–139	12	2 середній
120–129	13	3 високий
110–119	14	3 високий
100–109	15	3 високий
90–99	16	3 високий

Закінчення таблиці 7.1

1	2	3
80–89	17	3 високий
70–79	18	3 високий
60–69	19	3 високий
менше 60	20	дуже високий

Бали у запропонованій шкалі оцінок дають можливість встановити абстрактні величини якісних оцінок рівня вибіркової уваги. Коли ж у досліджуваного від 0 до 3 балів, то важливо на основі його самозвіту та спостереження експериментатора за ходом дослідження з'ясувати причину слабкої вибіркової уваги. Її можуть викликати: стан сильного емоційного збудження; зовнішні перешкоди, які призвели до фрустрації досліджуваного; приховане небажання тестуватися та інше. У більшості даних має прояв зв'язок між результатами тестування та індивідуальним досвідом і діяльністю досліджуваного. Вибірковість уваги піддається тренуванню. Можна запропонувати вправи, схожі до даного тесту, для її покращення. Дуже високий рівень вибіркової уваги є одним з проявів феноменальної психічної активності людини.

7.5. Дослідження переключення уваги

Для дослідження переключення уваги обстежуваному пред'являємо таблицю, на якій зображені кілька рядів безладно розкиданих червоних і чорних цифр від 1 до 25. На таблиці в 49 квадратах розміщено числа чорного і червоного кольорів у випадкових комбінаціях, які виключають можливість запам'ятовування.

Розміри квадратів із цифрами – 5×5 см, а розташовані вони рядами: 7 по горизонталі та 7 по вертикалі. Лінії, що поділяють аркуш на клітини, тонкі, чорного кольору.

Процедура дослідження: у тестуванні беруть участь експериментатор, досліджуваний і спостерігач-протоколіст.

Дослід складається із трьох серій, які йдуть одна за одною.

У першій серії досліджуваному пропонуємо одночасно назвати і вказати чорні цифри в зростаючому порядку, **у другій** – червоні цифри

в порядку спадання, а в **третій серії** він називає і показує червоні та чорні цифри почергово, причому чорні, як і в першій серії, називаються в порядку зростання, а червоні – в порядку спадання.

15	17	13	6	7	3	1
4	2	8	22	20	14	20
19	18	24	4	18	10	16
6	23	9	13	25	5	7
2	21	21	16	10	14	22
11	3	9	23	1	19	11
17	5	12	15	8	12	24

Досліджуваному пропонуємо сісти зручно за стіл і даємо невелику указку чи олівець.

Завдання експериментатора: перед кожною серією досліду проводити інструктаж досліджуваному, подавати команду *«Починаємо!»* для відшукування та називання, стежити за секундоміром за часом виконання досліджуваним серії.

Спостерігач-протоколіст допомагає експериментаторові визначати помилки, допущені досліджуваним під час виконання завдання, веде протокол дослідження.

Таблиця показується досліджуваному в кожній серії тільки після інструкції за сигналом *«Починаємо!»*, для того, щоб досліджуваний завчасно не шукав розміщення відповідних цифр.

Інструкція досліджуваному в першій серії: *«Візьміть указку. Вам буде показано таблицю з червоними і чорними цифрами. Якомога швидше і без помилок знайдіть та вкажіть усі чорні цифри в порядку зростання від 1 до 25. Колір називати не потрібно, тільки саме число. Якщо все зрозуміло, тоді приготуйтеся. Починаємо!».*

Перед початком кожної серії роблять перерву тривалістю 3–4 хв. Для відпочинку досліджуваного.

Інструкція досліджуваному в другій серії: *«На цій самій таблиці відшукайте і вкажіть всі червоні цифри в спадаючому порядку від 24 до 1. Намагайтеся працювати швидко і без помилок. Колір називати не треба, називайте тільки саме число. Приготуйтеся! Починаємо!».*

Інструкція досліджуваному в третій серії: *«На таблиці червоночорних чисел якомога швидше і без помилок знаходьте, називайте і вказуйте то чорні, то червоні цифри поперемінно. Чорні при цьому мають послідовно зростати, а червоні – спадати. Починайте з 1-ї чорної та 24-ї червоної цифр. Колір цифр називати не треба, тільки самі числа. Якщо все зрозуміло і немає запитань, тоді приготуйтеся. Починаємо!».*

Якщо досліджуваний у процесі виконання завдання будь-якої із серій помиляється, то він сам має знайти помилку. У деяких найскладніших випадках можливе підказування спостерігача-протоколіста. Секундомір при цьому не зупиняють. Після проведення всього досліду досліджуваний робить самозвіт. За його допомогою визначають стратегію пошуку цифр і особливості виконання завдання.

Обробка результатів: Під час обробки результатів необхідно: Побудувати графік часу, затраченого досліджуваним на виконання трьох серій досліду. Установити час переключення уваги. Час переключення уваги вираховується як різниця часу між третьою серією і сумою першої та другої серій.

Показник часу переключення визначають за формулою:

$$T = T_3 - (T_1 + T_2), \text{ де}$$

T₁ – час, затрачений досліджуваним на виконання першої серії;

T₂ – час, затрачений на виконання другої серії;

T₃ – час, затрачений досліджуваним на виконання третьої серії.

Аналіз результатів: рівень розвитку переключення уваги визначається за допомогою таблиці.

Час переключення, Т (с)	Ранг	Рівень переключення уваги
Менше 60 с	1	Високий
60–90	2	Високий
91–100	3	Середній
101–120	4	Середній
121–150	5	Середній
151–180	6	Середній
181–200	7	Середній
201–250	8	Низький
251 і більше	9	Низький

Оскільки швидкість виконання завдань першої та другої серій суттєво впливає на остаточний показник переключення уваги, то, якщо досліджуваний виконував завдання в першій чи в другій серіях менше, ніж за 33 с, кінцевий показник слід збільшити, піднявши ранг на одиницю чи на дві. Коли ж у першій чи в другій серіях досліджуваний на пошук цифр витрачав більше 60 с, то ранговий знак збільшується на 1 чи на 2, тобто рівень переключення визначається як більш низький. Якщо час переключення є меншим або дорівнює 0, та дослід треба повторити. Це означає, що досліджуваний не сприйняв інструкції у першій чи в другій серіях. Аналізуючи результати, важливо простежити специфіку пошуку досліджуваним чисел, особливості виходу зі складних ситуацій, коли число з певних причин одразу знайти не вдається. Одні люди відчувають утруднення, якщо шукане число стоїть поряд із тільки-но знайденим, а інші – якщо воно стоїть далеко від нього. На основі аналізу кількісних показників, графіка часу конання трьох серій, кількості зроблених помилок, словесного звіту досліджуваного, спостережень експериментатора і протоколіста можна описати характер переключення уваги, враховуючи особливості концентрації, і запропонувати рекомендації щодо його розвитку. В юнацькому віці студенти можуть тренувати переключення уваги, змінюючи види діяльності, чергуючи самопідготовку з навчальних дисциплін. Адекватними до даного тесту будуть вправи, спрямовані на

переключення уваги з одного об'єкта спостереження на інші, по чергове виконання різноманітних дій.

7.6. Дослідження розумової працездатності

Матеріали та обладнання: бланки коректурних та цифрових таблиць, секундомір, олівець.

Визначаємо коефіцієнт працездатності та точності виконання завдання за коректурною пробою В. Я. Анфімова.

Дослідження коефіцієнта працездатності та точності зазвичай здійснюємо за допомогою коректурного тесту В. Я. Анфімова, де в якості одноманітних подразників є літери. Різна кількість однойменних літер в рядках виключає можливість запам'ятовування та одночасно потребує високої концентрації уваги.

Продивляючись коректурну карту зліва направо, потрібно викреслювати літери «В» та «Н» на початку заняття протягом 3-х хвилин та літери «А» та «И» в кінці заняття, теж протягом 3-х хвилин. Після цього підраховується кількість зроблених помилок та об'єм перевіреного тексту.

Розраховуємо коефіцієнт точності та працездатності після кожної проби за **формулою Уіпла**:

$$K_t = (A - (B+C)) / (A+B), \text{ де}$$

K_t – коефіцієнт точності,

A – кількість правильно закреслених знаків,

B – кількість пропущених знаків, які потрібно було закреслити, але вони не закреслені,

C – кількість помилково закреслених знаків.

$$K_p = (K_t \times D) / E, \text{ де}$$

K_p – коефіцієнт працездатності,

K_t – коефіцієнт точності,

D – загальна кількість знаків в переглянутому тексті,

E – час виконання завдання, хв.

Нормальні навантаження, зазвичай, призводять до підвищення працездатності без суттєвих змін в точності виконання завдання. У здорових людей коефіцієнт точності, як правило, перевищує 0,9. У результаті розумової втоми спостерігається, в першу чергу, зниження коефіцієнта точності. У випадку вираженої втоми зменшуються показники і коефіцієнту працездатності.

КОРЕКТУРНА ТАБЛИЦЯ

Прізвище _____ Ім'я _____ Дата _____

Вік _____

ЕКЛСВИМКАЕВКСИХМЕЙКНАБСКИМХАЕБИКХАСХВ
НЕС ЛОНЕИКВХСНАВИКЕСКИХСАЕНАСИХИНВКХЕИ
НАСХКВИКАЕСНХСАВИХИЕКСВАЕИКНСХЕАВИХСВ
КЕНХАВИНКВЕКСИНХАВКНСХАЕИНВКХСЕИКАВИК
АСНХВИКАЕСНЕСКВНЕХИКАСНВХЕКВАЕСНИКХАВ
ИНАСКИКНАЕИХЕС ВКАЕИХВНСАЕИХКСЕ НАСКИХС
ВНЕВИНКАВХИНВЕАСКХХВНЕИКАВЕСЕХИКАВНСК
КАСИНЕК ВИХАСВНСКАЕИХННИКАЕХСВНЕИКВАХА
СННИХСКАВНЕСИКАСКНВХВИКЕСХЕНЛВИКХЕСНЛ
ЕКВХИКСАКВНКЕИХВАСНКЕВНИХАСВАСКЕИНСХА
ВКНЕИХСКИНВХАСИКЕИХАВНЕКСНАЕВХХСИКВАЕ
НСИХЕКАВНСЕИКХАСЕКАВНСИХАВКЕНВХЕНАЕИХ
СНВКЕХАСИКВХСЕНКАВИХСКЕИНВАЕКИНВХАСНН
ХЕЛВИКХСЕНАВКСИКВАЕНСКАХСАЕВИНКАСКВИН
ЕКЕВХСХАВИКНЕСХИКАВНХКЕИНАСХВИНЛЕИКВС
КАЕНССАЕИНВХКНАСЕИКНИКАБХСКЕИНВКЕХАСВ
ХНЕИКСЛВК ВИХЛЕНАВИКЕХНСКВАЕНКСИХАЕАХВ
СКИНСИХВНЛСХЕСИНВК АСИХАВЕНЕКЕСВХАЕИНВ
КЛСИХКАВНСХИКНИНАЕКСХВИНСКВХАСЕНИКВСХ
АВЕКНИХАСНАВИКЕХВАНСНКЕКИНВАСХИКАЕНСВ
ЕНХКЕИНХСВКАЕСИХАВНКНИКСЕХВАСНИКЕАБИХ
СКНХАЕВХАСЕНКВИХКАЕИНСВСХНАВКЕХАСИНВК
ЕИХАСНИКВЕИХЛВНСЕКИНКВКСАЕНЛВЕСИХАЕВК
ИХСНКАЕВИКСНХКАСИНВЕХНИАСКВЕХАСИНСВЕК
ИХСНВКХЛЕИНСВКХЛЕИКВНАСИЕВКИХСНКАЕВИК
СНХКАЕСЛНВЕХИАСКВЕКАСИНВЕКИХСНВКХАЕИН
СВКХАЕИХВНАСИКЕЛВНСХКЕВЕКХСНИВАЕНСХАВ
ИНКЕСХАВИНАСКВННИХВСКАЕИХХКСВНЕАСИКЕВ
НИХАЕСКИВИХАЕИИСХКЕАВХХНСИКАВИНАЕКВХА
СНВКЕСИКАВНКЕСИХАЕКВИНЕХСИКАВНХСАВИХС
НЕИКВНСХКЛЕИНВСХКАЕИХСНАВХЕСИХАВНКЕХА
СВИНХАЕВКСИХНЕИКНЛВСАИНХАЕВИКХАСХВНЕС
САЕИНВХКНАСЕИХНИКАВХАСКЕИНВКЕХАСХНЕИК
САВХАСЕКЕВНСИХ АВКЕИВВХИНХАСИКВЕНСХЕКА
ВНСЕИКНСКИХСАЕВИНКАСХВИНЕКНХЕАВИКХСЕН
АВВСИКВИЕИКАЕСНХСАВИХНЕКСВАЕИКНСХЕАВИ
ХСВКЕНХАВИНКЛЕИХСНВКЕХКСИКВХСЕНКАВИХС
КЕИНВАЕКИНВХАСНИКЕИХАВНЕКСНАЕВХНАСЕКИ

Обробка і інтерпретація результатів тесту Б. Бурдона

Оцінка роботи учнів проводиться за кількістю пропущених елементів за одиницю часу і загальної кількості проаналізованих знаків.

Для оцінки концентрації уваги використовується наступна формула:

$$K = 2C / O, \text{ де}$$

K – концентрація,
 C - переглянуті рядки,
 O - помилки, до яких відносяться пропуски і невірно закреслені елементи).

Чим більша вийшла цифра, тим вище концентрація. Цей показник не має встановлених числових значень, тому залежить від конкретного стимульного матеріалу. Але в будь якому випадку K (концентрація) не повинно бути більше половини показника C (переглянуті рядки).

При визначенні стійкості уваги використовується формула:

$$A = S/t \times 10, \text{ де}$$

S – загальне число переглянутих елементів,
 T – період часу

Розшифровка показників:

Результат	Значення
0–2	Дуже висока стійкість
3–4	Висока
5–6	Середня
7–8	Низька
9–10	Дуже низька

Отримані дані вносяться в формулу, за якою визначається загальний показник рівня розвиненості у дитини одночасно двох властивостей уваги: продуктивності і стійкості:

$$S = (0.5 * N - 2.8 * n) / t, \text{ де}$$

S – показник продуктивності і стійкості уваги;
 N – кількість зображень предметів, переглянутих дитиною за час роботи;
 t – час роботи;
 n – кількість помилок, допущених за час роботи. Помилками вважаються пропущені потрібні або закреслені непотрібні зображення.

У підсумку кількісної обробки психодіагностичних даних визначаються за наведеною вище формулою шість показників, один – для всього часу роботи над методикою (2,5 хв), а решта – для кожного 30-секундного інтервалу. Відповідно, змінна t в методиці буде приймати значення 150 і 30.

Висновки про рівень розвитку:

10 балів – продуктивність уваги дуже висока, стійкість уваги дуже висока.

8–9 балів – продуктивність уваги висока, стійкість уваги висока.

4–7 балів – продуктивність уваги середня, стійкість уваги середня.

2–3 бали – продуктивність уваги низька, стійкість уваги низька.

0–1 бал – продуктивність уваги дуже низька, стійкість уваги дуже низька.

7.7. Визначення домінантної півкулі за допомогою тесту П. Торранса

Інструкція. Об'єктивно існують різні стилі навчання та мислення. В кожному з запропонованих пунктів описано три різних стилі навчання та мислення. Виберіть один, котрий найкраще характеризує Ваші сильні сторони і переваги та відміть їх у бланк-таблиці (табл. 7.2).

Таблиця 7.2

Стимульний матеріал

1.	а) не дуже добре запам'ятовуюю обличчя; б) не дуже добре запам'ятовую імена; в) однаково добре запам'ятовую імена та обличчя.
2.	а) найкраще засвоюю усні пояснення; б) краще всього засвоюю пояснення в прикладах; в) однаково добре засвоюю усні пояснення та пояснення в прикладах.
3.	а) здатний легко висловлювати почуття та емоції; б) помірно стриманий у вираженні почуттів та емоцій; в) скутий у вираженні почуттів та емоцій.
4.	а) весело і вільно експериментую у спорті, мистецтві, поза роботою; б) систематичний і стриманий у експериментаторстві; в) однаково схильний як до веселого і вільного, так і стриманого і систематичного експериментування.

Продовження таблиці 7.2

5.	<p>а) віддаю перевагу заняттям, на яких дається один вид завдання, після нього інший і т. д.;</p> <p>б) віддаю перевагу заняттям, на яких я працюю над кількома завданнями одночасно;</p> <p>в) однаково віддаю перевагу і першому і другому виду занять.</p>
6.	<p>а) віддаю перевагу тестам, де треба вибирати одну правильну відповідь з серії відповідей;</p> <p>б) віддаю перевагу тестам-есе;</p> <p>в) однаково віддаю перевагу і том, й іншим.</p>
7.	<p>а) добре інтерпретую мову рухів і інтонаційні аспекти усного мовлення;</p> <p>б) погано інтерпретую мову рухів, залежу від того, що говорять люди;</p> <p>в) однаково добре інтерпретую мову рухів і мовні вирази.</p>
8.	<p>а) легко придумую смішні фрази і вчинки;</p> <p>б) з зусиллями придумую смішні фрази і вчинки;</p> <p>в) відносно легко придумую смішні фрази і вчинки.</p>
9.	<p>а) віддаю перевагу заняття, на яких я рухаюся і ще що-небудь роблю;</p> <p>б) віддаю перевагу заняття, на яких я слухаю інших;</p> <p>в) однаково віддаю перевагу і тим і іншим заняттям.</p>
10.	<p>а) використовую фактичну, об'єктивну інформацію в судженнях;</p> <p>б) використовую особистий досвід і почуття в судженнях;</p> <p>в) використовую в рівній мірі і те, і інше.</p>
11.	<p>а) легко, весело підходжу до вирішення проблеми;</p> <p>б) серйозно, по-діловому підходжу до вирішення проблеми;</p> <p>в) поєдную серйозний і веселий підходи.</p>
12.	<p>а) розумом більше сприймаю і реагую на звуки і образи більше, ніж на людей;</p> <p>б) більш самовільно і творчо налаштований в групі людей;</p> <p>в) однаково сприйнятливий і самовільний в розумовому сенсі, незалежно від оточення.</p>
13.	<p>а) майже завжди вільно використовую будь-який вільний матеріал для роботи;</p> <p>б) часом використовую будь-який вільний матеріал для роботи;</p> <p>в) вважаю за краще працювати з відповідним, покладеним матеріалом, використовуючи його за призначенням.</p>

Продовження таблиці 7.2

14.	<p>а) люблю, коли мої заняття або робота заплановані і я знаю, що я конкретно повинен робити;</p> <p>б) люблю, коли мої заняття або робота піддаються гнучкості і можливим змінам у міру просування;</p> <p>в) однаково віддаю перевагу як запланованим, так і відкритим для змін заняттям і роботі.</p>
15.	<p>а) дуже винахідливий;</p> <p>б) часом винахідливий;</p> <p>в) ніколи не винахідливий.</p>
16.	<p>а) найкраще думаю, лежачи на спині;</p> <p>б) краще всього думаю, сидячи прямо;</p> <p>в) краще всього думаю в русі або під час ходьби.</p>
17.	<p>а) люблю заняття, на яких завдання мають чітку і безпосередню практичну застосовність;</p> <p>б) люблю заняття, на яких завдання не мають чіткого практичного призначення;</p> <p>в) однаково віддаю перевагу обидвом видам діяльності.</p>
18.	<p>а) люблю здогадуватися і передбачати багато ситуацій, коли не впевнений в якихось речах ;</p> <p>б) скоріше не стану здогадуватися, якщо не впевнений;</p> <p>в) здогадуюсь в деяких ситуаціях.</p>
19.	<p>а) люблю висловлювати почуття та ідеї простою мовою;</p> <p>б) люблю висловлювати почуття та ідеї віршами, піснями, танцями і т. д.;</p> <p>в) однаково віддаю перевагу обидвом видам самовираження.</p>
20.	<p>а) зазвичай отримую багато нових ідей з поезії, символів і т. д.;</p> <p>б) часом отримую нові ідеї з поезії, символів і т. д.;</p> <p>в) рідко отримую нові ідеї з поезії, символів і т. д.</p>
21.	<p>а) віддаю перевагу простим завданням;</p> <p>б) віддаю перевагу складним завданням;</p> <p>в) однаково віддаю перевагу і простим і складним завданням.</p>
22.	<p>а) реагую на відгук та емоції;</p> <p>б) реагую на заклик до логіки;</p> <p>в) однаково реагую і на те, і на інше.</p>
23.	<p>а) вважаю за краще працювати над проблемами (завданнями) послідовно, одна за одною;</p> <p>б) вважаю за краще працювати одночасно над кількома проблемами (задачами);</p>

Продовження таблиці 7.2

	в) однаково сприймаю послідовну роботу і одночасну роботу над кількома проблемами (завданнями).
24.	а) віддаю перевагу вивченню традиційної областей предмета; б) вважаю за краще мати справу з теорією і гіпотезами нового предмету; в) в рівній мірі віддаю перевагу і тому, і іншому.
25.	а) віддаю перевагу аналітичному читанню, критиці; б) віддаю перевагу творчому, синтезованому читанню, що дозволяє застосовувати і використовувати інформацію для вирішення завдань; в) однаково віддаю перевагу і тому, і іншому.
26.	а) віддаю перевагу інтуїтивному підходу до вирішення завдань; б) віддаю перевагу логічному підходу до вирішення завдань; в) віддаю перевагу в рівній мірі і логічному, і інтуїтивному підходам.
27.	а) віддаю перевагу представляти завдання при їх вирішенні зорозово; б) віддаю перевагу проаналізувати завдання вголос, щоб вирішити його; в) не бажаю ні те, ні інше.
28.	а) віддаю перевагу логічному вирішенню завдань; б) віддаю перевагу вирішувати завдання, виходячи з досвіду, практики; в) віддаю перевагу в рівній мірі і тому, і іншому.
29.	а) вмію добре пояснювати усно; б) вмію добре пояснювати в русі та дії; в) вмію однаково добре пояснювати як усно, так і наочним способами.
30.	а) вчуся швидше, коли викладач використовує усні пояснення; б) вчуся швидше, коли викладач використовує письмові пояснення; в) однаково віддаю перевагу і тому, і іншому типам пояснень.
31.	а) покладаюся, переважно, на мову при запам'ятовуванні і мисленні; б) покладаюся, переважно, на образи при запам'ятовуванні; в) однаково покладаюся на образи і мову.
32.	а) віддаю перевагу аналізувати вже завершений матеріал; б) віддаю перевагу організовувати і доводити до кінця незакінчений матеріал; в) не віддаю перевагу тому чи іншому виду діяльності.
33.	а) люблю розмовляти і писати; б) люблю малювати і маніпулювати; в) люблю і те, і інше.
34.	а) легко можу загубитися навіть у знайомій обстановці; б) легко орієнтуюся навіть в незнайомій обстановці; в) відносно добре орієнтуюся.

Закінчення таблиці 7.2

35.	а) більш творча натура, ніж інтелектуальна; б) більш інтелектуальна, ніж творча натура; в) інтелектуальна та творча натура.
36.	а) люблю перебувати в галасливій людній обстановці, де що-небудь весь час відбувається; б) люблю перебувати в обстановці, де я можу сконцентруватися на чомусь одному; в) іноді люблю і те, і інше.
37.	а) переважно цікавлюся естетичними проблемами: мистецтвом, музикою, танцями; б) переважно цікавлюся практичними, прикладними речами: роботою, походами, колективними видами спорту; в) однаково беру участь і в тому, і в іншому видах діяльності.
38.	а) професійне покликання переважно до бізнесу, економіки; б) професійне покликання переважно до гуманітарних наук; в) в даний момент не маю чітких переваг.
39.	а) віддаю перевагу вивчати деталі і специфічні факти; б) віддаю перевагу загальному огляданню предмета, погляду на картину в цілому; в) віддаю перевагу, коли загальний огляд перемежовується з деталями.
40.	а) розумово сприйнятливий і реагую на те, що чую і читаю; б) у стані розумового пошуку, самопізнання в процесі навчання; в) і те, і інше.

Ключ

№	а	б	в	№	а	б	в	№	а	б	в	№	а	б	в
1	Л	П	Р	11	П	Л	Р	21	Л	П	Р	31	Л	П	Р
2	Л	П	Р	12	П	Л	Р	22	П	Л	Р	32	Л	П	Р
3	П	Л	Р	13	П	Р	Л	23	Л	П	Р	33	Л	П	Р
4	П	Л	Р	14	Л	П	Р	24	Л	П	Р	34	Л	П	Р
5	Л	П	Р	15	П	Р	Л	25	Л	П	Р	35	П	Л	Р
6	П	Л	Р	16	П	Л	Р/П	26	П	Л	Р	36	П	Л	Р
7	П	Л	Р	17	П	Л	Р	27	П	Л	Р	37	П	Л	Р
8	П	Л	Р	18	П	Л	Р	28	Л	П	Р	38	Л	П	Р
9	П	Л	Р	19	Л	П	Р	29	Л	П	Р	39	Л	П	Р
10	Л	П	Р	20	П	Р	Л	30	Л	П	Р	40	Л	П	Р

Коротка характеристика домінантних півкуль

Лівопівкульний тип. Домінування лівої півкулі визначає схильність до абстрагування і узагальнення, словесно-логічний характер пізнавальних процесів. Ліва півкуля оперує словами, умовними знаками і символами; відповідає за писання, рахунок, здатність до аналізу та абстрактне мислення. При цьому інформація, що надійшла в ліву півкулю, обробляється послідовно, лінійно і повільно. Для успішної навчальної діяльності необхідно дотримання наступних умов: абстрактний лінійний стиль викладу інформації, аналіз деталей, кількаразове повторення матеріалу, тиша на уроці, робота поодиноці, тимчасові завдання, питання закритого типу. Для них характерна висока потреба розумової діяльності. Інтроверти, нетовариські.

Правопівкульний тип. Домінування правої півкулі визначає схильність до творчості, конкретно-образний характер пізнавальних процесів. Права півкуля мозку оперує образами реальних предметів, відповідає за орієнтацію в просторі і легко сприймає просторові відносини. Його функціонування обумовлює наочно-образне, тривимірне мислення, яке пов'язане з цілісним уявленням ситуації і тих змін в ній, які людина хоче отримати в результаті своєї діяльності. Правопівкульних людей відрізняє візуальне сприйняття, невербальний, практичний інтелект; швидка переробка інформації; мимовільна пам'ять. Екстраверти, потребують спілкування, бажаючи бути на виду. Умови, необхідні для успішної навчальної діяльності: гештальт, творчі контекстні завдання, експерименти, музичний фон на уроці, мовні ритми, робота в групах, питання відкритого типу, синтез нового матеріалу, соціальна значущість діяльності, престижність положення в колективі.

Рівнопівкульний тип. Відсутність яскраво вираженого домінування однієї з півкуль передбачає їх синхронну діяльність у виборі стратегій мислення. Крім того, існує гіпотеза ефективної взаємодії правої і лівої півкуль, як фізіологічної основи загальної обдарованості.

7.8. Дослідження короткочасної пам'яті

Матеріали та обладнання: заготовлені заздалегідь протокол для запису і 7 рядків цифр, які містять послідовно 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 цифр.

Пам'ять – це процес сприйняття, збереження, відтворення і забування інформації. Розрізняють короткочасну і довготривалу пам'ять. Під короткочасною пам'яттю розуміють запам'ятовування інформації за умови її негайного відтворення.

Пам'ять включає психічні процеси організації і збереження минулого досвіду, які роблять можливим його повторне використання в діяльності або повернення в сферу свідомості. Функція пам'яті забезпечується основними її процесами: закарбуванням, утриманням (збереженням) і відтворенням.

7.8.1. Дослідження короткочасної, слухової пам'яті

Досліджуваному даємо інструкцію: *«Слухайте уважно. Вам назвуть кілька цифр, які треба запам'ятати. Запишіть у протоколі цифри, що ви їх запам'ятаєте, у тому ж порядку, як їх називали. За моєю командою пишіть».*

Експериментатор по одному разу голосно чітко читає по черзі кожен рядок цифр, починаючи з короткого. Після прочитання кожного рядка через 2–3 секунди за командою «пишіть» досліджуваний записує у протоколі ті числа рядка, які він запам'ятав, у тому ж порядку як їх називав експериментатор. Більшість людей запам'ятовують 7–8 цифр підряд, люди з дуже хорошою пам'яттю запам'ятовують до 12 цифр, зі слабкою – 4 і менше.

Приклад 7 рядків цифр:

0426

12785

651801

7082409

08761432

8652183555

1642507118

7.8.2. Дослідження зорової пам'яті (методика «пам'ять на слова»).

Методика призначена для дослідження короткочасної зорової і слухової пам'яті. Досліджуваному демонструємо протягом 30 с табли-

цю (чи плакат при груповому обстеженні) з 20 одно- і двоскладовими словами, які не пов'язані одне з одним логічним змістом. Після закінчення часу експозиції таблиці (плаката) досліджуваний протягом 1 хвилини записує на бланку в довільному порядку числа чи слова, які запам'ятались. Друге обстеження проводиться слідом за першим, але з іншими словами.

Під час оцінки об'єму пам'яті за чотирьохбальною шкалою за правильне відтворення досліджуваний отримує такі оцінки:

- 16 і більше чисел (слів) – відмінно;
- 12–15 чисел (слів) – добре;
- 8–11 чисел (слів) – задовільно;
- 7 і менше чисел (слів) – незадовільно.

Для переведення результатів оцінки пам'яті в бали за дев'ятибальною шкалою користуються таблицею 7.3.

Таблиця 7.3

Показник	Оцінка в балах								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Методика “пам'ять на слова”									
Кількість правильно записаних слів	19	17–18	15–16	13–14	11–12	9–10	7–8	4–6	3

7.9. Оцінка сили та рухливості нервових процесів у людини за апаратними та тестовими методиками. Оцінка типологічних властивостей та особливостей темпераменту

Матеріали та обладнання: апарат для визначення сили та рухливості нервових процесів «Діагност 1», набір тестів для визначення особливостей нервових процесів (тест-опитувальник Я. Стерляу).

Просту сенсомоторну реакцію людини у відповідь на безпосередній подразник називають психічною реакцією. Час психічної реакції складається із власне латентного періоду і додаткових затримок, пов'язаних з індивідуальними особливостями перебігу психічних процесів, і,

як правило, коливається в межах 180–200 мс – для світлового і 150–180 мс – для звукового подразника. Час простої сенсомоторної реакції можна виміряти за допомогою хронорефлексометра або спеціального приладу «Діагност-1».

Сила нервових процесів – працездатність головного мозку, яка проявляється в здатності нервової системи витримувати тривале і концентроване збудження або дію дуже сильного, але короткочасного подразника, не переходячи в стан позамежного гальмування.

Стосовно гальмівного процесу – здатність витримувати тривале і надмірне напруження.

Рухливість нервових процесів – здатність нервової системи швидко змінювати збудливий процес на гальмівний і навпаки, відповідно до змін вимог середовища, а також швидкість виникнення, протікання і зупинки нервових процесів.

Особливості темпераменту, які впливають із певних властивостей нервової системи, є найбільш стійкими та постійними, порівняно з іншими психічними характеристиками людини.

7.9.1. Визначення простої зорово-моторної реакції

Прилад «Діагност-1» підготовлюємо до роботи згідно з інструкцією. Досліджуваній сідає перед апаратом. Перша серія спроб – на простий подразник правою рукою, друга – лівою рукою. Попередньо досліджуваному даєте інструкцію: «Як тільки побачите фігуру, натисніть кнопку, якою переривається подразнення». Зареєструйте час реакції правою та лівою руками. Отримані результати записуємо. Визначаємо середній час реакції кожною рукою.

7.9.2. Визначення функціональної рухливості нервових процесів у стані спокою

Досліджуваній зручно сідає навпроти монітора. Спочатку виконує тренувальні тести: 1) реакція на появу будь-якого зображення на моніторі за допомогою натискування кнопки правою (для праворуких) або лівою (для ліворуких) рукою; 2) реакція вибору одного подразника з трьох (однією рукою); 3) реакція вибору двох подразників з трьох

(обома руками). Після того, як досліджуваний ознайомиться з методикою, можна приступати до визначення функціональної рухливості нервових процесів. Тестування проводимо у режимі зворотного зв'язку, досліджуваний має опрацювати 120 подразників протягом якомога меншого відрізка часу. Для отримання об'єктивних результатів здійснюємо 2–3 проби, вибираємо найкращий варіант.

7.9.3. Визначення показників сили нервових процесів

Ті ж умови експерименту. В якості тренувальних використовуємо попередні тести. Тестування відбувається в режимі зворотного зв'язку протягом 5 хв. Досліджуваний намагається опрацювати максимальну кількість подразників протягом цього часу.

Шкали оцінок рівня латентних періодів (мс) сенсомоторних реакцій різної складності (за М. В. Макаренком, 2006)

Рівень сенсомоторних реакцій	ЛП ПЗМР	ЛП РВ 1–3 (предметні подразники)	ЛП РВ 2–3 (предметні подразники)
Високий	182	280	335
Вище середнього	183–226	281–323	336–390
Середній	227–292	324–398	391–463
Нижче середнього	393–330	399–433	464–501
Низький	331	434	502

Шкали оцінки рівня швидкості переробки зорової інформації (РНП) різної складності (за М. В. Макаренком, 2006)

Рівень переробки інформації	Нав'язаний ритм (подразників за 1 хв) предметні подразники	Зворотний зв'язок (с) предметні подразники
Високий	140	54
Вище середнього	120–130	54,1–60,4
Середній	100–110	60,5–69,1
Нижче середнього	80–90	69,2–75,9
Низький	70	76

Шкали оцінки рівня якості і кількості переробки зорової інформації (СНП) різної складності (за М. В. Макаренком, 2006)

Рівень переробки інформації	Нав'язаний ритм (% помилок) предметні подразники	Зворотний зв'язок (кількість сигналів) предметні подразники
Високий	3,7	850
Вище середнього	3,8–6,7	785–849
Середній	6,8–9	678–784
Нижче середнього	9,1–12,4	631–677
Низький	12,5	630

7.9.4. *Визначення властивостей нервових процесів тестовими методами (опитувальник темпераменту по Я. Стерляу)*

Цей опитувальний дає можливість здійснити оцінку сили процесів збудження, гальмування та їх рухливості. Перед початком виконання завдань дається інструкція *«Вам буде запропоновано запитання про особливості вашої поведінки в різних умовах та ситуаціях. На питання потрібно відповідати по порядку, не повертаючись до попередніх. Працюйте швидко, не витрачайте занадто багато часу на обдумування відповіді – найбільш цікава перша реакція. На питання можна відповідати «ТАК», «НІ» «НЕ ЗНАЮ». Відповідь «НЕ ЗНАЮ» давайте лише у тих випадках, коли Вам важко відповісти «ТАК» чи «НІ». Не пропускайте питань. Всього буде 134 запитання».*

Оцінка ступеня вираженості кожної з властивостей (сили процесів збудження і гальмування та їх рухливості) здійснюється шляхом додавання балів, отриманих за відповіді на запитання. Співпадіння відповіді з кодом оцінюється у два бали; якщо не співпадає – нуль; відповідь «НЕ ЗНАЮ» оцінюється в один бал.

Опитувальник темпераменту за Я. Стерляу

Стимульний матеріал

1. Чи відносите Ви себе до людей, які легко встановлюють товариські контакти?
2. Чи здатні Ви утриматися від тієї або іншої дії до моменту, поки не отримаєте відповідного розпорядження?

3. Чи достатньо Вам нетривалого відпочинку для відновлення сил після стомлюючої роботи?
4. Чи вмієте Ви працювати в несприятливих умовах?
5. Утримуйтеся Ви під час дискусій від неділових, емоційних аргументів?
6. Чи легко Ви повертаєтеся до раніше виконуваної роботи після тривалої перерви (після відпустки, канікул і т.д.)?
7. Будучи захопленим роботою, забуваєте Ви про втому?
8. Чи здатні Ви, доручивши кому-небудь певну роботу, терпляче чекати її закінчення?
9. Засинаєте Ви однаково легко, лягаючи спати в різний час дня?
10. Чи вмієте Ви зберігати таємницю, якщо Вас про це просять?
11. Чи легко Вам повертатися до роботи, якою Ви не займалися кілька тижнів або місяців?
12. Чи можете Ви терпляче пояснювати кому-небудь незрозуміле?
13. Чи подобається Вам робота, що вимагає розумової напруги?
14. Чи викликає у Вас монотонна робота нудьгу або сонливість?
15. Чи легко Ви засинаєте після сильних переживань?
16. Чи можете Ви, якщо потрібно, утриматися від прояву своєї переваги?
17. Чи ведете Ви себе, як звичайно, у колі незнайомих Вам людей?
18. Чи важко Вам стримувати злість або роздратування?
19. Чи в змозі Ви володіти собою у важкі хвилини?
20. Чи вмієте Ви, коли це потрібно, пристосувати введення до поведінки оточуючих?
21. Чи охоче Ви беретеся за виконання відповідальних робіт?
22. Чи впливає звичайне оточення, в якому Ви знаходитесь, на Ваш настрій?
23. Чи Ви здатні переносити невдачі?
24. У присутності того, від кого Ви залежите, говорите Ви також вільно, як завжди?
25. Чи викликають у Вас роздратування несподівані зміни у розпорядку дня?
26. Чи є у Вас на все готова відповідь?

27. Чи можете Ви вести себе спокійно, коли чекаєте важливе для себе рішення?
28. Легко Ви організуєте перші дні своєї відпустки?
29. Чи володієте Ви швидкістю реакції?
30. Чи легко Ви пристосовуєте свою ходу або манери до ходи або манер людей більш повільних?
31. Лягаючи спати, засинаєте Ви швидко?
32. Чи охоче Ви виступаєте на зборах, на семінарах?
33. Чи легко Вам зіпсувати настрій?
34. Чи легко Ви відриваєтеся від виконуваної роботи?
35. Утримуйтеся Ви від розмов, якщо вони заважають іншим?
36. Чи легко Вас спровокувати на що-небудь?
37. При спільному виконанні будь-якої роботи чи легко Ви спрацюєтеся з партнером?
38. Чи завжди Ви замислюєтеся перед виконанням будь-якого важливої справи?
39. Якщо Ви читаєте будь-який текст, то чи вдається Вам стежити від початку до кінця за ходом міркувань автора?
40. Чи легко Ви вступаєте в розмову з попутником?
41. Утримуйтеся Ви від переконання кого-небудь в тому, що він не правий, якщо така поведінка доцільна?
42. Чи охоче Ви беретеся за роботу, що вимагає великої спритності рук?
43. Чи в змозі Ви змінити вже прийняте Вами рішення, враховуючи думку інших?
44. Чи швидко Ви звикаєте до нової системи роботи?
45. Чи можете Ви працювати вночі, після того, як працювали весь день?
46. Чи швидко Ви читаєте белетристичну (масову) літературу?
47. Чи часто Ви відмовляєтеся від своїх намірів, якщо виникають перешкоди?
48. Чи зберігаєте Ви самовладання в ситуаціях, які того потребують?
49. Прокидаєтеся Ви зазвичай швидко і без зусиль?
50. Чи в змозі Ви утриматися від моментальної, імпульсивної реакції?

51. Чи можете Ви працювати в галасливому середовищі?
52. Чи можете Ви утриматися, коли необхідно, від того, щоб не сказати правду прямо в очі?
53. Успішно Ви стримуєте хвилювання перед іспитом, напередодні зустрічі з начальником і т. п.?
54. Чи швидко Ви звикаєте до нового середовища?
55. Чи подобаються Вам часті зміни?
56. Відновлюєте Ви повністю свої сили після нічного відпочинку, якщо напередодні вдень у Вас була важка робота?
57. Чи уникаєте Ви занять, виконання яких вимагає різноманітних дій протягом короткого часу?
58. Як правило. Ви самостійно справляєтеся з труднощами, що виникають?
59. Чи очікуєте Ви закінчення промови кого-небудь, перш ніж починаєте говорити самі?
60. Вміючи плавати, стрибнули б Ви у воду, щоб врятувати потопуючого?
61. Чи здатні Ви до напруженого навчання, роботи?
62. Чи можете Ви утриматися від недоречних зауважень?
63. Чи надаєте Ви значення постійного місця під час роботи, прийому їжі, на лекціях і т. п.?
64. Чи легко Вам переходити від одного заняття до іншого?
65. Зважуєте Ви всі «за» і «проти» перед тим, як прийняти важливе рішення?
66. Чи легко Ви долаєте перешкоди, які Вам зустрічаються?
67. Утримуєтеся Ви від розглядання чужих речей, паперів?
68. Чи відчуваєте Ви нудьгу, коли займаєтеся стереотипної діяльністю, яка завжди виконується однаково?
69. Чи вдається Вам дотримуватися заборон, обов'язкових в громадських місцях?
70. Утримуйтеся Ви під час розмови, виступу або відповіді на запитання від зайвих рухів і жестикуляції?
71. Чи подобається Вам жвавий рух навколо?
72. Чи подобається Вам робота, що вимагає великих зусиль?

73. Чи в змозі Ви тривалий час зосереджувати увагу на виконанні певного завдання?
74. Чи любите Ви завдання, що вимагають швидких рухів?
75. Чи вмієте Ви володіти собою у важких життєвих ситуаціях?
76. Якщо треба, підніметеся Ви з ліжка відразу після пробудження?
77. Чи можете Ви після закінчення дорученої Вам роботи терпляче чекати, коли закінчать свою роботу інші?
78. Дієте Ви так само чітко і після того, як стали свідком будь-яких неприємних подій?
79. Чи швидко Ви переглядаєте газети?
80. Чи трапляється Вам говорити так швидко, що Вас важко зрозуміти?
81. Чи можете Ви нормально працювати не виспавшись?
82. Чи в змозі Ви тривалий час працювати без перерви?
83. Чи можете Ви працювати, якщо у Вас болить голова, зуби, і т.п.?
84. Спокійно Ви продовжуєте роботу, яку необхідно закінчити, коли знаєте, що Ваші товариші розважаються і чекають на Вас? .
85. Чи відповідаєте Ви швидко на несподівані питання?
86. Чи швидко Ви говорите зазвичай?
87. Чи можете Ви спокійно працювати, якщо чекаєте гостей?
88. Чи легко Ви змінюєте свою думку під впливом розумних аргументів?
89. Терплячі Ви?
90. Чи можете пристосуватися до ритму людини більш повільного, ніж Ви?
91. Чи можете Ви планувати свої заняття так, щоб виконувати в один і той же час кілька взаємозалежних справ?
92. Чи може весела компанія змінити Ваш пригнічений стан?
93. Чи вмієте Ви без особливих труднощів виконувати декілька дій одночасно?
94. Чи зберігаєте Ви психічну рівновагу, коли є свідком нещасного випадку?
95. Любите Ви роботу, що вимагає безлічі різноманітних маніпуляцій?

96. Зберігаєте Ви спокій, якщо хто-небудь з близьких страждає?
97. Самостійні Ви у важких життєвих умовах?
98. Чи Ви вільно відчуваєте себе у великій чи незнайомій компанії?
99. Чи можете Ви відразу перервати розмову, якщо це потрібно (наприклад, при початку кіносеансу, концерту, лекції)?
100. Чи легко Ви пристосовуєтеся до методів роботи інших людей?
101. Чи подобається Вам часто змінювати рід занять?
102. Чи схильні Ви брати ініціативу у свої руки, чи трапляється що-небудь незвичайне?
103. Утримуйтеся Ви від сміху в невідповідних випадках?
104. Починаєте Ви працювати відразу ж інтенсивно?
105. Наважуєтеся Ви виступити проти громадської думки, якщо Вам здається, що Ви маєте рацію?
106. Чи вдається Вам подолати стан тимчасової депресії (пригніченості)?
107. Чи нормально Ви засинаєте після сильної розумової втоми?
108. Чи в змозі Ви спокійно довго чекати, наприклад, у черзі?
109. Утримуйтеся Ви від втручання, якщо заздалегідь відомо, що воно ні до чого не приведе?
110. Чи можете Ви спокійно аргументувати свої висловлювання під час бурхливої розмови?
111. Чи можете Ви миттєво реагувати на незвичайну ситуацію?
112. Чи ведете Ви себе тихо, якщо Вас про це просять?
113. Чи погоджуєтеся Ви без особливих внутрішніх коливань на хворобливі лікарські процедури?
114. Чи вмієте Ви інтенсивно працювати?
115. Чи охоче Ви змінюєте місця розваг, відпочинку?
116. Чи важко Вам звикнути до нового розпорядку дня?
117. Поспішайте Ви надати допомогу в несподіваному випадку?
118. Присутня на спортивних змаганнях, в цирку і т. п., утримуйтеся Ви від несподіваних вигуків і жестів?
119. Чи подобаються Вам заняття, що вимагають за своїм характером ведення бесіди з багатьма людьми?
120. Чи володієте Ви мімікою?

121. Чи подобаються Вам заняття, які вимагають енергійних рухів?
122. Чи вважаєте Ви себе сміливою людиною?
123. Чи переривається у Вас голос (Вам важко говорити) в незвичайній ситуації?
124. Чи можете Ви подолати небажання працювати в момент невдачі?
125. Чи в змозі Ви тривалий час стояти, сидіти спокійно, якщо Вас про це просять?
126. Чи в змозі Ви подолати свої веселощі, якщо це може кого-небудь зачепити?
127. Чи легко Ви переходите від смутку до радості?
128. Чи легко Ви виходите з рівноваги?
129. Дотримуєтеся Ви без особливих труднощів обов'язкових у Вашому середовищі правил поведінки?
130. Чи подобається Вам виступати публічно?
131. Приступаєте Ви до роботи зазвичай швидко, без тривалого підготовчого періоду?
132. Чи готові Ви прийти на допомогу іншому, ризикуючи життям?
133. Енергійні Ваші рухи?
134. Чи охоче Ви виконуєте відповідальну роботу?

Оцінка ступеня вираженості кожної з властивостей (сили процесів збудження і гальмування та їх рухливість) здійснюється шляхом додавання балів, отриманих за відповіді на запитання. Співпадіння відповіді з кодом оцінюється у два бали; якщо не співпадає – нуль; відповідь «НЕ ЗНАЮ» оцінюється в один бал.

Ключі

Сила процесів збудження (СПЗ):

Так: 3, 4, 7, 11, 13, 15, 18, 19, 21, 23, 24, 32, 39, 45, 56, 58, 60, 61, 66, 72, 73, 78, 81, 82, 83, 94, 97, 98, 102, 105, 106, 113, 114, 117, 121, 122, 124, 130, 132, 133, 134;

Ні: 47, 51, 107, 123.

Сила процесів збудження вважається вираженою, якщо сума знаходиться в межах 37 ± 12 .

Сила процесів гальмування (СПГ):

Так: 2, 5, 8, 10, 12, 16, 27, 30, 35, 37, 38, 41, 48, 50, 52, 53, 62, 65, 69, 70, 75, 77, 84, 87, 89, 90, 96, 99, 103, 108, 109, 110, 112, 118, 120, 125, 126, 129;

Ні: 17, 34, 36, 59, 67, 128.

Сила процесів гальмування вважається вираженою, якщо сума знаходиться в межах 32 ± 11 .

Рухливість нервових процесів (РНП):

Так: 1, 6, 9, 14, 20, 22, 26, 28, 29, 31, 33, 40, 42, 43, 44, 46, 49, 54, 55, 64, 68, 71, 74, 76, 79, 80, 85, 86, 88, 91, 92, 93, 95, 100, 101, 104, 111, 115, 119, 127, 131;

Ні: 25, 57, 63, 116.

Рухливість нервових процесів вважається вираженою, якщо сума знаходиться у межах 36 ± 12 .

Врівноваженість процесів збудження та гальмування (В) визначається за формулою:

$$B = \text{сума балів СПЗ} / \text{сума балів СПГ}$$

Якщо результат співвідношення знаходиться в інтервалі 0,8–1,2, то можна вважати, що процеси збудження та гальмування збалансовані.

7.10. Методика електроенцефалографії (ЕЕГ)

Матеріали та обладнання: електроенцефалограф «Нейроком», шолом, електроди, бинт, спирт, вата, гель.

Електроенцефалографія – метод реєстрації сумарної електричної активності головного мозку. Можливість запису електричної активності головного мозку людини вперше у 20-х роках ХХ сторіччя показав німецький психіатр Ганс Бергер (Hans Berger), який справедливо вважається засновником електроенцефалографії.

Електроенцефалограма є записом електричної активності кори головного мозку в місці встановлення електроду. У стані спокійного неспання має вигляд синусоїди, що відповідає гармонійним коливанням. Проте, більш детальне вивчення ЕЕГ свідчить, що це є нерегулярна крива складної структури. Її сусідні ділянки можуть досить суттєво відрізнятися один від одного по частоті та амплітуді.

Частота (Гц) хвиль визначається їх кількістю в записі за одиницю часу. Амплітуда, або вольтаж (мкВ) визначається співставленням висоти хвилі між її найвищою і найнижчою точкою (тобто від піка до піка) з висотою коливання, що записується під час подачі на реєструючий прилад потенціалу певної величини.

Залежно від частоти, амплітуди та форми розрізняють кілька типів хвиль на електроенцефалограмі, основні з яких(рис. 6.1):

- Дельта-хвилі – частота 0,5 Гц, амплітуда не менше 20 мкВ;
- Тета-хвилі – частота 4–7 Гц, амплітуда не менше 20 мкВ;
- Альфа-хвилі – частота 8–13 Гц, амплітуда 50-100 мкВ;
- Бета-хвилі – частота 14–30 Гц, амплітуда до 50 мкВ.

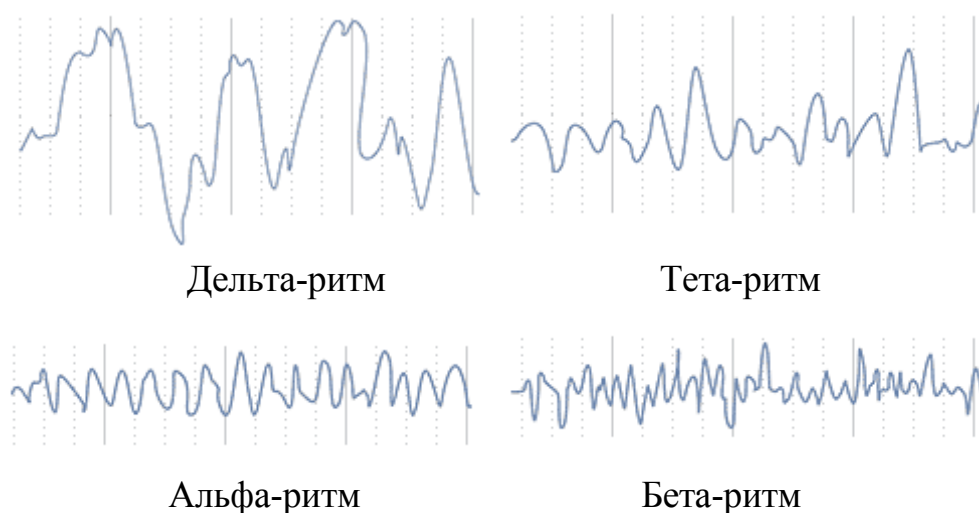


Рис. 7.1. Типи хвиль на енцефалографії

Альфа-ритм реєструється в умовах повного спокою (стан спокійного неспання), досліджуваний знаходиться в темряві з заплющеними очима, але не спить. Будь-який зовнішній подразник, особливо зоровий, в тому числі і розумова робота та настороження, десинхронізують цей ритм та призводять до його депресії.

Бета-ритм домінує на ЕЕГ під час нервового напруження, інтенсивної фізичної та розумової роботи, неспокою.

Тета-ритм відображає зниження активності кори та спостерігається в дорослих людей під час засипання.

Дельта-ритм звичайно реєструється у малих дітей, а у дорослих його можна спостерігати у стані сну та гіпнозу.

Реєстрація ЕЕГ проводиться у світло- та звукоізолюваній екранованій кімнаті в положенні сидячі. ЕЕГ представляє собою безперервний запис величини різниці потенціалів між двома точками мозку. Відведення потенціалів здійснюють за допомогою спеціальних контактних електродів, що прикладаються до поверхні голови при допомозі еластичного шолому, який забезпечує надійну фіксацію електродів.

Електроди накладаються за загальноприйнятою методикою ЕЕГ – системою “10–20 %” (Jasper, 1957, рис. 6.2). Активні відвідні електроди розміщуються на симетричних точках голови у потиличній (О), тім’яній (Р), скроневій (Т), центральній (С) та лобовій (F) частках лівої (s) та правої (d) півкуль кори головного мозку.

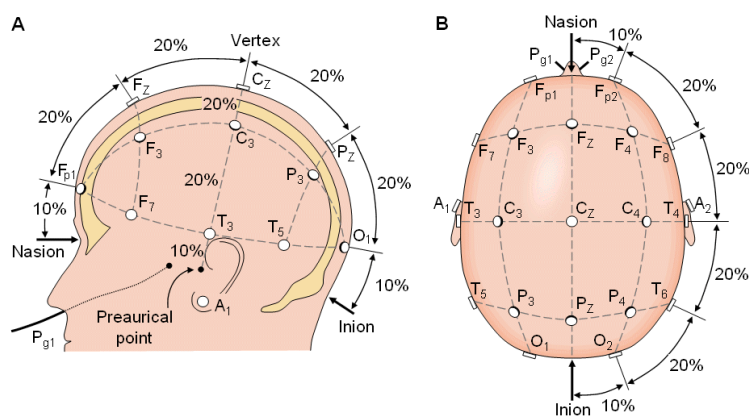


Рис. 7.2. Схема розміщення електродів за системою “10–20 %” (Jasper, 1957)

F₁, F₂– передньолобові, F₃, F₄ – задньолобові, F₇, F₈ – латеральні лобові, T₃, T₄ – передньоскроневі, C₃, C₄ – центральні, T₅, T₆ – задньоскроневі, P₃, P₄ – тім’яні, O₁, O₂ – потиличні, F_z, C_z, P_z – сагітальні відведення.

Для запису електричної активності кори головного мозку використовуються електроенцефалографи різної потужності та модифікації. Реєстрація кривої ЕЕГ в наших дослідженнях буде проводиться за допомогою апаратно-програмного комплексу “НейроКом”, розробленого науково-технічним центром радіоелектронних медичних приладів і технологій “ХАІ-Медика”.

Станом активної бадьорості називають стан людини, яка займається якою-небудь діяльністю, що потребує великого ступеня уважності

або зумовлює підвищене емоційне напруження. Цьому стану на ЕЕГ відповідає десинхронізація. Виявлено, що під час розумового напруження, візуального спостереження, навчання, тобто у станах, які потребують підвищеної психічної діяльності, закономірно знижується амплітуда ЕЕГ (α -ритм) та збільшується її частота. Розслаблену бадьорість визначають як стан людини, яка перебуває на ліжку з розслабленими м'язами і заплющеними очима і не займається якою-небудь спеціальною фізичною та психічною активністю. У цьому випадку на ЕЕГ реєструється регулярний α -ритм максимальної амплітуди.

Реєстрацію проводимо в спеціальній екранованій камері, яка захищає людину від впливу зовнішніх електричних і магнітних полів. Готуємо електроенцефалограф до роботи згідно інструкції. Закріплюємо на голові досліджуваного електроди за допомогою шолома. Запис здійснюємо у різних експериментальних станах.

7.10.1. Запис фонові ЕЕГ (стан спокійного неспання).

Просимо досліджуваного заплющити очі і розслабитися. Записуємо біопотенціали головного мозку та здійснюємо аналіз отриманої електроенцефалографічної кривої.

7.10.2. Запис ЕЕГ під час реакції відкривання очей.

Після того, як записали фонову ЕЕГ, просимо досліджуваного періодично заплющувати і розплющувати очі. Спостерігаємо зміни на електроенцефалограмі та здійснюємо її аналіз.

7.10.3. Запис ЕЕГ при розумовій діяльності.

Після запису фонові ЕЕГ пропонуємо досліджуваному розв'язати завдання на усне множення двозначних чисел (запис ЕЕГ продовжуємо). Спостерігаємо зміни на електроенцефалограмі та здійснюємо її аналіз.

7.11. Застосування методики варіабельності серцевого ритму у психофізіологічних дослідженнях

Матеріали та обладнання. Електрокардіограф із можливістю автоматичного обрахунку показників ВРС, таблиці Шульте, указка

Періодичні компоненти ВРС згруповані навколо декількох частотних діапазонів. Одним з найбільш чітких компонентів є так звана дихальна або респіраторна частота (РЧ, RSA). Дихальна частота зазвичай знаходиться в межах від 0,15 до 0,4 Гц, але в дітей та дорослих під час виконання фізичних вправ може виходити за ці межі. Вважається, що ця частота обумовлена флуктуаціями (випадковими змінами) у роботі блукаючого нерва, і, таким чином, характеризує його активність. Коливання значень R-R інтервалів здійснюються на низьких частотах (НЧ, LF) в межах 0,05–0,15 Гц і включають компонент з частотою 0,1 Гц (т.з. 10-секундна хвиля, або хвиля Майєра). Коливання ВРС на низьких частотах вважаються обумовленими симпатичними впливами. Коливання R-R інтервалів на нижчих частотах відносять до дуже низьких частот (ДНЧ, VLF) – 0,003–0,05 Гц та ультранизьких частот (УНЧ, ULF) – менше 0,003 Гц, які включають циркадіанні коливання. Дуже низькі частоти пов'язують із циклами терморегуляції та активності ренін-ангіотензинової системи, а ультранизькі частоти пов'язують із низкою циркадіанних факторів, включаючи зміни діяльності, пози, дихання, автономних процесів, функціональних станів і рештою поведінкових факторів. Важливим показником ВРС також є відношення потужності низьких частот до високих (LF/HF) – так званий симпато/парасимпатичний індекс. Вцілому, зменшення показників ВРС (зокрема, SDNN, зменшення потужності високих частот) пов'язують із дією стресових факторів, тоді як зростання значень ВРС пов'язують із позитивним емоційним фоном, станом який характеризує хороше самопочуття, або розслабленням організму. Таким чином, за допомогою визначення особливостей ВРС можна оцінити ступінь залучення обстежуваного у виконання певного завдання, в т.ч. – когнітивного.

Обстежуваному накладаємо електроди, садимо на стілець, даємо посидіти в зручній позі 1 хв, після чого починаємо реєстрацію ЕКГ. ЕКГ реєструється протягом 5 хв, при цьому обстежуваний повинен знаходитись в стані спокійного неспання, за відсутності сторонніх подразників. Другий та третій запис ЕКГ здійснюються одразу після першого, по 5 хвилин кожен. Під час другого запису експериментатор

за допомогою указки вказує на числа з таблиці Шульте, при чому обстежуваний повинен вголос називати числа, на які вказує експериментатор, якщо вони якогось певного кольору. Колір вибирається експериментатором до початку реєстрації і оголошується обстежуваному. Під час третього запису ЕКГ завдання ускладнюється – обстежуваний повинен називати тільки непарні числа певного кольору. Таким чином, ускладнення завдання призводить до зростання рівня уваги у обстежуваного (табл. 7.4).

Таблиця 7.4

Інтерпретація деяких показників ВСР (Басвський Р. М., 2001)

Показник	Психофізіологічне значення показника
1	2
VLF, VLF % (ПХ II – потужність повільних хвиль другого порядку)	Гормональна підтримка, активність нейрогуморальної регуляції ангіотензинової, терморегуляторної, хеморецептивної систем, залучення незамінних ресурсів організму. Норма – не більше 30 % Менше 700 мс² – низький рівень гормональної модуляції регуляторних механізмів. 700–1300 мс² – помірний рівень гормональної модуляції регуляторних механізмів. Більше 1300 мс² – високий рівень гормональної модуляції регуляторних механізмів.
LF, LF % (ПХ-I – потужність повільних хвиль першого порядку)	Вплив симпато-адреналової системи на серцеву діяльність. Норми 754–1586 мс² Менше 300 мс² – низький рівень мобілізуючого потенціалу. 300–700 мс² – помірний рівень мобілізуючого потенціалу. Більше 700 мс² – високий рівень мобілізуючого потенціалу.
HF, HF % (ДХ – потужність дихальних хвиль)	Активність парасимпатичного відділу автономної нервової системи. Норми 772–1178 мс² Менше 300 мс² – низький рівень потенціалу. 300–700 мс² – помірний рівень відновлювального потенціалу. Більше 700 мс² – високий рівень відновлювального потенціалу.

1	2
LF/HF	Баланс симпатичних та парасимпатичних впливів, ріст напруження. Норма – 1,5–2,0
TP – totalpower (ЗПС – загальна потужність спектру)	Загальний адаптаційний резерв організму. Під час зменшення – показник залучення всіх функціональних резервів організму під впливом центральної регуляції гіпоталамо-гіпофізарного рівня, під час збільшення – активація нижчерозміщених (автономних) рівнів регуляції. Норми – 1500–4500 мс² <300 – ресурси вичерпані (виражений астеноневротичний стан, необхідне невідкладне відновлення «життєвих сил» вибір оптимального режиму трудової діяльності та відпочинку, компенсація перебігу соматичних захворювань), 300–700 мс² – ресурси значно знижені (астенія, стан супроводжується зниженням творчого потенціалу особистості та працездатності; час та ресурси необхідні для відновлення в результаті захворювання, значно збільшується, характерні гіпоергічні варіанти реагування), 700–1500 мс² – ресурси знижені (тенденція до астенії та зниження працездатності), 1500–3000 мс² – в межах умовної норми (оптимальний режим функціонування), 3000–4000 мс² – підвищені (хороший рівень тренуваності, формування резервів адаптації), 4000–6000 мс² – значно підвищені (стан підвищеного реагування – гіперергія, що потребує відновлення балансу витрат енергії), Більше 6000 мс² – надмірні (значний дисбаланс витрат «життєвих сил», стан вегетативної дисфункції).
SI – stressindex (ІН – індекс напруження регуляторних систем)	Відображає ступінь централізації управління серцевим ритмом (психоемоційне напруження, рівень фізіологічного стресу). Норма – 30–120 120-250 – компенсаторний дистрес, 250–400 – дистрес може призвести до різних функціональних розладів, 400–800 – можна очікувати ушкоджуючої дії стрес-реалізуючих систем на органи, преш за все – серце.

Дослідження повторюємо ще на 2 особах. За результатами записів ЕКГ визначаємо основні показники $BPС - SDNN$, $RR50$, потужність високих та низьких частот, відношення потужностей низьких частот до високих. Дані заносять в наступну таблицю:

Прізвище обстежуваного	№ запису	SDNN	RR50	LF	HF	LF/HF
	1					
	2					
	3					
	1					
	2					
	3					
	1					
	2					
	3					

7.12. Методика десинхронізації/синхронізації, пов'язаної із подіями (ERD/ERS)

Матеріали та обладнання: електроенцефалограф, програмне забезпечення для аналізу потужності ЕЕГ-кривої, монітор для демонстрації обстежуваному стимулів.

Ще піонер електроенцефалографії Ханс Бергер вказав на основні закономірності поведінки ЕЕГ при дії різних стимулів, зокрема – депресію (зменшення амплітуди або повне зникнення) альфа-ритму ЕЕГ у бадьорої людини при дії зовнішніх подразників (наприклад, при відкриванні очей) і його відновлення при зникненні цих подразників (наприклад, при закриванні очей). Дослідження австрійських вчених Пфуртшеллера та Клімеша показали, що подібна реакція справедлива не тільки для нативної ЕЕГ, але й чітко проявляється в спектральних характеристиках ЕЕГ – потужність альфа-ритму зменшується при дії різноманітних стимулів, або при здійсненні рухів. Втім, в цих дослідженнях також були встановлені інші важливі факти. Так, згідно досліджень Пфуртшеллера та Клімеша, діапазон електричної активності ЕЕГ, який реагував на різноманітні стимули не був однаковим в різних людей, а залежав від індивідуальної частоти альфа-ритму (ГЦ).

По-друге, різні частотні складові спектру ЕЕГ, в тому числі – в діапазоні альфа-ритму – по-різному реагували на стимули, які характеризувались різним типом когнітивного навантаження. Так, припускається, що альфа-1 піддіапазон пов'язаний із усвідомленим очікуванням стимулу, довільною увагою, альфа-2 піддіапазон – із механізмами підтримки рівня уваги, альфа-3 піддіапазон – із семантичною обробкою інформації. Дослідниками була запропонована методика десинхронізації/синхронізації, пов'язана із подіями (event-related desynchronization/synchronization – ERD/ERS), для вивчення питання, які частини спектру ЕЕГ реагують на певні типи стимулів. Сутність цієї методики полягає у порівнянні спектральної потужності ЕЕГ в певних діапазонах на визначеному інтервалі *до* подачі стимула (референтний інтервал, 3–4 с) і на визначеному інтервалі *після* подачі стимула (від 1 до 4 с). Реакцію ERD/ERS часто виражають у вигляді графіка зміни потужності визначених діапазонів ЕЕГ (рис. 7.3.), або у відсотках, які характеризують відношення потужності ЕЕГ до стимулу до потужності ЕЕГ після стимулу. В другому випадку, десинхронізація відповідає збільшенню показника, синхронізація – зменшенню показника.

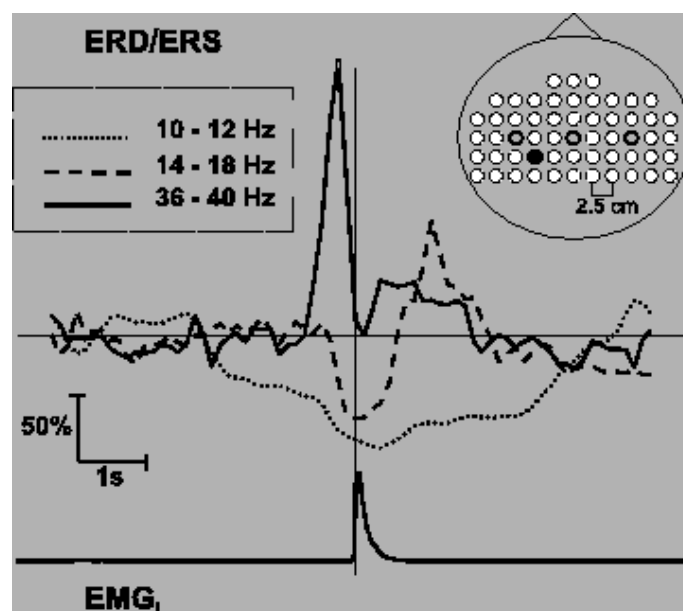


Рис. 7.3. Зміни потужності ЕЕГ в різних діапазонах у відповідь на здійснення руху

Готуємо до роботи систему електроенцефалографії. Саджаємо обстежуваного в крісло для проведення експерименту, накладаємо на

обстежуваного електроди за системою 10/20. Реєстрацію ЕЕГ здійснюємо в трьох експериментальних ситуаціях: 1) стані функціонального спокою із закритими очима; 2) реакції на значимі стимули (обстежуваного просять натискати на кнопку пульта реакції при демонстрації на екрані монітора чисел і не реагувати, якщо на екран виводяться літери) – ситуація, при якій активізуються механізми довільної уваги; 3) реакції на значимі стимули із більш складними умовами реагування (обстежуваного просять натискати на кнопку пульта реакції при демонстрації на екрані монітора непарних чисел і не реагувати, якщо на екран виводяться літери, або парні числа) – ситуація, яка призводить до більшого навантаження на механізми довільної уваги, ніж попередня експериментальна проба. Після реєстрації ЕЕГ визначаємо ІЧ альфа-ритму як показник центра тяжіння діапазону 7–13 Гц при першій функціональній пробі. За наявності технічної можливості рекомендується визначати ІЧ для кожного відведення, і, відповідно, визначати окремі піддіапазони для кожного відведення. Втім, оскільки така процедура потребує значної кількості обчислень, обмежуються середньою ІЧ для всіх відведень. При проведенні лабораторного дослідження можна визначати ІЧ як центр тяжіння ЕЕГ в діапазоні 7–13 Гц в тому з потиличних відведень, де потужність ЕЕГ в альфа-діапазоні є найвищою. Після цього визначаються межі наступних діапазонів – в залежності від ІЧ.

Діапазон	Нижня межа	Верхня межа
Тета	ІЧ-6	ІЧ-4
Альфа-1	ІЧ-4	ІЧ-2
Альфа-2	ІЧ-2	ІЧ
Альфа-3	ІЧ	ІЧ+2

Наприклад, якщо ІЧ = 10 Гц, тета = 4–6 Гц, альфа-1 = 6–8 Гц, альфа-2 = 8–10 Гц, альфа-3 = 10–12 Гц. Проводять налаштування програми аналізу ЕЕГ на ці діапазони. Після цього для 10 значимих стимулів у довільно обраному відведенні (рекомендується обирати тім'яні відведення – P3, P4 або Pz) визначають значення потужності на референтному інтервалі (3 с до стимула) і постстимульному інтервалі

(3 с після стимула) для альфа-1, альфа-2 та альфа-3 піддіапазонів в другій та третій експериментальній ситуації (всього – 120 значень). Записуємо дані у вигляді таблиці. Обраховують показники ERD/ERS для альфа-1, альфа-2 та альфа-3 піддіапазонів в обраному відведенні для другої та третьої експериментальної ситуації (всього – 6 значень) за *формулою Пфуртшелера-Аранібара*:

$$ERD = 100 \% \times ((SP_{ref} - SP_{test})) / ((SP_{ref} - SP_{test})/2), \text{ де}$$

SP_{ref} – значення потужності в референтному інтервалі,
 SP_{test} – значення потужності в постстимульному інтервалі.

Список використаної літератури

1. Антонік В. І., Антонік І. П., Андріанов В. Є. Анатомія, фізіологія дітей з основами гігієни та фізичної культури: [навч. посіб.]. Київ: Професіонал, Центр учбової літератури, 2009. С. 94–105.
2. Горго Ю. П., Чайченко Г. М. Основи психофізіології: навч. посіб. Херсон: Персей, 2002. С. 150–200.
3. Данилова Н. Н. Психофизиология. Москва: Аспект-Пресс, 2001. С. 145–300.
4. Лысова Н. Ф., Айзман Р. И., Завьялова Я. Л., Ширшова В. М. Возрастная анатомия, физиология и школьная гигиена [Текст]: учеб. пособие. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2009. Т. 1. С. 147–155. (Университетская серия).
5. Неурова А. Б., Капінус О. С., Грицевич Т. Л. Діагностика індивідуально-психологічних властивостей особистості: навч.-метод. посіб. Львів: НАСВ, 2016. 181 с.
6. Практикум із загальної психології / за ред. Т. І. Пашукової. Київ: Знання, 2000. 204 с.
7. Прищепа И. М. Возрастная анатомия и физиология: [учеб. Пособие]. Минск: Новое знание, 2006. С. 345–356: ил.
8. Чайченко Г. М. Фізіологія вищої нервової діяльності. Київ: Либідь, 1993. С. 65–120.

РОЗДІЛ 8

ФІЗІОЛОГІЯ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ

8.1. Визначення об'єму та швидкості переробки інформації в зоровому аналізаторі

Матеріали та обладнання: коректурні таблиці з кільцями Ландольта (рис. 8.1).

Теорія інформації дає можливість виміряти кількість інформації в будь-якому повідомленні та охарактеризувати системи її передачі. В нейрофізіології характеристики інформації включають, наприклад, якість, інтенсивність, місце розміщення джерела, тривалість та довжину стимулу, що діє на сенсорний орган. Вони передаються по сенсорному волокну у вигляді потенціалів дії. Слід, однак, відмітити, що за будь-яких обставин потік усвідомлюваної інформації від усіх сенсорних систем не перевищуватиме 50 біт/с. Як правило, стимули, що надходять від джерела інформації, кодуються у більш зручні для передачі символи.

Ефективність систем передачі інформації характеризується максимальним потоком інформації, або, інакше кажучи, пропускною здатністю каналу. Оцінка даної характеристики здійснюється для зорової системи на читанні тексту, а для слухової – на сприйнятті усної мови.

Таким чином, ефективність функціонування зорового аналізатора можна оцінити за кількісними показниками обробленої ним інформації. Однак більш об'єктивним показником в даному випадку є швидкість обробки інформації.

Дослідження проводиться за допомогою спеціальних бланків (рис. 8.1), на яких намальовані кільця з розривами в одному з можливих напрямків, орієнтуючись на циферблат годинника, положення розриву на 1, 3, 5, 6, 7, 9, 11 і 12 годин. Досліджуваному пропонується закреслити кільця з розривом, наприклад, на 1 і 3 години. Час виконання завдання фіксується в секундах.

Дана методика дає можливість визначити два показники: загальну кількість переробленої інформації і швидкість перероблення інформації.

Дата проведення дослідження _____
 Дата народження _____
 Прізвище, ім'я _____

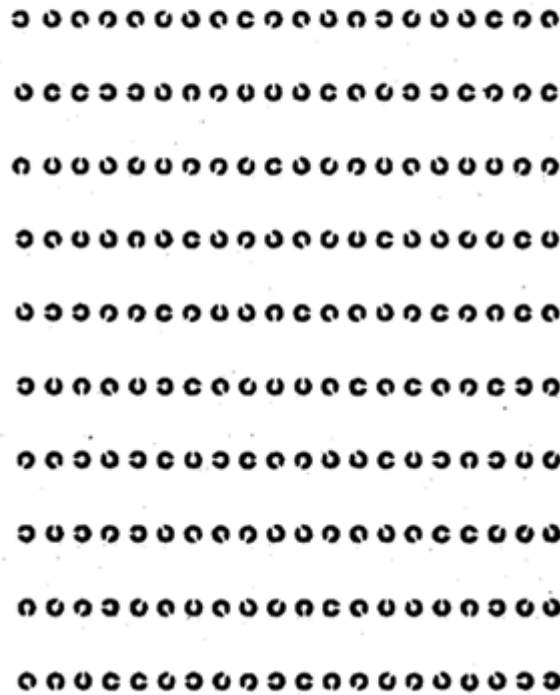


Рис. 8.1. *Коректурна таблиця з кільцями Ландольта*

8.1.1. Визначення загальної кількості переробленої інформації (ЗКПІ)

Спочатку визначасмо кількість незакреслених кілець окремо з розривом на 1 годину і розривом на 3 години. Далі за таблицею 8.1 визначасмо загальну кількість переробленої інформації.

Таблиця 8.1

Залежність ЗКПІ від кількості незакреслених кілець двох напрямків (біти)

Кількість незакреслених кілець з розривом на 1 год.	Кількість незакреслених кілець з розривом на 3 год.										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	167	160	154	150	145	141	138	135	132	129	127
1	159	151	146	140	135	132	128	126	123	120	118
2	153	146	140	135	132	126	123	120	117	114	112
3	149	141	135	130	126	121	118	115	112	109	107
4	144	137	131	126	121	117	114	111	108	105	103

Закінчення таблиці 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	140	132	126	121	116	112	109	106	103	100	95
6	136	128	122	117	112	108	104	102	99	96	94
7	133	125	119	114	109	105	101	99	96	93	91
8	130	122	116	111	106	102	98	96	93	90	88
9	127	119	113	108	103	99	95	93	90	87	85
10	124	116	110	105	100	96	92	90	87	84	82

Наприклад, якщо кількість незакреслених кілець з розривом на 1 годину складає 2, а з напрямком на 3 години – 4, ЗКПІ становить 132 біт. У випадку неправильного закреслення кілець (не із заданим напрямком розриву) користуємося таблицею 8.2.

Таблиця 8.2

**Кількість втраченої інформації (в бітах) залежно від кількості
неправильно закреслених кілець різного напрямку**

Кількість неправильно закреслених кілець	Напрямок розриву					
	12	5	6	7	9	11
1	3	5	4	3	5	4
2	5	9	7	6	6	7
3	5	10	8	7	9	8
4	5	12	11	8	11	10
5	5	14	11	8	12	11
6	3	14	12	7	12	8

Наприклад, якщо неправильно закреслено 1 кільце з розривом на 12 годин і 3 кільця з розривом на 6 годин, то втрата інформації дорівнюватиме $3+8=11$ бітам. Ця кількість віднімаємо від ЗКПІ, отриманого за першою таблицею.

8.1.2. Визначення швидкості переробки інформації (ШПІ)

Визначення величини ШПІ здійснюється за формулою:

$$\text{ШП} = \text{ЗКП} / t, \text{ де}$$

t – час виконання завдання (с).

8.2. Визначення величини полів зору на різні кольори

Матеріали та обладнання: периметр Форстера, білі та кольорові кружечки до нього, лінійка, стандартні бланки нормального поля зору.

Сукупність точок, які одночасно бачить око при фіксованому погляді називається *полем зору*. Якщо фіксувати оком будь-яку точку, її зображення падає на жовту пляму. В цьому випадку ми бачимо точку центральним зором. Точки, зображення яких падає на решту сітківки, сприймаються периферичним зором. Вимірювання меж поля зору здійснюється периметром Форстера. *Периметр Форстера* – рухомо закріплене у штативі металеве півколо (дуга), що має шкалу в кутових градусах (рис. 8.2). Півколо можна встановлювати в будь-якій площині відносно ока, яке досліджують. В середині півкола є біла точка, на якій досліджуваний повинен фіксувати погляд.

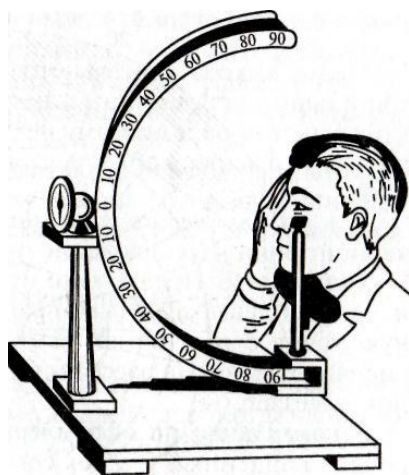


Рис. 8.2. Периметр Форстера (Інструкція до приладу)

Величину поля зору виражають у кутових одиницях (радіанах). Поля зору різних кольорів неоднакові. Найбільше – для білого: 90° , донизу 70° , доверху 60° . Для синього і жовтого – значно менше, для червоного – ще менше і найменше (20° , 30° , 40°) для зеленого.

Величина поля зору визначається рядом факторів, включаючи анатомічні особливості обличчя людини. Поля зору лівого і правого

ока можуть не співпадати. Якщо виключити випадкові помилки вимірювання, то можна припустити наявність функціональної асиметрії полів зору.

8.2.1. Дослідження поля зору для білого кольору

Досліджуваний сідає спиною до світла (внутрішня поверхня півкола повинна бути добре освітлена). Штатив для підборіддя закріплюємо так, щоб верхня його частина була на рівні нижнього краю очної западини. Величину поля зору визначаємо для кожного ока окремо, закриваючи при цьому друге око.

Півколо периметра встановлюємо горизонтально (досліджуваний при цьому повинен дивитися точно на білу точку у центрі дуги). Повільно пересуваємо білий маркер від периферії до центру і зазначаємо точку периметра, на рівні якої досліджуваний побачив об'єкт. Місцеположення точки визначаємо двічі і робимо позначку на стандартному бланку (рис. 8.2.1 та 8.2.2). Потім вимірюємо поле зору з другого боку дуги і також позначаємо на бланку. Лінії, проведені від ока через ці точки, та зорова вісь при фіксації зору на центральній точці периметра характеризують зовнішню та внутрішню межі поля зору. Потім дугу периметра встановлюємо вертикально і відповідно знаходимо верхню і нижню межі поля зору. Аналогічно вимірюємо межі поля зору, щоразу повертаючи дугу на 15, 30, 60 і 90° (чим більше меридіанів поля зору буде визначено, тим точнішими будуть межі поля зору).

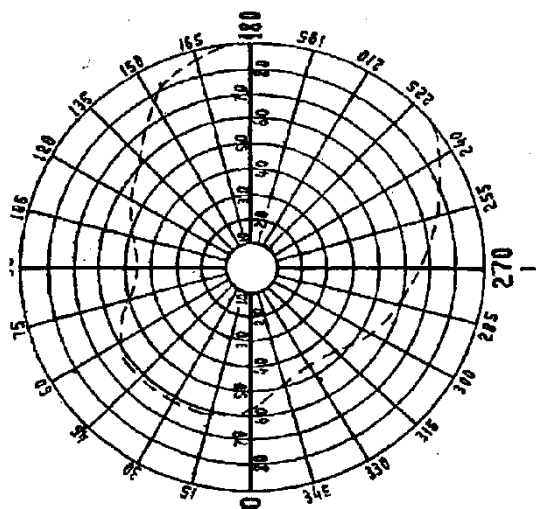


Рис. 8.2.1. Стандартний бланк нормального поля зору (праве око)

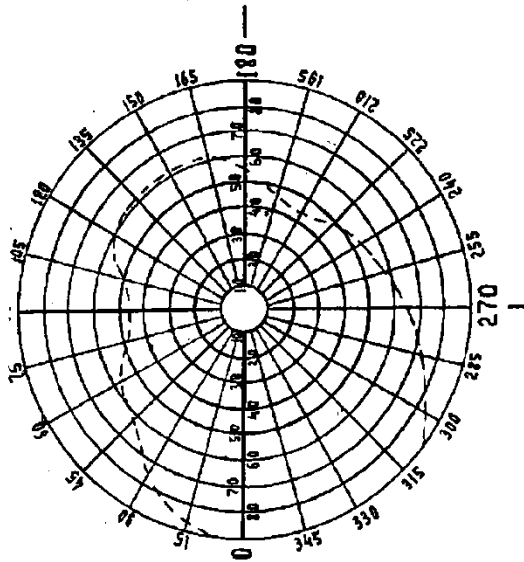


Рис. 8.2.2. Стандартний бланк нормального поля зору (ліве око)

8.2.2. Вивчення величини поля колірного зору

Аналогічно до попереднього дослідження виконуються вимірювання, але білий кружок замінюється на кольоровий (червоний, зелений, синій, жовтий). Порівняти отримані результати.

8.3. Визначення гостроти зору за таблицею Сівцева

Матеріали та обладнання: таблиці для визначення гостроти зору, указка, стілець, апарат Рота, бланки.

Гострота зору людини визначається здатністю її ока розрізняти дві близько розміщені точки як роздільні. Для визначення гостроти зору існують спеціальні таблиці, що складаються з окремих рядів літер чи інших знаків. Вони влаштовані так, що кожний окремий штрих цих знаків з відповідної для кожного рядка відстані відбивається в оці під кутом 1 мінута, тобто під мінімальним кутом зору. Найбільш поширені таблиці Головіна і Сівцева. Вони упорядковані за десятковою системою і містять 10–12 рядів різної величини літер чи інших знаків. Знаки верхнього ряду розпізнаються нормальним оком на відстані 50 м, знаки другого ряду (у напрямі донизу) – на відстані 25 м. Знаки десятого ряду розпізнаються на відстані 5 м. З лівого боку кожного ряду є цифри, що позначають відстань у метрах (D), з якої деталі знаків цього ряду правильно розпізнаються нормальним оком під кутом зору 1 мінута.

Таблиці для вимірювання гостроти зору освітлюють яскраво (не менше 50 лк) і рівномірно (електролампами 60–100 Вт, їх поміщають в апараті Рота з дзеркальними стінками, які забезпечують рівномірність освітлення таблиці). Досліджуваний сідає на стілець на відстані 5 м від таблиці. Кожне око досліджують спершу окремо, а потім біокулярно.

Експериментатор указкою показує літеру і пропонує назвати її. Ряд найменших правильно вказаних літер використовують для **обчислення гостроти зору** за формулою:

$$V = d / D, \text{ де}$$

V – гострота зору;

d – відстань між досліджуваним і таблицею;

D – відстань, на якій даний ряд літер розпізнається нормальним оком під кутом зору 1 мінута.

Нормальна гострота зору – 1,0 і вища; *знижена* – 0,8 і нижча; *підвищена* – 1,5–2,0.

8.4. Дослідження кісткової і повітряної провідності звуку

Матеріали та обладнання: камертони з числом коливань від 128 до 2048 Гц, молоточок секундомір, ватні тампони.

Розрізняють *кісткову і повітряну звукову провідність*. *Повітряна провідність звуку* забезпечується поширенням звукової хвилі звичайним шляхом – через звукопровідний апарат зовнішнього, середнього і внутрішнього вуха. *Кісткова провідність звуку* – це передача звукових хвиль безпосередньо через кістки черепа. При патологічних змінах в звукопровідному апараті слухова чутливість частково зберігається за рахунок кісткової провідності звуку.

Більшість звуків, які сприймає людина, передаються через повітря. Це визначається умовами середовища існування людини та мовним способом комунікації.

З кістковою провідністю звуку ми зустрічаємося в тих випадках, коли гриземо щось тверде; в кабінеті стоматолога при використанні бормащини. Особливим випадком сприйняття звуків є сприйняття людиною власного голосу. Розмовляючи людина чує звуки, які передаються через повітряно-рідинне середовище зовнішнього, середнього і внутрішнього вуха, тобто ті, які чує співрозмовник, але й ті, які

проводять кістки черепа. Саме через це людина не впізнає власний голос, записаний на плівку, оскільки він відтворює лише звуки, провідником яких було повітря.

Ніжку камертона прикладають до соскоподібного відростка скроневої кістки. Піддослідний чує звук, який поступово слабшає. При зникненні звуку (про що судять зі слів піддослідного) камертон переносять безпосередньо до вуха. Піддослідний знову чує звук. Користуючись секундоміром, визначають час, протягом якого чується звук. Повітряну провідність досліджують окремо для правого і лівого вуха.

8.5. Дослідження статичної та динамічної координації

Матеріали та обладнання: кистьовий динамометр, секундомір, крейда.

Рефлекси, які викликаються подразненням рецепторів вестибулярного апарату, поділяються на дві групи – *статичні і стато-кінетичні*.

Статичні рефлекси забезпечують збереження певної постави людини, тобто підтримують рівновагу при різноманітних стоячих і нахилених положеннях тіла, і пов'язані зі збудженням рецепторів макул пристінки перетинчастого лабіринту, а *стато-кінетичні* – її переміщення в просторі і виникають при збудженні рецепторів ампул півколових каналів. *Статичні вестибулярні рефлекси* поділяються на дві групи: *рефлекси положення (рефлекси пози)*, завдяки яким зберігається визначена постава; *рефлекси випрямлення*, які забезпечують перехід від однієї пози до іншої. Нервові структури, що здійснюють ці функції, утворюють зв'язки з мозочком, середнім і проміжним мозком, корою великого мозку.

Найбільш складними є стато-кінетичні рефлекси. Вони спрямовані на збереження пози і орієнтації тварини під час змін швидкості її руху або обертання у просторі. Ці рефлекси пов'язані зі збудженням півколових каналів.

8.5.1. Дослідження статичної рівноваги

Метод 1. Досліджуваний стає на тлі вертикальної лінії (край шафи, одвірок тощо) із зведеними п'ятами і носками та витягнутими вперед руками. Очі повинні бути закриті.

Експериментатор відмічає відхилення тулуба від вертикальної осі (у який бік і на скільки сантиметрів). Порівняйте результати різних досліджуваних.

Метод 2. Оцінку статичної рівноваги можна провести за пробою Ромберга. Досліджуваний стає на одну ногу, а другу ставить п'ятою на колінну чашечку. При цьому очі повинні бути закриті, руки простягнуті вперед.

Зверніть увагу на ступінь стійкості (нерухомо стоїть досліджуваний чи хитається), на наявність тремтіння повік і пальців. Якщо досліджуваний зберігає стійкість такої пози понад 15 с (без тремтіння повік і пальців) – це оцінюється як задовільна статична координація, якщо менше 15 с і виявляється тремтіння пальців і повік – незадовільна.

Як зміняться результати, якщо досліджуваний покладе вказівний палець на тверду поверхню (парту, стіл).

8.5.2. Дослідження динамічної рівноваги

Метод 1. Для проведення «рокуючого тесту» на килимку креслять три концентричні кола діаметром 25, 50 і 100 см. Кола ділять на вісім секторів по 45° 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 досліджуваний зупиниться, оцініть ступінь його повороту навколо власної осі (виміряйте величину кута повороту) та лінійне зміщення вперед. В нормі кут повороту навколо своєї осі не повинен перевищувати 45° , а лінійне зміщення вперед – 100 см.

Метод 2. На підлозі проводять дві паралельні лінії довжиною 5 м на відстані 20 см одна від одної. Досліджуваний повинен пройти по розмічених лініях доріжки спершу з відкритими очима, а потім із заплющеними – вперед і назад. Оцініть міру відхилення від розмічених ліній. В нормі воно не повинно перевищувати 15 см.

Метод 3. Для дослідження динамічної координації застосовують пальцево-носову пробу. Досліджуваний витягує праву руку вправо, а потім швидким рухом торкається кінцем вказівного пальця свого носа. Очі при цьому повинні бути закриті. Те ж саме повторює лівою рукою. Оцініть точність попадання лівою та правою рукою.

8.6. Дослідження нюхової чутливості

Матеріали та обладнання: ватні тампони, набір ефірних олій, секундомір.

Потенційними стимулами нюхового аналізатора можуть бути тільки леткі речовини. Людина здатна за запахом розрізнити тисячі різноманітних речовин. Інтенсивність їхнього запаху залежить від концентрації пахучої речовини, тобто від кількості молекул, які досягнуть рецепторних клітин нюхового епітелію. Оскільки при низьких концентраціях пахучої речовини людина тільки відчуває запах, але не може визначити її якість, то властивості нюху описуються двома різними показниками – порогом виявлення (абсолютним порогом) та порогом розрізнення. Абсолютні пороги чутливості до багатьох одорантів є надзвичайно низькими. Наприклад, запах сірководню виявляється при його концентрації близько $18 \cdot 10^{-5}$ мг/л повітря, а етилмеркаптану (запах тухлої капусти) – $66 \cdot 10^{-8}$ мг/л повітря.

Чутливість до запахів у людей різної статі відрізняється. Так, наприклад, жінки чутливіші до мускусних та деяких інших запахів. З віком абсолютні пороги нюхової чутливості зростають. В період з 40 до 70 років чутливість до деяких одорантів зменшується приблизно в 10 разів.

Тривала стимуляція певною речовиною підвищує поріг чутливості, тобто викликає нюхову адаптацію. Адаптація стосується лише того одоранта, на який вона розвивається. Чутливість до інших запахів залишається незмінною. Причому, якщо стимуляція була дуже тривалою, а концентрація речовини дуже високою, то адаптація до цієї речовини зберігається надовго і після припинення її дії.

8.6.1. Вивчення порогу нюхової чутливості

Досліджуваному дається в руки ватний тампон, на який нанесено мінімально можливу дозу ефірної олії, і пропонується визначити, який саме запах нанесений на вату. Якщо він не може зробити цього відразу, то він бере ще один тампон. Дослід повторюється доти, доки досліджуваний не зможе чітко назвати який запах використовувався. Експеримент повторюється з різними оліями та різними людьми.

Порівняйте дані різних досліджуваних і зробіть висновок про індивідуальні особливості чутливості нюхового аналізатора.

8.6.2. Вивчення адаптації нюхового аналізатора до дії запахів

Досліджуваному пропонується нюхати пахучу речовину так, щоб вдихання її робити через ніс, а видихання – через рот. Через деякий час у нього зникне відчуття запаху. Після зникнення відчуття запаху треба зафіксувати час, протягом якого відчувався запах речовини. Зникнення сприйняття запаху пов'язане із зниження збудливості нюхового рецептора при тривалій дії на нього пахучої речовини, причому чим більша концентрація речовини, тим швидше знижується збудливість рецептора.

8.7. Визначення порогів чутливості смакових рецепторів до різних речовин

Матеріали та обладнання: розчин цукру, солі, лимонної кислоти, хініну, кожний у концентрації 1,0; 0,1; 0,01; 0,001 %; для цукру додатково – 2 %, для хініну – 0,0001 %. Вода, очні піпетки, скляночки або пробірки.

Модальність смаку має чотири якості: кисле, солодке, солоне, гірке. *Кінчик язика* найбільш чутливий до солодкого, *середня частина* – до кислого, *корінь* – до гіркого, *бічні краї* – до солоного.

У людини нараховується близько 2000 смакових бруньок, кожна з яких містить 40–60 рецепторних клітин. Збудження смакового рецептора відбувається в результаті взаємодії молекул стимулюючої речовини із спеціалізованими ділянками мембрани сенсорної клітини.

Пороги чутливості для різних якостей смаку визначаються концентрацією стимулюючої речовини. Абсолютний поріг смакової чутливості оцінюють за виникненням невизначеного смакового відчуття, яка відрізняється від смаку дистильованої води. Найнижчі пороги смакових рецепторів для гіркого. Однак точні дані про концентрацію різних речовин, які характеризують поріг чутливості рецептора, складно отримати. Існує велика індивідуальна їх варіабельність аж до «смакової сліпоти» до певних агентів. Абсолютні пороги смакової

чутливості сильно залежать не тільки від хімічної природи самого стимулу, а й від багатьох інших факторів: стану ротової порожнини, температури їжі і температури тіла, стану здоров'я та інших факторів.

Досліджуваному на кінчик язика (не торкаючись язика) піпеткою наносять краплю одного з розчинів, пропонують зробити ковтальний рух і визначити смак розчину. Дослідження починають з розчину мінімальної концентрації, потроху збільшуючи її доти, доки досліджуваний зможе визначити смак розчину. Цю концентрацію приймають за поріг даної смакової чутливості. Перед нанесенням розчину іншої речовини досліджуваний повинен ретельно прополоскати рот водою.

8.8. Дослідження тактильної чутливості

Матеріали та обладнання: шпилька, чорнило різного кольору, лінійка, естезіометр (циркуль Вебера), шматочки тканини, олівець.

Шкіра є найбільшим рецепторним полем. Сенсорний ефект стимуляції шкіри називається шкірною чутливістю. Рецептори, розміщені в шкірі, реагують на стимуляцію трьох видів: тактильну (тиск, дотик, вібрацію), температурну (тепло, холод), больову.

Чутливість різних ділянок шкіри неоднакова. Деякі ділянки чутливі навіть до незначного тиску, а інші не реагують навіть на дуже сильний тиск. Окремі ділянки чутливі до стимуляції холодом і нечутливі до стимуляції теплом і навпаки. І навіть стосовно болю різні ділянки шкіри проявляють різну чутливість. В середньому на 1 см² поверхні шкіри припадає 50 больових, 25 тактильних, 12 холодових і 1-2 теплових точки.

Модальність механорецепції (дотик) включає ряд якостей: тиск, дотик і вібрацію. *Тактильні рецептори* розташовані на поверхні тіла нерівномірно. Найбільше їх на кінчиках пальців, на долонях, кінчику язика, найменше на спині. Тактильні рецептори характеризуються абсолютним порогом і порогом просторового розрізнення.

Абсолютний поріг – це мінімальна глибина прогинання шкіри, при якій виникає відчуття ледь помітного дотику. Найнижчими є абсолютні пороги тактильних рецепторів, розташованих на кінчиках пальців і губах, найвищими – на спині, стегнах.

Пороги просторового розрізнення – це мінімальна відстань між двома стимулами, на якій вони сприймаються ще як роздільні. Тактильні стимули можуть наноситися одночасно (поріг одночасного просторового розрізнення – ПОПР) або послідовно (поріг послідовного просторового розрізнення ПППР). ПОПР для кінчиків пальців, язика, губ становить 1–3 мм, спини, плечей, стегон 50–100 мм. Ці пороги значно вищі вздовж ліній, які паралельні до осей кінцівок, ніж вздовж кільцевих ліній. Якщо у однієї людини визначити одночасний і послідовний пороги просторового розрізнення, то виявиться, що ПППР явно нижчі, ніж одночасні (1 мм до 4 мм).

8.8.1. Вивчення топографії шкірних рецепторів різних типів

Робота виконується вдвох. На внутрішній поверхні кисті нагрітою і охолодженою головками шпильки знаходять теплові і холодкові точки. Відмічаємо їх чорнилом різних кольорів. Потім за допомогою гострого кінця шпильки знаходимо больові рецептори. Підрахувати частоту розміщення теплових, холодкових і больових точок на 1 см² поверхні шкіри.

8.8.2. Визначення одночасних порогів просторового розрізнення

Досліджуваний сидить на стільці із заплющеними очима. Естезіометром з максимально зведеними ніжками торкаємося різних ділянок шкіри (кінчики пальців рук, долоні, кінчик носа, лоб, передпліччя, плече, спина). При цьому слідкуємо, щоб обидві ніжки естезіометра торкалися шкіри одночасно і з однаковим тисненням. Продовжуємо торкатися різних ділянок шкіри з визначеною послідовністю, поступово розсуваючи ніжки циркуля (додаючи щоразу по 1 мм). При кожному дотику досліджуваний має відповісти, один чи два дотики він відчуває. Зауважимо, при якій відстані між ніжками естезіометра і на якій ділянці шкіри він уперше відчуває подвійні дотики. У такий спосіб визначаємо просторовий поріг тактильної чутливості.

8.9. Дослідження температурної чутливості

Матеріали та обладнання: посудини з водою різної температури (+10 , 20, 25, 35 і 40 °С), секундомір.

Оскільки температура тіла людини коливається в дуже невеликих межах, інформація про температуру навколишнього середовища є надзвичайно важливою. Цю інформацію сприймають терморекцептори шкіри, які представлені вільними нервовими закінченнями. Терморекцептори поділяються на теплові і холодкові. Рецептори, які реагують на холод, розміщуються ближче до поверхні і щільніше, ніж детектори тепла. Цим до певної міри пояснюється дещо більша чутливість до стимуляції холодом, ніж до стимуляції теплом. Терморекцептори реагують на зміни температури підвищенням частоти імпульсації. Диференційна чутливість терморекцепторів висока – достатньо зміни температуру на $0,2^{\circ}\text{C}$, щоб викликати тривалу зміну їх імпульсації. Але дія термічних стимулів на поверхню шкіри лише деякий час супроводжується яскраво вираженими відчуттями тепла чи холоду. Тобто відбувається адаптація терморекцепторів до постійно діючого стимулу. В нейтральному діапазоні ($+25 - +30^{\circ}\text{C}$) спостерігається повна адаптація.

Виникнення відчуття тепла чи холоду залежить не тільки від температури стимулу і тривалості його дії, а й від початкової температури шкіри, площі стимульованої ділянки шкіри та місця розміщення на тілі людини.

8.9.1. Порівняти особливості розміщення теплових і холодкових рецепторів на різних ділянках тіла людини

Нагрітою і охолодженою головками шпильки знаходять теплові і холодкові точки на кисті, передпліччі, гомілці. Порівняйте щільність розміщення рецепторів на різних ділянках тіла людини. Поясніть з чим це пов'язано.

Порівнюємо частоту теплових і холодкових точок у різних досліджуваних. Робимо висновки про середні значення показників.

8.9.2. Дослідження часу адаптації терморекцепторів

Досліджуваний опускає кисть руки у гарячу ($+35^{\circ}\text{C}$) або холодну ($+10^{\circ}\text{C}$) воду. Одночасно пускають секундомір і визначають час адаптації терморекцепторів – тобто час, протягом якого відчуття тепла або холоду слабшає. Цей час фіксується на папері.

8.10. Визначення абсолютного і відносного порогів розрізнення маси

Матеріали та обладнання: два набори вантажів (перший – 100–150 г, другий – 200–300 г).

Абсолютним порогом розрізнення називається найменша відчутна різниця в силі подразника. При середній силі подразнення величина, на яку потрібно посилити подразнення, складає завжди одну і ту ж частину вихідної величини подразника. Відношення абсолютного порога до вихідної величини подразнення називається відносним порогом розрізнення.

Вперше це було досліджено Вебером, який накладав на шкіру руки вантаж певної маси. Він показав, що посилення відчуття тиску виникло лише в тому випадку, коли накладали додатковий вантаж, маса якого змінюється на якусь постійну частку своєї вихідної величини. Тобто, в експерименті спостерігалася така закономірність: якщо на руку покласти гирю масою 100 г, то для посилення відчуття тиску необхідно додати гирю масою 3 г, якщо початковий вантаж складав 200 г, то для посилення відчуття необхідно було додати 6 г і т. д.

Вебером була виявлена залежність, яка вербально описувалася так: відношення посилення відчуття до початкового відчуття є величиною сталою ($\frac{\Delta S}{S} = const.$).

Фехнер провів математичний аналіз експериментальних даних Вебера і довів, що інтенсивність відчуття пропорційна силі подразника:

$$I = k \lg S, \text{ де}$$

I – інтенсивність відчуття;

S – сила подразника;

k – стала величина визначена для кожної модальності.

Ця закономірність отримала назву основний закон психофізики, або закон Вебера-Фехнера.

Пізніше було встановлено, що цей закон справедливий тільки в обмеженому діапазоні сили подразника і може бути застосований не до всіх модальностей.

Досліджуваному пропонується взяти один із середніх (120–130 г) вантажів першого набору (еталонна вага) і порівняти з ним решту

вантажів цієї серії, визначаючи при цьому який з них є важчим, а який легшим за еталонний. Експериментатор відмічає ті вантажі, які сприймаються досліджуваним як найбільш близькі за масою. За величиною, що вказана на гирьках знаходимо різницю між еталонною вагою і вагою, що сприймається як найближча до неї. Таким чином отримуємо абсолютний поріг розрізнення маси.

Для знаходження відносного порогу розрізнення маси слід розділити величину абсолютного порога розрізнення на еталонну масу, тобто масу, з якою порівнювалися всі інші.

Дослід повторюється і для другої серії вантажів. При цьому також визначається абсолютний і відносний поріг розрізнення маси.

8.11. Особливості сприйняття часу

Матеріали та обладнання: секундомір, олівець.

Сприйняття часу – це особливе перцептивне відчуття, яке має швидше когнітивну, ніж фізичну чи нейронну основу. Дійсно, в людини немає спеціальних рецепторів чи органів, які призначені для сприйняття часу. Не можна виділити і якісь конкретні відчуття, викликані специфічними «стимулами часу». Час сприймається нами опосередковано – через інші відчуття, фізіологічні процеси в організмі, зміни в навколишньому середовищі.

На сприйняття часу мають вплив як біологічні, так і когнітивні фактори. Відповідно існує і два підходи у поясненні механізмів сприйняття часу – біологічний та когнітивний.

Основна ідея біологічного підходу полягає у визнанні внутрішнього біологічного годинника, який функціонує завдяки циклічності багатьох фізіологічних процесів і контролює не тільки метаболічні процеси, а й сприйняття часу.

Прихильники когнітивного підходу вважають, що сприйняття часу залежить від характеру та інтенсивності когнітивних процесів та від того, на чому і на скільки сконцентрована увага.

Незалежно від підходу у поясненні механізмів сприйняття часу, можна виділити деякі фактори, які на нього впливають. До таких

факторів відносяться, наприклад, тривалість власного життя (з віком плин часу ніби прискорюється), величина простору (чим менший простір, тим більшим здається оцінюваний проміжок часу), температура тіла (чим вища температура, тим тривалішим здається оцінюваний відрізок часу) та інші.

Для виконання даного експерименту необхідний секундомір. Ударом олівця по столу експериментатор задає відрізки часу від 6 до 12–15 с, відмічаючи початок і кінець відрізка часу. Піддослідний оцінює час і записує його або відмічає на секундомірі, відтворюючи заданий проміжок часу. Для отримання результатів дається 10 проб.

Процентна точність інтервалів часу (Т) визначається за формулою:

$$T = 100 - 100 \times C_2 / C_1, \text{ де}$$

C_2 – сума різниці відповіді в порівнянні з проміжком часу, заданим піддослідному (в секундах);

C_1 – сума відрізків часу, які представлені експериментатором (в секундах).

Список використаної літератури

1. Батуев А. С., Никитина И. П., Журавлев В. Л., Соколов Н. Н. Малый практикум по физиологии человека и животных: учеб. пособие для студ. вузов / под ред. А. С. Батуева. Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербург. ун-та, 2001. 348 с.
2. Гуминский А. А., Леонтьева Н. Н., Маринова К. В. Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии. Москва: Просвещение, 1990. 239 с.
3. Коцан І. Я., Козачук Н. О., Журавльов О. А., Журавльова О. В. Практикум з фізіології сенсорних систем. Луцьк: Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки, 2019. 61 с.
4. Макаренко Н. В. Теоретические основы и методики профессионального отбора психофизиологического отбора военных специалистов. Киев, 1996. 336 с.
5. Практикум по нормальной физиологии: учеб. пособие для мед. вузов / А. В.Коробков, А. А. Башкиров, К. Т. Ветчинкина и др.;

под ред. Н. А. Агаджаняна и А. В. Коробкова. Москва: Высш. шк., 1983. 328 с.

6. Практические занятия по курсу «Физиология человека и животных»: учеб. пособие для студ. вузов / под ред. Р. И. Айзмана, И. А. Дюкарева. Новосибирск: Изд-во Сибир. ун-та, 2003. 119 с.
7. Шиффман Х. Р. Ощущение и восприятие. 5-е изд. Санкт-Петербург: Питер, 2003. 928 с.

Для нотаток

Для нотаток

Навчальне електронне видання на CD-ROM

Козачук Наталія
Качинська Тетяна
Дмитроца Олена
Білецька Ольга

**ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ:
СУЧАСНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ**

Навчальний посібник

Друкується в авторській редакції
Верстка *Ілони Савицької*

Один електронний оптичний диск (CD-ROM). Об'єм даних 3,79 Мб. Тираж 300 прим.

Зам. 50. Видавець і виготовлювач – Вежа-Друк,
м. Луцьк, вул. Шопена, 12, тел. (0332) 29-90-65.
E-mail: vezhaprint@gmail.com

Свідоцтво Держ. комітету телебачення та радіомовлення України
ДК № 4607 від 30.08.2013 р.



ISBN 978-966-940-415-2



9 789669 404152 >