

**ДРОГОБИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА**

Роман Чопик

МЕТРОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ

**Дрогобич
2018**

УДК 006.91(075.8)

Ч -75

Рекомендовано до друку вченою радою Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка
(протокол № 7 від 17.05.2018 р.)

Рецензенти:

Дьоміна Ж. Г. – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри теорії і методики фізичного виховання Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова;

Логвиненко О. Б. – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри теорії та методики фізичного виховання і оздоровчих технологій Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

Чопик Р. В.

Ч 75 Метрологічний контроль : тексти лекцій [для студентів спеціальності 227 «Фізична реабілітація»] / Р. В. Чопик. – Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2018. – 187 с.

У навчальному посібнику у вигляді текстів лекцій представлено метрологічні основи педагогічного контролю, описано способи вимірювань у фізичній культурі, методи тестування рухових можливостей людини, математико-статистичні методи та їхнє застосування для обробки й аналізу отриманих результатів. Запропоноване видання містить питання для контролю знань, довідково-інформаційні дані, список рекомендованої літератури.

Посібник призначений для студентів, аспірантів і фахівців з фізичної реабілітації та фізичної культури.

© Чопик Р.В., 2018
© Редакційно-видавничий відділ
ДДПУ імені Івана Франка, 2018

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СПОРТИВНОЇ МЕТРОЛОГІЇ	6
Лекція № 1. Основи теорії спортивних вимірювань	6
Лекція № 2. Метод середніх величин. Основи вибіркового методу	27
Лекція № 3. Основи кореляційного аналізу	42
Лекція № 4. Інструментальні методи контролю	50
РОЗДІЛ 2. МЕТРОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ РУХОВОЇ ПІДГОТОВКИ РІЗНИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ	68
Лекція № 5. Метрологічні основи контролю розвитку рухових якостей	68
Лекція № 6. Метрологічний контроль рухової підготовки дітей шкільного віку та студентської молоді	96
Лекція № 7. Метрологічний контроль рухової підготовки дорослого населення і людей похилого віку	115
Лекція № 8. Метрологічний контроль рухової підготовки в адаптивній фізичній культурі	134
ДОДАТКИ	159

ВСТУП

У сучасній теорії і практиці фізичної реабілітації для виконання різноманітних завдань застосовуються кількісні та якісні вимірювання. Фахівці галузі виконують завдання як із організації та проведення різноманітних досліджень, так і опрацювання й інтерпретації фактичного матеріалу, отриманого експериментальним шляхом. Усе це зумовлює потребу в забезпеченні високого рівня необхідної компетентності студентів – майбутніх фахівців галузі фізичної реабілітації шляхом вивчення навчальної дисципліни «Метрологічний контроль».

Однією з основних форм організації освітньої роботи у закладах вищої освіти, що сприяють глибокому і системному засвоєнню нових знань студентів, формують вміння та навички, необхідні для прикладного застосування, є лекційні заняття.

Навчальний посібник укладено відповідно до програми навчальної дисципліни «Метрологічний контроль» для підготовки фахівців першого бакалаврського рівня вищої освіти спеціальності 227 «Фізична реабілітація». Складається з двох розділів, містить теоретичний матеріал лекційних занять, питання для самоконтролю знань, довідково-інформаційні дані, предметний покажчик.

У першому розділі посібника «Теоретичні основи спортивної метрології» представлено понятійний апарат, викладено основи теорії вимірювань, описано вимірювальні системи і їхнє використання у фізичній культурі, розкрито основи математико-статистичних методів та їхнє застосування для обробки й аналізу отриманих результатів. Також охарактеризовано сучасні інструментальні методи досліджень, які застосовуються у процесі контролю рівня розвитку рухових здібностей та функціональних можливостей людини. Значна роль відведена характеристиці сучасних комп'ютерних і цифрових технологій та методичних прийомів реєстрації, обробки й аналізу показників фізичного стану людини.

Другий розділ посібника – «Метрологічний контроль рухової підготовки різних груп населення» – містить питання прикладного

використання метрологічного контролю у практиці фізичної культури. Зміст цього розділу присвячено методам контролю фізичної та функціональної підготовленості осіб різного віку. Належна увага приділена методам тестування рухових можливостей дітей шкільного віку та студентської молоді, дорослого населення і людей похилого віку, а також метрологічному контролю в адаптивній фізичній культурі.

Значне інформаційне навантаження подано у додатках, які містять велику кількість статистичних і нормативних даних, необхідних для забезпечення метрологічного контролю осіб різного віку.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СПОРТИВНОЇ МЕТРОЛОГІЇ

Лекція № 1

Основи теорії спортивних вимірювань

План

1. Вступ до метрологічного контролю.
2. Елементи процесу вимірювань.
3. Види й основні етапи процесу вимірювань.
4. Вимірювальні шкали.
5. Фактори, що впливають на якість вимірювань. Точність вимірювань.

Рекомендована література

1. Андрєєва Р. Біомеханіка і основи метрології : навчально-методичний посібник [для здобувачів ступеню вищої освіти «Бакалавр» спеціальностей 6.010201 «Фізичне виховання*», 6.010202 «Спорт», 6.010203 «Здоров'я людини*»] / Регіна Андрєєва. – Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2015. – 224 с.
2. Базилевич Н.О. Спортивна метрологія : навч.-метод. посіб. / Н.О. Базилевич. – Переяслав-Хмельницький : ФОП Домбровська Я.М., 2016. – 191 с.
3. Біомеханіка спорту / за заг. ред. А.М. Лапутіна. – К. : Олімпійська література, 2001. – 318 с.
4. Бондаренко І. Г. Спортивна метрологія : методичні рекомендації / І.Г. Бондаренко. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2012. – 104 с.
5. Денисова Л.В. Измерения и методы математической статистики в физическом воспитании и спорте : учебн. пособие [для вузов] / Л.В. Денисова, И.В. Хмельницкая, Л.А. Харченко. – К. : Олимпийская литература, 2008. – 127 с.
6. Коренберг В.Б. Спортивная метрология. Словарь-справочник : учебное пособие [для ВУЗов] / В.Б. Коренберг. – М. : Советский спорт, 2004. – 340 с.
7. Костюкевич В.М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті : навч. посіб. / В.М. Костюкевич, Л.М. Шевчик, О.Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015. – 256 с.
8. Полевщиков М.М. Спортивная метрология : учеб. [для студентов педагогических вузов] / М.М. Полевщиков, Ю.И. Смирнов. – М. : Издательский центр «Академия», 2000. – 232 с.
9. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія : теорія і практичні аспекти : підручник / Л.П. Сергієнко. – К. : КНТ, 2010. – 776 с.
10. Чопик Р.В. Метрологічний контроль у фізичному вихованні : методичні матеріали до практичних занять [для студентів напряму підготовки «Фізичне виховання»] / Р.В. Чопик., О.В. Шатинська. – Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2016. – 336 с.

1. Вступ до метрологічного контролю

Для опису будь-якого матеріального об'єкта чи явища застосовують якісні та кількісні характеристики. Необхідність використовувати вказані характеристики зумовлює потребу вживання терміна «величина», а її визначення – поняття «вимірювання».

Перші вимірювання сягають глибокої давнини, однак окремі з них (насамперед, астрономічні) виконувалися з високою точністю на належному науковому рівні. На сучасному етапі людина здійснює найрізноманітніші вимірювання, починаючи з елементарних у побуті, закінчуючи найскладнішими – науковими дослідженнями. Потреба у забезпеченні єдності та точності вимірювань стала причиною зародження та генези окремої галузі наукових знань – *метрології*.

Метрологія (грец. *metreo* – вимірювання, *logos* – слово, вчення) у перекладі з давньогрецької мови – наука про вимірювання. На початковому етапі свого становлення вона була лише описовою наукою про різні міри та співвідношення між ними. Однак завдяки прогресу фізичних і точних наук метрологія набула суттєвого розвитку у забезпеченні єдності й точності вимірювань фізичних величин, кількість яких дедалі збільшувалася, щодо якості цих вимірювань. З розвитком метрології розширилося коло наукових проблем, які вона вивчає, що неодмінно відобразилося на великій кількості сучасних її тлумачень різними фахівцями.

Як зазначає *Н. О. Базилевич*, **метрологія** в сучасному її розумінні – це наука про вимірювання, методи та засоби забезпечення єдності вимірювань і способи досягнення необхідної їх точності. Метрологія має важливе значення для науково-технічного прогресу, оскільки без вимірювань, без постійного підвищення їх точності неможливий розвиток жодної з галузей науки і техніки. Завдяки точним вимірюванням стали можливими численні фундаментальні відкриття.

Розвиток науки і промисловості стимулював розвиток вимірювальної техніки, а удосконалення вимірювальної техніки, своєю чергою, активно впливало на розвиток багатьох галузей науки і техніки. Жодне наукове дослідження чи процес виробництва не може обійтися без вимірювань, без вимірювальної інформації. Ні в кого немає сумніву відносно того, що без розвитку методів і засобів вимірювання прогрес у науці і техніці неможливий.

Сучасна метрологія містить три складових: законотворчу, фундаментальну (наукову) і практичну (прикладну).

У системі фізичного виховання і спорту використовується прикладна, тобто, спортивна метрологія.

Спортивна метрологія – це наука про вимірювання та контроль у фізичному вихованні та спорті. На сучасному етапі фахівцями найчастіше застосовується таке тлумачення цієї дефініції: **спортивна метрологія** – це галузь спортивної педагогіки, сукупність принципів, уявлень, правил, методів, прийомів, що є теоретичними, методичними основами контролю в спорті (В.Б. Коренберг, 2004).

Особливістю спортивної метрології є те, що в ній термін вимірювання трактується у найширшому сенсі, оскільки у спортивній практиці недостатньо вимірювати лише фізичні величини.

Важливе значення у галузі досліджень рухової активності людини посідає метрологічний контроль. На сучасному етапі розвитку спортивної науки серед фахівців немає одностайності щодо співвідношення категорій «спортивної метрології» і «метрологічного контролю». Одні вчені вважають, що метрологічний контроль є окремою складовою спортивної метрології (Н.О. Базилевич, І.Г. Бондаренко, Л.П. Сергієнко та ін.). На думку інших фахівців (В.М. Костюкевич, Л.М. Шевчик, О.Г. Сокольвак), спортивна метрологія є лише складовою метрологічного контролю. Адже *метрологічний контроль* містить не лише методику вимірювання чи тестування, але й аналіз результатів відповідно до мети і завдань управління процесом фізичного виховання та підготовки спортсменів.

Предметом метрологічного контролю є комплексний контроль у фізичному вихованні та спорті.

Важливе значення має кваліфікація видів контролю, який застосовується у фізичному вихованні і спорті. За періодичністю проведення контроль поділяється на:

- оперативний;
- поточний;
- етапний.

Оперативний контроль дає змогу врахувати термінову реакцію організму людини на певне тренувальне навантаження. Це уможливорює підвищити ефективність оптимізації навантаження залежно від стану здоров'я людини та її індивідуальних особливостей. **Поточний контроль** дає можливість врахувати слідовий ефект, який сформований навантаженням попереднього дня. Завдяки такому підходу можна вносити корективи до норм

тренувального навантаження, що планується протягом тижня. **Етапний контроль** – визначаються адаптаційні реакції рухової функції людини після певного етапу тренувальних занять.

За станом систем організму людини та особливістю діяльності її у фізичному вихованні і спорті фахівці виділяють такі види контролю: медичний, педагогічний, біомеханічний, змагальної діяльності, морфологічний, функціональний, біохімічний, психологічний, генетичний і комплексний. Контроль дає можливість вивчати особливості розвитку рухових здібностей, морфологічних і психологічних ознак, функціональних можливостей, рухових дій і процесів.

Медичний контроль здійснюється загалом у трьох напрямках: оцінка фізичного розвитку; оцінка біологічного віку; оцінка стану здоров'я.

Оцінка фізичного розвитку здійснюється в декількох напрямках: визначаються соматометричні величини – довжина, маса тіла, обхват грудей; фізіометричні – життєва ємність легенів, сила згиначів кисті і розгиначів спини; соматоскопічні – будова тіла, постава, розвиток кістково-м'язової системи, наявність жирової маси, статевий розвиток. Інтегральну оцінку фізичного розвитку дає метод індексів. Частіше в медичному контролі використовуються індекси: Ерісмана, Кетле, життєвий, фізичного розвитку та інші.

Оцінка стану здоров'я визначається шляхом аналізу анкетних даних, вивчення медичного профілю та оцінки існуючих травм і захворювань. В анкеті здоров'я повідомляються дані про перенесені захворювання, про захворювання членів сім'ї, які проявляються сьогодні, симптоми, прийом ліків, харчових добавок та інше.

Оцінка медичного профілю осіб, які займаються фізичними вправами і спортом, охоплює проведення стандартних процедур обстеження шкіри, центральної нервової системи, очей, вух, носа, горла, органів дихання, серцево-судинної, кістково-м'язової та інших систем. У фізичному вихованні та спорті використовують стандартні методи оцінки травм і захворювань.

Педагогічний контроль частіше здійснюється у двох напрямках: контроль розвитку рухових здібностей; контроль фізичного (тренувального і змагального) навантаження.

Контроль розвитку рухових здібностей дає змогу визначити ступінь змінюваності і відповідності модельним характеристикам координаційних, силових, швидкісних здібностей, здібності до

витривалості і гнучкості в суглобах дітей, підлітків і спортсменів. Враховуючи складну структуру цих здібностей, при оцінці координаційних здібностей диференційовано визначають такі їхні види: здібність до диференціювання параметрів рухів, до збереження стійкості пози (рівноваги), до ритмічної діяльності, до орієнтації в просторі, до довільного розслаблення м'язів, до координованості рухів (спритність), до виконання пластичних дій. При вивченні силових здібностей визначають максимальну, швидкісну силу і силову витривалість; швидкісних здібностей – швидкість реакції (просту і складну: реакцію вибору рухів, реакцію на рухомий об'єкт), швидкісних одиничних рухів, частоту (темп) рухів і швидкісні здібності в цілісних рухових актах. Враховуючи те, що витривалість – також комплексна рухова здібність, вимірюють загальну (кардіореспіраторну, тотальну, регіональну, локальну), специфічну (швидкісну, швидкісно-силову, координаційну) і спеціальну (розумову, емоційну, зорову, слухову і т. п.) витривалість. Існують різні тестові методики визначення гнучкості хребетного стовпа, плечових, кульшових, ліктьових, колінних, гомілковоступневих суглобів.

Контроль фізичного навантаження відбувається як змагального, так і тренувального типу. Реєструють такі компоненти навантаження, як: об'єм, інтенсивність, координаційну складність та ін..

Біомеханічний контроль. Сучасний розвиток біомеханіки дає можливість об'єктивно здійснити реєстрацію біокінематичних характеристик рухів (використовується кіно- і відеозйомка), зробити оцінку біостатики тіла (визначення загального центра маси тіла і його ланок, стійкості тіла в різних положеннях), вивчити біодинамічні характеристики рухів: використання тензодинамометрії, міотонометрії, електроміографії.

Контроль змагальної діяльності. Цей вид контролю здійснюється загалом у трьох напрямках, а саме: контроль ефективності ігрової діяльності, стенографування рухів, реєстрація різних характеристик рухів. Контроль ефективності ігрової діяльності (техніко-тактичних дій) за розробленими оціночними шкалами здійснюється шляхом зіставлення командних та індивідуальних дій.

Морфологічний контроль. Можна виділити декілька напрямів морфологічного контролю: визначення складу тіла, діагностика соматотипу, визначення м'язової композиції, проведення антропометричних вимірювань, рентгенографія. Антропометричні

вимірювання дають змогу визначити довжинні й обхватні антропометричні показники, а також антропометричні діаметри. Схильність до занять певним видом спорту залежить від соматичної належності людини. Діагностику соматотипу здійснюють у дітей і підлітків, дорослих спортсменів, використовуючи різні технології. М'язова композиція у людини багато в чому індивідуальна. Від наявності певного процентного співвідношення повільноскорочуваних (ПС червоних) і швидкоскорочуваних (ШС білих) типів м'язових волокон залежить схильність людини до певної рухової діяльності. Прямі (біопсія) і непрямі методи дають можливість визначити індивідуальне співвідношення типів волокон у спортсменів. Рентгенографія в морфологічному контролі дає змогу вивчити нормальний стан і деформування хребетного стовпа, кісток кінцівок і суглобів.

Функціональний контроль у фізкультурно-спортивній практиці здійснюється в декількох напрямках при вивченні функціональної діяльності: серцево-судинної, дихальної, нервово-м'язової, аналізаторних систем. При обстеженні функцій серцево-судинної системи визначають частоту серцевих скорочень у стані спокою, при роботі і відновленні; артеріальний тиск; проводять функціональні спроби, в основі яких здійснюється реєстрація різних показників серцево-судинної системи. Діагностика функцій дихальної системи проводиться на основі вивчення життєвої ємності легень, максимальної вентиляції легень, функціональних спроб, визначення порогу анаеробного обміну. При контролі функцій нервово-м'язової системи використовується термографія, електроенцефалографія. При діагностиці функцій сенсорних систем обстежуються зоровий, слуховий і руховий аналізатори.

Біохімічний контроль. Суттєвими тут є декілька напрямів: біохімічний контроль повітря, біологічних рідин, м'язової тканини, застосування допінгу.

Повітря, яке видихається, – один з основних об'єктів дослідження енергетичного обміну в організмі. Співвідношення спожитого кисню і вуглекислого газу відображає інтенсивність процесів енергозабезпечення.

Із біологічних рідин у біохімії спорту вивчаються кров, сеча, слина, піт. Найбільш інформативним показником у біохімічному контролі є кров. За змінюваністю складу крові або рідинної її частини – плазми – можна зробити висновок про гомеостатичний стан

внутрішнього середовища організму чи його зміни при руховій діяльності. При біохімічній діагностиці функціонального стану спортсмена інформативними показниками є рівень гормонів у крові. За цим показником визначають стан спортсмена: функціональну тренуваність, особливість протікання процесів утоми; відновлення. Біохімічний аналіз сечі дає змогу певною мірою вивчити роботу нирок, а також динаміку обмінних процесів у різних органах і тканинах.

М'язова тканина є достатньо вагомим показником біохімічного контролю м'язової діяльності. Аналізуючи м'язові тканини, визначають кількість скорочуваних білків, АТФ-азну активність міозина, показники енергетичного обміну, електроліти й інші речовини.

Актуальною проблемою в біохімічному контролі є визначення застосування спортсменом допінгу. Його використання не тільки створює нерівні умови під час спортивної боротьби, але й шкодить здоров'ю спортсмена в результаті побічної дії, а інколи є навіть причиною його смерті.

Психологічний контроль загалом дає можливість вивчати розвиток: загальних здібностей інтелекту, пам'яті, уваги, мислення, типологічних властивостей нервової системи. Контроль інтелектуальних здібностей можливий за допомогою вербальних, словесних, числових, зорово-просторових тестів. Кількісним показником рівня інтелектуального розвитку людини є коефіцієнт інтелекту IQ (англ. – Intelligence Quotient). У спортивній діяльності спостерігається прямий зв'язок між розвитком інтелектуальних здібностей спортсмена та його спортивними результатами. Ефективність навчальної діяльності дітей і підлітків (спортсменів) залежить від розвитку пам'яті. Доцільно при психологічному контролі тих, хто займається руховою діяльністю, вивчати короткочасну (використовуються цифрові і наочно-образні тести), логічну, механічну і рухову пам'ять. За допомогою тестів вивчають ступінь концентрації, властивість переключення (лабільність) і стійкість (стабільність) уваги. У психологічному контролі спортсменів важливе місце займає діагностика розвитку мислення. Тут можливим є використання таких тестів: інтерпретація прислів'я, відгадування загадок, виділення суттєвих ознак, виключення понять, методики «кількісні відношення», «словесний лабіринт» та інші. Типологічні властивості нервової системи враховуються під час

спортивного відбору. Їх можна визначити за допомогою спостереження і тестових методик.

Необхідність **генетичного контролю** визначилась відносно недавно. Використання його пов'язують з проблемою пошуку спортивних талантів. Розрізняють декілька напрямів генетичного контролю: діагностика спортивного таланту, визначення наявності чи відсутності генетичних маркерів (серологічних, дермотогліфічних, іридологічних, хромосомних, функціональних, гормональних і морфологічних), визначення статеві належності спортсмена (під час допуску до змагань спортсменок).

Комплексний контроль дає інтегральну характеристику рухової функції людини чи рухової підготовленості спортсмена. Часто при такому контролі розраховується один узагальнювальний показник.

2. Елементи процесу вимірювань

Величиною називають якісне або кількісне вираження окремої характеристики досліджуваного об'єкта.

Процес безпосереднього встановлення кількісної міри прояву цієї характеристики (якості) об'єкта становить сутність вимірювання. Тобто, **вимірювання** – це встановлення відповідності між явищами, які вивчаються, з одного боку, і числами – з іншого. Або: **вимірювання** – це процес порівняння шуканої величини з однорідною, яка прийнята за одиницю.

Серед величин є такі, що однозначно представляються числовими значеннями (наприклад, маса, довжина) і такі, що можуть бути описані якісними характеристиками чи ступенем порівняння (рівень знань, рівень втоми, артистизм, техніка і т.д.). Але і в цих випадках замість якісних характеристик можна використовувати також числові.

Тобто в широкому значенні слова вимірювання полягає у наданні (встановленні) числових значень рівню прояву даної величини (якості).

Щоб результати різних вимірювань можна було порівнювати один з одним, вони повинні бути виражені в одних і тих самих одиницях. У 1961 р. на Міжнародній генеральній конференції з мір і ваг була прийнята Міжнародна система одиниць, що одержала скорочену назву СІ. У складі СІ сьогодні сім незалежних одна від одної основних одиниць, з яких як похідні виводять одиниці інших

фізичних величин. Похідні одиниці визначаються на основі формул, що пов'язують між собою фізичні величини.

Наприклад, одиниця довжини (метр) і одиниця часу (секунда) – основні одиниці, а одиниця швидкості (метр за секунду [м/с]) – похідна. Сукупність вибраних основних і утворених з їхньою допомогою похідних одиниць для однієї або декількох галузей вимірювань називається системою одиниць (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Основні одиниці СІ

Величина	Розмірність	Одиниця		
		Назва	Позначення	
			українське	міжнародне
Довжина	L	Метр	м	m
Маса	M	Кілограм	кг	kg
Час	T	Секунда	с	S
Сила струму	I	Ампер	А	A
Температура	q	Кельвін	К	K
Кількість речовини	N	Моль	моль	mol
Сила світла	G	Кандела	Кд	cd

Усі похідні величини мають свої розмірності.

Розмірністю називається вираз, що пов'язує похідну величину з основними величинами системи при коефіцієнті пропорційності, рівному одиниці. Наприклад, розмірність швидкості дорівнює $[V]=L/T=L\cdot T^{-1}$, а розмірність прискорення дорівнює $[a]=L\cdot T^{-2}$.

У спортивній метрології та практиці часто використовують одиниці вимірювань, що не належать ні до системи СІ, ні до будь-яких інших систем вимірювань.

Похідним показником у спортивній метрології є:

- сила – ньютон ($1H = 1 \text{ кг}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$);
- швидкість – метр в секунду ($\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$);
- об'єм літр (л); 109
- кут повороту – градус кутовий ($\dots 0$) радіан (рад);
- темп (частота) рухів в секунду (с^{-1});
- прискорення – метр на секунду в квадраті ($\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$);
- момент інерції – кілограм – метр в квадраті ($\text{кг}\cdot\text{м}^2$);

- момент сили – ньютон – метр ($H \cdot m$);
- імпульс сили – ньютон – секунда ($H \cdot c$);
- потужність – ват (Bm).

Основні та похідні показники спортивної метрології:

- кінетична енергія – $Dж$;
- потенційна енергія – $Dж$;
- швидкість поглинання кисню – $мл \cdot хв^{-1}$;
- метаболічний еквівалент – MET (кількість кисню, що споживається за 1 хв на 1 кг маси тіла);
- частота серцевих скорочень – $ЧСС$ ($уд \cdot хв^{-1}$);
- легенева вентиляція – $ЛВ$ ($л \cdot хв^{-1}$);
- лактат в крові – $мг\%$; $ммоль \cdot л^{-1}$;
- анаеробна потужність – $ккал \cdot хв^{-1}$;
- максимальне споживання кисню – $МСК$ ($л \cdot хв^{-1}$);
- концентрація глюкози в крові – $мг\%$;
- максимальна аеробна потужність – $мл \cdot кг^{-1}$;
- максимальний кисневий борг – $мл \cdot кг^{-1}$;
- життєва ємність легень – $ЖЄЛ$ ($л$);
- легенева вентиляція – $л \cdot хв^{-1}$;
- парціальна напруга O_2 в артеріальній крові – $мм.рт.ст.$;
- поріг анаеробного обміну – $ПАНО$ – $\%$ від $МСК$;
- загальний об'єм серця – $см^3 \cdot кг^{-1}$;
- швидкість споживання кисню – $л \cdot хв^{-1}$;
- потужність фосфатної системи – $Bm \cdot c^{-1}$;
- ємність анаеробної системи – $ккал \cdot кг^{-1}$.

Наведені одиниці вимірювань складають основу кількісних досліджень у фізичному вихованні та спорті. Вихідні дані, що виражені в цих одиницях, використовуються для практичних вимірювань, які здійснюються за допомогою спеціальних засобів вимірювань.

Належно організований процес вимірювання повинен містити певні елементи. *Л.П. Сергієнко (2010)* запропонував таку класифікацію елементів вимірювання:

Елементи процесу вимірювання

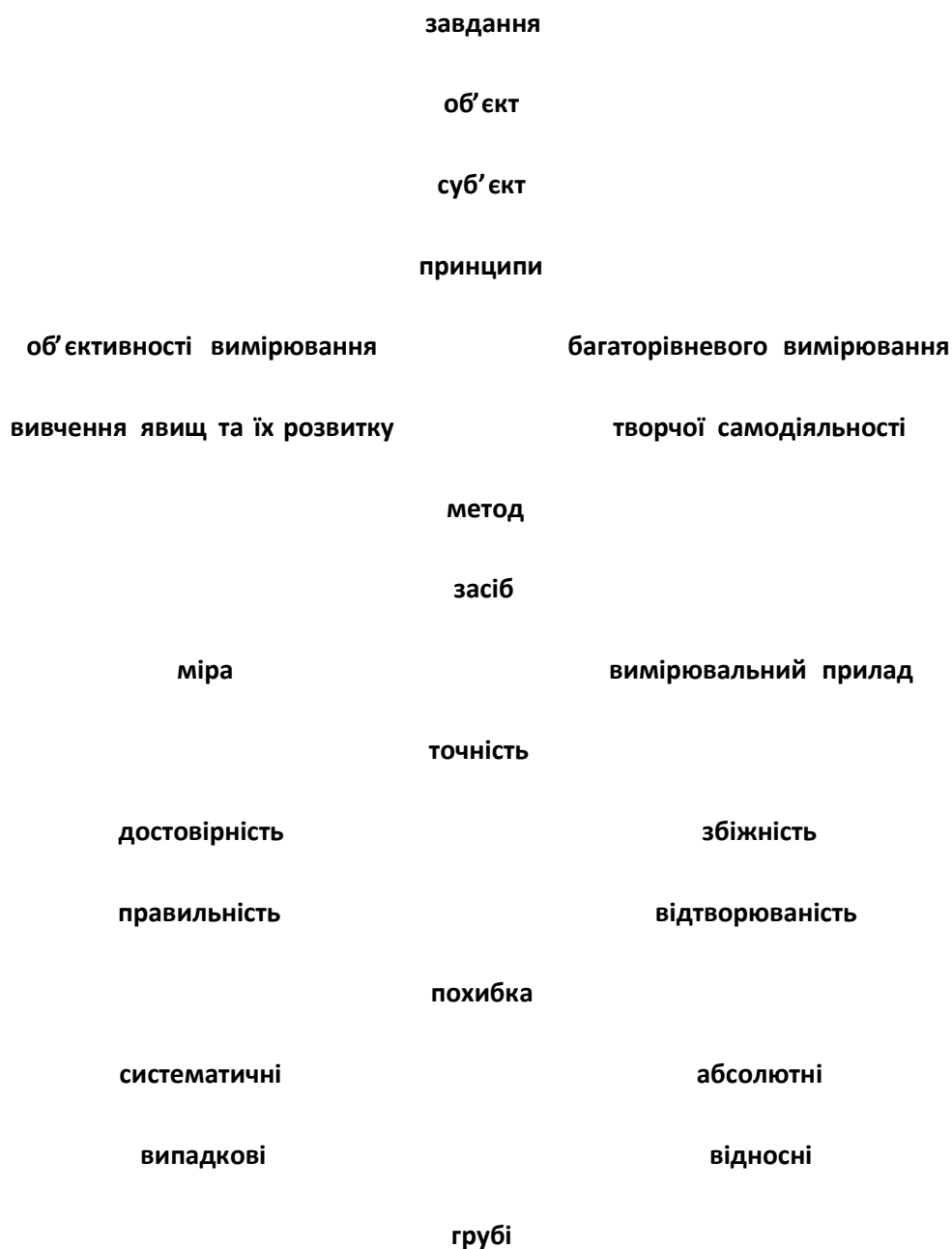


Рис. 1. Класифікація елементів вимірювання (за Л.П. Сергієнко, 2010)

Завдання вимірювання є початковим і першочерговим елементом вимірювання. У завданнях конкретизується, яка саме величина має бути виміряна, та допустима похибка вимірювань в певних умовах. При цьому конкретизується об'єкт вимірювання.

Об'єктом вимірювання в теоретичній метрології є реальний фізичний об'єкт, властивості якого характеризуються однією або декількома вимірювальними фізичними величинами. У спортивній метрології об'єктом вимірювання, наприклад, може бути певна рухова якість, властивості якої визначають шляхом вимірювання її складових.

Суб'єктом вимірювання в спортивній метрології є людина, при цьому взаємозв'язок суб'єкта й об'єкта вимірювання можливий тільки на основі математичної моделі об'єкта – сукупності математичних символів і відношень між ними, що адекватно визначає певні властивості об'єкта вимірювання.

У процесі вимірювання необхідно дотримуватися таких **принципів**:

- принцип об'єктивності вимірювання розв'язує проблему співвідношення об'єктивного та суб'єктивного компонентів у науковому пізнанні;
- принцип багатомірного, багаторівневого вимірювання суб'єкта полягає у визначенні певних закономірностей об'єкта на різних рівнях його організації, згідно з чим обираються відповідні методи вимірювання та робиться відповідний аналіз і синтез отриманих результатів;
- принцип вивчення явищ в їхньому розвитку ґрунтується на розумінні природи особистості як динамічного явища, що дає можливість шляхом екстраполяції спрогнозувати розвиток певних явищ і процесів у майбутньому (система спортивного відбору);
- принцип творчої самодіяльності процесу вимірювання передбачає творчий підхід у реалізації етапності вимірювання, підборі методів вимірювання та інше.

Метод вимірювання – це прийом порівняння вимірюваної фізичної величини з її одиницею відповідно до реалізованих принципів вимірювання. Методи вимірювання за можливості повинні мати мінімальну похибку. Методи вимірювання бувають безпосередніми та опосередкованими. *Прямі вимірювання* характеризуються безпосереднім вираженням фізичної величини її мірою. *Опосередковані вимірювання* відрізняються від прямих тим, що шукане значення величини встановлюють за результатами прямих вимірювань таких величин, які пов'язані з шуканою певною залежністю.

Засоби вимірювання – це технічні засоби, що використовуються при вимірюваннях і мають нормовані метрологічні властивості. Засобами вимірювання є міра та вимірювальні прилади.

Міра – засіб вимірювання, призначений для відтворення фізичної величини заданого розміру (гиря – міра маси).

Вимірювальний прилад – це засіб вимірювання, який дає змогу одержати вимірювальну інформацію у формі, що є доступною для безпосереднього сприйняття її спостерігачем.

Еталон – це засіб вимірювання, який слугує для збереження та передачі розміру одиниці фізичної величини іншим засобам вимірювання.

Точність вимірювання – якість вимірювання, яка характеризує близькість результату вимірювання до істинного значення вимірюваної величини. Це поняття асоціюється з такими поняттями спортивної метрології, як достовірність, правильність вимірювання, відтворюваність результатів вимірювання.

Достовірність вимірювань визначається ступенем довіри до результату вимірювання і характеризується ймовірністю того, що істинне значення вимірюваної величини є у вказаних межах.

Правильність вимірювань – це якість вимірювання, що відображає близькість один до одного результатів вимірювання, виконаних на однакових умовах.

Відтворюваність результатів вимірювання – це якість вимірювання, що відображає близькість один до одного результатів вимірювання, одержаних за різних умов.

У результаті вимірювань результатів рухової діяльності людини можуть бути похибки. *Похибки вимірювань* є відхиленням результатів вимірювання від істинного значення вимірюваної величини.

3. Види й основні етапи процесу вимірювань

У спортивній метрології застосовується декілька класифікацій видів вимірювань (І. Г. Бондаренко, 2012):

- засновані на використанні органів відчуття (органолептичні);
- виконувані за допомогою спеціальних технічних засобів;
- класифіковані за способом одержання числового значення вимірювань;
- класифіковані за характером вимірюваної величини в процесі вимірювань;
- класифіковані за кількістю вимірюваної інформації;

- класифіковані щодо основних одиниць вимірювання.

Види вимірювань, засновані на використанні органів відчуття людини. Вимірювання, в основі яких використовуються зорове, слухове, нюхове, дотикове і смакове сприйняття, називаються органолептичними. Розвиток психомоторних здібностей людини засноване на реалізації контрольних функцій органів відчуття. Так, наприклад, у теорії спорту для розвитку простої рухової реакції спортсмена існує метод, який умовно називається «сенсомоторний», котрий заснований на здібності людини розрізняти невеликі інтервали часу і відповідно вимірювати тривалість рухової реакції. Ця методика спрямована на те, щоб розвивати здібність точно сприймати час і за допомогою цього підвищити швидкість реагування.

Види вимірювань, виконувані за допомогою спеціальних технічних засобів. Такі вимірювання називають інструментальними. Дослідник може реєструвати дані приладу і записувати їх в журнал, обробляти найпростішим способом і за допомогою обчислювальних засобів. На якість цих операцій впливає рівень професійної підготовки, мотивація, внутрішній стан особи.

Види вимірювань, класифіковані за способом одержання числового значення фізичної величини:

- *прямі* – певна фізична величина вимірюється безпосередньо за допомогою певної вимірювальної апаратури;
- *непрямі* – значення величини встановлюють за результатами прямих вимірювань тих величин, які пов'язані певною залежністю з тими, що потрібно виміряти;
- *сукупні* – значення вимірюваних величини знаходять за даними повторних вимірювань однієї або декількох однойменних величин;
- *сумісні* – це одночасне вимірювання двох або більшої кількості неоднорідних фізичних величин для визначення функціональної залежності між ними.

Види вимірювань, класифіковані за характером вимірюваної величини:

- динамічні, пов'язані з величинами, які в процесі вимірювання зазнають певних змін;
- статичні, які мають місце тоді, коли вимірювана величина постійна (маса диску);
- статистичні, пов'язані з певними характеристиками випадкових процесів.

Види вимірювань, класифіковані за кількістю вимірюваної інформації:

- одноразові – це одне вимірювання однієї величини; у зв'язку з тим, що одноразові вимірювання часто мають певні помилки, слід проводити декілька одноразових вимірювань, а кінцевий результат знаходити як середнє арифметичне значення;
- багаторазові – характеризуються перевищенням кількості вимірюваних величин.

Види вимірювань, класифіковані щодо основних одиниць вимірювання:

- в абсолютних вимірюваннях використовуються вимірювання однієї основної величини;
- відносні вимірювання базуються на встановленні відношення вимірюваної величини до однорідної, що використовується як одиниця.

Вимірювання – це послідовність складних і різноманітних дій, які складаються з ряду етапів. Розглянемо *основні етапи процесу вимірювань*.

Першим етапом будь-якого вимірювання є постановка вимірювальних завдань: збір даних про вимірювання і дослідження фізичних величин, їх аналіз; формування моделі об'єкта і визначення вимірюваної величини; постановка вимірювального завдання на основі прийнятої моделі об'єкта вимірювання; вибір конкретних величин, за допомогою яких буде знаходитись значення вимірювальної величини; формулювання рівняння вимірювання.

На *другому* етапі процесу вимірювання відбувається планування вимірювання у такій послідовності: вибір методів вимірювань безпосередньо вимірюваних фізичних величин і можливих видів системи вимірювань; апріорна оцінка похибки вимірювань; визначення вимог до метрологічних характеристик системи вимірювань і умов вимірювань; вибір системи вимірювань відповідно до вказаних вимог; вибір параметрів вимірювальної процедури; підготовка системи вимірювань до виконання експериментальних досліджень; забезпечення відповідних умов для вимірювання та створення можливості їхнього контролю.

Третій головний етап вимірювання – вимірювальний експеримент: взаємодія засобів і об'єкта вимірювань; перетворення сигналу вимірювальної інформації; відтворення

сигналу заданого розміру; порівняння сигналів і реєстрація результатів.

Останній етап вимірювання – обробка експериментальних даних: попередній аналіз інформації; розрахунок і внесення можливих поправок на систематичні погрішності; формулювання та аналіз математичного завдання обробки даних; побудова можливих алгоритмів обробки експериментальних даних; проведення розрахунків відповідно до прийнятого алгоритму; аналіз та інтерпретація одержаних результатів.

4. Вимірювальні шкали

Для здійснення процесу вимірювання обов'язковою є наявність шкали. **Шкала** – це вибраний певним чином спосіб встановлення відповідності між числами і характеристиками об'єктів. У спортивних вимірюваннях здебільшого використовують чотири типи шкал:

- *найменувань (номінальна);*
- *порядку;*
- *інтервалів;*
- *відношень.*

Шкала найменувань (номінальна шкала) – найпростіша з усіх шкал. У ній числа виконують роль ярликів і служать для виявлення та ідентифікації досліджуваних об'єктів (наприклад, нумерація гравців футбольної команди). Числа, що складають шкалу найменувань, дозволяється змінювати місцями. У цій шкалі немає відношень типу «більше – менше», тому дехто вважає, що застосування шкали найменувань не варто вважати вимірюванням. При використанні шкали найменувань можуть проводитися тільки окремі математичні операції. Наприклад, її числа не можна додавати і віднімати, але можна підраховувати, скільки разів (як часто) трапляється те чи те число.

Шкала порядку. Є види спорту, де результат спортсмена визначається тільки місцем, зайнятим на змаганнях (наприклад, єдиноборства). Після таких змагань зрозуміло, хто зі спортсменів сильніший, а хто слабший. Але наскільки сильніший або слабший, сказати не можна. Якщо три спортсмени зайняли відповідно перше, друге і третє місця, то незрозуміло, які їхні відмінності в спортивній майстерності: другий спортсмен може бути майже такий, як і перший, а може бути істотно слабшим від нього, бути майже однаковим із

третім. Місця, зайняті в шкалі порядку, називаються рангами, а сама шкала називається ранговою або неметричною. У такій шкалі складові її числа упорядковані за рангами (тобто зайнятими місцями), але інтервали між ними точно вимірити не можна. На відміну від шкали найменувань, шкала порядку дає змогу не тільки установити факт рівності або нерівності вимірюваних об'єктів, але і визначити характер нерівності у вигляді суджень: «більше – менше», «краще – гірше» та ін..

За допомогою шкал порядку можна вимірювати якісні показники, які не мають строгої кількісної міри. Особливо широко ці шкали використовуються у гуманітарних науках: педагогіці, психології, соціології. До рангів шкали порядку можна застосовувати більшу кількість математичних операцій, ніж до чисел шкали найменувань.

Шкала інтервалів – така шкала, у якій числа не тільки впорядковані за рангами, але і розділені визначеними інтервалами. Особливість, що відрізняє її від описуваної далі шкали відношень, полягає в тому, що нульова точка вибирається довільно. Прикладами можуть бути календарний час (початок літочислення в різних календарях установлювалося за певними причинами), суглобовий кут (кут у ліктьовому суглобі при повному розгинанні передпліччя може прийматися рівним або нулеві, або 180°), температура, потенціальна енергія піднятого вантажу, потенціал електричного поля та ін..

Результати вимірювань за шкалою інтервалів можна обробляти всіма математичними методами, окрім обчислення відношень. Дані шкали інтервалів дають відповідь на запитання «на скільки більше?», але не дають змогу стверджувати, у скільки разів одне значення обмірюваної величини більше або менше від іншого. Наприклад, якщо температура підвищилася з 10° до 20° за Цельсієм, то не можна сказати, що стало у два рази тепліше.

Шкала відношень. Ця шкала відрізняється від шкали інтервалів тільки тим, що в ній строго визначене положення нульової точки. Завдяки цьому шкала відношень не накладає жодних обмежень на математичний апарат, використовуваний для обробки результатів спостережень.

У спорті за шкалою відношень вимірюють відстань, силу, швидкість і десятки інших перемінних. Вимірюють також величини, що утворюються як різниці чисел, визначених за шкалою інтервалів. Так,

календарний час відраховується за шкалою інтервалів, а інтервали часу – за шкалою відношень.

При використанні шкали відношень (і тільки в цьому випадку!) вимірювання якої-небудь величини зводиться до експериментального визначення відношення цієї величини до іншої подібної, прийнятої за одиницю. Вимірюючи довжину стрибка, ми довідуємося, у скільки разів ця довжина більша від довжини іншого тіла, прийнятого за одиницю довжини (метрової лінійки в окремому випадку); зважуючи штангу, визначаємо відношення її маси до маси іншого тіла – одиничної гирі «кілограма» та ін.. Якщо обмежитися тільки застосуванням шкали відношень, то можна дати інше (вужче, часткове) визначення вимірювання: вимірити яку-небудь величину – значить знайти експериментальним шляхом її відношення до відповідної одиниці виміру.

У таблиці 1.2 наведені зведені дані про шкали вимірювань.

Таблиця 1.2

Шкали вимірювань

Шкала	Основні операції	Допустимі математичні процедури	Приклади
Найменувань	Установлення рівності	Кількість випадків Мода Кореляція випадкових подій (тетра- і поліхоричні коефіцієнти кореляції)	Нумерація спортсменів у команді Результати жеребкування
Порядку	Установлення співвідношень «більше» або «менше»	Медіана Рангова кореляція Рангові критерії Перевірка гіпотез непараметричною статистикою	Місце, зайняте на змаганнях Результати ранжування спортсменів групою експертів
Інтервалів	Установлення рівності інтервалів	Всі методи статистики окрім визначення відношень	Календарні дати (час) Суглобовий кут Температура тіла
Відношень	Установлення рівності відношень	Всі методи статистики	Довжина, сила, маса, швидкість і ін.

5. Фактори, що впливають на якість вимірювань. Точність вимірювань

На якість вимірювань впливають такі фактори:

- об'єкт вимірювання;
- суб'єкт (експерти, експериментатор);
- спосіб вимірювання;
- засіб вимірювання;
- умови вимірювання.

Об'єкт вимірювання у фізичному вихованні та спорті є значною складністю у зв'язку з індивідуальними відмінностями, популяційними, генетичними, психологічними. Експерт або експериментатор вносить у процес вимірювання елемент суб'єктивізму. Результат вимірювання залежить від кваліфікації експериментатора, ступеня володіння ним методикою, психологічного і фізіологічного стану в момент вимірювання. Спосіб вимірювання може бути різним за точністю.

Отже, жодне вимірювання не може бути виконане абсолютно точно. Результат вимірювання неминуче містить похибку, величина якої тим менша, чим точніший метод вимірювань і вимірювальний прилад.

Основна похибка – це похибка методу вимірювання або вимірювального приладу, що має місце в нормальних умовах їхнього застосування.

Додаткова похибка – це похибка вимірювального приладу, зумовлена відхиленням умов його роботи від нормальних.

Величина $\Delta A = A - A_0$, рівна різниці між показанням вимірювального приладу (A) і істинним значенням вимірюваної величини (A_0), називається **абсолютною похибкою** вимірювання. Вона вимірюється в тих самих одиницях, що і сама вимірювана величина.

Відносна похибка – це відношення абсолютної похибки до значення вимірюваної величини.

Відносна похибка може бути двох видів:

$$\text{дійсна} \quad \delta_D = \frac{|\Delta A|}{A_0} \cdot 100\%;$$

$$\text{приведена} \quad \delta_{II} = \frac{|\Delta A|}{A_{\max}} \cdot 100\% .$$

Виражаються ці величини у відсотках, $\delta_D \geq 0$, $\delta_{II} \geq 0$.

У тих випадках, коли оцінюється не похибка вимірювань, а похибка вимірювального приладу, за максимальне значення вимірюваної величини приймають граничне значення шкали приладу. У такому розумінні найбільше допустиме значення ΔA , виражене у відсотках, визначає в нормальних умовах роботи **клас точності вимірювального приладу**.

Систематичною називається похибка, величина якої не змінюється від вимірювання до вимірювання. В силу цієї своєї особливості систематична похибка часто може бути передбачена заздалегідь або в крайньому випадку виявлена й усунута після закінчення процесу вимірювань.

Випадкові похибки виникають під дією різноманітних факторів, які неможливо передбачити заздалегідь, а також точно врахувати.

Таруванням (нім. *tarieren*) називається перевірка показів вимірювальних приладів шляхом порівняння з показаннями зразкових значень мір (еталонів*) у всьому діапазоні можливих значень вимірюваної величини.

Калібруванням називається визначення похибок або поправка для сукупності мір (наприклад, набору динамометрів). І при таруванні, і при калібруванні до входу вимірювальної системи замість спортсмена підключається джерело еталонного сигналу відомої величини. Наприклад, таруючи установку для вимірювання зусиль, на тензометричній платформі за чергою поміщають вантажі масою 10, 20, 30 та ін. кілограм.

Рандомізацією (англ. *random* – випадковий) називається перетворення систематичної похибки у випадкову. Цей прийом спрямований на усунення невідомих систематичних похибок. За методом рандомізації вимірювання досліджуваної величини здійснюється кілька разів. При цьому вимірювання організовують так, щоб постійний фактор, що впливає на їхній результат, діяв у кожному випадку по-різному. Так, при дослідженні фізичної працездатності можна рекомендувати вимірювати її багаторазово, щоразу змінюючи спосіб завдання навантаження. Після закінчення усіх вимірювань їхні результати усереднюються за правилами математичної статистики.

Стандарт – нормативно-технічний документ, що встановлює комплекс норм, правил, вимог до об'єкта стандартизації, і затверджений компетентним органом – Державним комітетом зі стандартизації. У спортивній метрології та метрологічному контролі об'єктом стандартизації є спортивні вимірювання.

Питання для самоконтролю

1. Що вивчає спортивна метрологія?
2. Назвіть предмет вивчення метрологічного контролю.
3. Які є види контролю за періодичністю його проведення?
4. Назвіть види контролю за станом систем організму людини та особливістю діяльності у фізичному вихованні та спорті.
5. Що називається величиною?
6. У чому полягає суть процесу вимірювання?
7. Охарактеризуйте Міжнародну систему одиниць СІ.
8. Які величини вимірюються у спортивній метрології?
9. Назвіть основні елементи процесу вимірювань.
10. Охарактеризуйте основні види вимірювань.
11. З яких етапів складається процес вимірювання?
12. Що таке шкала вимірювань? Які є види шкал?
13. Назвіть фактори, що впливають на точність вимірювань.
14. Охарактеризуйте основні види похибок.
15. Що таке калібрування?

Лекція № 2

Метод середніх величин. Основи вибіркового методу

План

1. Поняття про сукупності.
2. Одновимірні ряди результатів вимірювань.
3. Основні характеристики варіаційного ряду.
4. Розподіл випадкової величини. Закон нормального розподілу.
5. Основи вибіркового методу.
6. Параметричні та непараметричні методи порівняння вибірок.

Рекомендована література

1. Андреева Р. Біомеханіка і основи метрології : навчально-методичний посібник [для здобувачів ступеню вищої освіти «Бакалавр» денної та заочної форм навчання спеціальностей 6.010201 «Фізичне виховання*», 6.010202 «Спорт», 6.010203 Здоров'я людини*] / Регіна Андреева. – Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2015. – 224 с.
2. Базилевич Н. О. Спортивна метрологія : навч.-метод. посіб. / Н.О. Базилевич. – Переяслав-Хмельницький : ФОП Домбровська Я.М., 2016. – 191 с.
3. Бондаренко І.Г. Спортивна метрологія : методичні рекомендації / І.Г. Бондаренко. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2012. – 104 с.
4. Губа В.П. Измерения и вычисления в спортивно-педагогической практике : учебн. пособие [для вузов физической культуры] / В.П. Губа, М.П. Шестаков, Н.Б. Бубнов. – М. : СпортАкадем-Пресс, 2002. – 211 с.
5. Денисова Л.В. Измерения и методы математической статистики в физическом воспитании и спорте : учебн. пособие [для вузов] / Л.В. Денисова, И.В. Хмельницкая, Л.А. Харченко. – К. : Олимпийская литература, 2008. – 127 с.
6. Коренберг В.Б. Спортивная метрология. Словарь-справочник : учебное пособие [для ВУЗов] / В.Б. Коренберг. – М. : Советский спорт, 2004. – 340 с.
7. Костюкевич В.М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті : навч. посіб. / В.М. Костюкевич, Л.М. Шевчик, О.Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015 – 256 с.
8. Костюкевич В.М. Основи науково-дослідної роботи магістрантів та аспірантів у вищих навчальних закладах (спеціальність: 017 Фізична культура і спорт) : навчальний посібник / В.М. Костюкевич, В.І. Воронова, О.А. Шинкарук, О.В. Борисова ; за заг. ред. В.М. Костюкевича. – Вінниця : ТОВ «Нілан – ЛТД», 2016. – 554 с
9. Начинская С.В. Спортивная метрология : учеб. пособие [для студ. высш. учеб. заведений] / С.В. Начинская. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – 240 с.

10. Полевщиков М.М. Спортивная метрология : учебник [для факультетов физической культуры педагогических институтов..] / М.М. Полевщиков. 2-е изд., испр. и доп. – М. : Советский спорт, 2007. – 100 с.

11. Спортивная метрология / под общ. ред. В.М. Зациорского. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.

12. Чопик Р.В. Метрологічний контроль у фізичному вихованні : методичні матеріали до практичних занять [для студентів напряму підготовки «Фізичне виховання»] / Р.В. Чопик, О.В. Шатинська. – Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2016. – 336 с.

1. Поняття про сукупності

Під час досліджень у галузі фізичної культури і спорту вивчають певні ознаки, які притаманні великій кількості людей. Масові вимірювання однорідних об'єктів, що мають спільні якості, володіють певними закономірностями. Саме через існування цих закономірностей для подальших досліджень обирають лише частину групи. Отримавши певні результати, перевіряють їхню достовірність, а потім поширюють на всю сукупність людей, яким властива ця ознака.

Будь-яка велика досліджувана сукупність об'єктів із певною ознакою, яка підлягає вивченню, називається *генеральною*.

Вибірковою сукупністю називають лише ту частину з генеральної, яка бере безпосередню участь в експерименті. Іноді її ще називають *вибіркою*. Якщо дослідження охоплена вся генеральна сукупність, то воно є суцільним, а коли лише певна вибірка – дослідження вибіркове. Кожна вибірка характеризується *об'ємом n* – це кількість об'єктів дослідження. Якщо вибірка – це генеральна сукупність відповідно до вимог математичної статистики, то вона є *репрезентативною*.

Репрезентативність вибірки забезпечується виконанням таких умов:

- 1) об'єкти мають добиратися випадковим чином;
- 2) має бути достатній об'єм.

Для випадкового відбору об'єкти дослідження можна добирати за допомогою жеребкування, таблиці випадкових чисел (*Додаток 1, табл. Д.1.1*), механічного відбору, типового і серійного відборів.

2. Одновимірні ряди результатів вимірювань

Одним із найбільш вживаних методів статистики є **метод середніх величин**.

Цей метод складається із трьох основних етапів:

- утворення варіаційного ряду;
- обчислення характеристик варіаційного ряду;
- аналіз і практична реалізація отриманих результатів.

Розглянемо, як здійснюється обробка й аналіз вибірки та будуються одновимірні ряди.

Нехай x_i – значення вимірюваної величини для i -го учасника обстеження, n_i – кількість об'єктів, у яких зафіксовано величину x_i , $i=1, 2, 3 \dots k$ – кількість варіантів.

Числові значення досліджуваної величини x_i називаються **варіантами**, а кількість повторень того чи того варіанта n_i – **частотою**.

Якщо при статистичній обробці сукупності немає значення послідовності запису даних, то зручніше розташувати ці дані (варіанти) відповідно до їхнього значення за збільшенням, або за зменшенням. Цей процес називається ранжуванням, а місце кожного варіанта у ранжованому ряді називається рангом.

Варіаційний ряд – це ранжований ряд чисел, у якому кожному варіанту x_i відповідає певна частота повторення n_i .

x_i	5	6	7	8	9	10	11	12	
n_i	2	3	5	7	5	4	3	1	$n=30$

Ряд, у якому дискретному значенню варіанта відповідає фіксоване значення частоти, називається **дискретним** або **безінтервальним**, оскільки складається з дискретних чисел. Такі ряди можуть утворювати величина: ЧСС, кількість віджимань, підтягувань і т.д..

Окрім дискретних, є ще й **інтервальні** варіаційні ряди, які складені з чисел, що містять певні інтервали: час, швидкість, маса, ріст, або дискретна величина змінюється у великих межах.

Щоб побудувати інтервальний варіаційний ряд, слід визначити кількість інтервалів (груп) і обчислити ширину кожного з них.

Кількість інтервалів встановлюється за допомогою таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Залежність кількості інтервалів від об'єму вибірки

Об'єм вибірки, n	Кількість інтервалів, k
10 – 20	4
25 – 40	5 – 6
40 – 60	6 – 8
60 – 100	7 – 10
100 – 200	8 – 12
понад 200	10 – 15

Ширина інтервалів визначається за формулою:

$$h = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{k},$$

де X_{\max} – найбільший варіант;

X_{\min} – найменший варіант;

k – кількість інтервалів.

Нижню межу першого інтервалу визначають так:

$$X_H = X_{\min} - \frac{h}{2}$$

X_i – знаходять як середнє значення інтервалу:

$X_{B1} = X_{H1} + h$; $X_{B1} = X_{H2}$ і т.д.

Коли значення варіанта попадає на межі інтервалу, то верхню межу інтервалу зменшують на величину, яка рівна точності вимірювання.

3. Основні характеристики варіаційного ряду

Основні статистичні характеристики варіаційного ряду оцінюють центральну тенденцію вибірки і коливальність (варіацію).

Центральну тенденцію вибірки дають змогу оцінити такі статистичні характеристики, як середнє арифметичне значення, мода, медіана.

Середнє арифметичне значення характеризує середній рівень досліджуваної ознаки в групі об'єктів і обчислюється за формулою:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i.$$

Для дискретного варіаційного ряду:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i}{\sum_{i=1}^k n_i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i x_i,$$

де k – кількість інтервалів.

Моду (позначається M_o) називають результат вибірки, який трапляється найчастіше.

Медіана (Me) – результат вимірювання, який є посередині ранжованого ряду:

$$Me = \frac{x_{\min} + x_{\max}}{2}.$$

Моду й медіану використовують для оцінки середнього значення під час вимірювань у шкалі порядку.

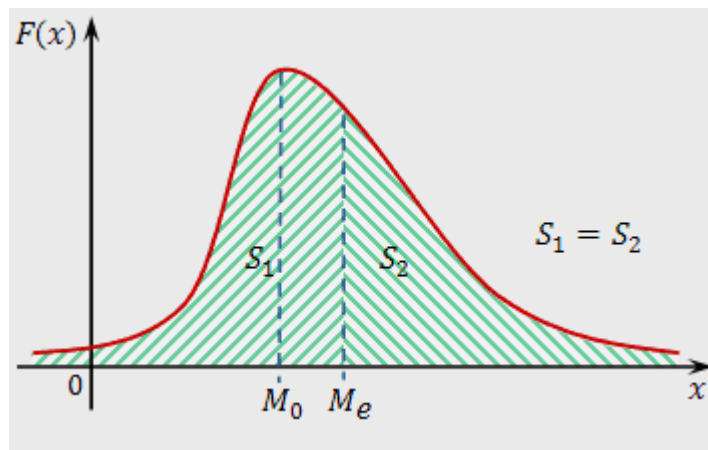


Рис. 2.1. Графічне представлення моди й медіани

До характеристик *коливальності* ряду належать: розмах, дисперсія, середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації.

Розмах – це різниця між крайніми значеннями величин варіаційного ряду:

$$R = X_{\max} - X_{\min}.$$

Характеристики коливальності доповнюють інформацію про щільність результатів. Може бути дві вибірки з однаковим середнім значення, але з різною щільністю. Тому слід використовувати дисперсію та інші характеристики.

Дисперсія характеризує розсіювання квадратів відхилень варіантів (значень) навколо середнього арифметичного й обчислюється за формулами:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n}, \text{ коли } n > 30;$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n-1}, \text{ коли } n \leq 30.$$

Для обчислення середнього арифметичного також може використовуватися такий вираз:

$$\sigma^2 = x^2 - (\bar{x})^2.$$

Вказана величина (дисперсія) використовується у дисперсійному аналізі, а в *методі середніх величин* вона має проміжне значення.

Середнє квадратичне відхилення, або **стандартне відхилення** є показником розсіювання варіантів (значень) відносно їхнього середнього значення:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n}}, \text{ коли } n > 30;$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 n_i}{n-1}}, \text{ коли } n \leq 30.$$

Середнє квадратичне відхилення має такі самі одиниці вимірювання, як і вимірювана величина.

Тоді за методом середніх величин вибірка може достатньо повно характеризуватися виразом:

$$x = \bar{x} \pm \sigma.$$

Але величина σ не підходить для порівняння двох чи більше сукупностей, що мають різні одиниці вимірювання. Для такого порівняння використовують коефіцієнт варіації.

Коефіцієнт варіації показує у відсотках, яку частину від середнього арифметичного становить стандартне відхилення:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%.$$

Вважається, що коливальність результатів невелика при $V=0-10\%$. Якщо $V=11-20\%$ – середня, а при $V>20\%$ – велика.

4. Розподіл випадкової величини. Закон нормального розподілу

Після того як сформована вибірка і відомі її статистичні дані (варіанти, дати, елементи і так далі), виникає необхідність подати ці дані у зручному для виконання завдання вигляді. На практиці використовують багато різних видів відображення статистичних даних. Найчастіше застосовують такі: текстовий; табличний; графічний.

Значення варіаційних рядів також можна подати не тільки у табличному, але й у графічному вигляді – полігон та гістограма розподілу.

Полігон розподілу – це залежність частоти n від значення величини X (рис. 2.2).

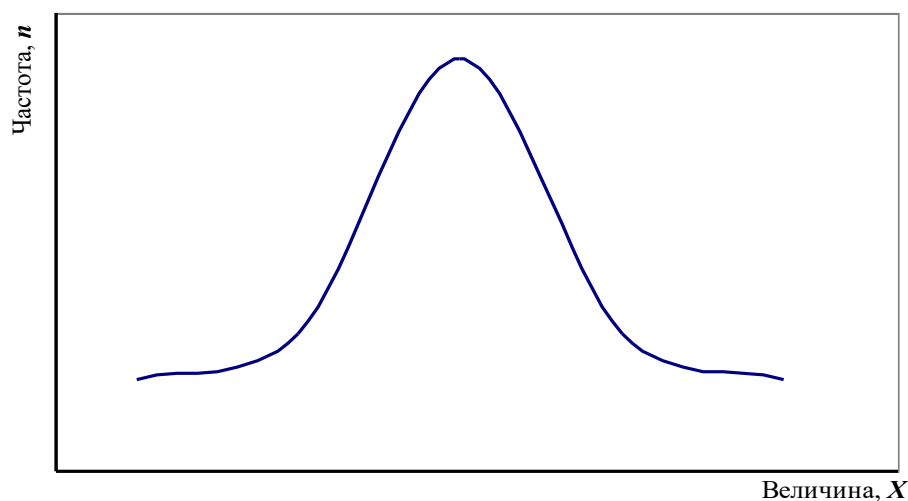


Рис. 2.2. Полігон розподілу

Гістограма розподілу – залежність частоти n від інтервалів значень величини X (рис. 2.3).

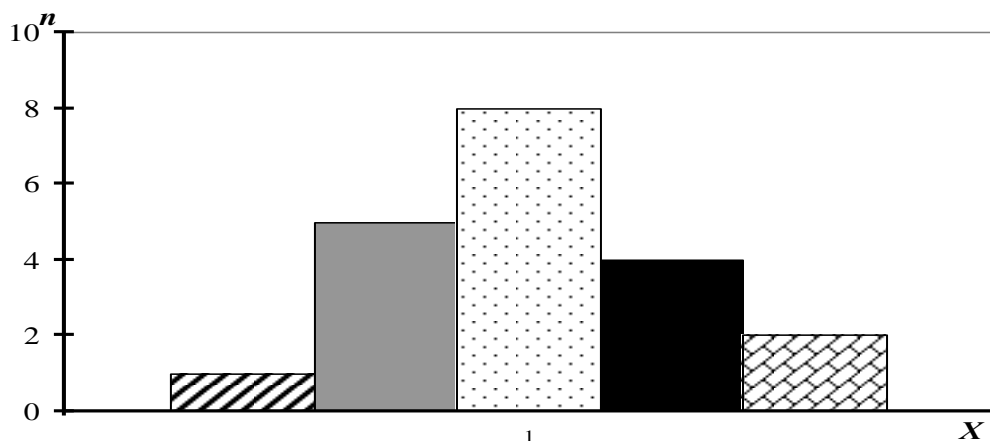


Рис. 2.3. Гістограма розподілу

При аналізі розподілу результатів вимірювань завжди роблять припущення про розподіл, який мала б вибірка, якби кількість вимірів була дуже великою. Такий розподіл (для дуже великої вибірки) називають розподілом *генеральної сукупності* або *теоретичним*, а розподіл експериментального ряду вимірювань – *емпіричним*.

Теоретичний розподіл більшості результатів вимірювань описується формулою **нормального розподілу**, яка уперше була встановлена англійським математиком Муавром у 1733 р.:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\bar{X})^2}{2\cdot\sigma^2}},$$

де: π і e – математичні постійні ($\pi = 3,14$, $e = 2,718$);

\bar{X} і σ – відповідно середнє арифметичне і середнє квадратичне відхилення;

x – результати вимірювань;

$f(x)$ – функція густини розподілу.

Цей математичний вираз розподілу дає змогу отримати у вигляді графіку *криву нормального розподілу* (рис. 2.4), яка симетрична відносно центру групування (зазвичай це значення, моди або медіани). Ця крива може бути отримана з полігону розподілу при нескінченно великій кількості спостережень та інтервалів. Вся площа фігури під кривою дорівнює одиниці.

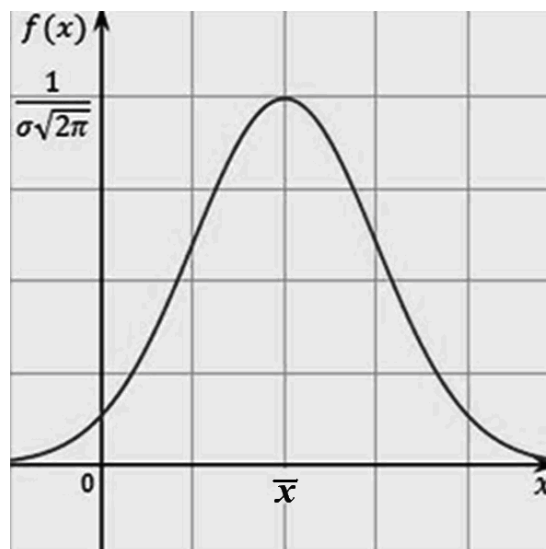


Рис. 2.4. Крива нормального розподілу

Нормальний розподіл випадкової величини – це відповідність між варіантами та їхніми ймовірностями, за якої найбільша ймовірність

відповідає середньому арифметичному \bar{X} ; у міру віддалення від середнього арифметичного, відповідні значення ймовірності плавно зменшуються. Найменші й найбільші значення x_i мають найменшу ймовірність. На форму кривої нормального розподілу, окрім \bar{X} , впливає також середнє квадратичне відхилення σ (рис. 2.5.)

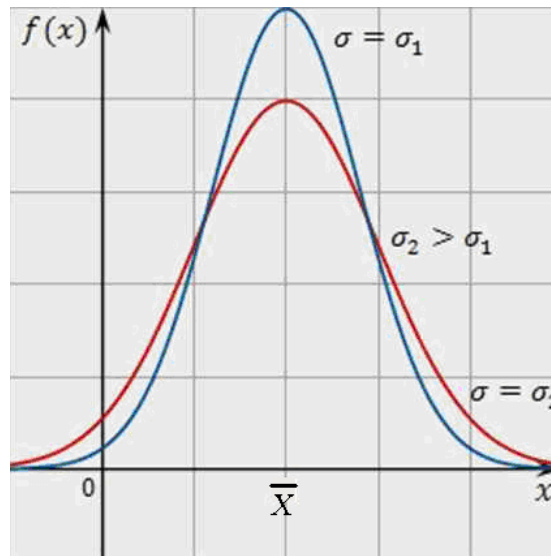


Рис. 2.5. Криві нормального розподілу при різних значеннях середнього квадратичного відхилення σ

Для оцінки варіювання результатів вимірювань використовують такі співвідношення:

Ширина інтервалу	Відсоток усіх результатів
$\pm 1,96 \sigma (u = \pm 1,96)$	95 %
$\pm 2,58 \sigma (u = \pm 2,58)$	99 %
$\pm 3,29 \sigma (u = \pm 3,29)$	99,9 %
$\pm 1 \sigma (u = \pm 1)$	68,27 %
$\pm 2 \sigma (u = \pm 2)$	95,45 %
$\pm 3 \sigma (u = \pm 3)$	99,73 %

Інакше кажучи, відхилення, більшого, ніж σ , слід чекати приблизно в одному випадку з трьох; відхилення, більшого, ніж 2σ , — в чотирьох — п'яти випадках зі 100, відхилення, більшого, ніж 3σ , — в трьох із 1000. Останнє співвідношення для нормального розподілу називають «правилом трьох сигм» і використовують при виключенні «помилкових» результатів вимірювань, що сильно відхиляються (рис. 2.6).

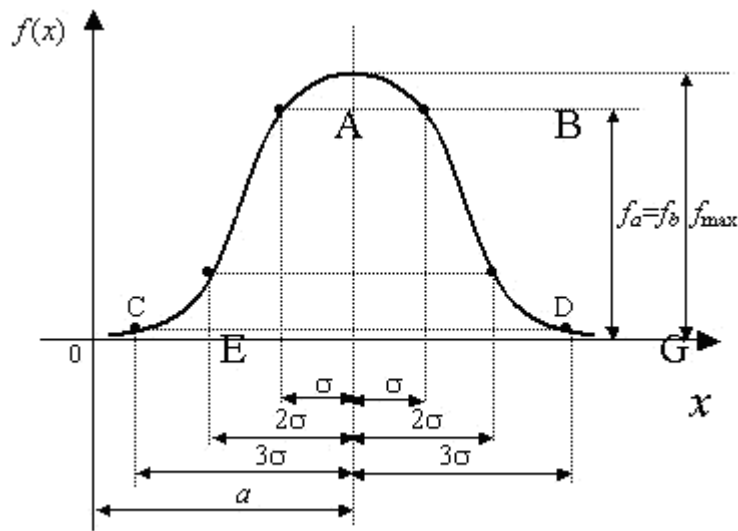


Рис. 2.6. Графічна інтерпретація «правила трьох сигм»

«Правило трьох сигм» використовують не лише для виключення «помилкових» результатів, що відрізняються більше, ніж на 3σ від \bar{X} . За його допомогою можна перевірити на відповідність нормальності розподілу. Якщо під кривою на проміжку $\bar{X} \pm 3\sigma$ міститься 99,73 % площі (тобто усіх результатів), то досліджуваний розподіл можна вважати нормальним (рис. 2.7).

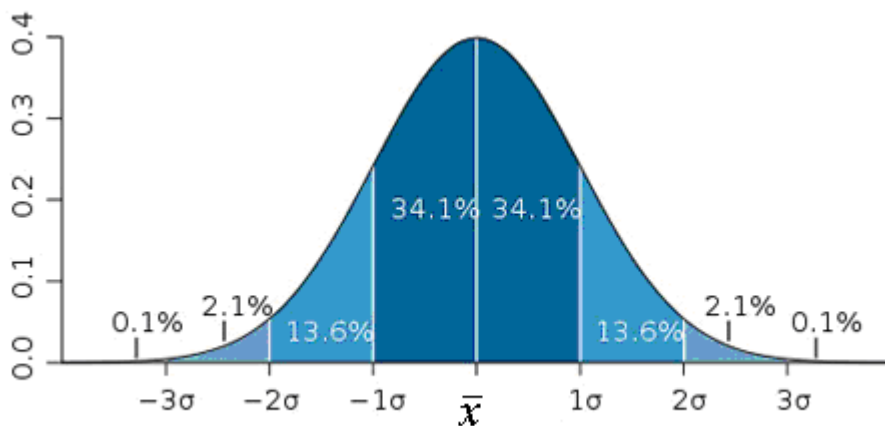


Рис. 2.7. Відповідність нормальності розподілу за «правилом трьох сигм»

5. Основи вибіркового методу

Предмет дослідження у більшості випадків передбачає вивчення вибірки достатньо великого об'єму генеральної сукупності. Але оскільки практично обстежити всю генеральну сукупність неможливо, то часто використовують вибірковий метод.

Вибірковий метод – один із основних методів статистичної вибірки, який передбачає вивчення властивостей вибіркової сукупності з метою подальшого їхнього узагальнення на всю генеральну сукупність.

Як було зазначено, суть *вибіркового методу* полягає у тому, що на підставі даних, отриманих на вибірці, робиться висновок щодо всієї генеральної сукупності.

Для розв'язання цієї задачі існує два класи методів:

- оцінювання параметрів;
- перевірка гіпотез.

Під час використання вибіркового методу насамперед визначають $\bar{X}_{ген}$ без дослідження всіх об'єктів генеральної сукупності.

Для цього необхідно:

- а) скласти репрезентативну вибірку;
- б) для неї знайти $\bar{X}_{виб}$;

в) обчислити **помилку репрезентативності**, яка вказує на відмінності між середніми значеннями генеральної і вибіркової сукупностей:

$$m = \frac{\sigma_{виб}}{\sqrt{n}}, \text{ коли } n \geq 20;$$

$$m = \frac{\sigma_{виб}}{\sqrt{n-1}}, \text{ коли } n < 20;$$

г) здійснити точкову або інтервальну оцінку середнього арифметичного генеральної сукупності.

Оцінка означає, що слід відповісти, наскільки $\bar{X}_{виб}$ буде відрізнятися від $\bar{X}_{ген}$.

1. Точкова оцінка: $\bar{X}_{ген} = \bar{X}_{виб} \pm m$.

2. Інтервальна оцінка:

За відомими $\bar{X}_{виб}$ і $\sigma_{виб}$ можна встановити інтервал, у якому може перебувати значення генеральної сукупності $\bar{X}_{ген}$. Але про це говорять лише з певною ймовірністю.

Ймовірності, які є доступними для того, щоб за вибілковими характеристиками можна було б судити про генеральні, називають **надійністю** – (P). Прийнято використовувати такі ймовірності: $P=0,95$; $P=0,99$; $P=0,099$.

Довірчий інтервал – це інтервал, у якому із заданою надійністю P знаходиться генеральний параметр.

Різниця між максимальним значенням ймовірності і значенням надійності називають **рівнем значущості**:

$$\alpha = 1 - P.$$

Надійність задається до початку обчислення, виходячи із завдань дослідження. Вибраний рівень надійності забезпечується достатнім об'ємом вибірки.

Таким чином, надійність і об'єм вибіркової сукупності певним чином пов'язаний.

Цей зв'язок виражений через *t*-критерій Стьюдента:

$$t = \frac{\bar{X}_{\text{виб}} - \bar{X}_{\text{ген}}}{m}$$

Критерій Стьюдента залежить лише від кількості ступенів свободи, що виражено кількістю вибірки.

t – критерій надійності, який подано в таблиці Стьюдента (табл. Д 1.2).

Таким чином, щоб знайти межі довірчого інтервалу, необхідно:

- 1) для заданого об'єму вибірки *n* обчислити $\bar{X}_{\text{виб}}$, $\sigma_{\text{виб}}$;
- 2) задати надійність ($P=0,95$; $P=0,99$; $P=0,999$);
- 3) за таблицею Стьюдента (знаючи *P* і *n*) знайти t_{α} ;
- 4) обчислити межі довірчого інтервалу за формулою:

$$\bar{X}_{\text{виб}} - t_{\alpha} \cdot m \leq \bar{X}_{\text{ген}} \leq \bar{X}_{\text{виб}} + t_{\alpha} \cdot m.$$

Для визначення мінімальної вибірки потрібно знати точність вимірювання – величину ε , на яку відрізняється істинне значення $\bar{X}_{\text{ген}}$ від середнього значення для вибірки $\bar{X}_{\text{виб}}$. Точність визначається із співвідношення :

$$\varepsilon = \frac{U_{\alpha} \sigma}{\sqrt{n}},$$

де $U_{\alpha}=1,96$, якщо $P=0,95$

$U_{\alpha}=2,58$, якщо $P=0,99$

$U_{\alpha}=3,29$, якщо $P=0,999$.

Отже, необхідний об'єм вибірки отримуємо із співвідношення:

$$n = \left(\frac{U_{\alpha} \cdot \sigma}{\varepsilon} \right)^2.$$

6. Параметричні та непараметричні методи порівняння вибірок

Статистична достовірність має суттєве значення в метрологічному контролі у галузі фізичної культури.

Вибірki, які відрізняються значимо і принципово, тобто належать до різних генеральних сукупностей, називаються *статистично достовірно* відмінними.

Для оцінки статистично достовірних відмінностей вибірок застосовують спеціальні критерії, які поділяються на *параметричні* та *непараметричні*.

Параметричні критерії передбачають обов'язкову наявність нормального закону розподілу, оскільки використовують основні показники нормального розподілу – середнє арифметичне \bar{x} і середнє квадратичне відхилення σ . Параметричні критерії є найточнішими і коректними.

Критерій Стьюдента використовується для порівняння абсолютних показників різних за об'ємом вибірок.

Його застосування передбачає таку послідовність дій.

1. За формулою обчислюється t -критерій Стьюдента:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}},$$

де \bar{x}_1, \bar{x}_2 – середні арифметичні порівнюваних вибірок;

m_1, m_2 – помилки репрезентативності порівнюваних вибірок.

2. Для заданої надійності P (або α) та кількості ступенів свободи $k = n_1 + n_2 - 2$ за таблицею (табл. Д1.2) знаходимо граничне значення критерію Стьюдента $t_{гр}$.

3. Порівнюємо t і $t_{гр}$.

4. Робимо висновки:

– якщо $t \geq t_{гр}$, то відмінність між порівнюваними вибірками є статистично достовірною;

– якщо $t < t_{гр}$, то відмінності статистично недостовірні.

Критерій Фішера застосовується для порівняння показників розсіювання вибірок. Це, як правило, означає порівняння за показниками стабільності спортивної роботи або стабільності функціональних і технічних показників.

Його застосування передбачає таку послідовність дій.

1. За формулою обчислюється F -критерій Фішера:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2},$$

де σ_1 і σ_2 – дисперсії вибірок, які порівнюють.

Вважається, що дисперсії позначаються таким чином, щоб забезпечити завжди співвідношення $F > 1$.

2. Задаємо надійність P і визначаємо кількість ступенів свободи для обох вибірок: $k_1 = n_1 - 1$; $k_2 = n_2 - 1$.

3. За таблицею (табл. Д 1.3 або Д.1.4.) знаходимо граничне значення $F_{гр}$.

4. За результатами порівняння критеріїв F і $F_{гр}$ робимо висновки:

– якщо $F \geq F_{гр}$, то відмінності між вибірками статистично достовірні;

– якщо $F < F_{гр}$, то відмінності між вибірками статистично недостовірні.

Непараметричні критерії базуються на рангових (порядкових) відмінностях між елементам вибірок.

Критерій Вілкоксона застосовується для вибірок однакового об'єму при попарному порівнянні цих елементів.

Критерій Вілкоксона визначається так:

1. Задають надійність обчислень і визначають кількість ступенів вільності як $k = n - 1$, де n – кількість пар елементів обидвох груп. За таблицею (табл. Д 1.5) знаходимо граничне значення $W_{гр}$.

2. Порівняння критеріїв W і $W_{гр}$ дає змогу зробити висновки:

– якщо $W \geq W_{гр}$, то відмінності між вибірками статистично недостовірні;

– якщо $W < W_{гр}$, то відмінності між вибірками статистично достовірні.

Для знаходження критерію Вілкоксона W використовують порядковий номер (ранг) різниці кожної пари елементів вибірок.

Питання для самоконтролю

1. Що таке генеральна сукупність?
2. Яка вибірка називається репрезентативною? Чим забезпечується репрезентативність вибірки?
3. Що таке варіаційний ряд? Які є види варіаційних рядів?
4. Назвіть характеристики, що описують центральну тенденцію варіаційного ряду.
5. Які величини описують коливальність варіаційного ряду?
6. Що таке полігон розподілу?
7. Який розподіл називається нормальним?
8. У чому суть правила «трьох сігм»?
9. У чому суть методу середніх величин?
10. Назвіть послідовність застосування вибіркового методу.
11. За яких умов застосовуються параметричні критерії

порівняння вибірок?

12. Коли застосовують непараметричні методи порівняння вибірок?

13. Назвіть умови та послідовність застосування критерію Стьюдента для порівняння вибірок.

14. Назвіть умови та послідовність застосування критерію Фішера.

15. Назвіть умови та послідовність застосування критерію Вілкоксона.

Лекція № 3

Основи кореляційного аналізу

План

1. Взаємозв'язок результатів вимірювань. Статистична та функціональна залежність.
2. Кореляція. Типи коефіцієнтів кореляції.
3. Рівняння регресії.

Рекомендована література

1. Андреева Р. Біомеханіка і основи метрології : навчально-методичний посібник [для здобувачів ступеню вищої освіти «Бакалавр» денної та заочної форм навчання спеціальностей 6.010201. «Фізичне виховання*», 6.010202 «Спорт», 6.010203 «Здоров'я людини*»] / Регіна Андреева. – Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2015. – 224 с.
2. Базилевич Н.О. Спортивна метрологія : навч.-метод. посіб. / Н.О. Базилевич. – Переяслав-Хмельницький : ФОП Домбровська Я.М., 2016. – 191 с.
3. Бондаренко І.Г. Спортивна метрологія : методичні рекомендації / І. Г. Бондаренко. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2012. – 104 с.
4. Губа В.П. Измерения и вычисления в спортивно-педагогической практике : учебн. пособие [для вузов физической культуры] / В.П. Губа, М.П. Шестаков, Н.Б. Бубнов. – М. : СпортАкадем-Пресс, 2002. – 211 с.
5. Денисова Л.В. Измерения и методы математической статистики в физическом воспитании и спорте : учебн. пособие [для вузов] / Л.В. Денисова, И.В. Хмельницкая, Л.А. Харченко. – К. : Олимпийская литература, 2008. – 127 с.
6. Коренберг В.Б. Спортивная метрология. Словарь-справочник : учебное пособие [для ВУЗов] / В.Б. Коренберг. – М. : Советский спорт, 2004. – 340 с.
7. Костюкевич В.М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті : навч. посіб. / В.М. Костюкевич, Л.М. Шевчик, О.Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015. – 256 с.
8. Костюкевич В.М. Основи науково-дослідної роботи магістрантів та аспірантів у вищих навчальних закладах (спеціальність: 017 «Фізична культура і спорт») : навчальний посібник / В.М. Костюкевич, В.І. Воронова, О.А. Шинкарук, О.В. Борисова ; за заг. ред. В.М. Костюкевича. – Вінниця : ТОВ «Нілан – ЛТД», 2016. – 554 с.
9. Начинская С.В. Спортивная метрология : учеб. пособие [для студ. высш. учеб. заведений] / С.В. Начинская. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – 240 с.
10. Полевщиков М.М. Спортивная метрология : учебник [для факультетов физической культуры педагогических институтов] / М.М. Полевщиков. 2-е изд., испр. и доп. – М. : Советский спорт, 2007. – 100 с.

11. Спортивная метрология / под общ. ред. В.М. Зациорского. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.

12. Чопик Р.В. Метрологічний контроль у фізичному вихованні : методичні матеріали до практичних занять [для студентів напряму підготовки «Фізичне виховання»] / Р.В. Чопик, О.В. Шатинська. – Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2016. – 336 с.

1. Взаємозв'язок результатів вимірювань. Статистична та функціональна залежність

Між досліджуваними величинами часто існує певний зв'язок. Це означає, що вони між собою певним чином пов'язані і впливають одна на одну. Характер такого зв'язку може бути різним, але здебільшого виділяють два види: функціональний і статистичний.

Функціональний зв'язок передбачає таку залежність, коли одному фіксованому значенню величини x відповідає чітко визначене значення іншої величини – y . Тоді така залежність може бути подана у вигляді $y = f(x)$, а графічно це якась лінія.

Водночас, може бути такий тип зв'язку, коли одному значенню величини x відповідає одночасно декілька значень y і навпаки (наприклад, маса – довжина тіла). Така залежність, коли одному значенню певної величини x відповідає одночасно декілька значень іншої y_1, y_2, y_3 , називається **статистичною**.

У дослідженнях у галузі фізичної культури здебільшого мають справу із статистичними залежностями. Їхнє вивчення дає змогу встановити певні закономірності між досліджуваними величинами, що є важливо у практичній діяльності вчителя, тренера та ін..

2. Кореляція. Типи коефіцієнтів кореляції

Кореляція полягає у тому, що у статистичних залежностях середнє значення однієї величини змінюється залежно від середнього значення іншої.

Для дослідження взаємозв'язків між величинами використовують статистичний метод – **кореляційний аналіз**. Основними завданнями кореляційного аналізу є визначення:

- форми взаємозв'язку;
- тісноти взаємозв'язку;
- спрямованості взаємозв'язку.

Визначення форми взаємозв'язку розпочинається із графічного подання результатів вимірювань у прямокутній системі координат.

Для цього графічно зображають відповідність між x і y для кожної пари результатів. Отримане зображення називають **кореляційним полем** або **діаграмою розсіювання**. Графічна залежність може бути лінійною (або близькою до лінійної) (рис. 3.1. а), нелінійною – (рис. 3.1. б), або відсутньою – (рис. 3.1. в).

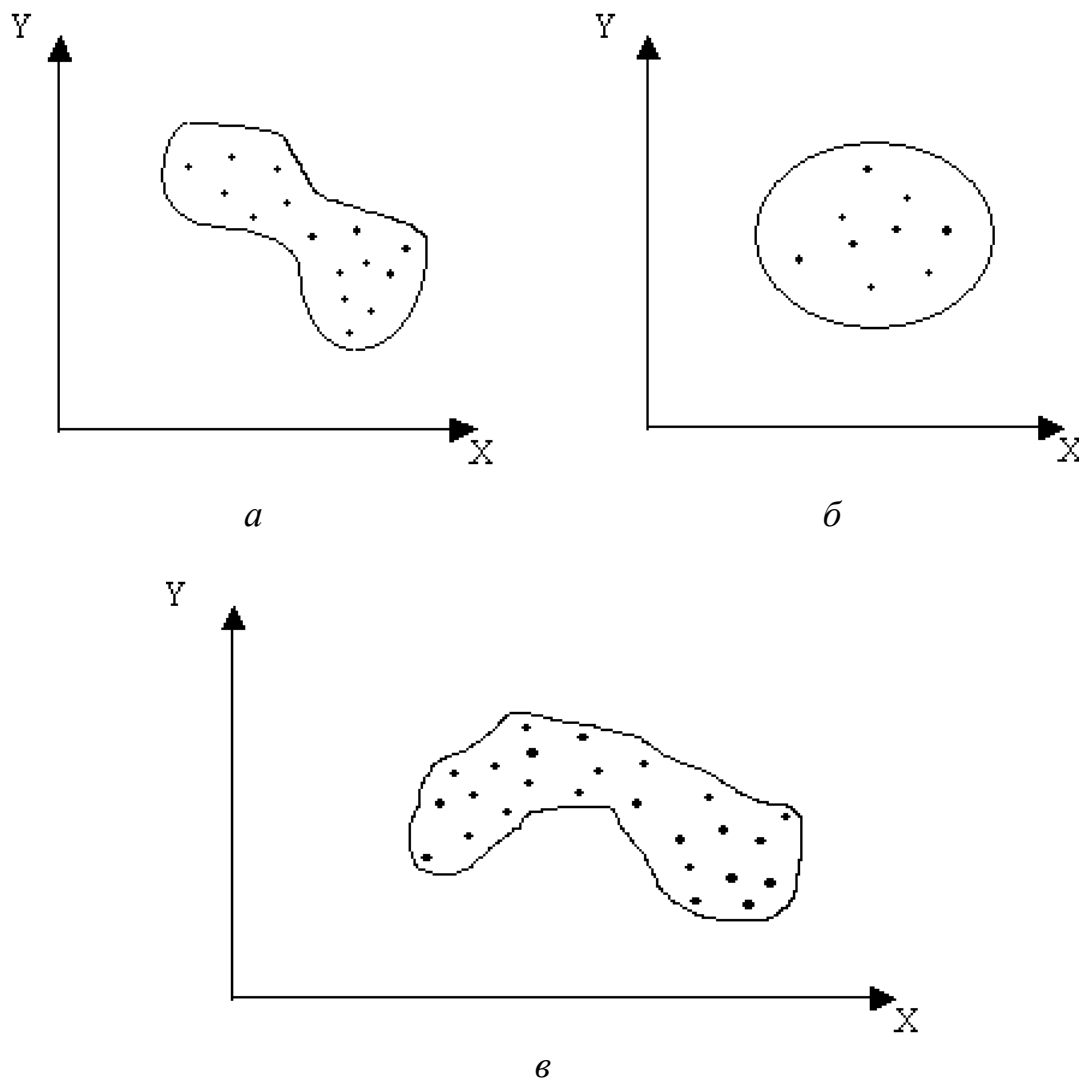


Рис. 3.1. Види діаграм розсіювання

Знання форми залежності має важливе значення для подальшого вибору формули для обчислення коефіцієнта кореляції.

Визначення тісноти взаємозв'язку. Тіснота взаємозв'язку результатів вимірювань характеризує спеціальний показник, який називається **коефіцієнтом кореляції** (r , ρ , R , r_{xy} , $r_{xy,z}$).

Якщо: $r=0$ – залежність відсутня;

$r=0,09-0,19$ – залежність дуже слабка;

$r=0,2-0,49$ – залежність слабка;

$r=0,5-0,69$ – залежність середня;

$r=0,7-0,99$ – залежність сильна;
 $r=1$ – зв'язок функціональний.

Визначення спрямованості взаємозв'язку. Взаємозв'язок може мати різний характер: прямопропорційна залежність (позитивна (рис. 3.2. а), негативна (рис. 3.2 б), функціональна (рис. 3.2. в), відсутня (рис. 3.2. г).

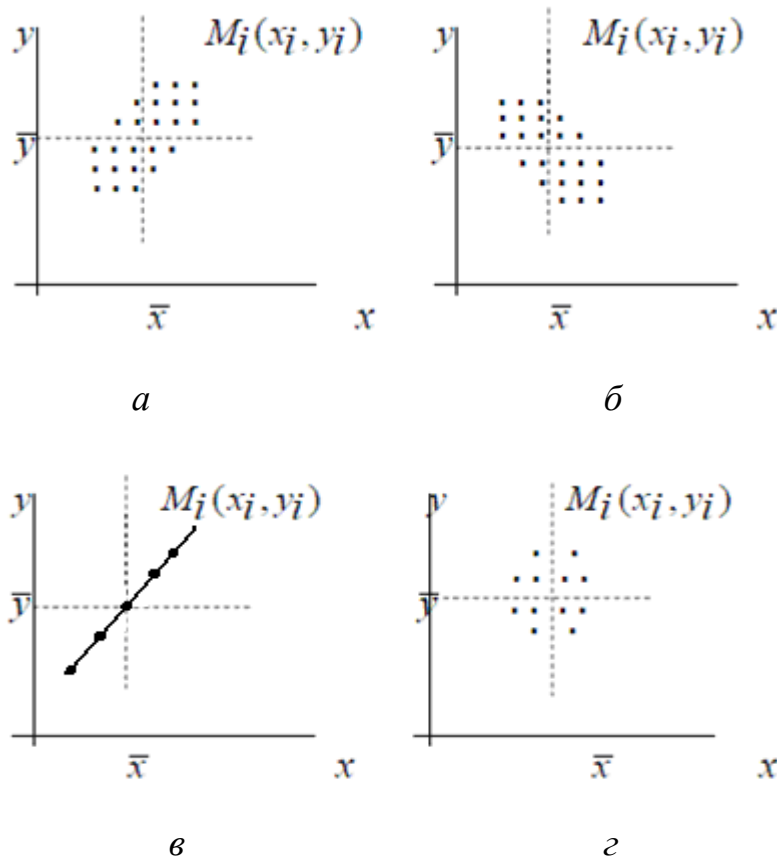


Рис. 3.2. Характер взаємозв'язку результатів вимірювань

Для визначення коефіцієнтів кореляції існують певні математичні співвідношення, застосування яких обумовлюється такими умовами:

- шкалою, в якій виміряні величини;
- кількістю виміряних результатів;
- відповідністю вибірки нормальному розподілу.

Якщо вимірювання проведено у *шкалі відношень або інтервалів*, то при лінійному взаємозв'язку для обчислення коефіцієнта кореляції **застосовують формулу Браве-Пірсона:**

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n\sigma_x\sigma_y},$$

де \bar{x} , \bar{y} – середні арифметичні досліджуваних величин;

n – об'єм вибірки;

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad \sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \quad - \quad \text{середні квадратичні}$$

відхилення.

Іноді знаходять також тісноту взаємозв'язку на основі коефіцієнта детермінації:

$$D = r^2 \cdot 100\%.$$

Коефіцієнт детермінації $D < 100\%$ і визначає частину загальної варіації одного показника, яка визначається варіацією іншого показника.

Наприклад, $D = 30\%$ означає, що тільки на 30% відсотків величина x впливає на результати y , а решту 70% впливу на варіацію y здійснюють інші величини.

Якщо на практиці є більше параметрів: $x, y, z, q \dots$ і необхідно визначити вплив лише одного на інший при незмінних решту, то обчислюють **частковий (парціальний) коефіцієнт кореляції**. Наприклад, якщо необхідно оцінити вплив x на y і виключити вплив z , то:

$$r_{xy,z} = \frac{r_{xy}^2 - r_{xz}r_{yz}}{\sqrt{(1-r_{xz})^2(1-r_{yz})^2}},$$

де r_{xy} , r_{xz} , r_{yz} – парні коефіцієнти кореляції Браве-Пірсона.

$$-1 \leq r_{xy,z} \leq 1.$$

Для дослідження тісноти взаємозв'язку між показниками x та деяких інших величин використовують **множинний коефіцієнт кореляції**:

$$R_{xyz} = \sqrt{\frac{r_{xy}^2 + r_{xz}^2 - 2r_{xy}r_{xz}r_{yz}}{1 - r_{yz}^2}}.$$

Причому $0 \leq R \leq 1$.

Вимірювання в шкалі порядку обумовлює використання рангового коефіцієнта кореляції Спірмена:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n-1)(n+1)},$$

де $d = d_{xi} - d_{yi}$ – різниця рангів даної пари показників x та y ;
 n – об'єм вибірки.

Якщо вимірювання проводилися у шкалі найменувань, то вимірювані величини можуть мати лише два значення – 0 або 1. Тоді використовують тетрагоричний коефіцієнт кореляції:

$$T_4 = \frac{|A \cdot D - B \cdot C| - 0,5n}{\sqrt{(A+B)(C+D)(A+C)(B+D)}},$$

де A – відповідає кількості спроб, коли збігаються обидва показники:

$x=1, y=1$;

$B: x=0, y=1$;

$C: x=1, y=0$;

$D: x=0, y=0$.

3. Рівняння регресії

Якщо між досліджуваними параметрами існує лінійний статистичний взаємозв'язок, то він може бути поданий через рівняння регресії.

Рівняння регресії – це рівняння прямої, яка з певною точністю описує взаємозв'язок величин x та y (рис. 3.3.).

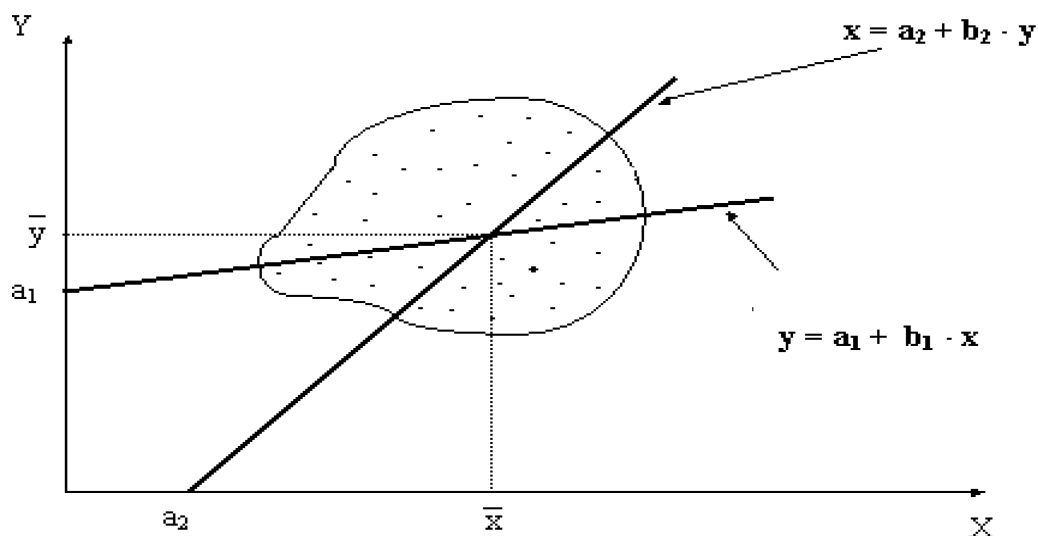


Рис. 3.3. Кореляційне поле й лінії прямого та оберненого рівняння регресії

У загальному вигляді рівняння регресії записується: $y = a + b \cdot x$. Оскільки для прямої можна подати два рівняння – пряме й обернене, то і рівнянь регресії повинно бути також два – пряме й обернене.

Пряме: $y = a_1 + b_{y/x}x$; обернене: $x = a_2 + b_{x/y}y$.

Кутові коефіцієнти прямої визначаються за формулами:

$$b_{y/x} = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \text{ – для прямого; } \quad b_{x/y} = r \frac{\sigma_x}{\sigma_y} \text{ – для оберненого рівняння.}$$

Для визначення **вільних членів** застосовують такі співвідношення:

$a_1 = \bar{y} - b_{y/x}\bar{x}$ – для прямого; $a_2 = \bar{x} - b_{x/y}\bar{y}$ – для оберненого рівняння.

Пряме та обернене рівняння регресії досліджувану залежність описують із певною точністю, яка для обох рівнянь може бути різною. Тобто, два рівняння регресії описують певну залежність із різною точністю, яку варто визначити. Для оцінки якості (точності) рівнянь регресії обчислюються **залишкові середні квадратичні відхилення**:

$$\sigma_{y/x} = \sigma_y \sqrt{1 - r^2} \text{ – для прямого; } \quad \sigma_{x/y} = \sigma_x \sqrt{1 - r^2} \text{ – для оберненого.}$$

Але ці оцінки є абсолютні, а отже не можуть бути використані для порівняння. Тому на практиці здебільшого застосовуються оцінки за **відносними похибками рівнянь**:

$$\delta_{y/x} = \frac{\sigma_{y/x}}{\bar{y}} \cdot 100\% \quad \text{– для прямого; } \quad \delta_{x/y} = \frac{\sigma_{x/y}}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad \text{– для}$$

оберненого.

Точнішим вважається рівняння, для якого відносна похибка менша. Це і є рівняння, що описує залежність між досліджуваними величинами.

Питання для самоконтролю

1. Яка залежність називається функціональною?
2. Що таке статистична залежність?
3. Що таке кореляція?
4. Що таке кореляційне поле?
5. Назвіть види діаграм розсіювання.
6. Який зміст коефіцієнта кореляції? Як він обчислюється?
7. Яких значень може набувати коефіцієнт кореляції?
8. Який зміст коефіцієнта детермінації? Як він обчислюється?
9. Що таке рівняння регресії?

10. Як визначаються кутові коефіцієнти прямої для рівнянь регресії?
11. Яким чином оцінюють точність рівнянь регресії?
12. Для якої шкали при визначенні коефіцієнта кореляції застосовують формулу Браве-Пірсона?
13. Назвіть основні завдання кореляційного аналізу.
14. У яких випадках застосовують ранговий коефіцієнт кореляції Спірмена?
15. У яких випадках застосовують множинний коефіцієнт кореляції?

Лекція № 4

Інструментальні методи контролю

План

1. Інструментальні методи контролю розвитку рухових здібностей.
2. Інструментальні методи контролю функціональних можливостей людини.
3. Оптичні та оптико-електронні методи реєстрації рухів.

Рекомендована література

1. Андреева Р. Біомеханіка і основи метрології : навчально-методичний посібник [для здобувачів ступеню вищої освіти «Бакалавр» денної та заочної форм навчання спеціальностей 6.010201 «Фізичне виховання*», 6.010202 «Спорт», 6.010203 «Здоров'я людини*»] / Регіна Андреева. – Херсон : ПП Вишемирський В.С., 2015. – 224 с.
2. Базилевич Н.О. Спортивна метрологія : навч.-метод. посіб. / Н.О. Базилевич. – Переяслав-Хмельницький : ФОП Домбровська Я.М., 2016. – 191 с.
3. Біомеханіка спорту / за заг. ред. А.М. Лапутіна. – К. : Олімпійська література, 2001. – 318 с.
4. Бондаренко І.Г. Спортивна метрологія : методичні рекомендації / І.Г. Бондаренко. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2012. – 104 с.
5. Денисова Л.В. Измерения и методы математической статистики в физическом воспитании и спорте : учебн. пособие [для вузов] / Л.В. Денисова, И.В. Хмельницкая, Л.А. Харченко. – К. : Олимпийская литература, 2008. – 127 с.
6. Коренберг В.Б. Спортивная метрология. Словарь-справочник : учебное пособие [для ВУЗов] / В.Б. Коренберг. – М. : Советский спорт, 2004. – 340 с.
7. Костюкевич В.М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті : навч. посіб. / В.М. Костюкевич, Л.М. Шевчик, О.Г. Соколькова. – Вінниця : Планер, 2015 – 256 с.
8. Костюкевич В.М. Основи науково-дослідної роботи магістрантів та аспірантів у вищих навчальних закладах (спеціальність: 017 «Фізична культура і спорт») : навчальний посібник / В.М. Костюкевич, В.І. Воронова, О.А. Шинкарук, О.В. Борисова ; за заг. ред. В.М. Костюкевича. – Вінниця : ТОВ «Нілан – ЛТД», 2016. – 554 с.
9. Носко О. М. Біометрія рухових дій людини / М.О. Носко, О.А. Архипов. – К. : Видавничий дім «СЛОВО», 2011. – 216 с.
10. Полевщиков М.М. Спортивная метрология : учебн. [для студентов педагогических вузов] / М.М. Полевщиков, Ю.И. Смирнов. – М. : Издательский центр «Академия», 2000. – 232 с.

11. Полевщиков М.М. Спортивная метрология : учебник [для факультетов физической культуры педагогических институтов] / М.М. Полевщиков. 2-е изд., испр. и доп. – М. : Советский спорт, 2007. – 100 с.
12. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти : підручник / Л.П. Сергієнко. – К. : КНТ, 2010. – 776 с.
13. Сергієнко Л.П. Тестування рухових здібностей школярів / Л.П. Сергієнко. – К. : Олімпійська література, 2000. – 438 с.
14. Спортивная метрология / под общ. ред. В.М. Зациорского. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.
15. Чопик Р.В. Метрологічний контроль у фізичному вихованні : методичні матеріали до практичних занять [для студентів напряму підготовки «Фізичне виховання»] / Р.В. Чопик, О.В. Шатинська. – Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2016. – 336 с.

1. Інструментальні методи контролю розвитку рухових здібностей

У практиці вивчення рухових дій людини використовуються візуальні й інструментальні методи контролю. У першому випадку фахівці, науковці, тренери, спортсмени, спостерігачі за переміщенням тіла людини отримують переважно якісне уявлення про її рухи. Результат візуальної оцінки здебільшого є суб'єктивним. Оскільки відсутніми є чіткі критерії, одержані таким чином дані важко використати для порівняльного аналізу.

Об'єктивнішими є інструментальні методики контролю. З їхньою допомогою отримують кількісну оцінку характеристик і показників рухових дій людини, а також можливих змін, що відбуваються в її організмі під час тієї чи тієї рухової діяльності. На сучасному етапі у спортивних вимірюваннях використовуються прийоми і методики, запозичені з багатьох галузей знань. Для підвищення точності інструментальних методів вимірювання залучаються найсучасніші досягнення інженерної думки – радіотелеметрія, лазерна техніка, радіоізотопи, інфрачервона техніка, ультразвук, телебачення, цифрова фото- і відеотехніка, комп'ютерна техніка, технології Bluetooth і Wi-Fi.

Система вимірювальної апаратури у спорті в найпростішому випадку включає давачі інформації, лінію зв'язку і реєструючий пристрій. Окрім того, для обробки інформації використовують обчислювальні пристрої та системи. Залежно від носія інформації, інструментальні методи поділяються на дві групи – контактні й

безконтактні, хоча на практиці вони часто застосовуються комплексно і доповнюють один одного.

До інструментальних методів контролю, що реєструють біомеханічні характеристики рухової діяльності, належать такі **контактні методи досліджень**:

- *електротезодинамографія*;
- *гоніометрія*;
- *акселерометрія*.

Електротезодинамографія – метод реєстрації та вимірювання зусилля, що розвиває людина під час взаємодії з опорою та іншими об'єктами.

Усі тіла під дією прикладених зусиль деформуються, причому величина деформації пропорційна до величини прикладеної сили. Унаслідок виконання руху людина здійснює механічний вплив на поверхню опори, відносно якої вона переміщується. Наприклад, бігові доріжки деформуються під час взаємодії із стопою. Щоб виміряти величину докладання зусиль, застосовують спеціальні тензодавачі, які перетворюють механічну деформацію в електричний сигнал.

В основі роботи кожного тензодавача лежить явище тензоефекту – властивість матеріалів змінювати електричний опір під впливом деформації. Такий тензодавач як провідник кріпиться до пружного силівимірювального елемента, що сприймає зусилля. При деформації силівимірювального елемента відбувається деформація тензодавача, що призводить до зміни його опору, а отже, – і сили струму. Зміна сили струму пропорційна до прикладеної сили і може бути зареєстрованою. Таким чином, зміна зусиль призводить до зміни сили струму, що дає змогу вимірювати електричними приладами механічну величину.

Для вимірювання зусиль у спортивних дослідженнях використовують провідні, фольгові, п'єзоелектричні та напівпровідникові давачі.

Тензодинамометрична апаратура застосовується для визначення силових характеристик рухів і вивчення на їхній основі динамічної структури рухових дій та ефективності рухів загалом. При цьому розрізняють універсальні й окремі методики тензодинамометрії. Універсальні методики дають можливість проводити комплексне вивчення рухових дій, окремі – лише вузькоспеціалізованих.

Гоніометрія – це метод реєстрації кутових переміщень у суглобах. Для цього використовують пристрій, який називається **гоніометр**.

Величини суглобових кутів є важливими просторовими характеристиками техніки фізичних вправ. Безперервний контроль за величинами кутових переміщень здійснюється:

- під час вивчення спортивної техніки;
- під час навчання спортсменів раціональної техніки рухів;
- для біомеханічного аналізу спортивних рухів;
- для визначення рухомості з'єднань ланок тіла, їхніх положень при різних позах, між позами руху;
- для оцінки гнучкості.

Для гоніометричних досліджень використовують такі методи:

- механічний;
- механоелектричний;
- рентгенографії;
- оптико-електронні; фото-, кіно-, стробозйомки, відеометрії.

Механічні та механоелектричні гоніометри дають змогу визначати кути та кутові переміщення безпосередньо. Механоелектричні гоніометри дають змогу отримати гоніограму.

Гоніограмою називається крива зміни суглобового кута з часом при виконанні певного руху.

Рентгенографічний метод дає можливість теоретично визначати допустиму амплітуду руху, визначати її на основі рентгенологічних даних про будову суглобів.

Оптико-електронні методи вимірювання гнучкості та кутових переміщень ґрунтуються на застосуванні фото-, кіно-, стробо- та відеозйомки. На суглобових точках тіла досліджуваного кріплять маркери, а їхнє взаємне розміщення та зміна фіксується оптико-електронною апаратурою. Подальша обробка отриманих результатів дає можливість визначити кути та кутові переміщення.

Акселерометрія – метод безпосереднього визначення прискорень. Основу вимірювальної апаратури у контактних методах складає акселерометр. Варто зазначити, що прискорення руху тілі або окремих його ланок можна визначати також і опосередковано із використанням оптико-електронних методів досліджень.

2. Інструментальні методи контролю розвитку функціональних можливостей людини

У спортивних вимірюваннях використовуються такі *контактні методи досліджень*:

- *електроміографія* та її різновиди – *електрокардіографія* і *електроенцефалографія*;
- *пневмотонометрія*;
- *ергометрія*;
- *стабілометрія (стабілографія)*.

Електроміографія – це спосіб реєстрації біоелектричної активності скелетних м'язів. Він дає можливість вивчати процеси, що відбуваються всередині у м'язах, отримати інформацію про роботу м'язів при виконанні рухових завдань. Цей метод широко застосовують при вивченні рухів, оскільки завдяки йому можна одночасно вимірювати біомеханічні та фізіологічні параметри рухової функції.

Крива зміни біопотенціалів скелетних м'язів називається **електроміограмою**. Вона використовується для визначення ступеня участі активності різних м'язів у руховій дії, для вивчення координації та рівня активності м'язів. Окрім того, ЕМГ дає можливість дослідити внутрішню структуру рухового акту й тим самим допомагає виявити найбільш раціональні й ефективні варіанти побудови рухів, розв'язати рухові завдання.

Основними напрямками використання ЕМГ для вивчення активної рухової діяльності є:

- вивчення електричної активності окремих функціональних рухових одиниць;
- вивчення електричної активності окремих м'язів;
- вивчення рівня узгодженості електричної активності м'язів, що беруть участь в окремих рухах;
- використання ЕМГ як електростимулятора.

Для електронеурофізіологічних досліджень: міографії, визначення функціонального стану м'язів, викликаних потенціалів мозку (слухових, зорових, сомато-сенсорних) у спортивній медицині, фізичній реабілітації призначені *нейродіагностичний комплекс Nicolet Viking Select* (корпорація VIASYS Healthcare, США) та *електронеуроміографічний комплекс «M-TEST»* (рис. 4.1).

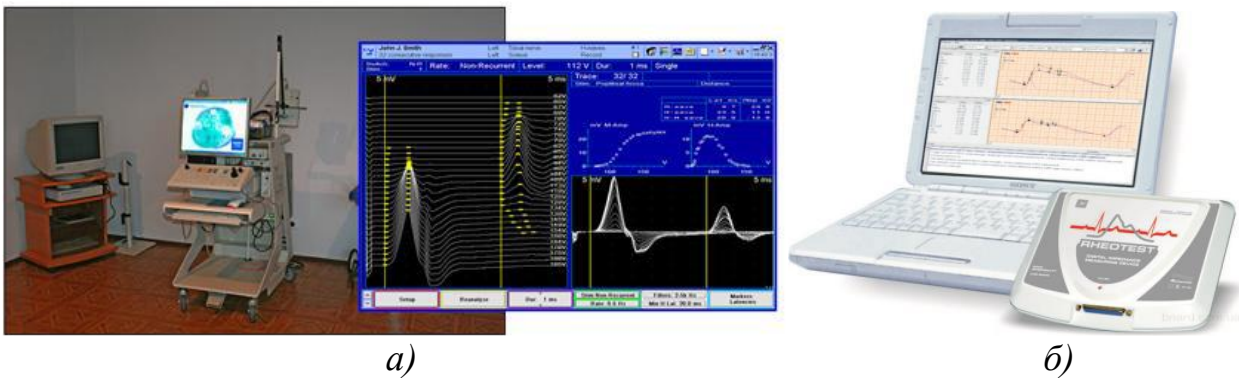


Рис. 4.1 Нейродіагностична система «Nicolet Viking Select» (а) та електронейроміографічний комплекс «М-TEST» (б) (В. М. Костюкевич, 2016)

Кінезіологічна система, яка містить безпроводні датчики для реєстрації, дає можливість реєструвати біопотенціали людини при виконанні різноманітних рухових дій. Застосування такої системи уможливорює на сучасному рівні обробляти рухові комплекси, здійснювати груповий аналіз м'язової активності, он-лайн запис м'язової активності під час рухів людини; здійснювати експрес оцінку якості м'язової активності під час тренувань; виявляти індивідуальні особливості моторики (рис. 4.2). Вказана кінезіологічна система може реєструвати такі сигнали: ЕМГ, ЕКГ, КГР, дихання, акселерометр, гіроскоп. Паралельно з електроміограмою, можна реєструвати електрокардіограму, а також отримувати інформацію про положення тіла або кінцівок за допомогою показів акселерометра та гіроскопа.



Рис. 4.2. Кінезіологічна система для реєстрації біопотенціалів спортсмена при виконанні різних вправ (В. М. Костюкевич, 2016)

Окремими різновидами методу електроміографії, які широко застосовуються у медичних і спортивних дослідженнях, слід вважати *електрокардіографію* та *електроенцефалографію*.

Для проведення електрокардіографічного дослідження спортсменів і використання у лікувальних, науково-дослідних та інших медичних установах застосовуються вітчизняні комп'ютерні електрокардіографічні комплекси *CARDIOTEST* (DX-системи, Україна) та «*КардіоПлюс*» (Метекол, Україна) (рис. 4.3).

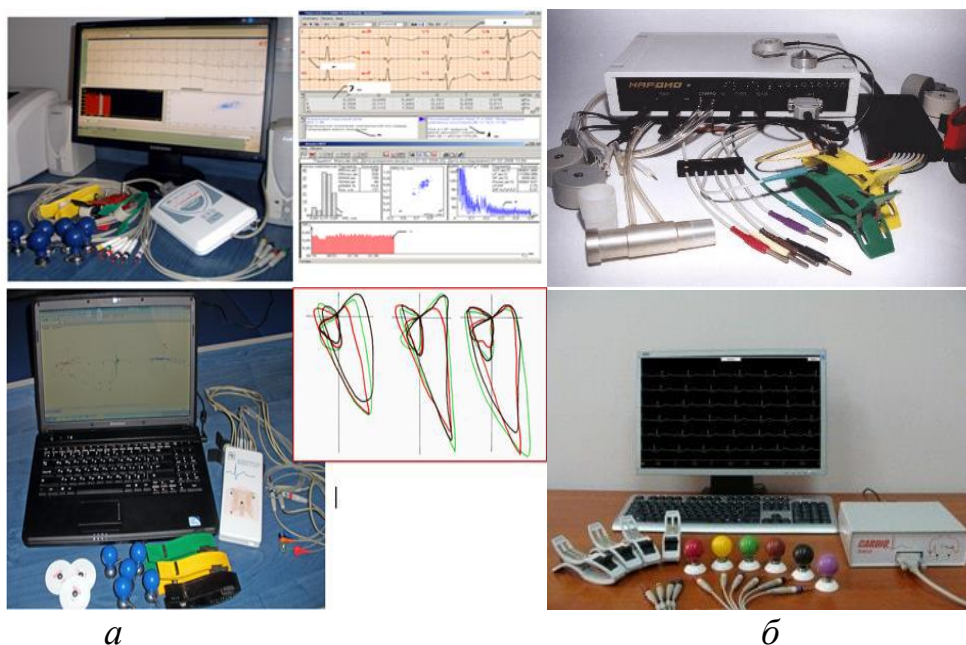


Рис. 4.3. Комп'ютерні електрокардіографічні комплекси *CARDIOTEST* (а) та «*КардіоПлюс*» (б)

З метою дослідження реакції серцево-судинної системи на тестові навантаження різної інтенсивності за природних умов середовища використовуються монітори серцевого ритму «*POLAR RS 800G3*» (Фінляндія) та «*Garmin Forerunner 305*» (США) (рис. 4.4). Це мобільна навігаційна система вимірювання відстані, темпу, частоти серцевих скорочень на базі супутникової глобальної системи позиціонування (GPS), призначена для практичного використання в галузі комплексного педагогічного та біологічного контролю у спортивній медицині, спортивних тренуваннях (біг, велоспорт, лижний спорт тощо), фізичній реабілітації, професійній медицині.

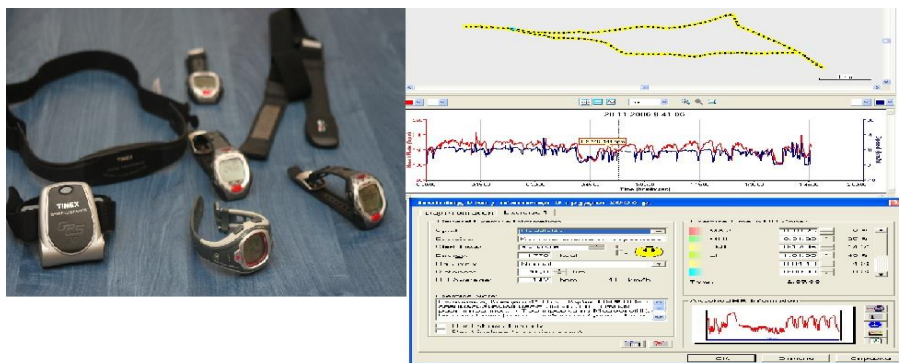


Рис. 4.4. Монітори серцевого ритму «POLAR RS 800G3» та «Garmin Forerunner 305»

Для вивчення впливу фізичних навантажень під час різних режимів роботи застосовують монітори серцевого ритму *Polar-810i, Forerunner*, (Фінляндія). Метод радіотелеметричної пульсометрії дає змогу стежити за динамікою ЧСС у стані спокою та під час тренувальних і змагальних навантажень у реальному режимі часу з дискретністю 5 сек. Водночас існує можливість реєстрування показників варіабельності серцевого ритму. Аналіз даних здійснюється за допомогою програмного забезпечення.

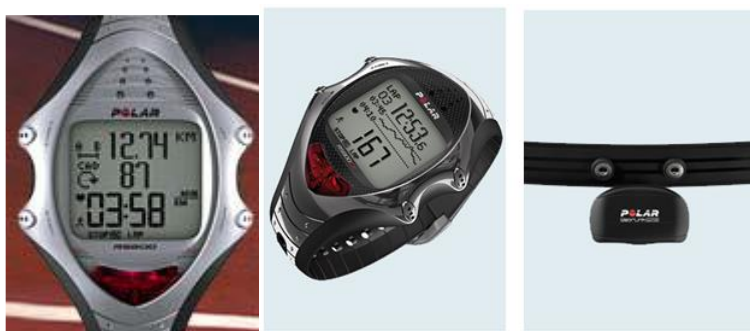


Рис.4.5. Монітори серцевого ритму *Polar-810i, Forerunner*

З метою дослідження реакції кардіореспіраторної системи на різні дії у лабораторних умовах – моделювання стандартних і максимальних навантажень на ергометрі, а також на гіперкапічні та гіпоксичні газові суміші – застосовується *ергоспірометрична система Oxycon Pro* (корпорація VIASYS Healthcare, США-Німеччина, Erich Jaeger) (рис. 4.6). Підбір ергометра залежить від виду спорту і спеціалізації спортсмена. Діагностична стаціонарна ергоспірометрична система призначена для використання у кардіології, спортивній медицині, спортивних тренуваннях, фізичній реабілітації, пульмонології, професійній медицині.

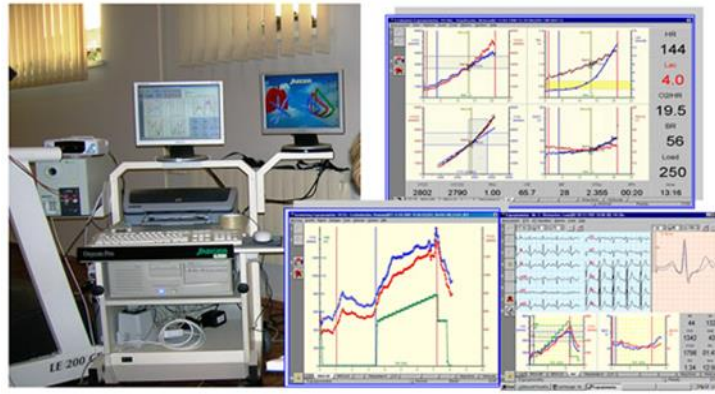


Рис. 4.6. Ергоспірометрична система Oxycan Pro

У спортивній медицині, спортивних тренуваннях, фізичній реабілітації, пульмонології, професійній медицині з метою дослідження реакції дихальної та серцево-судинної систем на фізичні навантаження різного характеру використовуються також різноманітні *ергометри*. Для реєстрації фізичної працездатності і, отже, оцінки рівня розвитку витривалості поширення одержали велоергометри. Велотренажери, величину навантаження в яких визначену у Ватах, можна виміряти за допомогою комп'ютера, називаються велоергометрами (рис. 4.7). На відміну від велотренажерів, велоергометри характеризуються точним контролем навантаження і точністю показників.



а

б

Рис. 4.7. Сучасні велоергометри Kettler X1 (а) та Monark-894E (б)



а



б



в



г

Рис. 4.8. Сучасні ергометри: *а* – тредміл LE 200С; *б* – тредміл «Laufband»; *в* – плавальний ергометр «Biometer»; *г* – веслувальний ергометр «Padllelite»

Ергометри, як правило, мають декілька інтерфейсів, а також підключення до персонального комп'ютера, електрокардіографа, ергоспірометричної системи, системи визначення тиску крові, принтера тощо. Ергометри дають можливість точно та надійно задати швидкість і градієнт підйому при виконанні тестів із використанням фізичних навантажень, що відповідає міжнародним стандартам.

З метою дослідження складу сегментів та маси тіла спортсменів можуть застосовуватися ваги-аналізатор складу тіла «Tanita» (Tanita Europe GmbH., Японія) (рис. 4.9). Аналізатор складу сегментів тіла призначений для використання у спортивній медицині, професійній медицині. Система дає змогу проводити точне і надійне вимірювання складу сегментів тіла спортсменів. Серед вимірюваних параметрів: ВМІ – ваговий індекс, ВМР – базальний рівень метаболізму, FAT % – відсоток жирової тканини у тілі, FAT MASS – маса жирової тканини у тілі, FFM – маса без жирової тканини.



Рис. 4.9. Ваги-аналізатор складу тіла «Tanita»

Трудова та спортивна діяльність людини у багатьох випадках вимагає здатності економно і з високим робочим ефектом утримувати певні робочі пози, видозмінювати їх, зберігаючи рівновагу свого тіла в просторі. У XIX ст. угорський лікар Ромберг увів у клінічну практику спостереження за вертикальним положенням тіла та розробив методику оцінки ступеня коливання тіла і тремору кінцівок.

У спортивній діяльності є багато різноманітних статичних положень тіла: стійки, виси, упори, стартові положення та пози. Їхня роль у техніці фізичних вправ може бути різною залежно від фаз рухової дії. Водночас є види діяльності, де стійкість положення тіла визначає успішність виконання рухової дії. Тому є необхідність у дослідженні стійкості статичних положень тіла людини.

Стабілографія – це метод кількісного та якісного аналізу коливань тіла в положенні стоячи.

Основою вимірювальної системи є стабілографічна платформа, це металева площадка, що закріплена на тонкому стержні (рис. 4.10). Якщо ЗЦМ тіла людини на платформі не проектується на центральну вісь, то стержень деформується і призводить до зміни струму в електричному колі.



а



б



в

Рис. 4.10. Стабілографічні комплекси

Крива зміни координати ЗЦМ тіла при збереженні стійкості стояння називається **стабілограмою** (рис. 4.11).

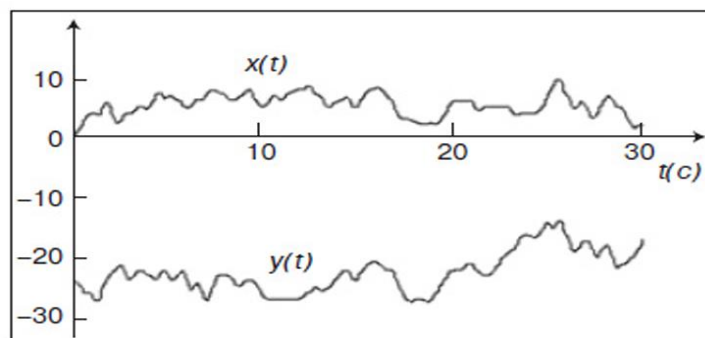


Рис. 4.11. Стабілограма коливань проекції центра мас тіла ($x(t)$, $y(t)$) досліджуваного при двоопорній стійці

У фізичній реабілітації також використовуються методики стабілометрії. Так, з метою виявлення й реабілітації рухово-координаційних порушень у дорослих і дітей успішно застосовують: *тренажери стійкості та рівноваги «SportKat 650TS»*, комп'ютерні стабілоаналізатори з біологічним зворотним зв'язком «Стабилан-01-2» (рис. 4.12). Вони дають можливість здійснювати реєстрацію й аналіз траєкторії переміщення центру тиску тіла людини на площу опори з використанням векторного аналізу.

Метод стабілографії дає змогу:

- кількісно оцінювати стійкість тіла людини та системи тіл;
- контролювати хід навчання різних видів рівноваги у спортивній та художній гімнастиці;
- проводити тестування стану спортсменів перед змаганнями;
- визначати витримку до тренувальних навантажень;
- здійснювати професійний відбір найбільш здібних індивідумів за показниками стабілографії;
- фіксувати факт вживання людиною деяких фармакологічних препаратів та алкоголю.

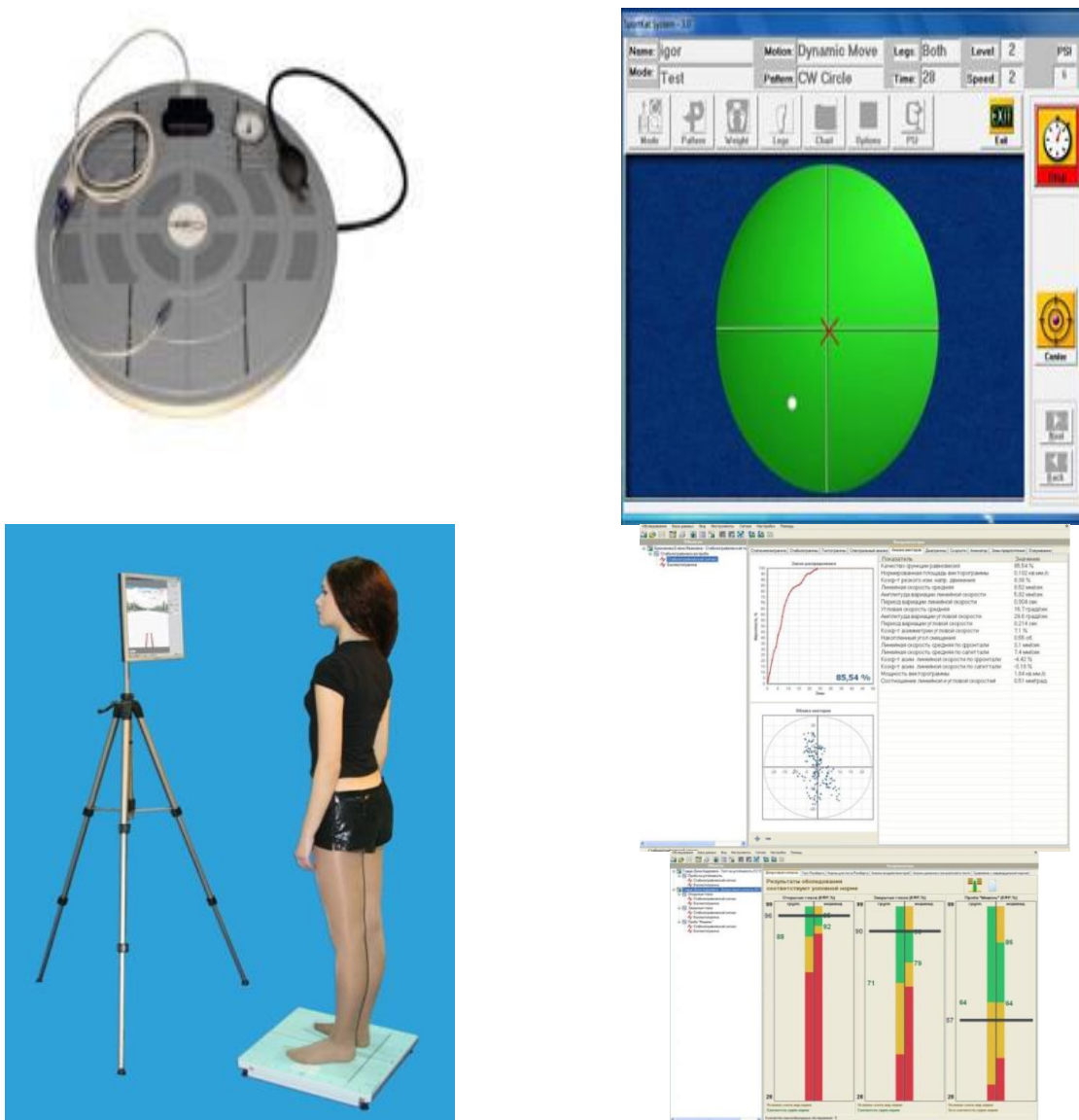


Рис. 4.12. Біомеханічні комплекси: тренажер стійкості та рівноваги «SportKat 650TS» (а) і комп'ютерний стабілоаналізатор із біологічним зворотним зв'язком «Стабілан-01-2» (б) (В. М. Костюкевич, 2016)

3. Оптичні та оптико-електронні методи реєстрації рухів спортсменів

На відміну від контактних (механоелектричних) методів контролю, де для передачі інформації використовують електричні сигнали по провідниках або радіохвилі, в оптичних та оптико-електронних методах інформація передається на реєструючий пристрій променем світла або тепловим випромінюванням. Безконтактні методи засновані на перетворенні вимірюваної певним чином фізичної величини, що об'єктивно відбиває певні якості людини, в електричний сигнал з наступним вимірюванням та реєстрацією.

Оптичні й оптико-електронні методи призначені для дистанційного та безконтактного контролю за спортсменом. Перевагою методів цієї групи є те, що вони не заважають природному ходу виконання вправи. Безконтактні методи дієво допомагають засвоювати рухові навички й формувати теоретичні знання.

Знання про рухи людини складаються із відомостей про кінематику (зовнішня картина рухів), про динаміку (величина діючих зусиль) та про їхню енергетику. Динаміку й енергетику людських рухів почали вивчати значно пізніше, ніж кінематику. Тому весь багаторічний досвід спортивної педагогіки спирається на контроль за зовнішньою картиною рухів.

Демонстрація еталонної техніки виконання широко застосовується у процесі навчання нових рухових дій. Для попередження та усунення помилок, зумовлених швидкоплинністю рухів, використовують такі методи:

- фіксують за допомогою відео-, фото-, чи кінозйомки еталонне виконання вправи і пізніше з дидактичною метою ознайомлюють учнів;

- фіксують за допомогою відео-, фото-, чи кінозйомки виконання вправи самим учнем, після чого проглядають з учнями і виявляють помилки.

Застосування таких підходів прискорює процес навчання техніки рухових дій, оскільки дає змогу сформувати зоровий образ фізичної вправи.

Оптичні методи реєстрації рухів засновані на хімічній дії світла, яке йде від досліджуваного предмета і несе про нього певну інформацію.

Результати кіно- чи фотознімків призначені або для візуального вивчення руху, або для визначення кінематичних характеристик техніки. В окремих випадках зйомки проводять одночасно з декількох камер, фіксуючи зображення відразу в трьох площинах. Незважаючи на велику трудомісткість процесу, фотографія продовжує використовуватися у спортивних дослідженнях, оскільки забезпечує високу точність результатів вимірювань.

Оптично-електронні методи реєстрації рухів засновані на перетворенні зображення в електричний сигнал.

На перший план у дослідженнях вийшло використання цифрових записів зображення за допомогою цифрових фото- та відеокамер. Вони забезпечують значні переваги:

- оперативність результатів;
- можливість перегляду on-line;
- можливість цифрового запису на різноманітні носії з подальшою обробкою та збереженням інформації.

На сучасному етапі в практику наукових досліджень галузі фізичної культури широко впроваджуються і стають основними безконтактні та дистанційні методи з використанням автоматизованих відеокомп'ютерних систем (рис. 4.13).



Рис. 4.13. Мобільний біомеханічний комплекс «Contemplas»

Існує три основні напрями розвитку вимірювальних методів, які базуються на застосуванні автоматизованих відеокомп'ютерних систем, а саме:

- високошвидкісні відеокамери у комплексі з дешифраторами відеофільмів для ПК;
- стаціонарно встановлені динамографічні платформи, що функціонують у природних умовах, з виведенням через аналогові перетворювачі на ПК;
- автоматизовані системи обробки відеограм на базі ПК.

У всіх трьох випадках технологія фіксування та обробки інформації із застосуванням ПК у режимі реального часу дає змогу оперувати великим обсягом даних, причому акцент у дослідженнях спрямований в основному на вивчення моделей спортсменів високого класу. Це послужило основою появи пересувних лабораторій з компактними вимірювальними системами, що дають змогу контролювати рухові дії спортсменів у ході тренувального процесу у природних умовах, і близько підійти до розв'язання проблеми моделювання спортивної техніки.

До найсучасніших високопродуктивних систем можна віднести:

- систему аналізу рухів у двох і трьох площинах «*TAKE*» (Японія), яка може аналізувати рухи тіла людини при зчитуванні з точністю до хвилини (кути), якщо кольорові маркери кріпляться на суглоби;

- мобільний біомеханічний комплекс з високою швидкістю фіксації відеоданих «*Contemplas*», який містить модуль високошвидкісної 2D відеореєстрації та аналізу рухів людини, окремих її біоланок, інших об'єктів досліджень (рис. 4.13);

- систему «*VICON-370*» (Великобританія), що складається із 4 – 7 відеокамер, з'єднаних із сервером даних. Також можуть приєднуватися тензоплатформи, електрогоніографи та ін.;

- модульні аналізатори рухів «*PEAK-3D*» «*Qyalisys*» (Канада-США-Німеччина), які дають змогу проводити безконтактні вимірювання у сагітальній, поперечній та похилій площинах на базі використання професійних відеокамер та відеокомп'ютерного інтерфейсу, що фіксують траєкторії переміщення біоланок за допомогою спеціальних маркерів, закріплених на суглобах. Біомеханічну систему «*Qyalisys*» оснащено сімома відеокамерами, які дають можливість проводити відеозйомку в діапазоні від 60 до 500 кадрів за секунду, і програмним забезпеченням. До складу системи увійшли також методика електроміографії, завдяки якій можна реєструвати електричну активність чотирьох довільно вибраних м'язів, і методика тензодинамографії, за допомогою якої можна реєструвати три складові опорної реакції. У ході оцінювання рухів реєструють такі показники, як координати точок тіла спортсмена, переміщення, траєкторії, швидкість та прискорення окремих біоланок тіла та ЗЦМ, спортивного снаряда тощо, кути у суглобах, тривалість одиночного руху, латентний час реакції, темп і ритм рухів, час опорної реакції, її силу, момент та градієнт сили (рис. 4. 14);

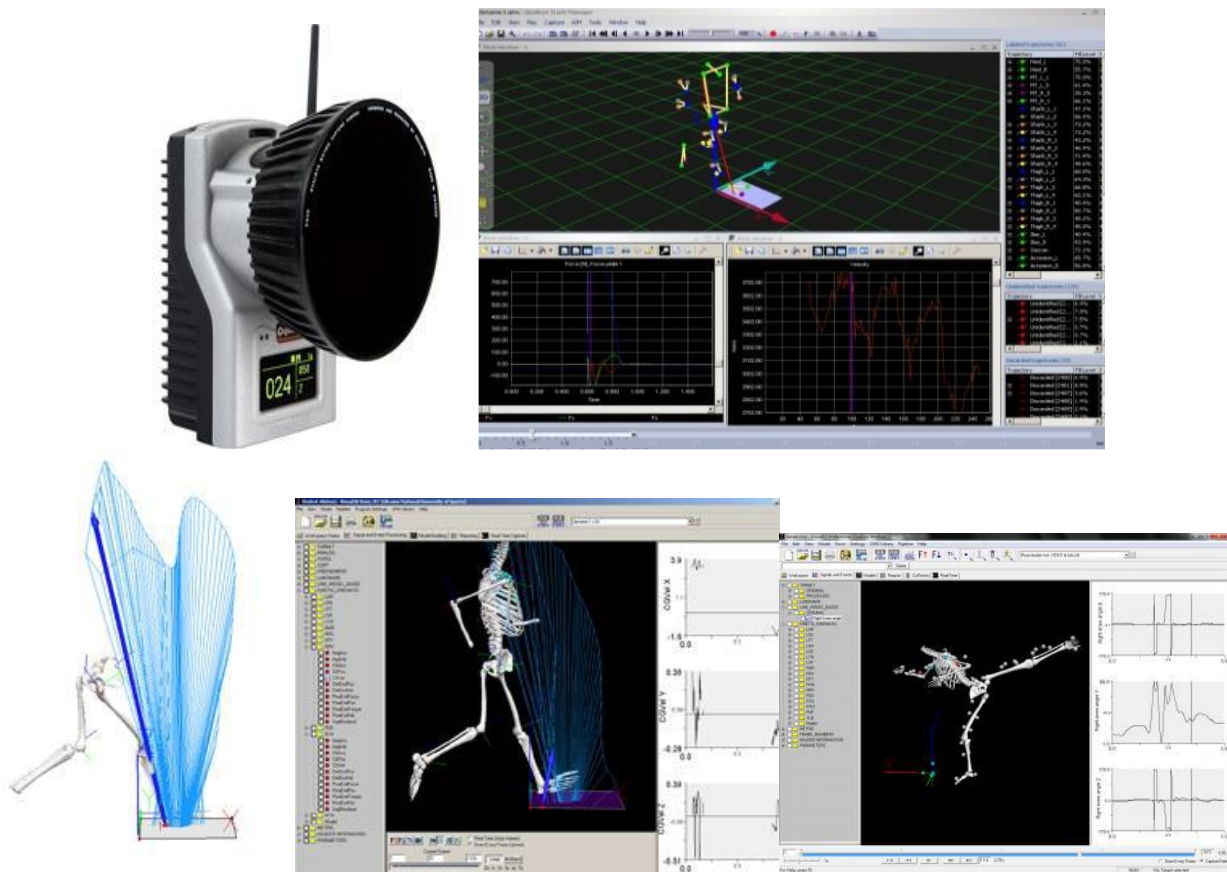


Рис. 4.14. Дослідження біомеханічних характеристик рухів з допомогою відеокомп'ютерного комплексу «Qualisys» і програмного пакету «Visual 3D»

– автоматизовану систему обробки відеограм «АСОВ» (Україна), що дає змогу не тільки відстежувати й оцифровувати переміщення біологів тіла людини в одноплощинній дії, але й виконувати широкий спектр математично-статистичних процедур;

– оптико-електронну систему «Optojamp» («Microgate», Італія), що застосовується для вимірювань кінематичних характеристик різних локомоцій з точністю до $1 \cdot 1000 \text{ c}^{-1}$. Система містить дві інструментальні планки, одна з яких має блок давачів і управління, а в іншу вбудовано передавальну електроніку. У разі необхідності збільшення довжини доріжки кілька таких планок (окремих елементів) можуть сполучатися (рис. 4.15).



Рис. 4.15. Фрагмент реєстрації кінематичних характеристик різних локомоцій з використанням оптичної системи «Optojump» (В. М. Костюкевич, 2016)

Питання для самоконтролю

1. З яких ключових елементів складається система виміральної апаратури в спорті?
2. Які переваги та недоліки оптичних методів дослідження?
3. Назвіть і охарактеризуйте оптико-електронні методи дослідження.
4. Назвіть і охарактеризуйте контактні методи дослідження.
5. Що таке електроміограма?
6. Назвіть і охарактеризуйте автоматизовані відеокomp'ютерні системи дослідження рухів.
7. Охарактеризуйте монітори серцевого ритму.
8. Розкрийте суть та можливості електротезодинамографії.
9. Розкрийте суть та можливості електроміографії.
10. Розкрийте суть та можливості стабілографії.
11. Розкрийте суть та можливості гоніометрії.
12. Розкрийте суть та можливості акселерометрії.
13. Які методи досліджень називаються інструментальними?
14. Класифікуйте інструментальні методи досліджень.
15. Як здійснюється контроль біомеханічних параметрів рухів?

РОЗДІЛ 2

МЕТРОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ РУХОВОЇ ПІДГОТОВКИ РІЗНИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ

Лекція № 5

Метрологічні основи контролю розвитку рухових якостей

План

1. Комплексний контроль розвитку координаційних здібностей.
2. Метрологічний контроль розвитку силових здібностей.
3. Метрологічний контроль розвитку швидкісних здібностей.
4. Метрологічний контроль розвитку здібностей до витривалості.
5. Метрологічний контроль розвитку гнучкості.

Рекомендована література

1. Артющенко А. Розвиток швидкісних здібностей у починаючих легкоатлетів 11 – 14 років різної будови тіла // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. праць Волинського державного університету імені Лесі Українки. – Луцьк : Медіа, 1999. – С. 909 – 913.
2. Базилевич Н.О. Спортивна метрологія : навч.-метод. посіб. / Н.О. Базилевич. – Переяслав-Хмельницький : ФОП Домбровська Я.М., 2016. – 191 с.
3. Біомеханіка спорту / за заг. ред. А.М. Лапутіна. – К. : Олімпійська література, 2001. – 318 с.
4. Бондаренко І.Г. Спортивна метрологія : методичні рекомендації / І.Г. Бондаренко. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2012. – 104 с.
5. Костюкевич В.М. Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті : навч. посіб. / В.М. Костюкевич, Л.М. Шевчик, О.Г. Сокольвак. – Вінниця : Планер, 2015. – 256 с.
6. Круцевич Т.Ю., Воробьев М.И. Контроль в физическом воспитании детей, подростков и юношей. – К. : Олімпійська література, 2005. – 195 с.
7. Ланда Б.Х. Методика комплексной оценки физического развития и физической подготовленности / Б.Х. Ланда. – М. : Советский спорт, 2004. – 192 с.
8. Носко О.М. Біометрія рухових дій людини / О.М. Носко, О.А. Архипов. . – К. : Видавничий дім «СЛОВО», 2011. – 216 с.
9. Полевщиков М.М. Спортивная метрология : учебник [для факультетов физической культуры педагогических институтов] / М.М. Полевщиков. 2-е изд., испр. и доп. – М. : Советский спорт, 2007. – 100 с.
10. Сергієнко Л.П. Комплексне тестування рухових здібностей людини. – Миколаїв : УДМТУ, 2001 б. – 360 с.

11. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти : підручник / Л.П. Сергієнко. – К. : КНТ, 2010. – 776 с.

12. Чопик Р.В. Метрологічний контроль у фізичному вихованні : методичні матеріали до практичних занять [для студентів напряму підготовки «Фізичне виховання»] / Р.В. Чопик, О.В. Шатинська. – Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2016. – 336 с.

1. Комплексний контроль розвитку координаційних здібностей

1.1. Контроль розвитку здібності до диференціювання параметрів рухів

В основі методики контролю розвитку здібності до диференціювання параметрів рухів мають бути тести, програми яких забезпечують підвищені вимоги до діяльності аналізаторів відносно точності просторово-часових і просторово-динамічних параметрів рухів (В.М. Платонов, М.М. Булатова, 1995, Л.П. Сергієнко, 2010).

Контроль розвитку здібності до диференціювання просторово-часових параметрів рухів. Рівень розвитку здібності диференціювання просторово-часових параметрів рухів може визначатись за допомогою різних видів човникового бігу, бігу зі зміною напрямку і способу руху, зміною положення тіла за обмежений час.

Човниковий біг. Тести човникового бігу виконуються в прямому і зворотному напрямку без перенесення і з перенесенням предметів. Державні тести фізичної підготовленості населення України (М.Д. Зубалій, 1997) передбачали виконання човникового бігу 4x9 м, а європейська система тестування рухових здібностей школярів: ЄВРОФІТ (EUROFIT. European Test of Physical Fitness, 1988) пропонує дітям і підліткам виконання човникового бігу 10x5 м без предметів. У той час американські президентські тести (С.І. Гуськов, Л.Б. Кофман, 1995) пропонують дітям виконання човникового бігу 4x30 футів (4x9,14 м), а міжнародні тести фізичної підготовленості дітей та молоді (S. Pilicz, R. Przeweda, R. Trzesniowski, 1993) – човниковий біг 4x10 м з перенесенням предметів (двох кубиків). Варіантами човникового бігу можуть бути тести оббігання декількох стійок (двох, трьох), перенесення предметів з одночасним веденням м'яча, перенесення у визначені місця до шести предметів. Додаткові

завдання при виконанні човникового бігу вимагають більш значного прояву координаційних здібностей.

Біг зі зміною напрямку. Ця група тестів може виконуватись з предметами (наприклад, баскетбольним або футбольним м'ячем) чи без предметів.

Біг зі зміною способу руху. У цій групі тестів може пропонуватись біг різними способами: обличчям уперед, правим або лівим боком уперед, спиною вперед з оббіганням предметів чи зміною напрямку рухів.

Контроль здібності до диференціювання просторово-динамічних параметрів рухів. Диференціація просторово-динамічних параметрів рухів може визначатись у стрибкових і металевих тестах. Можуть використовуватись такі тести, як *стрибки на розмітку та метання тенісного м'яча на точність*.

Здібність людини диференціювати, відтворювати і визначати динамічні зусилля при виконанні просторових рухів значною мірою визначається функціональним станом рухового аналізатора.

1.2. Контроль розвитку здібності до збереження стійкості пози

Відповідно до структури здібності щодо збереження стійкості пози (рівноваги), у наукових дослідженнях і практиці фізичного виховання та спорту визначають рівень розвитку статичної, динамічної рівноваги і вестибулярну (статокінетичну) стійкість.

Статична рівновага. Здібність до збереження стійкості пози в статичних положеннях тіла може вимірюватись за допомогою апаратурних методик і простих тестів. До апаратурних методик можна віднести стабілографію (В. Болобан, Т. Мистулова, 2000; Е.П. Ильин, 2003, Л.П. Сергієнко, 2010). Стабілограф фіксує коливання тіла людини, що стоїть на платформі, вперед – назад (сагітальна площина) і вліво – вправо (фронтальна площина).

При виконанні простих тестів передбачається утримання статичної пози (наприклад, на одній нозі в тесті Бондаревського, на двох ногах в основній стійці в тесті Яроцького, на двох ногах: одна попереду іншої в тесті Ромберга) на стійкій опорі (як правило, підлозі), або на підставці, чи медичному м'ячі (нестійка опора).

Європейська система тестування рухових здібностей школярів (ЄВРОФІТ) передбачає виконання тесту статичної рівноваги – «фламінго».

Динамічна рівновага. Визначення рівня розвитку динамічної рівноваги в спортсменів відбувається за допомогою 4 груп тестів:

1) тести, у яких передбачається рух (ходьба або біг) по вузькій опорі. Наприклад, ходьба по шестиграннику в тесті Мекоти або біг по вузькій стороні гімнастичної лави з перенесенням в руках предмету (м'яча);

2) тести, в яких пропонується виконання швидких поворотів на обмеженій опорі (фіксується час виконання певної кількості поворотів в праву і ліву сторони та втрата рівноваги);

3) тести, в яких передбачається швидко проходження (на лижах чи велосипеді) складного маршруту без втрати рівноваги;

4) тести, які пропонують досліджуваному виконати серію стрибків з одного місця на інше (інколи з додатковими рухами) без втрати рівноваги.

Статокінетична рівновага. Цей вид рівноваги визначається після вестибулярних подразнень.

При утриманні певної пози домінуючу роль відіграє руховий аналізатор, при балансуванні на предметах та з предметами – зоровий і тактильний, при обертах тіла – вестибулярний.

У спорті для контролю стійкості рівноваги слід використовувати показники, що відображають особливості прояву цієї здібності в умовах реальної тренувальної й змагальної діяльності (В.М. Платонов, М.М. Булатова, 1995).

1.3. Контроль розвитку здібності до орієнтації в просторі

Здібність до орієнтації в просторі необхідна людині для своєчасної зміни положення тіла і виконання рухів у потрібному напрямку.

В основі контролю розвитку здібностей до орієнтування в просторі повинні бути рухові завдання, котрі вимагають оперативної оцінки ситуації, що склалася, і реакції на неї раціональними діями.

Спортсменам слід пропонувати біг або проходження заданої відстані без зорового контролю по прямій (наприклад, ходьба до цілі в комплексному тесті Сергієнка-Мацієвич) або за спеціальним маршрутом, обмеженим орієнтирами. Це можуть бути тести, де виконуються удари по м'ячу, кидки м'яча в мішень, ворота або баскетбольне кільце із заданої відстані без зорового контролю (В.М. Платонов, 1997).

Для контролю розвитку здібності до орієнтації в просторі ефективними є також завдання, пов'язані із необхідністю виконання рухових дій за конкретний час (наприклад, виконання 10 кидків манекена за 1 хв – у боротьбі, 20 ударів по мішку за 10 с – в боксі і т.д.), виконання стандартного комплексу переміщень та ігрових прийомів з м'ячем або шайбою за конкретний час тощо (В.М. Платонов, М.М. Булатова, 1995, Л.П. Сергієнко, 2010).

При складанні програм тестів для оцінки здібностей до орієнтування в просторі слід пам'ятати, що завдання мають виконуватися в ускладнених умовах – при дефіциті або з обмеженням у часі, просторі, недостатній або надмірній інформації.

1.4. Контроль розвитку здібності до координованості рухів

Координованість рухів визначається в розвитку декількома видами здібностей:

- до перебудови рухової діяльності – якісна характеристика КЗ, яка обумовлює швидке переключення від одних рухових дій до інших у відповідно змінюваних умовах;
- до погодження рухових дій – здібність людини до поєднання, підпорядкування окремих рухів і дій цілісним руховим комбінаціям;
- до навчання рухів – визначається можливостями рухової пам'яті і характеризує людину як таку, що може або не може швидко засвоювати складно координаційні вправи, а також їх комбінації;
- до реагування – дає змогу точно і швидко виконувати цілісний, короткочасний рух на відомий або невідомий заздалегідь сигнал відповідними частинами або всім тілом.

Для визначення рівня розвитку здібності до загальної координованості рухів у дітей, підлітків, спортсменів можна використати декілька груп тестів:

1) тести зі складною координацією тулуба, рук і ніг, що дають змогу визначити рівень розвитку рухової пам'яті;

2) тести, в яких пропонується жонглювання різними предметами чи виконання складної координації рухів з предметами – *тест Копилова*.

3) тест із незвичним виконанням рухів (наприклад, стрибків у різні сторони – *стрибки на шестикутнику*).

Крім загальної координованості рухів можливе визначення координованості лише рук. Розвиток цієї здібності потрібне спортсменам, що займаються кульовою і стендовою стрільбою,

стрілюю із лука (тут координація рук пов'язана із зоровим сприйняттям), фехтуванням та іншими видами спорту. Здійснити діагностику розвитку такої здібності в людини можливо за допомогою комп'ютерних методик (пропонується Віденською системою тестів **Vienna Test System** – G. Schufried, 1997,) чи методик, в основу яких покладена маніпуляція рук з різними предметами (наприклад, у тесті «монтаж – демонтаж» – А.Б. Боровский, Т.П. Потапенко, Г.В. Щекин, 1993) (рис. 5.1).

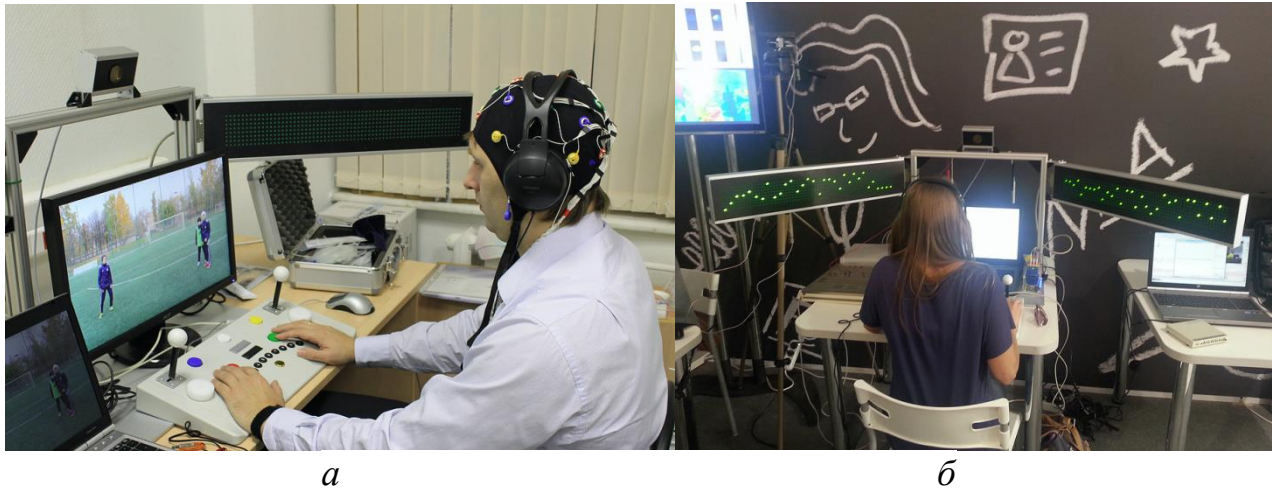


Рис. 5.1. Визначення уваги, часу реакції та стресостійкості (а), периферичного зору (б) за допомогою Biofeedback 2000x-pert (Vienna Test System)

1.5. Комплексний контроль розвитку координаційних здібностей

Комплексний контроль розвитку КЗ може здійснюватись двома шляхами:

1) підбираються різноманітні тести (для контролю розвитку різних видів КЗ), для виконання яких обладнуються місця в певній послідовності (обладнується так звана «смуга перешкод»). Досліджуваному пропонують якомога швидше подолати смугу перешкод, витративши на це найменше часу. Загальний час, витрачений на виконання всіх рухових дій, є мірилом координаційних здібностей, оскільки відображає точність дій, відчуття ритму, вміння орієнтуватись у складних ситуаціях, диференціювати кінематичні і динамічні параметри рухів тощо;

2) підбирається комплекс тестів для визначення рівня розвитку різних видів КЗ. За виконання кожного тесту нараховуються відповідні бали, а потім за сумою балів визначається комплексна оцінка розвитку КЗ.

За першою технологією використовується комплексний французький тест Фонтена (Z.-L. Fontaine, 1987), а за другою – комплексний тест Сергієнка-Мацієвич (Л.П. Сергієнко, О.Е. Мацієвич, 2000).

2. Метрологічний контроль розвитку силових здібностей

2.1. Контроль розвитку максимальної сили

На сучасному етапі для комплексного дослідження силових здібностей спортсменів використовуються різні діагностичні комплекси (наприклад, комплекс фірми «Cybex» або «Technogym»), які включають комп'ютерні програми обробки фактичного матеріалу, аналогові і цифрові реєструючі прилади.

Реєстрація зусиль, що розвиває спортсмен під час взаємодії з опорою та іншими об'єктами навколишнього середовища, відбувається за допомогою електротензодинамографії (А.М. Лапутін, 2001). Цей метод в останній час інтенсивно використовується для реєстрації показників силових здібностей у різних видах спорту (О.Ю. Портнова, А.Г. Рязанов, 2005, Л.П. Сергієнко, 2010).

Статична максимальна сила. Вимірювання статичної максимальної сили (відбувається при ізометричному режимі роботи м'язів і практично відсутності рухів) може бути однієї чи одночасно декількох м'язових груп при спрямуванні зусиль у різних напрямках: згинанні – розгинанні, приведенні – відведенні. При цьому використовується, крім динамометра, елементарне обладнання: гімнастична стінка, лавка, металеві труби і гачки, ремені для кріплення сегментів тіла або спеціально обладнане крісло.

Динамічна максимальна сила. Вимірювання динамічної сили відбувається в динамічному режимі роботи м'язів, при зміні їхньої довжини і куті прикладення, при одному підніманні обтяження.

Для визначення максимальної сили м'язів рук, плечового пояса, ніг у юнаків старшого шкільного віку і спортсменів використовується *піднімання штанги максимальної ваги*.

Максимальна сила може вимірюватись в *неспецифічних і специфічних тестах*. До неспецифічних тестів можна віднести різноманітні тести, що характеризують загальний розвиток силових здібностей. Специфічні тести визначають силовий потенціал тих м'язових груп, які несуть основне навантаження в конкретному виді спорту. Так, у плаванні та греблі специфічним тестом можна вважати *реєстрацію максимальної сили при виконанні тяги*.

Зареєстровані при вимірюваннях показники сили вважаються *абсолютними*, а розрахунковим шляхом визначаються *відносні* (показники щодо маси тіла). У загальному вигляді залежність «сила – маса» описується рівнянням (М.А. Годик, 1988):

$$F = a \cdot m^{0,667} \quad (5.1),$$

де F – сила (за результатами в силовому тесті); m – маса тіла, a – константа.

Нормативні оцінки відносних показників м'язової сили рук (максимальний жим руками штанги лежачи / маса тіла) і ніг (максимальний жим ногами штанги лежачи / маса тіла) для нетренованих людей різної статі і віку наведені у посібнику Л.П. Сергієнка, 2010.

Відносні показники розвитку силових здібностей можуть розраховуватись і щодо інших антропометричних ознак.

2.2. Контроль розвитку швидкісної сили

У спортивній практиці найчастіше здійснюють оцінку розвитку вибухової сили, як прояву швидкісної сили. Для цього використовують тести, що дають змогу визначити вибухову силу ніг, плечового поясу і рук, інтегральний прояв вибухової сили декількох груп м'язів.

Оцінка розвитку вибухової сили ніг. Контроль розвитку цієї здібності можливий при оцінці швидкості пробігання коротких відрізків (10 – 30 м) дистанції, результатів стрибкових тестів (з місця вгору й довжину; багатократних: три й п'ятикратних стрибків; стрибків угору з обтяженням; стрибків, виконаних за короткий час та ін.).

Оцінка розвитку вибухової сили плечового поясу і рук. Контроль розвитку цієї здібності можливий при виконанні 5 груп тестів:

а) згинання – розгинання рук в упорі за обмежений час (наприклад, 15 с) на підлозі чи на брусах, з різним розведенням рук та додатковими рухами (наприклад, плесканням долонь між циклами);

б) виконання силових гімнастичних вправ:

- із вису на поперечині, підйом переворотом в упор;
- із вису на поперечині, силою перейти в упор;
- із вису на гімнастичних кільцях, силою перейти в упор;
- лазіння по гімнастичному канату без допомоги ніг на швидкість (ноги можуть висіти або бути під кутом 90° до тулуба);

в) підйом тулуба в сід за обмежений час (наприклад, 30 с) з різним положенням рук, вихідного положення початку і кінцевого положення закінчення виконання вправи. До цієї серії вправ можна віднести тест піднімання ніг уперед у висі за обмежений час;

г) підтягування на поперечині за обмежений час (наприклад, 15 с). Підтягування може відбуватись з положення вису на поперечині до рівня підборіддя або з положення напіввису до торкання грудей обмежувальної мотузки;

д) штовхання ядра (або інших предметів) з положення сидячи (на землі або стільці) двома руками від грудей.

Оцінка розвитку інтегрального прояву вибухової сили. Контроль розвитку цієї здібності здійснюється за допомогою металевих тестів. Вони підбираються відповідно до віку і статі. Для метань можуть підбиратись різні снаряди (тенісні, медичні м'ячі від 1 до 5 кг, легкоатлетичні ядра різної ваги). Метання може відбуватись із різних положень (сидячи; стоячи обличчям, боком чи спиною відносно напрямку польоту снаряда), однією чи двома руками. Особливість цих тестів полягає в тому, що результативність виконання тесту залежить від інтегративного прояву швидкісної сили ніг, тулуба і рук.

2.3. Контроль розвитку силової витривалості

Статична силова витривалість. У тестах, які дають можливість контролювати розвиток статичної силової витривалості, пропонується виконання статичної роботи, направленої на утримання певного обтяження або збереження запропонованої пози.

Оцінка розвитку статичної силової витривалості м'язів рук і плечового поясу може проводитися за допомогою декількох груп тестів:

1. Утримання на кистьовому динамометрі зусилля 30 – 50 % від максимального.

2. Вис на поперечині на зігнутих під визначеним кутом руках (90°).

До цієї групи тестів можна віднести вправи, які виконуються в упорі та зігнутих руках (упор можна приймати на брусах чи підлозі).

3. Утримання на витягнутих у сторони руках предметів (гантель, легкоатлетичних ядер) вагою від 1 до 10 кг (реєструється час утримання пози).

Оцінка розвитку силової витривалості м'язів тулуба (живота і спини) може проводитися за допомогою декількох груп тестів:

1. Утримання однієї ноги в положенні стоячи або двох ніг в положенні сидючи. Утримання положення «кут» у висі на поперечині, гімнастичній стінці або упорі на брусах. У цих вправах в основному визначається розвиток статичної силової витривалості м'язів живота.

2. Тестування силової витривалості м'язів спини відбувається за двома варіантами тестів:

а) учасник тестування грудьми лягає на стіл так, щоб край стола був на рівні пояса, ноги випрямлені паралельно до підлоги. Досліджуваного утримують за плечі;

б) учасник тестування набуває вихідного положення лежачи на спині, ноги зігнуті у колінах під кутом 90° , тулуб – під кутом 40° відносно підлоги, руки за головою, пальці переплетені. Партнер чи особа, що проводить тестування, утримує ступні досліджуваного.

Оцінку розвитку статичної силової витривалості м'язів ніг можна зробити при виконанні сиду (кут між стегном і гомілкою 90°) на двох чи одній нозі.

Динамічна силова витривалість. Вимірювання динамічної силової витривалості різних м'язових груп передбачає використання обтяжень, що дорівнюють 20 – 40 % власної маси тіла або виконання тестів з вагою власного тіла в діапазоні від 40 до 150 с. По суті, для контролю розвитку динамічної силової витривалості можуть бути використані різні вправи, що моделюють спортивну діяльність за енергетичними та біомеханічними параметрами.

Динамічна силова витривалість визначається кількістю рухів і часом виконання вправи. Визначають динамічну силову витривалість м'язів рук і плечового поясу, тулуба (живота і спини), ніг.

Оцінка розвитку динамічної силової витривалості м'язів рук і плечового поясу може проводитися за допомогою таких вправ:

1. Вправи, які виконуються з участю м'язів рук і плечового поясу:

а) згинання і розгинання рук в упорі. Різновиди цього тесту такі:

- згинання-розгинання рук в упорі лежачи на підлозі з прямими ногами. Нормативні оцінки за цим варіантом тесту наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Нормативні оцінки тестом згинання – розгинання рук в упорі лежачи для чоловіків у віці 20 – 69 років, разів (D.K. Miller, 1994)

Рівень розвитку здібності	Вік, років				
	20 – 29	30 – 39	40 – 49	50 – 59	60 – 69
Вище середнього	45 і більше	35 і більше	30 і більше	25 і більше	20 і більше
Середній	35 – 44	25 – 34	20 – 29	15 – 24	10 – 19
Нижче середнього	34 і менше	24 і менше	19 і менше	14 і менше	9 і менше

• згинання – розгинання рук в упорі лежачи із зігнутими в колінах ногами (для жінок). Нормативні оцінки за цим варіантом тесту наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Нормативні оцінки за тестом згинання – розгинання рук в упорі лежачи із зігнутими колінами для жінок у віці 20 – 69 років, разів (D.K. Miller, 1994)

Рівень розвитку здібності	Вік, років				
	20 – 29	30 – 39	40 – 49	50 – 59	60 – 69
Вище середнього	34	25	20	15	5
Середній	17 – 33	12 – 24	8 – 19	6 – 14	3 – 4
Нижче середнього	16	11	7 і менше	5 і менше	2 і менше

- згинання – розгинання рук в упорі на брусах;
 - згинання – розгинання рук в упорі об гімнастичну лаву заввишки 20 см (жінки);
 - згинання – розгинання рук в упорі, ноги на гімнастичній лаві (чоловіки);
- б) підтягування на перекладині. Відомі декілька варіантів тесту:
- підтягування на перекладині хватом рук зверху на ширині плечей.

Нормативні оцінки для хлопців у віці 9 – 17 років наведені в таблиці 5.3.

**Нормативні оцінки за тестом підтягування на перекладині
для хлопців у віці 9 – 17 років, разів (D.K. Miller, 1994)**

Перцентильна шкала	Вік, років							
	9 – 10	11	12	13	14	15	16	17 +
95	9	8	9	10	12	15	14	15
75	3	4	4	5	7	9	10	10
50	1	2	2	3	4	6	7	7
25	0	0	0	1	2	3	4	4
15	0	0	0	0	1	1	3	2

- підтягування на перекладині широким хватом знизу (варіанти: звичне підтягування і за голову);
- підтягування на перекладині з положення напіввису;
- підтягування на санчатах по похилій поверхні – тест Баумгартнера (Т.А. Baumgartner, 1984).

в) жим штанги вагою 20 – 30 % власної маси тіла в положенні стоячи або сидячи (від грудей або з-за голови);

г) підтягування руками до грудей штанги в положенні тулуба, зігнувшись до кута 90° (у відношенні до ніг).

Оцінка розвитку динамічної силової витривалості м'язів тулуба. Під час контролю розвитку даної сили використовуються декілька варіантів тестів:

- а) підйом тулуба в сід, вправи виконуються до максимуму;
- б) нахили тулуба вниз з обтяженням за головою.

Оцінка розвитку динамічної силової витривалості ніг. Пропонуються такі тести:

- а) підйом тіла силою гомілкоступневих м'язів;
- б) присідання на одній нозі («пістолет») з опорою на гімнастичну стінку;
- в) серійні стрибки вгору з торканням рукою відмітки на рівні 50 – 75 % максимального стрибка;
- г) присідання зі штангою на плечах (вага штанги – 30 – 40 % від маси тіла);
- д) стрибки зі скакалкою.

2.4. Комплексний контроль розвитку силових здібностей

Відомо декілька шляхів комплексного контролю розвитку силових здібностей:

1) підбираються тести для оцінки розвитку різних видів силових здібностей, різних м'язових груп (*комплексне тестування розвитку силових здібностей юнаків 15 – 17 років за методикою Сергієнка-Ревуцького*). Воно передбачає батарею, яка складається із 10 тестів:

- стрибок у довжину з місця, см;
- потрійний стрибок з місця на правій і лівій нозі, см;
- метання медичного м'яча вагою 4 кг назад через голову, см;
- лазіння по канату (від місця хвату руками до кінця канату повинно бути 4 м), с;
- згинання і розгинання рук в упорі лежачи, кількість разів;
- піднімання тулуба з положення лежачи в сід на протязі 30 с, кількість разів;
- кистьова динамометрія правої і лівої руки, кг;
- станова динамометрія, кг;
- вис на зігнутих руках, с;
- утримання ніг (на висоті 25 – 30 см над рівнем підлоги) у положенні лежачи, с.

У перших трьох тестах вимірюється у юнаків вибухова м'язова сила, наступні три тести дають змогу визначити динамічну силу, в сьомому і восьмому тесті визначається статична сила, а останні два тести дають можливість оцінити рівень розвитку силової витривалості.

Нормативні оцінки розвитку силових здібностей юнаків у віці 15 – 17 років розраховуються відповідно до даних спеціальних таблиць (Л.П. Сергієнко, 2010);

2) у комплекс підбираються тести, які оцінюють лише деякі види силових здібностей по відношенню до певних морфологічних ознак – *силова батарея тестів Роджена* (Л.П. Сергієнко, 2010);

3) у комплекс підбираються лише ті тести, які виконуються з вагою власного тіла. Подібні комплекси в основному визначають рівень розвитку мінімальної сили, необхідний для життєдіяльності людини (*батарея тестів мінімальної сили Клауса-Вебера* (Л.П. Сергієнко, 2010) .

3. Метрологічний контроль розвитку швидкісних здібностей

3.1. Контроль елементарних форм прояву швидкісних здібностей

Оцінка розвитку простої рухової реакції. Існують лабораторні і прості способи оцінки розвитку простої рухової реакції. У лабораторних умовах латентний (прихований) період зорово-моторної або акустико-моторної реакції на світло (звук) визначають за допомогою рефлексометрів різних конструкцій (Е.П. Ильин, 2003). При появі світлового (звукового) сигналу досліджуваний повинен швидко відпустити (або натиснути – залежно від конструкції рефлексометру) кнопку електронного пристрою і зупинити лічильник часу. Після виконання попередніх спроб дається 9 або 10 спроб (їхню кількість можна довести до 15). При 9 спробах як кінцевий результат береться медіана. Якщо ж досліджуваному пропонують виконати 10 спроб, тоді можна визначити середній показник із 6 (при цьому виключають два найкращих і найгірших результати). Серед простих тестів найвідомішим є *тест Дітріха (хват падаючої палиці)*.

Оцінка розвитку складної рухової реакції. Розроблені лабораторні і польові тести для оцінки реакції вибору руху, реакції на рухомий об'єкт і реакції антиципації (передбачення).

1. *Оцінка реакції вибору рухів.* Довільна сенсомоторна реакція вибору складніша, ніж проста, а тому вимагає більших затрат часу. Ускладнення реакції пов'язане з тим, що досліджуваний повинен визначити не тільки те, з'явився чи ні сигнал, а і який із можливих сигналів пред'явлений. Далі приймається рішення і виконується відповідна дія.

У лабораторних умовах визначити реакцію вибору можна за допомогою рефлексометра. Варіанти лабораторного тесту можуть бути різними. Наприклад, досліджуваному пропонують реагувати на сигнал однієї лампочки, а також на загорання двох (за наявності зеленого і червоного світла). Можуть бути заборонні сигнали (наприклад, не натискати кнопку, якщо одночасно із сигнальною лампочкою спалахне червона). Або може бути запропонований складніший варіант: реагувати на загорання тільки трьох лампочок, з яких дві одного кольору, а третя – іншого.

2. *Оцінка реакції на рухомий об'єкт (РРО).* Суть цієї складної реакції полягає в тому, що виконується відповідна дія на рухому, наприклад, стрілку електросекундоміра (або наочне просторове

суміщення двох чи декількох рухових об'єктів на моніторі). Визначають величину і знак помилки (рання зупинка «+», запізнення «-»). Середня величина помилки розраховується без знака помилки. Аргументація результатів вимірювань може бути такою: передчасна реакція у спортсменів свідчить про перевагу у них нервових процесів збудження, при запізненні – гальмування.

Оцінка швидкості одиночного руху. Контроль розвитку швидкості одиночного руху можливий у лабораторних умовах та за допомогою виконання простих вправ. У лабораторних умовах використовуються відносно складні апаратурні методики: фотоелектронні установки, фіксація рухів за допомогою відео- і кінозйомки. Використовуючи прості вправи, можна визначити розвиток швидкості одиночних рухів у спортсменів різних видів спорту. Це вправи загального використання.

Оцінка частоти рухів. Для вимірювання частоти рухів найчастіше виконуються рухові завдання тривалістю 5 – 10 с. Тести можуть характеризувати загальний прояв цього виду рухової діяльності і специфічні показники, що реєструються в умовах, наближених до змагальних. Виконання неспецифічних тестів передбачає чітку стандартизацію рухів за просторово-часовими параметрами (наприклад, *біг на місці з оплесками долонями під колінами*).

При вивченні фізіології м'язової діяльності здебільшого використовують *теппінг-тест* (реєстрація кількості рухів кисті за 5 – 10 с).

3.2. Контроль комплексних форм прояву швидкісних здібностей

У сучасних умовах фіксація часу виконання рухів загалом і його окремих фаз вимагає високої точності. Для цього можуть бути використані електронні вимірювальні прилади, що мають об'ємну пам'ять і друкувальний пристрій. У специфічних умовах, наприклад, спринтерського бігу, можуть фіксуватись часові й кінематичні характеристики стартового прискорення за допомогою комплексу електронної і відеоапаратури.

При підборі контрольних вправ виконання роботи максимальної інтенсивності не повинно перевищувати 15 – 20 с. У процесі випробувань спортсмен повинен бути у стані максимальної

працездатності, без ознак попередньої втоми (В.М. Платонов, М.М. Булатова, 1995).

Із простих тестових методик для комплексного контролю розвитку швидкісних здібностей у людини використовується біг на короткі дистанції (30, 50, 100 м із ходу, високого і низького старту) і деякі вправи, що виконуються із максимальною швидкістю (кидки тенісного м'яча, удари баскетбольного, баскетбольного м'яча в стінку).

Використання тестів для визначення розвитку швидкісних здібностей повинно бути диференційовано відносно різних груп населення та їхньої фізичної підготовки.

4. Метрологічний контроль розвитку здібностей до витривалості

4.1. Контроль розвитку загальної витривалості

Для визначення рівня розвитку загальної (аеробної) витривалості використовують польові випробування, лабораторні дослідження і непрямі методи розрахунку МСК.

Польові вимірювання. У практиці фізичного виховання і масового спорту аеробну витривалість визначають за результатами ходьби і бігу на дистанціях від 600 до 3000 м. Для дітей і підлітків залежно від віку, статі та індивідуальних можливостей пропонують такі дистанції (Л.П. Сергієнко, 2001):

600, 800, 1000 м – дітям 7 – 10 років;

2000 м – хлопцям, дівчатам 11 – 14 років;

3000 м – юнакам, дівчатам 15 – 18 років.

Важливим у подібних вимірюваннях є довжина дистанції та час роботи. Зі збільшенням цих параметрів залежність між МСК і часом бігу (ходьби) збільшується (К. Kukkonen-Harjula et al., 1987).

Оцінка аеробних здібностей людини можлива не тільки за часом пройденої дистанції, а і за показниками відновлення серцевого пульсу після стандартного фізичного навантаження. Прикладом є виконання 3-хвилинного степ-тесту американської тестової системи УМСА.

У польових умовах для визначення аеробних здібностей людини (спортсменів), крім бігу на встановлену дистанцію, можна пропонувати біг впродовж 5, 7, 9, 12 хв, рівномірний біг (за методикою Солдатова, Фарфеля), човниковий біг для оцінки аеробних здібностей зі зростаючою швидкістю.

Лабораторні вимірювання. У лабораторних умовах при оцінці аеробних здібностей організму спортсмена як навантаження найчастіше використовується дозована робота циклічного характеру, що виконується на велоергометрі або тредбані (рис. 5.3).

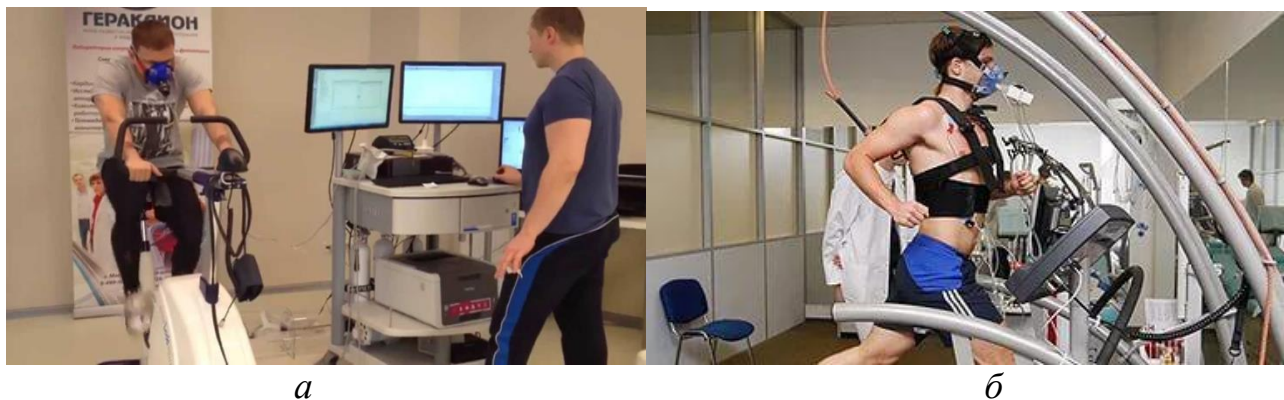


Рис. 5.3. Контроль розвитку аеробних здібностей на велоергометрі(а) і тредбані (б)

Розглянемо деякі особливості проведення тестових процедур. При вимірюваннях МСК за допомогою велоергометра повинна проводитись попередня розминка. Її мета – максимальна мобілізація фізіологічних систем, що забезпечують споживання, доставку та утилізацію кисню м'язами, що працюють. У процесі зростаючих за потужністю навантажень за допомогою спеціальної газометричної апаратури реєструють індивідуальну величину МСК. Основні характеристики ступінчато-зростаючих навантажень для визначення МСК газометричним способом наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4

Значення потужності (W) і тривалості (t) роботи на велоергометрі (частота педалювання – $60 \text{ об} \cdot \text{хв}^{-1}$) при визначенні МСК у спортсменів (В.Л. Капман, З.Б. Белоцерковский, І.А. Гудков, 1988)

Вікова група спортсменів	Стать	Навантаження	
		$W, \text{Вт}$	$t, \text{хв}$
Юнаки	Хлопці, дівчата	20 – 50	1 – 3
Дорослі	Чоловіки	50 – 80	1 – 3
	Жінки	30 – 70	1 – 3

Варто зазначити, що для більшості людей значення МСК визначені в польових умовах (при використанні бігових тестів) будуть вищі, ніж у лабораторних умовах (з використанням особливо велоергометрів).

Непрямі методи визначення МСК. Непрямі, розрахункові методи визначення МСК відносно прості, проте менш точні, ніж прямі методи. Результати, одержані в них, залежать від мотивації і вольових властивостей особи.

Непрямі методи визначення аеробної продуктивності засновані на:

- 1) розрахунку регресійної залежності між субмаксимальним навантаженням (наприклад, бігом на різні дистанції) і МСК;
- 2) лінійній залежності між ЧСС у межах $170 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$, потужністю роботи і величиною споживання кисню;
- 3) певній залежності між морфофункціональними показниками людини та споживанням нею кисню.

Полеві тести визначення МСК. Довжина бігових дистанцій при непрямому визначенні МСК може бути в межах 600 – 5000 м. Використання бігових тестів має ряд переваг перед лабораторним дослідженням: вносить змагальний елемент, що позитивно впливає на емоційний стан тестованого, стимулює його мотивацію. Метод достатньо простий, що дає можливість ефективно використовувати його при масових обстеженнях населення (юних спортсменів).

У США (S.D. George, 1993) запропонована методика прогнозу МСК у студентів за результатами бігу на дистанцію 1 миля:

$VO_{2max} = 100,5 + 8,344 \cdot \text{стать} \text{ (0=жінки, 1=чоловіки)} - 0,1636 \cdot \text{маса тіла, кг} - 1,438 \cdot \text{час бігу на 1 милю, хв} - 0,1928 \cdot \text{пульс бігу, разів} \cdot \text{хв}^{-1}$.

Ларсен зі співавт. (С.Е. Larsen et al., 2002) запропонували також рівняння регресії, яке дозволяє оцінити величину МСК (VO_{2max}) за результатами бігу на дистанцію 2400 м:

$VO_{2max} = 65,404 + 7,707 \cdot \text{стать} \text{ (0=жінки, 1=чоловіки)} - 0,159 \cdot \text{маса тіла, кг} - 0,843 \cdot \text{час бігу на 2400 м, хв}$.

Визначення МСК за показниками ЧСС. Ця група тестів відносно проста і не вимагає складної апаратури. МСК може визначатись за ЧСС відновлення або роботи при виконанні степ-тесту чи велоергометричного тесту. Прикладом такого підходу може слугувати *метод Добельна*.

В.Л. Карпман зі співавтором (1988) запропонував визначати МСК непрямим способом за показниками PWC_{170} , яке розраховується через ЧСС:

$$МСК = 1,7 \cdot PWC_{170} + 1240.$$

Подібна розрахункова технологія показників МСК достатньою мірою інформативна, особливо велоергометричний тест визначення PWC_{170} ($r=0,610$), порівняно зі степергометричним тестом ($r=0,425$).

4.2. Контроль розвитку фізичної працездатності

Фенотипічний прояв фізичної працездатності забезпечується аналогічними фізіологічними механізмами, що і аеробної продуктивності.

Між показниками МСК і фізичною працездатністю існують високі ($r>0,90$) кореляційні зв'язки, в основі яких лежить пряма залежність між потужністю роботи, споживанням кисню і приростом ЧСС.

Показники фізичної працездатності визначаються прямим і непрямим (розрахунковим) шляхом. Опишемо їх.

Пряме визначення фізичної працездатності. Найпростішим способом визначення фізичної працездатності людини є *Гарвардський степ-тест*.

Індекс Гарвардського степ-тесту вираховується двома способами: за повною і скороченою формами. Останній спосіб дає економію часу при масовому тестуванні.

$$IGST(\text{повна} \cdot \text{форма}) = \frac{t \cdot 100}{(f_1 + f_2 + f_3) \cdot 2},$$

де t – час сходження, с; f_1, f_2, f_3 – ЧСС на 2 - , 3 - , 4 -й хвилинах відновлення.

$$IGST(\text{скорочена} \cdot \text{форма}) = \frac{t \cdot 100}{f_1 \cdot 5,5},$$

де t – час сходження, с; f_1 – ЧСС на 2-й хвилині відновлення.

Оцінка фізичної працездатності за повною і скороченою формою індексу Гарвардського степ-тесту наведена в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5

Оцінка показників Гарвардського степ-тесту за повною і скороченою формою розрахунку, ум. од.

Форма розрахунку			
Повна		Скорочена	
IGST	Оцінка фізичної працездатності	IGST	Оцінка фізичної працездатності
<55	Погана		
55 – 64	Нижче середньої	<50	Погана
65 – 79	Середня	50 – 80	Середня
80 – 89	Добра	>80	Добра
>90	Відмінна		

Непряме визначення фізичної працездатності. Ці методи визначення фізичної працездатності засновані на існуючій у межах $170 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ залежності між ЧСС і потужністю зовнішньої механічної роботи. Із непрямих методів найбільшого розповсюдження одержала методика, в якій прогноз фізичної працездатності відбувається при ЧСС $170 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ (PWC_{170}). Відомо декілька модифікацій тесту (одна передбачає виконання на велоергометрі навантаження трьох ступенів потужності, а інша – двох).

В європейській системі тестування розвитку рухових здібностей школярів (EUROFIT, 1988) передбачено визначення PWC_{170} на велоергометрі при виконанні навантаження трьох ступенів потужності.

Розрахунок показників тесту PWC_{170} проводиться за формулою:

$$PWC_{170} = \frac{\frac{W_3 - W_2}{(ЧСС_3 - ЧСС_2)} \times (170 - ЧСС_3) + W_3}{\text{Маса} \cdot \text{тіла, кг}},$$

де W_2 і W_3 – навантаження другого та третього ступенів потужності; $ЧСС_2$ і $ЧСС_3$ – частота серцевих скорочень наприкінці другого та третього ступенів потужності.

За модифікованою спробою, запропонованою фахівцями (В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковський, І.А. Гудков, 1988), рекомендується визначати PWC_{170} на велоергометрі, використовуючи два ступені потужності (тривалість кожного 5 хв). Потужність першого навантаження при частоті педалювання $60 \text{ об} \cdot \text{хв}^{-1}$ складає для нетренованих жінок 50 Вт, а для чоловіків – 100 Вт. Після відпочинку потужність роботи збільшується у два рази. Значення ЧСС при першому навантаженні повинно бути в межах $100 - 120 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$, другого – $140 - 160 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$. Для спортсменів потужність навантаження регламентується їхньою спеціалізацією, рівнем функціональної готовності та масою тіла (таблиці Д 2.1 і Д 2.2). Показники фізичної працездатності розраховуються за формулою:

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

де N_1 і N_2 – потужність першого і другого навантаження, Вт; f_1 і f_2 – ЧСС при першому і другому навантаженні, $\text{уд} \cdot \text{хв}^{-1}$.

Показник PWC_{170} можна визначати за допомогою навантаження циклічного характеру (наприклад, бігу; В. Костюкевич, 2005):

$$PWC_{170} = V_1 + (V_2 - V_1) \times \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1},$$

де V_1 і V_2 – швидкість бігу на відповідних дистанціях, $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$; f – відповідні значення пульсу, $\text{уд}\cdot\text{хв}^{-1}$.

При виконанні тесту досліджуваному можуть запропонувати біг на дистанції 800 і 1200 м. Тривалість бігу на кожній дистанції – 5 хв, відпочинок між виконанням бігу на різні дистанції регламентований – 5 хв.

5. Метрологічний контроль розвитку гнучкості

Технології вимірювання розвитку здібності до гнучкості в суглобах людини можна класифікувати за такими видами (Л.П. Сергієнко, 2010):

- *візуальні методи;*
- *прямі методи;*
- *непрямі методи.*

Мірою гнучкості є максимальна амплітуда рухів у суглобах, що визначена в кутових градусах, лінійних одиницях (см) або балах.

Візуальні методи оцінки розвитку гнучкості в суглобах. Оцінка здійснюється за якісними критеріями (рухомість у суглобах погана, середня, вище середньої, добра, відмінна та ін.) або за бальною системою. У практиці фізичного виховання і спорту відомими є дво-, три-, чотири-, шести- і семибальна система візуальної оцінки розвитку гнучкості в різних суглобах (Л.П. Сергієнко, 2010).

Прямі методи оцінки розвитку гнучкості в окремих суглобах. Використовуються гоніометри різних конструкцій. Оцінка гнучкості відбувається в кутових градусах. Використання прямих методів оцінки гнучкості в суглобах найточніше. Але при вимірюваннях необхідно мати уявлення про вихідне положення, точки і сегменти тіла щодо розташування браншевого й гравітаційного гоніометрів.

Вимірювання активної і пасивної гнучкості в кульшовому суглобі при згинаннях, розгинаннях і відведеннях ноги можливе із вихідного положення стоячи або лежачи (рис. 5.4 і 5.5).

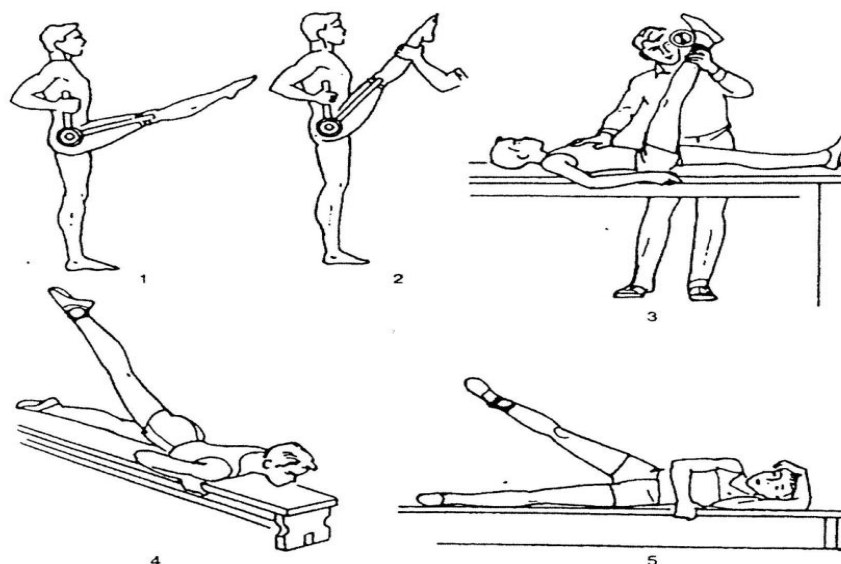


Рис. 5.4. Пряме визначення активної і пасивної рухливості в кульшовому суглобі за допомогою браншевого і гравітаційного гоніометрів: 1 – активне згинання ноги; 2 – пасивне згинання ноги стоячи і 3 – лежачи; 4 – активне розгинання ноги; 5 – активне відведення ноги

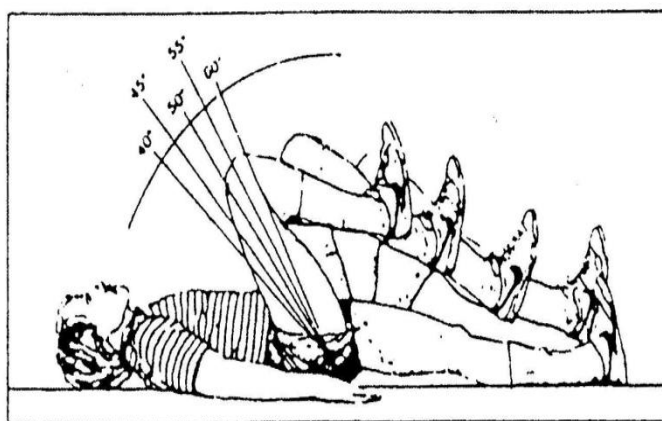


Рис. 5.5. Пряме визначення активної рухливості в кульшовому суглобі браншевим гоніометром при згинанні зігнутої ноги в колінному суглобі в положенні лежачи (К. Arnot, С. Gaines, 1994; Л.П. Сергієнко, 2010)

Рухливість хребетного стовпа визначається при нахилі тулуба вниз із положення стоячи щодо згинання. При латеральних нахилах тулуба учасник тестування перебуває в основній стійці. Гравітаційний гоніометр прикріплюють до середньої частини спини (відростки грудного відділу хребетного стовпа) на висоті сосків (рис. 5.6). Досліджуваний спочатку робить максимальний нахил уліво, а потім вправо.

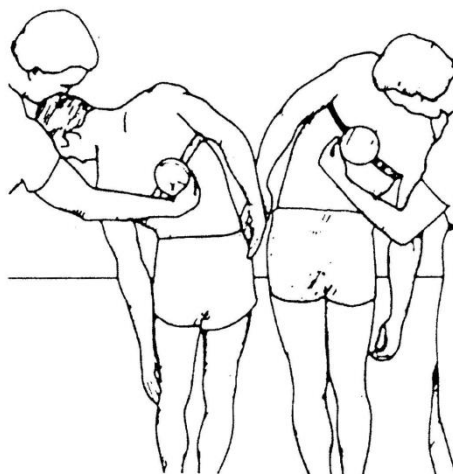


Рис. 5.6. Пряме вимірювання активної рухливості в суглобах хребетного стовпа гравітаційним гоніометром при нахилах тулуба вбік (Дж. Д. Мак-Дугалл та ін., 1998, Л.П. Сергієнко, 2010)

Пряме визначення рухливості у плечовому суглобі при згинанні і розгинанні руки відбувається в положенні, коли учасник тестування стоїть у виступаючому куті стінки (рис. 5.7). Пасивну рухливість плечових суглобів при розгинанні визначають із вихідного положення лежачи животом на столі (або гімнастичній лаві). Гравітаційний гоніометр закріплюють на зап'ясті. Тестолог відводить руки досліджуваного назад до появи больового відчуття (рис. 5.8).

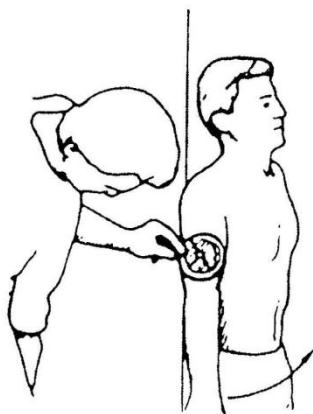


Рис. 5.7. Пряме вимірювання рухливості в плечовому суглобі гравітаційним гоніометром при обертанні прямої руки (Дж. Д. Мак-Дугалл та ін., 1998; Л.П. Сергієнко, 2010)

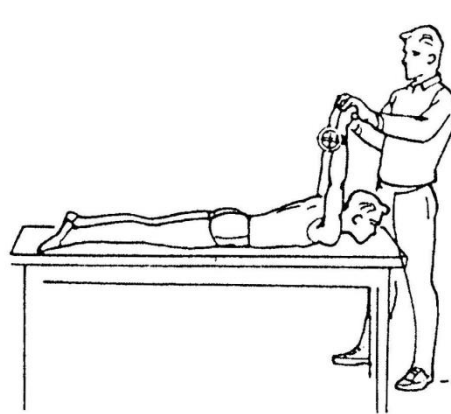


Рис. 5.8. Пряме вимірювання рухливості в ліктьовому суглобі гравітаційним гоніометром при згинанні і розгинанні передпліччя (Б.В. Сермєєв, 1973)

Мірою розвитку здібності до гнучкості в суглобах людини при використанні прямих методів є оцінка максимальної амплітуди рухів, що виражена в кутових градусах.

Непрямі методи оцінки розвитку гнучкості в суглобах. У спортивній практиці часто використовуються непрямі методи оцінки розвитку здібності до гнучкості в суглобах, які не вимагають спеціального обладнання і відносно точні. Оцінюється гнучкість у лінійних одиницях (см) за допомогою лінійки (розміченої поверхні).

Амплітуда активної рухливості в кульшових суглобах визначається при згинанні і розгинанні ніг. Досліджуваному пропонують виконати шпагат спочатку правою ногою вперед, а потім – лівою, тримаючись рукою за гімнастичну стінку або спираючись на підлогу (рис. 5.9). Лінійкою вимірюється відстань від пахової області до підлоги. Оцінки показників рухливості при виконанні поздовжнього шпагату наведено в таблиці Д 2.3 (додаток 2).

Активна рухливість у кульшових суглобах при відведенні ніг. Досліджуваний самостійно виконує поперечний шпагат (рис. 5.10). Реєструється (в см) відстань від пахової області до підлоги. Оцінки показників рухливості в кульшових суглобах при виконанні поперечного шпагату наведено в таблиці Д 2.4.

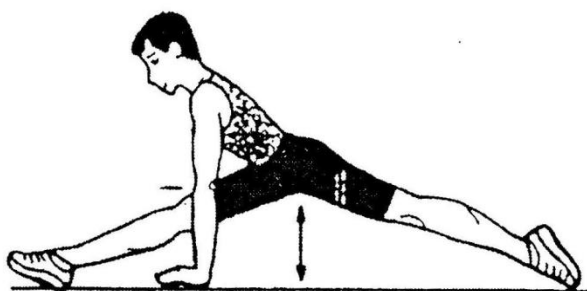


Рис. 5.9. Непряме вимірювання активної рухливості в кульшових суглобах при виконанні поздовжнього шпагату (Х. Бубе та ін., 1968)

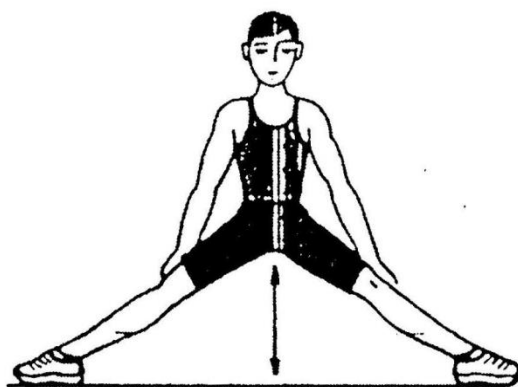


Рис. 5.10. Непряме вимірювання активної рухливості в кульшових суглобах при виконанні поперечного шпагату

Активна рухливість хребетного стовпа при нахилі тулуба вперед із положення стоячи. Для виконання тесту необхідна платформа або стілець. До краю кріпиться планка з розміткою або жорстка лінійка з розміткою (рис. 5.11). При проведенні тесту досліджуваний стає на платформу, ноги разом, носки біля краю платформи. Не згинаючи

колін, він нахиляється уперед, намагаючись дотягнутися руками якомога нижче. Положення максимального нахилу зберігається упродовж 2 с. Активна рухливість хребетного стовпа може також визначатися при нахилі тулуба вперед із положення сидячи (рис. 5.12).

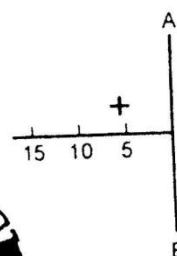
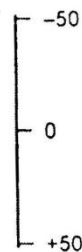
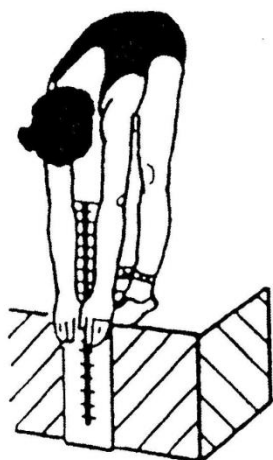


Рис. 5.11. Непряме вимірювання активної рухливості хребетного стовпа при виконанні нахилу тулуба вперед із положення стоячи (Л.П. Сергієнко, 2010)

Рис. 5.12. Розмітка і непряме вимірювання активної рухливості хребетного стовпа при виконанні нахилу тулуба вперед із положення сидячи (Л.П. Сергієнко, 2010)

Проведення тесту відбувається в такій послідовності. Учасник тестування сидить на підлозі босоніж так, щоб його п'яти торкалися лінії АБ. Відстань між п'ятами – 20 – 30 см. Ступні розташовані вертикально до підлоги. Руки лежать на підлозі між колінами долонями донизу. Партнер тримає ноги на рівні колін, щоб уникнути їхнього згинання. За командою учасник тестування плавно нахиляється уперед, не згинаючи ніг, і намагаючись дотягнутися руками якомога далі. Положення максимального нахилу слід утримувати протягом 2 с, фіксуючи пальці на розмітці.

Активна рухливість хребетного стовпа при нахилі тулуба вперед із положення сидячи за допомогою спеціально обладнаного ящика (варіант рекомендовано європейською системою тестування рухових здібностей школярів: ЄВРОФІТ). У тесті використовують ящик (розміри: довжина 40 см, ширина 35 см і висота 32 см) з градуйованою лінійкою. У положенні сидячи досліджуваній випрямляє ноги, впираючись ступнями у ящик, намагається якомога

далі дістати руками розмітку (рис. 5.13). Оцінка показників за цим тестом для людей різного віку наведена в таблиці Д 2.5.

Активна рухливість розгинання хребетного стовпа при виконанні мосту. Учаснику тестування пропонують виконати міст, руки і ноги мають бути якомога ближче (рис. 5.14). Визначається мінімальна відстань у сантиметрах між долонями і п'ятами.

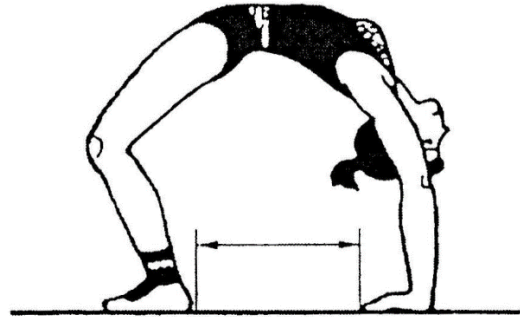
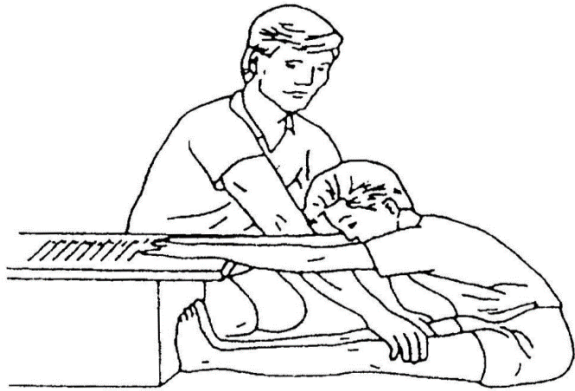


Рис. 5.13. Непряме вимірювання активної рухливості хребетного стовпа при виконанні нахилу тулубу вперед із положення сидячи і реєстрації показників на спеціальному обладнанні (Л.П. Сергієнко, 2010)

Рис. 5.14. Непряме вимірювання активної рухливості розгинання хребетного стовпа при виконанні мосту (Л.П. Сергієнко, 2010)

Плечові суглоби. Активна рухливість у плечових суглобах при згинанні рук у положенні лежачи. Учасник тестування лежить на животі, ноги разом прямі, руки вперед з гімнастичною палицею, хват на ширині плечей (рис. 5.15). За командою досліджуваний, згинаючись у кульшових суглобах, не згинаючи ліктьових суглобів і не піднімаючи голови від підлоги, піднімає якомога вище гімнастичну палицю.

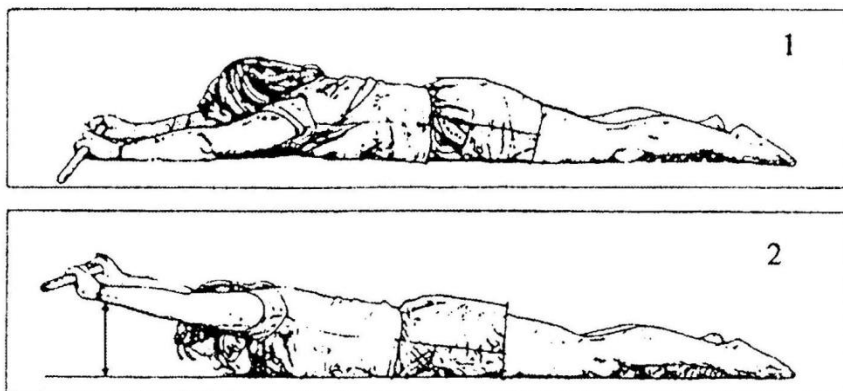


Рис. 5.15. Непряме вимірювання активної рухливості в плечових суглобах при згинанні рук (К. Arnot, С. Gaines, 1994; Л.П. Сергієнко, 2010): 1 – вихідне положення; 2 – заключне положення

Визначається висота піднятої над підлогою палиці. Оцінку рухливості для дітей 10 – 12 років наведено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6

Оцінка рухливості в плечових суглобах, що вимірюється при згинанні рук, см (Л. П. Сергієнко, 2010)

Хлопці	Дівчата	Бали
47,5	55,0	5
40,5	45,0	4
32,5	35,0	3
22,5	25,0	2

При виконанні цього тесту застосовують таку оцінку рухливості у плечових суглобах (С.М. Norris, 1996): добра рухливість – руки піднімаються більше, як на 20 см; середня – 15 – 20 см; низька – менше, ніж на 15 см.

Питання для самоконтролю

1. Як здійснюється контроль розвитку здібності до диференціювання параметрів рухів?
2. Як контролюють розвиток здібності до рівноваги?
3. Як відбувається контроль розвитку здібності до орієнтації в просторі?
4. Як здійснюється контроль розвитку максимальної сили?
5. Як здійснюють контроль розвитку статичної максимальної сили?
6. Як здійснюють контроль розвитку динамічної максимальної сили?
7. Як здійснюють контроль розвитку швидкісної сили?
8. Як здійснюють контроль розвитку силової витривалості?
9. Як здійснюють контроль розвитку статичної силової витривалості?
10. Як здійснюють контроль розвитку динамічної силової витривалості?
11. Назвіть види контролю елементарних форм прояву швидкісних здібностей.
12. Назвіть види контролю комплексних форм прояву швидкісних здібностей.
13. Охарактеризуйте польові вимірювання рівня розвитку загальної витривалості.
14. Охарактеризуйте вимірювання рівня розвитку загальної витривалості у лабораторних умовах.
15. Охарактеризуйте непрямі методи визначення МСК.
16. Як здійснюється пряме визначення фізичної працездатності?
17. Опишіть технологію використання візуальних методів

визначення гнучкості.

18. Поясніть технологію використання прямих методів оцінки розвитку гнучкості.

19. Розкрийте технологію використання непрямих методів оцінки розвитку гнучкості.

20. Як здійснюється непряме визначення фізичної працездатності?

Лекція № 6

Метрологічний контроль рухової підготовки дітей шкільного віку та студентської молоді

План

1. Методи вимірювання рухової активності.
2. Національна система тестування рухової підготовленості школярів.
3. Система оцінювання фізичної підготовленості та функціонального стану студентів основних і спеціальних медичних відділень.

Рекомендована література

1. Годик М.А. Система общеевропейских тестов для оценки физического состояния человека / М.А. Годик, В.К. Бальсевич, В.Н. Тимошкин // Теория и практика физ. культуры. – 1994. – № 5 – 6. – С. 24 – 32.
2. Гусак І. Оцінка рухової підготовленості школярів у контексті сучасних завдань фізичного виховання / І. Гусак // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2002. – № 4. – С. 30 – 31.
3. Єднак В. Система оцінки рівня фізичного стану юнаків-студентів основного відділення вузу / В. Єднак // Вісник Технологічного університету Поділля. – 2002. – № 5. – Част. 3. – С. 102–104.
4. Іваськів Б. Виховання і оцінювання фізичних здібностей учнів у залежності від індивідуально-типологічних особливостей фізичної підготовленості / Б. Іваськів, С. Іваськів // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наукових праць. – Луцьк : Волинська обласна друкарня, 2005. – С. 231 – 235.
5. Круцевич Т.Ю. Контроль в физическом воспитании детей, подростков и юношей / Т.Ю. Круцевич, М.И. Воробьев. – К. : Олімпійська література, 2005. – 195 с.
6. Марчук В. Напрями удосконалення системи оцінювання з фізичного виховання у вищій школі / В. Марчук // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наукових праць. – Луцьк : Волинська обласна друкарня, 2005. – С. 297 – 301.
7. Присяжнюк С. Критерії оцінювання успішності студентів з предмета «Фізичне виховання» / С. Присяжнюк // Фізичне виховання в школі. – 2003. – № 2. – С. 35 – 38.
8. Сергієнко Л.П. Методологія розробки системи тестового контролю у фізичному вихованні / Л.П. Сергієнко // Сучасні оздоровчо-реабілітаційні технології : зб. наук. праць. – Луцьк : Луцький інститут розвитку людини Університету «Україна», 2005. – № 1. – С. 61 – 70.
9. Сергієнко Л.П. Комплексне тестування рухових здібностей людини / Л.П. Сергієнко. – Миколаїв : УДМТУ, 2001 б. – 360 с.

10. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти : підручник / Л.П. Сергієнко. – К. : КНТ, 2010. – 776 с.

11. Сергієнко Л.П. Тестування рухових здібностей школярів / Л.П. Сергієнко. – К. : Олімпійська література, 2001 а. – 439 с.

12. Чопик Р.В. Метрологічний контроль у фізичному вихованні : методичні матеріали до практичних занять [для студентів напряму підготовки «Фізичне виховання»] / Р.В. Чопик, О.В. Шатинська. – Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2016. – 336 с.

13. Шиян Б. Оценка физического состояния студенческой молодежи западного региона Украины / Б. Шиян, Е. Дрозд // 36. наукових мат. Міжнародного наук. симпоз. «Фізична підготовленість та здоров'я населення». – Одеса, 1998. – С. 54 – 55.

1. Методи вимірювання рухової активності

Під поняттям «рухова активність» розуміють суму рухів, виконуваних людиною впродовж певного часу.

У шкільному віці дитини виділяють декілька складових рухової активності (Т.Ю. Круцевич, М.І. Вороб'єв, 2005):

- активність у процесі фізичного виховання;
- фізичну активність, що здійснюється під час навчання, суспільно корисної і трудової діяльності;
- спонтанну фізичну активність у вільний час.

Вимірювання рухової активності дітей і підлітків здійснюється *методами анкетування, хронометражу, розрахунком добових енерговитрат і безперервною реєстрацією ЧСС.*

Метод анкетування. Основою цього методу є опитування про види діяльності, що відбулися в минулому (наприклад, за попередній день). Анкета опитування заповнюється дослідником або самим суб'єктом самостійно. В анкеті відповідають на питання, що стосуються сну і відпочинку лежачи, самообслуговування, професійного навчання, суспільно корисної діяльності, занять фізичною культурою і спортом. Кількість питань може варіюватися від 10 до 30. Найточнішу інформацію при опитуванні можна одержати за минулу добу, ніж за більш віддалений час. Збір інформації доцільно здійснювати упродовж тижня. У зв'язку із сезонними змінами рухової активності дітей, бажано проводити дослідження 4 рази на рік – восени, взимку, навесні та влітку.

Метод хронометражу. Цей метод передбачає реєстрацію часу рухової діяльності дитини впродовж доби. Хронометраж проводиться, як правило, батьками або дослідником і фіксується в

індивідуальній карті. Школярі старшого віку можуть вести хронометраж самотійно.

Для визначення кількісної оцінки щодо різних за інтенсивністю видів рухової діяльності розроблені вагові коефіцієнти (табл. 6.1). Для розрахунку індексу фізичної активності (ІФА) час, що витрачено на кожний вид рухової активності, множать на відповідний ваговий коефіцієнт і одержують відповідну кількість балів. Сума всіх балів визначає добовий ІФА.

Таблиця 6.1

Вагові коефіцієнти індексу фізичної активності

Рівень фізичної активності	Споживання кисню, л·хв ⁻¹	Ваговий коефіцієнт	Енерговитрати, ккал·хв ⁻¹
Базовий	0,25	1,0	1,25
Сидячий	0,28	1,1	1,40
Малий	0,41	1,5	2,05
Середній	0,60	2,4	3,00
Високий	1,25	5,0	6,25

Порівнюючи цей показник із середньовіковими показниками добових енерговитрат (табл. 6.2), можна зробити висновок про рівень рухової активності певної особи.

Таблиця 6.2

Середньовікові показники добових енерговитрат північноамериканських і європейських дітей (К. Malina, С. Bouchard, 2004; Л.П. Сергієнко, 2010)

Вік, років	Маса тіла, кг	Хлопці				Дівчата				
		На кг ⁻¹		Загальна		Маса тіла, кг	На кг ⁻¹		Загальна	
		Ккал	КДж	Ккал	КДж		Ккал	КДж	Ккал	КДж
<1	7,3	112	470	820	3,4	7,3	112	470	820	3,4
1	11,4	103	431	1180	4,9	11,2	106	444	1180	4,9
2	13,6	100	418	1360	5,7	13,4	100	418	1350	5,6
3	15,6	100	418	1560	6,5	15,4	99	414	1520	6,4
4	17,4	99	414	1720	7,2	17,5	96	402	1670	7,0
5	20,7	91	381	1870	7,8	20,0	90	377	1790	7,5
6	23,2	87	364	2010	8,4	22,4	85	356	1900	7,9
7	25,9	83	347	2140	9,0	25,0	80	335	2010	8,4
8	28,6	79	331	2260	9,5	27,6	76	318	2110	8,8
9	31,3	76	318	2380	10,0	30,4	74	305	2210	9,2
10	33,9	74	310	2500	10,5	33,8	68	285	2300	9,6
11	36,7	71	297	2600	10,9	37,7	62	259	2350	9,8

12	40,2	67	280	2700	11,3	42,4	57	238	2400	10,0
13	45,5	61	255	2800	11,7	47,0	52	218	2450	10,3
14	51,7	56	234	2900	12,1	50,3	50	209	2500	10,5
15	56,6	53	222	3000	12,6	52,3	48	201	2500	10,5
16	60,3	51	213	3050	12,8	53,6	45	188	2420	10,1
17	62,4	50	209	3100	13,0	54,2	43	180	2340	9,8
18	63,7	49	205	3100	13,0	54,6	42	176	2270	9,5
19	65,0	47	197	3020	12,6	55,0	40	167	2200	9,2

Методика розрахунку добових енерговитрат. Цей метод передбачає визначення тривалості (у хв) певного виду діяльності та її енергетичної «вартості». Енергетична «вартість» кожного виду діяльності визначається непрямим методом калориметрії з урахуванням віку і статі дітей та виражається в кКал або кДж. При розрахунку добових енерговитрат враховується величина основного обміну (ВОО) упродовж 24 годин і до цієї величини додають величину додаткової кількості енергії для різних видів активності.

Методика безперервної реєстрації ЧСС. Використання цієї методики пов'язане з певними труднощами в технічному плані. Її застосування можливе за наявності телеметричної апаратури або моніторингу для безперервної реєстрації ЧСС. Інформація щодо ЧСС, одержана впродовж 24 годин, дає змогу наочно бачити динаміку зміни рухової активності дитини. Якщо додатково до цього ведеться щоденник самопостережень або хронометраж виконання основних видів діяльності, тоді цінність інформації зростає.

2. Національна система тестування рухової підготовленості школярів

Метрологічний контроль фізичної підготовленості дітей України на державному рівні здійснюється за допомогою «Тестів і нормативів для проведення щорічного оцінювання фізичної підготовленості населення України» (2016 р.). Дещо раніше для школярів України запропоновані умови проведення фізкультурно-оздоровчого комплексу школярів України «Козацький гарт» (2006 р.). Розглянемо структуру і зміст даних тестових комплексів.

Тести і нормативи для проведення щорічного оцінювання фізичної підготовленості населення України. Кабінет Міністрів України 09 грудня 2015 року прийняв Постанову №1045 «Порядок проведення щорічного оцінювання рівня фізичної підготовленості населення України». Вказаний документ регламентує процедуру

підготовки та проведення тестування. А сама діагностика рівня фізичної підготовленості здійснюється за допомогою «Тестів і нормативів для проведення щорічного оцінювання фізичної підготовленості населення України», які затверджені Наказом Міністерства молоді і спорту України (№ 4665 від 15.12.2016 року). Для дітей шкільного віку (з 10 до 17 років) пропонується диференційоване виконання комплексу тестів із п'яти вправ із п'ятибальною оцінкою результатів (табл. Д 3.1-Д 3.8 додатку 3). Структура комплексу наведена в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3

**Структура «Тестів і нормативів для проведення щорічного оцінювання фізичної підготовленості населення України»
для дітей шкільного віку (10 – 17 років)**

Здібності і показники, що тестуються	Оцінювана характеристика	Зміст тесту (вимірювання)
Рухові здібності Загальна витривалість	Кардіореспіраторна витривалість	1. Біг без урахування часу – дівчата і хлопці 10 – 11 років 2. Біг на 1000 м – дівчата 12 – 14 років хлопці 12 років 3. Біг на 1500 м – дівчата 15 – 16 років хлопці 13 – 14 років 4. Біг на 2000 м – дівчата 17 років хлопці 15 – 16 років 5. Біг на 3000 м – хлопці 17 років
Силові здібності	На вибір: 1. Динамічна силова витривалість рук і плечового поясу або 2. Вибухова сила	На вибір: 1. Згинання і розгинання рук в упорі лежачи на підлозі – дівчата Підтягування на перекладині – хлопці або 2. Стрибок у довжину з місця – дівчата і хлопці
Швидкісні здібності	Швидкість бігу	1. Біг на 30 м – хлопці і дівчата 10 – 12 років 2. Біг на 60 м – хлопці і дівчата 13 – 15 років 3. Біг на 100 м – хлопці і дівчата 16 – 17 років

Здібність до гнучкості	Активна рухливість хребетного стовпа при згинанні	Нахил тулуба вперед з положення сидючи
Координаційні здібності	Здібність до диференціювання просторово-часових параметрів рухів	Човниковий біг 4x9 м

Підсумкова оцінка рівня фізичної підготовленості учасників складається за сумою набраних балів, одержаних за виконання 5 видів тестів. Можлива підсумкова оцінка – 0 – 25 балів.

Підсумкову оцінку тестування порівнюють зі шкалою оцінки результатів виконання тестів і нормативів для учнівської молоді (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

Шкала оцінки виконання «Тестів і нормативів для проведення щорічного оцінювання фізичної підготовленості населення України» для дітей шкільного віку (10 – 17 років)

Бали	Рівень фізичної підготовленості	Оцінка рівня фізичної підготовленості
25 – 21	високий	відмінно
20 – 16	достатній	добре
15 – 11	середній	задовільно
10 і менше	низький	незадовільно

Фізкультурно-оздоровчий патріотичний комплекс школярів України «Козацький гарт». Міністерством освіти і науки України, Міністерством України в справах молоді та спорту в 2005 році запропоновано фізкультурно-оздоровчий патріотичний комплекс «Козацький гарт». Він передбачає визначення показників фізичної підготовленості та фізичного розвитку в хлопців і дівчат у віці з 6 до 17 років. Структура тестового комплексу наведена в таблиці 6.6.

**Структура фізкультурно-оздоровчого патріотичного
комплексу школярів України «Козацький гарт»**

Здібності і показники, що тестуються	Оцінювана характеристика	Зміст тесту (вимірювання)
Рухові здібності Загальна витривалість	Кардіореспіраторна витривалість	6 – 8 хв. біг
Силові здібності	1. Динамічна силова витривалість рук і плечового поясу 2. Динамічна швидкісна сила тулуба 3. Вибухова сила	1. Згинання і розгинання рук в упорі лежачи за 30 с 2. Піднімання тулуба із положення лежачи за 30 с 3. Стрибок у довжину з місця
Здібність до гнучкості	1. Активна рухливість хребетного стовпа при згинанні 2. Активна рухливість хребетного стовпа при розгинанні	1. Нахили тулуба із положення сидячи 2. Розгинання тулуба із положення лежачи на животі (рука за головою)
Координаційні здібності	Здібність до диференціювання просторово-часових параметрів рухів	Човниковий біг 4х9 м
Фізичний розвиток	Співвідношення маси до довжини тіла	1. Вимірювання довжини тіла 2. Вимірювання маси тіла
Антропометричні показники Стан постави	Відсутність кіфозу і сколіозу	1. Оцінка кіфозу за плечовим показником 2. Оцінка сколіозу за показниками вертикального викривлення хребта

Практично тестовий комплекс є двокомпонентним. Він передбачає оцінку розвитку чотирьох рухових здібностей (здібності до витривалості і гнучкості, а також силових і координаційних здібностей). Розвиток силових здібностей оцінюється за показниками трьох тестів, а здібності до гнучкості – двома тестами. На відміну від інших, тестовий комплекс «Козацький гарт» передбачає оцінку розвитку дітей шкільного віку за показниками співвідношення маси й довжини тіла, а також стану постави.

Показники норми фізичного розвитку за співвідношенням маси тіла до довжини тіла наведені в додатку 3 (табл. Д 3.10).

Оцінки норми розвитку рухових здібностей, передбачених у цьому комплексі, наведені в таблиці Д 3.11.

3. Система оцінювання фізичної підготовленості та функціонального стану студентів основних і спеціальних медичних відділень

У студентів може контролюватись рівень фізичної підготовленості, функціонального стану організму та фізичне здоров'я. Рівень фізичного здоров'я може визначатися за чотирма групами показників: морфофункціональними, рівня фізичної підготовленості, особливостей (частоти і характеру) захворювань, оцінки рухової активності (В. Белов, 2006).

Фізичний стан студентів основного навчального відділення може визначатися за інтегральною оцінкою та за окремими розрахунковими показниками функціональних систем і фізичної працездатності.

Фізична підготовленість перевіряється та оцінюється за результатами виконання тестів і нормативів оцінки фізичної підготовленості студентів (курсантів, слухачів), розроблених закладом вищої освіти. В останні роки в галузі фізичного виховання набула широкого розповсюдження методика контрольних випробувань, яка передбачає виконання певних нормативів, за допомогою яких визначається ефективність навчального процесу. Застосування контрольних випробувань дає змогу визначити рівень фізичної підготовленості студентів. Тестування проводиться на початку та наприкінці навчального року. У проведенні тестів керуються положенням щодо однакових умов для всіх учасників, простотою вимірів і оцінки, принципом доступності для всіх студентів.

Оцінка фізичної підготовленості та визначення рівня розвитку рухових здібностей студентів здійснюється за допомогою рухових тестів, які рекомендовані навчальною програмою з фізичного виховання для ЗВО України. За допомогою рухових тестів і нормативів передбачається визначення рівня розвитку:

- витривалості – біг 3000 м (для чоловіків), 2000 м (для жінок);
- швидкісних здібностей – біг 100 м;
- швидкісно-силових здібностей – стрибок у довжину з місця;
- силових здібностей – підтягування на перекладині (або вис);
- згинання і розгинання рук в упорі лежачи; підйом тулуба в сід за 1 хв;
- координаційних здібностей – човниковий біг 4 х 9 м;
- гнучкості – нахили тулуба вперед із положення сидячи;
- ступеня оволодіння прикладними навичками – плаванням 100 м.

Для оцінки рівня фізичної підготовленості з урахуванням антропометричних даних і показників фізичного розвитку може використовуватися бальна система, яка заснована на підсумовуванні балів за п'ятьма індексами: індексом Руф'є, силовим, швидкісним, швидкісно-силовим, індексом витривалості (Т. Ю. Круцевич, 2005). Відповідність між рівнем фізичної підготовленості та показниками індексів відображена в табл. 6.7.

Таблиця 6.7

Оцінка рівня фізичної підготовленості студентів з урахуванням антропометричних даних і показників фізичного розвитку

Показники індексів	Функціональний рівень				
	низький	нижче середнього	середній	вище середнього	високий
Індекс Руф'є	0	1	2	3	4
Силовий	0	1	2	3	4
Швидкісний	0	1	2	3	4
Швидкісно- силовий	0	1	2	3	4
Витривалості	0	1	2	3	4
Сума балів	0 – 2	3 – 6	7 – 11	12 – 16	17 – 20

Контроль фізичної підготовленості студентів України здійснюється на основі батареї Державних тестів. Зміст батареї тестів практично аналогічний комплексу, запропонованому для школярів старших класів. Проте відмінності містяться в нормативах оцінок результатів тестів (табл. 6.8).

Таблиця 6.8

**Нормативи оцінки фізичної підготовленості
студентів закладів вищої освіти України (1997 р.)**

Види випробувань	Стать	Нормативи, бали				
		5	4	3	2	1
<i>Здібність до витривалості</i>						
Біг на 3000 м, хв	ч	12.00	13.05	14.30	15.40	16.30
	ж	15.10	16.00	16.50	17.50	19.00
або 2000 м, хв	ж	9.40	10.30	11.20	12.10	13.00
або плавання за 12 хв, м	ч	725	650	550	450	350
	ж	650	550	450	350	300
<i>Силові здібності</i>						
Згинання і розгинання рук в упорі лежачі на підлозі, разів	ч	44	38	32	26	20
	ж	24	19	16	11	7
або підтягування на поперечині, разів	ч	16	14	12	10	8
	ж	3	2	1	½	—
або вис на зігнутих руках, с	ч	60	47	35	23	10
	ж	21	17	13	9	5
Піднімання тулуба в сід за 1 хв, разів	ч	53	47	40	34	28
	ж	47	42	37	33	28
Стрибок у довжину з місця, см	ч	260	241	224	207	190
	ж	210	196	184	172	160
або стрибок угору, см	ч	56	52	45	39	35
	ж	46	44	40	36	30
<i>Швидкісні здібності</i>						
Біг на 100 м, с	ч	13,2	13,9	14,4	14,9	15,5
	ж	14,8	15,6	16,4	17,3	18,2
<i>Координаційні здібності</i>						
Човниковий біг 4х9 м, с	ч	8,8	9,2	9,7	10,2	10,7
	ж	10,2	10,5	11,1	11,5	12,0
<i>Здібність до гнучкості</i>						
Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	19	16	13	10	7
	ж	20	17	14	10	7
<i>Прикладні навички</i>						
Плавання, м	ч	100	75	50	25	—
	ж	100	75	50	25	—

Відомі інші підходи до оцінювання рівня фізичної підготовленості студентів основного медичного відділення. Б. Шиян, Е. Дрозд (1998) пропонують для юнаків студентського віку дещо скорочений варіант тестового комплексу. Оцінку фізичної підготовленості студентів-чоловіків основного навчального відділення вони рекомендують здійснювати за допомогою гібридного комплексу, який нараховує 8 випробувань, частина з яких

рекомендована в Державних тестах, а частина – в системі ЄВРОФІТ (табл. Д 3.12 – Д 3.13).

С. Присяжнюк пропонує для студентів основного навчального відділення дещо відмінні нормативи. Так, для жінок відсутня дистанція бігу на 300 м. А нормативні показники розвитку аеробної витривалості в чоловіків вищі, в жінок – нижчі, ніж у Державних тестах. Крім того, у комплексі пропонується тест для визначення анаеробної (лактатної) витривалості (стрибки через скакалку за 2 хв). При вимірюванні розвитку силових здібностей С. Присяжнюк не пропонує вправ за вибором. Виконання підтягування на поперечині передбачене лише для чоловіків. Загалом силових контрольних вправ виконувати потрібно більше. Нормативи за всіма запропонованими тестами дещо вищі (за винятком результатів стрибка в довжину з місця), ніж у Державних тестах.

Фізичний стан студентів основного навчального відділення може визначатись за інтегральною оцінкою і за окремими розрахунковими показниками функціональних систем і фізичної працездатності.

Інтегральна оцінка рівня фізичного стану студентів-юнаків. Інтегральна експрес-оцінка рівня фізичного стану (РФС) юнаків основного навчального відділення ЗВО, запропонована В. Єднаком (1997, 2002), охоплює оцінку морфологічного стану (визначається масо-ростовий індекс Кетле), функціонального стану ЧСС у спокої, а також комплексну оцінку рівня фізичної підготовленості (реєструються показники рухових тестів). Найвищою оцінкою кожної з цих складових є 5 балів, а найменшою – 0.

Індекс Кетле (ІК) оцінюється за даними, наведеними в таблиці 6.9.

Таблиця 6.9

**Оцінка індексу Кетле студентів-юнаків
основного навчального відділення для визначення РФС**

Індекс Кетле, $\text{г}\cdot\text{см}^{-3}$	Оцінка, бали
355,4 і менше	5
355,5 – 375,5	4
375,6 – 402,6	3
402,7 – 420,8	2
420,9 – 450,8	1
450,9 і більше	0

Друга складова РФС – ЧСС оцінюється за шкалою, яка наведена в таблиці 6.10.

Таблиця 6.10

**Оцінка ЧСС у спокої студентів-юнаків
основного навчального відділення для визначення РФС**

ЧСС спокою, уд·хв⁻¹	Оцінка, бали
70 і менше	5
71 – 74	4
75 – 80	3
81 – 84	2
85 – 90	1
90 і більше	0

Третя складова РФС – фізична підготовленість – визначається за величиною комплексної оцінки, яка складається з суми балів, набраних студентом під час виконання комплексу тестів (табл. 6.11).

Таблиця 6.11

**Нормативи оцінок з фізичної підготовленості студентів-юнаків основного
навчального відділення для визначення РФС**

Тести	Оцінка, бали					
	дуже погано	погано	задовільн о	добре		відмін- но
	0	1	2	3	4	5
Біг на 100 м, с	>14,7	14,7 – 14,3	14,2 – 14,0	13,9 – 13,6	13,5 – 13,3	13,2 >
Човниковий біг 4x9 м, с	> 11,5	11,5 – 11,3	11,2 – 10,9	10,8 – 10,6	10,5 – 10,3	10,2 >
Згинання і розгинання рук в упорі на брусах, разів	<7	7 – 8	9 – 10	11 – 14	15 – 18	19 <
Вис на зігнути руках на поперечині, с	< 15,3	15,3 – 20,9	21 – 28,5	28,6 – 36,4	36,5 – 46,5	46,6 <
Підйом тулуба з положення лежачи, разів	< 15	15 – 16	17 – 18	19 – 20	21 – 22	23 <
Стрибок у довжину з місця, см	<203	203 – 209	209 – 217	218 – 229	230 – 240	241 <
Біг на 3000 м, хв.	> 14,20	14,20 – 13,28	13,37 – 13,16	13,15 – 12,50	12,49 – 12,27	12,26 >
Нахил тулуба з положення стоячи, см	> – 12,8	– 12,8 – 4,5	– 4,4 – 1,0	– 0,9 – 3,1	3,2 – 7,7	7,8 <

Оцінка РФС за сумарним показником рівня фізичної підготованості (РФП) визначається заданими таблиці 6.12.

Таблиця 6.12

Оцінка РФС за комплексним показником фізичної підготовленості у студентів-юнаків основного навчального відділення

Фізична підготовленість, бали	Оцінка РФС, бали
7 і менше	1
8 – 16	2
17 – 24	3
25 – 32	4
33 і більше	5

Кінцева оцінка визначається за сумою балів трьох складових: ІК, ЧСС і РФП, яка наведена в таблиці 6.13.

Таблиця 6.13

Оцінка рівня фізичного стану студентів-юнаків основного навчального відділення

Якісна оцінка РФС	Кількісна оцінка РФС, бали
низький	3 і менше
нижче середнього	4 – 6
середній	7 – 9
вище середнього	10 – 12
високий	13 і більше

Розрахункові показники рівня фізичного стану студентів. Оцінка рівня фізичного стану студентів на основі вивчення функціональних показників та фізичної працездатності можлива декількома методами: розрахунковим методом індексу Руф'є, розрахунковим методом за даними контрольних нормативів.

Розрахунковий метод РФС за індексом Руф'є. Індекс Руф'є визначається за формулою:

$$IP = \frac{4x(ЧСС_1 + ЧСС_2 + ЧСС_3) - 200}{10} \quad (6.1),$$

де $ЧСС_1$ – пульс за 15 с у стані спокою;

$ЧСС_2$ – пульс за перші 15 с першої хвилини відновлення;

$ЧСС_3$ – пульс за останні 15 с першої хвилини відновлення.

Оцінка рівня фізичного стану студентів за показниками індексу Руф'є наведена в таблиці 6.14.

Таблиця 6.14

**Оцінка РФС студентів основного навчального відділення
за показниками індексу Руф'є**

Індекс Руф'є	Якісний рівень фізичного стану	Оцінка, бали
3 і менше	високий	5
4 – 6	вище середнього	4
7 – 10	середній	3
11 – 14	нижче середнього	2
15 і більше	низький	1

Розрахунковий метод РФС за даними контрольних нормативів.

І. Кравець (2001) запропонував чотири варіанти розрахунку РФС за різними показниками рухових тестів.

1. Оцінка прогнозованого рівня фізичної працездатності (РФП) студентів відносно власної довжини тіла, віку та двох силових тестів. Розрахунок відбувається за формулою:

$$РФП_{відн} = (2,5 + 0,0006 \cdot X_2 - 0,03 \cdot \text{Вік} + 0,001 \cdot (X_1 - \text{Довжина тіла})) \cdot 6 \quad (6.2),$$

де X_1 – стрибок у довжину з місця, см; X_2 – підтягування у висі на перекладині (чоловіки) або згинання – розгинання рук в упорі лежачи (жінки), кількість разів за 30 с.

Оцінка рівня фізичної працездатності за показниками $РФП_{відн}$ наведена в таблиці 6.15.

Таблиця 6.15

Оцінка відносного РФП студентів основного навчального відділення

Індекс	Якісний рівень фізичного стану	Оцінка, бали
13,5 і більше	високий	5
12,0 – 13,4	вище середнього	4
11,0 – 11,9	середній	3
10,3 – 10,9	нижче середнього	2
10,2 і менше	низький	1

2. Розрахунковий показник рівня фізичного стану (*Індекс РФС*) за результатом у бігу на 1000 м. Визначається за формулою:

$$\text{Індекс РФС, ум.од.} = \frac{10 + \sqrt{\text{Вік}}}{t_{1000}} \quad (6.3),$$

де B_{ik} – кількість повних років на момент тестування;

t_{1000} – час пробігання дистанції, хв, с,

3. Розрахунковий показник РФС за результатами в плаванні на 200 м. Визначається окремо для чоловіків і жінок за наступними формулами:

$$\text{ІндексРФС, ум.од.} = \frac{4 + \sqrt{B_{ik}}}{t_{200}} \quad (\text{чоловіки}) \quad (6.4),$$

$$\text{ІндексРФС, ум.од.} = \frac{4,5 + \sqrt{B_{ik}}}{t_{200}} \quad (\text{жінки}) \quad (6.5).$$

де B_{ik} – кількість повних років на момент тестування;

t_{200} – час пропливання дистанції, хв, с.

Для прискорення проведення студентами самостійних розрахунків досліджуваних показників індексу РФС зручно використовувати таблицю 6.16 числових значень $\sqrt{B_{ik}}$

Таблиця 6.16

Значення $\sqrt{B_{ik}}$														
Вік, повних років	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Значення $\sqrt{B_{ik}}$	4,12	4,24	4,36	4,47	4,58	4,69	4,79	4,89	5,0	5,09	5,19	5,29	5,38	5,48

Оцінка рівня фізичного стану за останніми двома технологіями (результатами бігу на 1000 м і плавання на 200 м) наведені в таблиці 6.17.

Таблиця 6.17

Оцінка рівня фізичного стану студентів основного навчального відділення за показниками тестів на витривалість

Індекс		Якісний рівень фізичного стану	Оцінка, бали
Чоловіки	Жінки		
4,6 і більше	4,1 і більше	високий	5
4,1 – 4,5	3,4 – 4,0	вище середнього	4
3,1 – 4,0	2,6 – 3,3	середній	3
2,6 – 3,0	2,1 – 2,5	нижче середнього	2
2,5 і менше	2,0 і менше	низький	1

4. Розрахункова оцінка рівня фізичної працездатності за результатами контрольних нормативів у курсі фізичного виховання. Використовується наступна формула:

$$РФП=(X_1 \cdot 0,014)+(X_2 \cdot 71,073)+(X_3 \cdot 18,373)+(X_4 \cdot 0,271)+(X_5 \cdot 78,006)+198,666 \quad (6.6),$$

де X_1 – результат бігу на 100 м, с; X_2 – результат бігу на 1000 м, хв, с; X_3 – результат у силових вправах, кількість повторень за 30 с; X_4 – результат стрибка у довжину з місця, см; X_5 – результат потрійного стрибка у довжину з місця, м, см.

Шкала оцінок РФП з даним розрахунковим індексом наведена в таблиці 6.18.

Таблиця 6.18

Оцінка рівня фізичної підготовленості студентів за результатами тестів програмного матеріалу курсу фізичного виховання

Показник РФП		Якісний рівень фізичного стану	Оцінка, бали
Чоловіки	Жінки		
1001 і більше	851 і більше	високий	5
901 – 1000	751 – 850	вище середнього	4
851 – 900	676 – 750	середній	3
751 – 850	601 – 675	нижче середнього	2
750 і менше	600 і менше	низький	1

Система оцінки фізичної підготовленості студентів спеціальних навчальних відділень закладів вищої освіти. Оцінка фізичної підготовленості студентів спеціальних навчальних (медичних) відділень ЗВО найбільш інформативна за позитивною динамікою результатів тестових випробувань (М.В. Протасова, А.Б. Артемов, 1988; Л.П. Сергієнко, 2010).

Тести, що рекомендуються для оцінки фізичної підготовленості студентів спеціальних навчальних відділень закладів вищої освіти, і критерії оцінювання індивідуальних показників приросту результатів за рік, наведені в таблиці 6.19.

Таблиця 6.19

Тести та нормативи оцінки приросту річних результатів для студентів спеціального навчального (медичного) відділення

Види випробувань	Стать	Оцінка, бали				
		5	4	3	2	1
<i>Здібності до витривалості</i>						
Оздоровчий біг і ходьба на 3000 м, хв, с	ч	– 1,20	– 1,10	– 1,00	– 0,40	– 0,20
2000 м, хв, с	ж	– 1,00	– 0,50	– 0,30	– 0,20	– 0,10
Стрибок через скакалку за 1 хв., разів	ч	+ 25	+ 20	+ 15	+ 10	+ 5
	ж	+ 30	+ 25	+ 20	+ 10	+ 5

<i>Силові здібності</i>						
Згинання і розгинання рук в упорі лежачи на підлозі, разів	ч	+ 20	+ 15	+ 10	+ 5	+ 2
	ж	+ 10	+ 7	+ 4	+ 2	+ 1
Підтягування на поперечині, разів	ч	+ 4	+ 3	+ 2	+ 1	+ 0,5
Вис на зігнутих руках, с	ч	+ 20	+ 16	+ 9	+ 5	+ 3
	ж	+ 15	+ 10	+ 6	+ 3	+ 1
Піднімання тулуба в сід за 1 хв, разів	ч	+ 20	+ 15	+ 10	+ 5	+ 3
	ж	+ 15	+ 10	+ 6	+ 4	+ 2
Стрибок у довжину з місця, см	ч	+ 25	+ 20	+ 15	+ 10	+ 5
	ж	+ 15	+ 10	+ 7	+ 5	+ 2
<i>Швидкісні здібності</i>						
Біг на 60 м, с	ч	– 0,30	– 0,25	– 0,20	– 0,15	– 0,10
	ж	– 0,25	– 0,20	– 0,15	– 0,10	– 0,05
<i>Координаційні здібності</i>						
Човниковий біг 4х9 м, с	ч	– 0,40	– 0,30	– 0,20	– 0,15	– 0,10
	ж	– 0,30	– 0,20	– 0,20	– 0,15	– 0,10
<i>Здібність до гнучкості</i>						
Нахил тулуба вперед, см	ч	+ 6	+ 4	+ 2	+ 1	до 0
	ж	+ 10	+ 7	+ 5	+ 3	+ 1

Для студентів, що здійснюють оздоровчі заняття фізичними вправами, система тестового контролю фізичної підготовленості і функціонального стану може бути більш різноманітна.

Так, О. Фанігіна (2006) пропонує студенткам, що займаються аквааеробікою, контроль стану організму й вибір програм фізкультурно-оздоровчих занять здійснювати за комплексом, який містить 12 тестів: *рівновага Фламінго, стрибок у довжину з місця, піднімання тулуба в сід, вис на зігнутих руках, човниковий біг, кистьова динамометрія, диференціювання м'язових зусиль, станова динамометрія, проба Штанге, проба Генчі, біг на 100 м, біг на 2000 м* (Л.П. Сергієнко, 2010).

Розглянемо технологію проведення окремих із зазначених методик тестування.

Проба Штанге (затримка дихання на вдиху). Ця проба належить до найпростіших способів контролю функціонального стану дихальної системи. Проведення тесту – після звичайного вдиху учасник випробування затримує дихання настільки, наскільки зможе, затиснувши ніс пальцями. Після вдиху особа, яка проводить вимірювання, включає секундомір і виключає його після затримання дихання та видиху (рис. 6.1.).



Рис. 6.1. Проведення проби Штанге

Реєструють час затримки дихання з точністю до 1 с. Для оцінки функціонального стану дихальної системи використовується табл. 6.20.

Таблиця 6.20

Функціональний стан дихальної системи за пробою Штанге

Оцінка стану	Затримка дихання на вдиху (в секундах)
відмінний	більше 60
добрий	40 – 60
середній	30 – 40
поганий	менше 30

Проба Генчі (затримка дихання на видиху). Ця проба визначає функціональний стан дихальної і серцево-судинної систем. Після звичайного видиху досліджуваний затримує дихання якомога довше, затискаючи ніс. Після видиху викладач включає секундомір, при наступному вдиху виключає. Реєструють час затримки дихання з точністю до 1 с. Для оцінки функціонального стану дихальної і серцево-судинної систем використовується табл. 6.21.

Таблиця 6.21

Функціональний стан дихальної і серцево-судинної систем за пробою Генчі

Оцінка стану	Затримка дихання на вдиху (в секундах)
відмінний	більше 40
добрий	30 – 40
середній	25 – 30
поганий	менше 25

Оцінка тестових випробувань здійснюється за 20-бальною перцентильною шкалою. Загальній оцінці тестового комплексу 0 – 84 бали відповідає втягуючий комплекс вправ, 85 – 192 – оздоровчий комплекс № 1 з помірним навантаженням і 193 – 240 балів – оздоровчий комплекс № 2 зі значним навантаженням.

Питання для самоконтролю

1. Дайте характеристику методів вимірювання рухової активності.
2. Використовуючи один з методів, визначте рухову активність конкретної дитини.
3. Дайте загальну характеристику та наведіть класифікацію тестових комплексів, що використовуються для оцінки фізичної підготовленості школярів.
4. Як здійснюється оцінка фізичної підготовленості студентів?
5. Як здійснюється інтегральна оцінка рівня фізичного стану студентів-юнаків?
6. Розкрити суть розрахункового методу РФС за індексом Руф'є.
7. Визначити РФС за індексом Руф'є для окремої особи.
8. Розкрити суть розрахункового методу РФС за даними контрольних нормативів.
9. Визначити РФС за даними контрольних нормативів для окремої особи.
10. Як здійснюється оцінка фізичної підготовленості студентів спеціальних навчальних відділень?
11. Використовуючи розрахункові показники, визначте рівень свого функціонального стану.

Лекція № 7

Метрологічний контроль рухової підготовки дорослого населення і людей похилого віку

План

1. Оцінка стану фізичного здоров'я людини.
2. Оцінювання фізичної підготовленості дорослого населення.
3. Оцінювання функціональних можливостей людини.
4. Оцінювання складу тіла людини.
5. Оцінювання фізичної підготовленості людей похилого і старшого віку.

Рекомендована література

1. Бальсевич В.К. Онтокинезиология человека / В.К. Бальсевич. – М. : Теория и практика физической культуры, 2000. – 275 с.
2. Годик М.А. Система общеевропейских тестов для оценки физического состояния человека / М.А. Годик, В.К. Бальсевич, В.Н. Тимонькин // Теория и практика физ. культуры. – 1994. – № 5 – 6. – С. 24 – 32.
3. Душанин С.А. Самоконтроль физического состояния / С.А. Душанин, Е.А. Пирогова, Л.Я. Иващенко. – К. : Здоров'я, 1980. – 12 с.
4. Ланда Б.Х. Методика комплексной оценки физического развития и физической подготовленности / Б.Х. Ланда. – М. : Советский спорт, 2004. – 192 с.
5. Мартиросов Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, С.Г. Руднев. – М. : Наука, 2006. – 248 с.
6. Носко О. М. Біометрія рухових дій людини / М.О. Носко, О.А. Архипов. – К. : Видавництво «СЛОВО», 2011. – 216 с.
7. Сергієнко Л.П. Комплексне тестування рухових здібностей людини / Л.П. Сергієнко. – Миколаїв : УДМТУ, 2001. – 360 с.
8. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти : підручник / Л.П. Сергієнко. – К. : КНТ, 2010. – 776 с.

1. Оцінка стану фізичного здоров'я людини

Стан фізичного здоров'я людини можна оцінити за допомогою аналізу (Т. Хоули, Б. Дон Френкс, 2004; Л.П. Сергієнко, 2010):

- наявності у особи захворювань;
- характеристик, що збільшують фактори ризику захворювань;
- ознак або симптомів, що вказують на наявність проблем із серцем;
- результатів фітнес-тестування.

Оцінка стану здоров'я необхідна для того, щоб надати рекомендації особі відносно виду, об'єму та інтенсивності рухової активності, необхідної для поліпшення здоров'я або фізичної підготовленості. Перші три завдання розв'язуються за допомогою анкети оцінки стану здоров'я.

Показники, що визначаються при тестуванні, наведені в таблиці 7.1. Для того, щоб перейти до процедури тестування, необхідно шляхом анкетування оцінити готовність до рухової активності.

Таблиця 7.1

Показники, що визначаються при тестуванні фізичної підготовленості людей при заняттях фітнесом

Тести і показники обстеження	
мінімальні	додаткові
В стані спокою	
ЧСС, уд.·хв ⁻¹ Артеріальний тиск (АТ), мм рт. ст. Процентний показник надмірної маси тіла Відношення обхвату талії до обхвату стегон Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	Електрокардіограма Характеристики крові Рухливість у певних суглобах Функція легень
При субмаксимальному навантаженні	
АТ ЧСС Суб'єктивні показники втоми	Електрокардіограма Характеристики крові
При максимальному навантаженні	
АТ Суб'єктивні показники втоми Час виконання максимального навантаження, хв. Функціональна активність (МСК, мл·кг ⁻¹ ·хв ⁻¹) Нахили тулуба вперед, разів (для осіб до 35 років)	Електрокардіограма Характеристики крові Підтягування на поперечині, разів (для осіб до 25 років)

Вправи середньої інтенсивності можуть бути рекомендовані для кожного, хто перевірів себе відповідно до анкети оцінки готовності до рухової активності.

Г.Л. Апанасенко, Р.Г. Науменко (1988) запропонували здійснювати експрес-оцінку рівня фізичного здоров'я особи за найпростішими клініко-фізіологічними показниками (табл. 7.2). Формалізовано діагностична шкала фізичного здоров'я дає можливість на долікарському етапі профілактичного огляду проводити первинний скринінг здоров'я, виділяючи групи здорових, ослаблених і хворих.

Таблиця 7.2

**Експрес-оцінка рівня фізичного здоров'я
(Г.Л. Апанасенко, Р.Г. Наumenко, 1988)**

Показники, оцінка	Рівень фізичного здоров'я				
	Низький	Нижче середнього	Середній	Вище середнього	Високий
Чоловіки					
$\frac{\text{Маса}}{\text{Довжина} \cdot \text{тіла}}, \text{г} \cdot \text{см}^{-1}$ Оцінка, бали	501 і більше – 2	451 – 500 – 1	450 і менше 0	-	-
$\frac{\text{ЖЄЛ}}{\text{Маса}}, \text{мл} \cdot \text{кг}^{-1}$ Оцінка, бали	50 і менше 0	51 – 55 1	56 – 60 2	61 – 65 4	66 і більше 5
$\frac{\text{Кистьва} \cdot \text{динамометрія}}{\text{Маса}}, \%$ Оцінка, бали	60 і менше 0	61 – 65 1	66 – 70 2	71 – 80 3	81 і більше 4
$\frac{\text{ЧСС} \times \text{АТ}_{\text{сист}}}{100}, \text{ум.од.}$ Оцінка, бали	111 і більше – 2	95 – 110 0	85 – 94 2	70 – 84 3	69 і менше 4
Час відновлення ЧСС після 20 присідань за 30 с, хв, с Оцінка, бали	3,0 і більше – 2	2,0 – 3,0 1	1,30 – 1,59 3	1,0 – 1,29 5	0,59 і менше 7
Загальна оцінка рівня здоров'я, бали	4	5 – 9	10 – 13	14 – 16	17 – 21
Жінки					
$\frac{\text{Маса}}{\text{Довжина} \cdot \text{тіла}}, \text{г} \cdot \text{см}^{-1}$ Оцінка, бали	451 і більше – 2	351 – 450 – 1	350 і менше 0	-	-
$\frac{\text{ЖЄЛ}}{\text{Маса}}, \text{мл} \cdot \text{кг}^{-1}$ Оцінка, бали	40 і менше 0	41 – 45 1	46 – 50 2	51 – 56 4	56 і більше 5
$\frac{\text{Кистьва} \cdot \text{динамометрія}}{\text{Маса}}, \%$ Оцінка, бали	40 і менше 0	41 – 50 1	51 – 55 2	56 – 60 3	61 і більше 4
$\frac{\text{ЧСС} \times \text{АТ}_{\text{сист}}}{100}, \text{ум.од.}$ Оцінка, бали	101 і більше – 2	95 – 100 0	85 – 94 2	70 – 84 3	69 і менше 4
Час відновлення ЧСС після 20 присідань за 30 с, хв, с Оцінка, бали	3,0 і більше – 2	2,0 – 3,0 1	1,30 – 1,59 3	1,0 – 1,29 5	0,59 і менше 7
Загальна оцінка рівня здоров'я, бали	4	5 – 9	10 – 13	14 – 16	17 – 21

2. Комплексне тестування фізичної підготовленості дорослого населення України

Існують декілька систем комплексної оцінки фізичної підготовленості людей середнього і старшого віку. Опишемо систему КОНТРЕКС-2 і систему «Тестів і нормативів для проведення щорічного оцінювання фізичної підготовленості населення України» (2016 р.).

Експрес-контроль рівня фізичної підготовленості людини за системою КОНТРЕКС-2.

У 1980 році в Україні С.А. Душанін, Е.А. Пирогова, Л.Я. Іващенко (1980, 1989) запропонували для людей віком 19 – 60 років систему комплексної оцінки фізичного стану, яка одержала назву **КОНТРЕКС-2**. Вона містить 11 показників і тестів.

1. *Вік*. Кожний рік життя дає бал.

2. *Маса тіла*. Норма маси тіла в людини оцінюється 30 балами. За кожний кілограм ваги понад норму віднімається 5 балів. Норму маси тіла можна розрахувати за такими формулами:

$$\text{чоловіки: } m = 50 + (\text{довжина тіла} - 150) \times 0,75 + \frac{\text{вік} - 21}{4} \quad (7.1),$$

$$\text{жінки: } m = 50 + (\text{довжина тіла} - 150) \times 0,32 + \frac{\text{вік} - 21}{5} \quad (7.2).$$

3. *Артеріальний тиск*. Нормальний артеріальний тиск оцінюється в 30 балів. За кожні 5 мм рт. ст. систолічного (максимального) чи діастолічного (мінімального) тиску понад розрахункові величини, які визначаються за формулами, від суми віднімають 5 балів:

$$\text{чоловіки: } AT_{\text{сист.}} = 109 + 0,5 \times \text{вік} + 0,1 \times \text{маса тіла} \quad (7.3);$$

$$AT_{\text{діаст.}} = 74 + 0,1 \times \text{вік} + 0,15 \times \text{маса тіла} \quad (7.4);$$

$$\text{жінки: } AT_{\text{сист.}} = 102 + 0,7 \times \text{вік} + 0,15 \times \text{маса тіла} \quad (7.5);$$

$$AT_{\text{діаст.}} = 78 + 0,17 \times \text{вік} + 0,1 \times \text{маса тіла} \quad (7.6).$$

4. *Пульс у спокої*. За кожний удар менше 90 нараховують бал.

5. *Гнучкість*. Оцінюється нахил тулуба вниз із положення стоячи на сходинці (можна на підвищенні, висотою не менше 25 см, або стільці). При нахилі ноги в колінах не згинаються. Руки торкаються відмітки нижче чи вище нульової точки, яка є на рівні ступнів. Кожен сантиметр нижче нульової точки, який відповідає віковій нормі або ж перевищує її (наведено в табл. Д 4.1 додатку 4), оцінюється в бал. За невиконання нормативу бали не нараховують. Тестування проводять три рази поспіль і зараховують кращий результат.

6. *Швидкість*. Оцінюється швидкість реакції руки. Учаснику тестування необхідно якнайшвидше схопити падаючу лінійку ведучою рукою. За кожний сантиметр, що відповідає віковій нормі чи менші за неї, нараховують 2 бали.

Вправи виконують у положенні стоячи. Сильніша рука з розігнутими пальцями (ребром долоні вниз) витягнута вперед. Помічник бере 40 сантиметрову лінійку і встановлює паралельно до долоні на відстані 1 – 2 см. Нульова позначка – на рівні нижнього краю долоні. Після команди «Увага!» протягом 5 с помічник має відпустити лінійку. Треба якомога швидше стиснути пальці в кулак і затримати падіння лінійки. Вимірюється відстань у сантиметрах від нижнього краю долоні до нульової позначки. Тестування проводять тричі і зараховують кращий результат.

7. *Динамічна сила*. Оцінюється максимальною висотою стрибка угору з місця. За кожний сантиметр, що дорівнює нормі (наведено в табл. Д 4.1) чи перевищує її, нараховують 2 бали.

Виконання вправи: стати боком до стіни поруч з вертикально закріпленою лінійкою завдовжки 1 м. Не відриваючи п'ят від підлоги, якомога вище торкнутися лінійки піднятою вгору активнішою рукою. Потім відійти від стіни на 15 – 30 см і стрибнути угору, відштовхуючись обидвома ногами. Активнішою рукою якомога вище торкнутися лінійки. Різниця між значеннями першого і другого торкань – характеристика стрибка. Роблять три спроби, зараховується краща.

8. *Швидкісна витривалість*. Підраховують максимальну частоту піднімання прямих ніг до кута 90° з положення лежачи на спині протягом 20 с. За кожне таке піднімання, що дорівнює нормі чи перевищує її, нараховують 3 бали.

9. *Швидкісно-силова витривалість*. Вимірюється максимальною частотою згинання рук в упорі лежачи (жінки в упорі на колінах) протягом 30 с. Нараховується 4 бали за кожне згинання.

10. *Загальна витривалість*. Особи, які вперше приступають до занять фізичними вправами, або ті, хто займається менше 6 тижнів, можуть користуватися таким способом:

П'ятиразове виконання вправ на розвиток витривалості (біг, плавання, їзда на велосипеді, веслування, біг на лижах чи ковзанах) протягом 15 хв за частоти пульсу не менше $170 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ (максимально допустимий пульс становить 185) мінус вік у роках дає 30 балів. 4 рази на тиждень – 25 балів, 3 рази – 20 балів, 2 – 10 балів, 1 раз –

5 балів. Жодного разу, а також за недотримання згаданих правил, що стосуються пульсу й тренувальних засобів, – 0 балів. За виконання ранкової гігієнічної гімнастики бали також не нараховують.

Після 6 тижнів занять фізичними вправами загальна витривалість оцінюється за результатом 10-хвилинного бігу на можливо велику відстань. За виконання нормативу, наведеного в табл. Д 4.1, нараховують 30 балів і за кожні 50 м понад цю дистанцію – 15 балів. За кожні 50 м дистанції менше вікового нормативу з 30 балів вираховують 5. За групової форми занять рівень розвитку загальної витривалості оцінюють з допомогою забігів на 2000 м для чоловіків і 1700 м для жінок. Контролем служить нормативний час, наведений у табл. Д 4.1. За його виконання нараховують 30 балів і за кожну секунду, меншу від цієї величини, – 15 балів. За кожні 10 с понад норму нараховують 5 балів.

11. *Відновлюваність пульсу.* Той, хто приступає до занять, після 5 хв перепочинку в положенні сидячи протягом хвилини вимірює пульс, потім робить 20 глибоких присідань протягом 40 с і знову сідає. Через 2 хв вимірюють пульс протягом 10 с і результат множать на 6. Відповідність початковій величині (до навантаження) дає 30 балів, перевищення пульсу до 10 ударів – 20 балів, до 15 – 10 балів, до 20 – 5 балів, понад 20 ударів – із загальної суми вираховують 10 балів. Після 6 тижнів занять відновлюваність пульсу оцінюють через 10 хв після закінчення 10-хвилинного бігу чи бігу на 2000 м для чоловіків і 1700 м для жінок, порівнюючи його з початковою величиною. Збіг їх дає 30 балів, перевищення до 10 ударів – 20, до 15 – 10, до 20 – 5 балів, понад 20 ударів – із загальної суми віднімають 10 балів.

Після складання результатів за всіма 11 показниками рівень фізичної готовності оцінюється за таблицею 7.3.

Таблиця 7.3

Загальна оцінка рівня фізичної підготовленості

Рівень фізичної підготовленості	Сума балів
низький	50 і менше
нижче середнього	51 – 90
середній	91 – 160
вище середнього	161 – 250
високий	251 і вище

Контроль рівня фізичної підготовленості осіб зрілого віку за системою «Тестів і нормативів для проведення щорічного оцінювання фізичної підготовленості населення України» (2016 р.).

Для осіб зрілого віку (з 21 до 70 років) пропонується диференційоване виконання комплексу тестів із п'яти вправ із п'ятибальною оцінкою результатів (табл. Д 4.4-4.12 додатку 4). Окрім того, додатково оцінюється також індекс маси тіла. Структура комплексу наведена в таблиці 6.3.

Таблица 6.3

Структура «Тестів і нормативів для проведення щорічного оцінювання фізичної підготовленості населення України» для дітей шкільного віку (10 – 17 років)

Здібності і показники, що тестуються	Оцінювана характеристика	Зміст тесту (вимірювання)
Рухові здібності Загальна витривалість	Кардіореспіраторна витривалість	1. Біг на 3000 м: чоловіки 21 – 40 років хлопці 12 років 2. Біг на 2000 м: жінки 21 – 50 років чоловіки 41 – 60 років 3. 12 хв біг, ходьба: жінки 31 – 70 років чоловіки 61 – 70 років
Силові здібності	1. Динамічна силова витривалість рук і плечового поясу	На вибір: 1. Підтягування у висі лежачи жінки 21 – 49 або 2. Згинання і розгинання рук в упорі лежачи жінки 21 – 50 роки або 3. Згинання і розгинання рук в упорі лежачи із зігнутими колінами жінки 51 – 70 років 1. Підтягування на перекладині чоловіки 21 – 60 років або 2. Ривок гирі чоловіки 21 – 50 років

Функціональний стан серцево-судинної системи	На вибір: 2. Вибухова сила	або 3. Згинання і розгинання рук в упорі лежачи чоловіки 51 – 70 роки На вибір: 1. Стрибок у довжину з місця жінки 21 – 30 років чоловіки 21 – 40 років
	або Динамічна силова витривалість рук і плечового поясу	або 2. Згинання і розгинання рук в упорі лежачи жінки 21 – 50 роки чоловіки 41 – 50 років
	Швидкісна сила	1. піднімання тулуба в сід за 1 хв. жінки – 21 – 70 років чоловіки 21 – 70 років
	Функціональні можливості серцево-судинної системи	1. 20 присідань за 1 хв. жінки 51 – 70 років за 30 с чоловіки 51 – 70 років
Здібність до гнучкості	Активна рухливість хребетного стовпа при згинанні	Нахил тулуба вперед з положення сидячи

Підсумкова оцінка рівня фізичної підготовленості учасників складається за сумою набраних балів, одержаних за виконання 5 видів тестів і додаткових балів за індекс маси тіла. Можлива підсумкова оцінка – 0 – 30 балів.

Підсумкову оцінку тестування порівнюють зі шкалою оцінки результатів виконання тестів і нормативів для осіб зрілого віку (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

Шкала оцінки виконання «Тестів і нормативів для проведення щорічного оцінювання фізичної підготовленості населення України» для осіб зрілого віку

Бали	Рівень фізичної підготовленості	Оцінка рівня фізичної підготовленості
30 – 26	високий	відмінно
25 – 21	достатній	добре
20 – 16	середній	задовільно
15 і менше	низький	незадовільно

3. Оцінка функціональних можливостей людини

Важливим для осіб, що займаються фітнесом, у різному віці є визначення стану серцево-судинної, дихальної систем і кардіореспіраторної підготовленості.

Оцінка функціональних можливостей серцево-судинної системи. Функціональний стан серцево-судинної системи визначається за показниками частоти серцевих скорочень (ЧСС), артеріального тиску (АТ) та даними функціональних спроб, виконуваних без навантаження та з навантаженням.

Частота серцевих скорочень. Один із найпростіших, найдоступніших і досить інформативних показників функціонального стану кровообігу (а іноді і тренуваності) – частота серцевих скорочень. ЧСС вимірюється при пальпації променевої, скроневої, сонної, стегнової артерій за серцевим поштовхом, а також аускультатії – при вислуховуванні серця.

Визначення ЧСС методом пальпації є найпростішим і найдоступнішим. Для цього накладають 2 – 4 пальці на зап'ястя (на місце, де чітко відчувається биття пульсу) лівої руки і злегка притискають судину до кістки або накладають руку на сонну артерію (зручно це робити з правого боку). ЧСС звісно підраховується за 10, 15, 20, 30 с з відповідним перерахунком за 1 хв. Іноді, при порушенні ритму, ЧСС підраховується протягом 60 с.

У нормі ЧСС дорослої людини у спокої становить 64 – 72. У жінок ЧСС в спокої дещо значніша, ніж у чоловіків. Є певна межа ЧСС в спокої, обумовлена віком людини та для максимальної ЧСС (табл. 7.5).

Таблиця 7.5

Нормативи оцінки ЧСС в спокої і максимальної ЧСС у людей різного віку, уд. хв⁻¹ (Л.П. Сергієнко, 2010)

Перцен- тильна шкала	Чоловіки					Жінки				
	вік, років									
	20 – 29	30 – 39	40 – 49	50 – 59	60 +	20 – 29	30 – 39	40 – 49	50 – 59	60+
ЧСС в спокої										
90	50	50	50	50	52	55	55	55	55	52
80	54	55	54	55	55	59	58	60	60	57
70	58	58	58	58	58	60	62	62	61	60
60	60	60	60	60	60	63	65	64	64	62
50	63	63	62	63	62	65	68	66	67	64
40	66	65	65	65	65	70	70	70	69	66
30	70	68	69	68	68	72	74	72	72	72
20	72	72	72	72	72	75	76	76	75	74
10	80	77	78	77	77	84	82	80	83	79
\bar{X}	64	63	64	63	63	67	68	68	68	65
S	12,5	11,0	11,5	11,0	10,4	11,2	11,5	10,7	11,7	9,6
Максимальна ЧСС										
90	205	200	196	188	184	203	196	192	185	176
80	200	198	191	183	175	198	192	186	180	165
70	199	194	188	180	170	194	189	183	176	160
60	197	191	185	176	165	190	185	180	173	155
50	194	189	182	173	162	188	184	177	170	153
40	192	186	180	170	159	186	182	173	167	150
30	188	183	176	166	152	182	180	170	162	145
20	183	180	171	160	145	180	176	166	160	140
10	179	174	164	150	131	172	170	158	152	126
\bar{X}	192	188	181	171	159	188	183	175	169	151
S	12,2	11,7	13,3	15,9	19,5	11,8	14,8	14,8	14,5	17,5

ЧСС може змінюватись залежно від різних причин, у тому числі й емоційних (збудження, передстартовий стан). У кваліфікованих спортсменів під час тренувального заняття середньої інтенсивності ЧСС становить приблизно 140 – 165. Тренування, особливо на витривалість, сприяє зниженню ЧСС у стані спокою. Підвищення ЧСС у стані спокою більше трьох днів можна розглядати як сигнал про помилки в режимі тренування або порушення у стані здоров'я.

Артеріальний тиск. Іншим простим поширеним способом визначення функціональних можливостей серцево-судинної системи є вимірювання артеріального тиску (АТ). Артеріальний тиск – це тиск

крові в артеріях великого кола кровообігу. Загальноприйнятим методом визначення АТ є аускультативний (заснований на вислуховуванні) *метод Короткова*.

У зв'язку з великою змінюваністю АТ нормальним вважається систолічний АТ від 100 до 140 мм рт. ст., а діастолічний – від 60 до 80 мм рт. ст. Пульсовий АТ у нормі складає 40 – 70 мм рт. ст.

Показники АТ у дорослих людей різного віку наведено у таблиці 7.6 (J. Hoffmann, 2006; Л.П. Сергієнко, 2010).

Таблиця 7.6

Нормативи оцінки АТ в спокої у чоловіків і жінок різного віку, мм рт. ст.

Перцен тильна шкала	Систолічний АТ					Діастолічний АТ				
	вік, років									
	20 – 29	30 – 39	40 – 49	50 – 59	60 +	20 – 29	30 – 39	40 – 49	50 – 59	60 +
Чоловіки										
90	110	108	110	110	112	70	70	70	72	70
80	112	110	111	116	120	72	74	76	78	76
70	118	116	118	120	124	78	78	80	80	80
60	120	120	120	122	130	80	80	80	80	80
50	121	120	121	128	131	80	80	80	82	81
40	128	124	126	130	140	80	81	84	86	84
30	130	130	130	138	140	84	85	88	90	88
20	136	132	138	140	150	88	90	90	90	90
10	140	140	142	150	160	90	92	98	100	98
n	367	1615	1880	1073	275	367	1615	1880	1073	275
\bar{X}	124	123	124	129	135	80	81	85	84	83
S	13,4	13,6	14,5	17,2	18,3	9,6	9,6	10,0	10,4	11,0
Жінки										
90	100	100	100	108	120	63	65	65	69	70
80	101	104	105	110	120	68	70	70	70	75
70	106	110	110	118	125	70	70	70	75	76
60	110	110	112	120	128	72	74	75	79	80
50	112	114	118	122	130	75	76	80	80	80
40	118	118	120	130	136	78	80	80	82	80
30	120	120	120	134	140	80	80	80	85	84
20	120	122	130	140	142	80	82	82	90	88
10	130	130	138	148	160	82	90	90	92	98
n	118	301	282	167	46	118	301	282	167	46
\bar{X}	114	115	118	126	135	74	77	78	80	81
S	12,0	13,3	15,7	16,8	16,2	7,8	9,9	10,2	10,6	8,8

Фізичне тренування веде до зниження амплітуди АТ. Спостерігається зниження систолічного АТ, а також незначне підвищення діастолічного АТ. Збільшення амплітуди АТ при повторних обстеженнях у спокої може означати погіршення тренуваності.

Функціональні проби. Стан серцево-судинної системи можна визначити за допомогою функціональних проб без навантаження (такою є ортостатична проба) і з навантаженням (як фізичне навантаження можуть бути присідання, біг на місці і т.п.).

Ортостатична проба дає інформацію при контролі функціональних можливостей серцево-судинної системи зі зміною положення тіла. Розрізняють кілька варіантів ортостатичної проби, для проведення яких не потрібне спеціальне обладнання. Це активна ортостатична проба і клиноортостатична проба.

Варіант 1. Активна ортостатична проба. Тестована особа перебуває у вихідному положенні лежачи на спині. У такому положенні в нього визначають АТ і ЧСС. Після цього він встає і вільно стоїть протягом 10 хв. Одразу після переходу у вертикальне положення, а потім щохвилини знову визначається ЧСС і АТ.

Варіант 2. Клиноортостатична проба. Цей варіант проби проводиться в зворотній послідовності. Спочатку особа перебуває в положенні стоячи 10 хв. У нього визначається АТ і ЧСС. Потім лягає. Одразу після переходу в горизонтальне положення, а потім через 3 – 5 хв знову визначаються АТ і ЧСС.

Результат – визначення ЧСС (в $\text{уд} \cdot \text{хв}^{-1}$) і АТ (у мм рт. ст.) при різних положеннях тіла. Діапазон нормальних меж прискорення ЧСС при ортостатичній пробі в нетренованих осіб дорівнює 10 – 40 скорочень за 1 хв. У тренуваних людей реакція менш виражена. Для порівняння в добре тренуваних спортсменів збільшення ЧСС відносно невелике – від 5 до 15. У зв'язку із цим хвилинний об'єм кровотоку виявляється не набагато зниженим. Систолічний АТ не змінюється або зменшується на початку стояння на 5 – 15 мм рт. ст., а у подальшому поступово збільшується. Діастолічний АТ звичайно підвищується на 5 – 10 мм рт. ст.. При клиноортостатичній пробі зміни мають протилежний характер.

Функціональна проба із 20 присіданнями. Рівень функціонування серцево-судинної системи найбільш наочно визначається при розгляді пристосувальних механізмів організму до виконання фізичних навантажень.

Оцінка функціональних можливостей дихальної системи. До основних параметрів, котрі характеризують дихальну систему людини, належать життєва ємність легень – ЖЄЛ, хвилинний об'єм дихання – ХОД, максимальна вентиляція легень – МВЛ, функціональні проби дихальної системи.

Життєва ємність легень. Під ЖЄЛ розуміють об'єм повітря, котрий можна видихнути при максимально глибокому видиху після максимально глибокого вдиху. водяного або сухого *спірометра*.

Хвилинний об'єм дихання – це кількість повітря, що вентилюється в легенях за 1 хв ХОД до певного рівня збільшується прямо пропорційно до потужності роботи, що виконується. Потім зростання навантаження вже не супроводжується збільшенням ХОД. Що більше навантаження відповідає межі ХОД, то більш досконалою є функція зовнішнього дихання. Вимірювання здійснюється за допомогою газового лічильника або гумового мішка Дугласа-Холдена ємністю 100 – 250 л. У спокої ХОД коливається від 4 до 10 л, а при напруженому фізичному навантаженні може зростати в 20 – 25 разів і досягати 150 – 180 л і більше.

Максимальна вентиляція легень – це максимальна кількість повітря, що проходить через легені за 1 хв при глибокому і частому диханні. За значенням МВЛ можна оцінювати функціональні здібності системи зовнішнього дихання. Фактично МВЛ є інтегральною величиною, котра визначається рівнем окремих основних показників функції зовнішнього дихання – ЖЄЛ, стану бронхіальної прохідності, силою м'язів видиху та ін.. Оскільки МВЛ показує можливості використання цих величин безпосередньо в процесі вентиляції, вона відображає практично ступінь використання функціональних можливостей організму людини. Вимірювання здійснюється за допомогою *газового лічильника*. У нормі МВЛ коливається в чоловіків від 80 до 230 л, у жінок – від 60 до 170 л.

Функціональні проби дихальної системи. Стан дихальної системи визначають за допомогою функціональних проб без навантаження (такою є *проба Розенталя*) і з навантаженням – *динамічна спірометрія* та *проба Серкіна*.

Проба Розенталя. У стані спокою у школяра п'ять разів вимірюють ЖЄЛ за допомогою спірометра. Кожне наступне вимірювання відбувається точно через 15 с. Результат – величина ЖЄЛ у мілілітрах, визначена 5 разів з інтервалом 15 с. Функціональний стан дихальної системи оцінюється при збільшені

ЖЄЛ як добрий, якщо ЖЄЛ не змінюється – задовільний, при зменшенні – незадовільний.

Динамічна спірометрія. У пробі визначається ЖЄЛ до і після фізичного навантаження. Визначивши початкову величину ЖЄЛ, досліджуваному пропонують виконати 2-хвилинний біг на місці в темпі 180 кроків за 1 хв. Під час бігу стегно піднімається під кутом 70 – 80°. Після бігу знову вимірюють ЖЄЛ. Результат – величина ЖЄЛ визначається в мілілітрах до і після фізичного навантаження. Оцінка: ЖЄЛ не змінюється після навантаження – «задовільно»; зменшується – «незадовільно»; збільшується – «добре». Замість бігу на місці особам можна запропонувати інше дозоване навантаження (степ-тест або роботу на велоергометрі). Про зміну ЖЄЛ можна говорити тільки в тому випадку, якщо вона перевищує початкові показники на 200 мл. У практиці дану пробу доцільно проводити після тренування.

Проба Серкіна. За допомогою даної проби визначається реакція дихальної системи на фізичне навантаження. Проба складається із трьох частин. Перша частина: визначається час, протягом якого учасник випробування може затримати дихання на вдиху в положенні сидячи. Друга частина: визначають час затримки дихання на вдиху безпосередньо після 20 присідань протягом 30 с. Третя частина: через 1 хв відпочинку знову визначають час затримки дихання на вдиху. *Результат* – триразова реєстрація часу затримки дихання з точністю до 0,1 с. Оцінку результатів проби Серкіна подано в таблиці 7.7.

Таблиця 7.7

Оцінка результатів функціональної проби із затримкою дихання Серкіна

Контингент досліджуваних	Частини проби		
	перша	друга	третя
здорові, треновані	46 – 60 с	більше 50 % першої частини	більше 100 % першої частини
здорові, нетреновані	36 – 45 с	30 – 50 % першої частини	70 – 100 % першої частини
з прихованою недостатністю кровообігу	20 – 35 с	менше 30 % першої частини	менше 70 % першої частини

4. Оцінка складу тіла людини

Порушення здоров'я (прояв таких хвороб, як діабет, ішемічна хвороба серця і т.п.), зниження тривалості життя людини часто обумовлене ожирінням. Тому оцінка складу тіла є важливою проблемою в оздоровчій фізичній культурі. Охарактеризуємо технологію оцінки

норми маси тіла, визначимо індекс маси тіла та товщину шкірно-жирових складок, а також процентний вміст жиру в тілі.

Оцінка норми маси тіла. Найпростішим і «грубим» способом оцінки норми маси тіла є визначення так званого *індексу Брока*: довжина тіла в сантиметрах мінус 100. Так, чоловік зростом 175 см повинен важити 75 кілограм. Існують і більш індивідуальні норми з урахуванням віку, конституції, статі, роду занять. Так, з урахуванням віку масу тіла можна визначити за такими формулами (для осіб старших 21 року):

$$m = 50 + (\text{зріст} - 150) \cdot 0,75 + (\text{вік} - 21) : 4 \text{ (чоловіки)} \quad (7.7),$$

$$m = 50 + (\text{зріст} - 150) \cdot 0,32 + (\text{вік} - 21) : 5 \text{ (жінки)} \quad (7.8).$$

Широко розповсюджені росто-вагові стандарти, що використовуються страховими компаніями (табл. Д 4.2). Розраховані також граничні норми маси тіла для дорослих людей з добрим фізичним розвитком (використовуючи формули 7.7 і 7.8, одержимо неточний результат), що в таблиці Д 4.3.

Визначення індексу маси тіла. Показники співвідношення довжини до маси тіла використовуються для характеристики ожиріння людини. Найбільше розповсюдження одержав *індекс маси тіла (ІМТ) Кетле*, який розраховується за формулою:

$$\text{Індекс Кетле} = \frac{m}{L^2} \quad (7.9),$$

де, m – маса тіла; L – довжина тіла.

В таблиці 7.8 наведені орієнтовні межі нормальних значень індексу Кетле у дорослих людей різного віку.

Таблиця 7.8

**Нормальні значення індексу Кетле у людей різного віку
(З.Г. Мартиросов, Д.В. Ніколаєв, С.Г. Руднєв, 2006)**

Вік, років	Індекс маси тіла, кг·м ⁻²
19 – 24	<20
25 – 34	20 – 25
35 – 44	21 – 26
45 – 54	22 – 27
55 – 64	23 – 28
>65	24 – 29

Індекс Кетле має важливе значення для скринінгових досліджень і вироблення рекомендацій щодо здорового харчування і зниження маси тіла (Д.Г. Бессесен, Р. Кушнер, 2004). У таблиці 7.9

запропонована класифікація значень ІМТ з визначенням ризику супутніх захворювань, що запропонована Всесвітньою організацією здоров'я.

Таблиця 7.9

Класифікація значень ІМТ і ризику супутніх захворювань

Класифікація станів здоров'я в залежності від ІМТ	ІМТ		Ризик для здоров'я	Що робити
	18 – 25 років	більше 25 років		
Анорексія	маса тіла менша 15% від очікуваної, ІМТ<17,5		високий	рекомендується підвищення маси тіла і лікування анорексії
Дефіцит маси тіла	ІМТ<18,5		відсутній	
Норма	19,5 – 22,9	20,0 – 25,9		
Надлишок маси тіла	23,0 – 27,4	26,0 – 27,9	підвищений	рекомендується зниження маси тіла
Ожиріння I ступеня	27,5 – 29,9	28,0 – 30,9	підвищений	рекомендується зниження маси тіла
Ожиріння II ступеня	30,0 – 34,9	31,0 – 35,9	високий	настійливо рекомендується зниження маси тіла
Ожиріння III ступеня	35,0 – 39,9	36,0 – 40,9	дуже високий	настійливо рекомендується зниження маси тіла
Ожиріння IV ступеня	40,0 і вище	41, 0 і вище	надзвичайно високий	необхідне негайне зниження маси тіла

Визначення складу тіла за товщиною шкірно-жирових складок. Визначення складу тіла за товщиною шкірно-жирових складок є найбільш розповсюдженим методом антропометрії. До того ж цей метод дає змогу визначити локалізацію на тілі жирової тканини. Вимірювання товщини шкірно-жирових складок на певних ділянках тіла здійснюється за допомогою каліперів. Ці прилади забезпечують вимірювання з точністю до 0,5 мм.

Точність визначення товщини шкірно-жирових складок залежить від правильності знаходження анатомічних областей і виконання процедури вимірювання. Найчастіше вимірювання проводять у таких анатомічних областях: тригловому м'язі, підлопаточній ділянці, над клубо-гребневою точкою, на стегні і

животі, задній поверхні гомілки і грудній клітині. Особливості вимірювання:

Шкірно-жирова складка захоплюється між великим пальцем кисті і вказівним, включаючи в себе товщину шкіри і підшкірного жиру без м'язів. Каліпер встановлюється трохи вище або нижче пальців. Усі вимірювання, як правило, відбуваються на правій стороні тіла досліджуваного в положенні стоячи.

Оцінка процентного вмісту жиру в тілі доцільна при моніторингу здоров'я людини, визначенні ефективності дієтичних обмежень чи оздоровчого тренування. Відомо приблизно 100 математичних рівнянь, за якими розраховують процентний уміст жиру в тілі. Проте для прискореного розрахунку рекомендують використовувати сумарний показник шкірно-жирових складок, визначених на грудях, животі і стегнах.

З метою дослідження складу сегментів та маси тіла спортсменів можуть застосовуватися *інструментальні методи*, зокрема *ваги-аналізатор складу тіла «Tanita»* (Tanita Europe GmbH, Японія) (рис. 4.9). Аналізатор складу сегментів тіла призначено для використання у спортивній медицині, професійній медицині. Система дозволяє проводити точне і надійне вимірювання складу сегментів тіла спортсменів. Серед вимірюваних параметрів: ВМІ – ваговий індекс, BMR – базальний рівень метаболізму, FAT % – відсоток жирової тканини у тілі, FAT MASS – маса жирової тканини у тілі, FFM – маса без жирової тканини.

5. Оцінювання фізичної підготовленості людей похилого та старшого віку

Похилий вік – це період життя людини з 55 до 75 років у жінок і з 60 до 75 років у чоловіків. Після нього йде старечий вік (75 – 90 років). У похилому і старечому віці відбуваються незворотні зміни в системах і органах, які називаються старінням. *Старіння* – це тривалий біологічний процес поступового зниження функціональних можливостей всіх органів і систем, який починається задовго до настання старості. *Старість* – це закономірний етап індивідуального розвитку людини.

У цей період людини оздоровче тренування передовсім направлене на підтримання функціональної діяльності кардіореспіраторної системи, збереження рухливості в суглобах (особливо хребетному стовпі), зміцнення зв'язок і м'язового апарату,

підтримання координованості рухів на необхідному для нормального життя рівні (Е.С. Акопян, 2005). Тому використання метрологічних технологій повинно надати інформацію про ступінь регресивних змін, що відбуваються в організмі людини.

Для людей похилого і старшого віку тестових комплексів і нормативів тестових оцінок розроблено ще мало. Л.П. Сергієнко (2010) описав метрологічну систему комплексного контролю для людей у віці від 60 до 94 років, що запропонована в США (R.L. Rikli, C.J. Jones, 2001).

Людям старшого і похилого віку, що займаються фітнесом у США, запропоновано комплекс для визначення фізичної підготовленості, який складається з 7 тестів:

- встати-сісти на стілець за 30 с;
- згинання руки з гантеллю за 30 с;
- ходьба по дистанції 6 хв;
- ходьба на місці 2 хв;
- нахил тулуба вперед, сидячи на стільці;
- відведення і приведення рук за спиною;
- човникова ходьба 2х8 футів.

Тестування в окремої особи займає не більше 30 хв. При груповому тестуванні (до 24 осіб) затрати часу від 60 до 90 хв.

Особливість тестування людей похилого і старшого віку така:

- у людей, що проходять тестування, не повинно бути медичних протипоказань;
- особи, що проводять тестування, повинні бути попереджені про стан здоров'я досліджуваних;
- допускаються до тестування лише особи, які за один або два дні займались важкою фізичною працею;
- не допускаються до тестування особи, які за 24 години до контрольних вимірювань вживали алкоголь;
- тестування проводиться у відповідному спортивному одязі і взутті;
- при проведенні тестування на повітрі досліджувані повинні бути в головному уборі і в захисних від сонця окулярах;
- в якості розминки може використовуватись шестихвилинна прогулянка або двохвилинна ходьба.

Питання для самоконтролю

1. За якими показниками здійснюють оцінку стану фізичного здоров'я людини?
2. Охарактеризувати технологію та критерії експрес-оцінки рівня фізичного здоров'я людини (за Г.Л. Апанасенко, Р.Г. Науменко).
3. Здійснити експрес-оцінку рівня власного фізичного здоров'я (за Г.Л. Апанасенко, Р.Г. Науменко).
4. Як проводиться експрес-контроль рівня фізичної підготовленості людини за системою КОНТРЕКС-2?
5. Здійснити експрес-контроль рівня власної фізичної підготовленості за системою КОНТРЕКС-2.
6. Розкрити особливості контролю рівня фізичної підготовленості осіб зрілого віку за системою «Тестів і нормативів для проведення щорічного оцінювання фізичної підготовленості населення України».
7. Як здійснюється оцінка функціональних можливостей серцево-судинної системи людини?
8. Провести функціональну пробу для визначення стану серцево-судинної системи у певної особи.
9. Опишіть методики оцінки функціональних можливостей дихальної системи людини.
10. Провести функціональну пробу для визначення стану дихальної системи у певної системи.
11. Як здійснюється оцінка складу тіла людини?
12. Як здійснюється оцінка норми маси тіла?
13. Описати метод визначення індексу маси тіла.
14. Дати загальну характеристику тестового комплексу для оцінки фізичної підготовленості людей похилого і старшого віку.
15. Описати методику проведення проби Штанге.
16. Описати методику проведення проби Розенталя.
17. Описати методику проведення проби Генчі.

Лекція № 8

Метрологічний контроль рухової підготовки в адаптивній фізичній культурі

План

1. Рухові можливості людини: основні поняття і проблеми контролю.
2. Оцінка адаптаційних і рухових можливостей дітей в адаптивній фізичній культурі.
3. Оцінка рухових можливостей осіб з інвалідністю.

Рекомендована література

1. Бальсевич В.К. Онтокінезиологія людини / В.К. Бальсевич. – М. : Теорія і практика фізическої культури, 2000. – 275 с.
2. Годик М.А. Система загальноєвропейських тестів для оцінки фізического стану людини / М.А. Годик, В.К. Бальсевич, В.Н. Тимонькин // Теорія і практика фіз. культури. – 1994. – № 5 – 6. – С. 24 – 32.
3. Душанин С.А. Самоконтроль фізического стану / С.А. Душанин, Е.А. Пирогова, Л.Я. Иващенко. – К. : Здоров'я, 1980. – 12 с.
4. Ланда Б.Х. Методика комплексної оцінки фізического розвитку і фізическої підготовленості / Б.Х. Ланда. – М. : Радянський спорт, 2004. – 192 с.
5. Мартиросов Е.Г. Технології і методи визначення складу тіла людини / Е.Г. Мартиросов, Д.В. Ніколаєв, С.Г. Руднев. – М. : Наука, 2006. – 248 с.
6. Носко О. М. Біометрія рухових дій людини / О.М. Носко, О.А. Архипов. – К. : Видавництво «СЛОВО», 2011. – 216 с.
7. Сергієнко Л.П. Комплексне тестування рухових здібностей людини / Л.П. Сергієнко. – Миколаїв : УДМУТ, 2001. – 360 с.
8. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти : підручник / Л.П. Сергієнко. – К. : КНТ, 2010. – 776 с.

1. Рухові можливості людини: основні поняття і проблеми контролю

В адаптивному фізичному вихованні (АФВ) одне з основних місць займає оцінка рухових можливостей людей з обмеженим рівнем здоров'я. Оцінка рухових можливостей і здоров'я людини здійснюється медиками й спеціалістами фізичного виховання та інваспорту. Лікарі досліджують тонус м'язів, обсяг рухів у суглобах, функціональні можливості нервової, серцево-судинної, дихальної систем. Спеціалісти з фізичного виховання та інваспорту здійснюють тестування рухових можливостей та визначають ступінь сформованості рухових навичок.

Спочатку зробимо пояснення щодо термінологічного апарату проблеми. В адаптаційній фізичній культурі, на наш погляд, доцільно вести мову про розвиток рухових можливостей людини, а не розвиток рухових здібностей. Нагадаємо, що під *руховими здібностями* ми розуміємо індивідуальні, генетично обумовлені в розвитку, якісні властивості моторики, які визначають успіх у трудовій, фізкультурній і спортивній діяльності людини (Л.П. Сергієнко, 2007).

Тоді *рухові можливості* – це комплекс морфофункціональних особливостей організму, рухових задатків, сформованих умінь та навичок, стану здоров'я, що дає змогу виконувати рухові дії з бажаними кількісними та якісними характеристиками.

Тобто, *можливості* – це, очевидно, передумови до результативної діяльності. Можливості до рухової діяльності можуть бути обмеженими станом здоров'я людини. Можливості – ще не фенотипічний прояв здібності, а рівень (інколи мінімальний) того, що людина може зробити.

Поняття «рухові можливості» близьке за своїм значенням до поняття «руховий потенціал», проте дещо ширше останнього (В.Д. Кряжев, 2003).

Руховий (кінезіологічний) потенціал – це морфофункціонально, біомеханічно і психологічно забезпечений системно-функціональний комплекс умінь і навичок, формування цілеспрямованих рухових дій із заданими кількісними і якісними характеристиками (В.К. Бальсевич, 2000).

У результаті травми спортсмена можуть знизитись його рухові можливості, проте руховий потенціал залишається незмінним.

В основі прояву рухових можливостей (до речі, як і рухових здібностей) лежать біологічно закріплені передумови розвитку – задатки. *Задатки* – це морфологічні і функціональні особливості будови мозку, органів відчуття і рухів, які виступають як природні передумови, що формують можливості (в тому числі рухові) людини або є передумовою фенотипічного розвитку здібностей.

Рухові дії людей з обмеженими можливостями та бажаними кількісними та якісними характеристиками виконуються в результаті рухової діяльності. Термін «*рухова діяльність*» означає цілеспрямовану діяльність людини, здійснювану безпосередньо системно-організованим комплексом рухів для досягнення заданої результативності (Д.Д. Донской, В.М. Заціорський, 1979).

Здібність (можливість) рухатись визначається в людини генетичними факторами (Л.П. Сергієнко, 2004).

Спадково обумовлену здібність людини до рухів прийнято називати *руховою функцією* (Н.А. Бернштейн, 1966).

Рухова функція, як правило, відображає лише якісний бік здібності людини до рухів (В.Д. Кряжев, 2003). Щодо поняття «рухові можливості» використовують терміни природний і цілеспрямований (стимулювальний) розвиток. Зміст цих понять міститься в такому: *Природний розвиток* рухових можливостей (здібностей) – це процес їхньої вікової зміни в певних умовах життя (соціальних, побутових, умовах трудової й рухової активності, при певному рівні фізичного виховання, режимі праці та відпочинку). *Цілеспрямований (стимулювальний) розвиток* рухових можливостей (здібностей) здійснюється в процесі систематично організованого навчання і тренування.

Медико-педагогічний контроль в АФВ повинен відбуватись відповідно до рівневої організації рухових функцій людини (Р. Чудна, 2006). Для порівняння в таблиці 8.1 наводимо дві системи (за М. Бернштейном, 1990 і Г. Доманом зі співавт., 2000) рівневої організації рухів людини.

Як критерії оцінки рухових можливостей визначаються: обсяг рухів у суглобах хребта та кінцівок, м'язова збудливість і тонус, синергії м'язових груп, синкінезії, координація у просторі власного тіла, здатність переміщатися і орієнтуватися у просторі, здійснювати предметні рухи, складати ланцюжки рухів, вирішувати рухові завдання різної складності, імпровізувати, створювати символічні рухові дії.

Таблиця 8.1.

Системи рівневої організації рухів людини

За Н. Бернштейном, 1990		За Г. Доманом та ін., 2000	
структура	функції	структура	функції
А-Руброспінальний	Збудливість та тонус м'язів	I – Спинний і довгастий мозок	Тонус м'язів, рефлекси
В-Таламопалідарний	Синергії м'язів, синкінезії	II – Міст	Повзання, розкривання руки
С-Пірамідостріарний	Переміщення в просторі, циклічні рухи	III – Середній мозок	Перехресні рухи при повзанні, предметна дія
Д-Тім'янопремоторний	Доцільна предметна дія	IV – Початкова кора великого мозку	Вставання, ходьба з балансуванням руками;

			протиставлення I і II пальців руки
Е-Кора великого мозку	Символічна дія	V – Рання кора великого мозку	Ходьба з балансуванням тілом
		VI – Первісна кора великого мозку	Нормальна ходьба і біг
		VII – Розвинута кора великого мозку	Усі рухи

Медико-педагогічний контроль людей з обмеженими можливостями може бути первинним, етапним, поточним, оперативним.

Структура і зміст різних видів контролю наведена в таблиці 8.2. *Первинний медико-педагогічний контроль* має на меті за відсутності перед заняттями медичного огляду лікаря допомогти спеціалісту, який проводить заняття (тренеру, викладачу, інструктору, волонтеру) самостійно вирішити, чи допускати людину з обмеженими можливостями здоров'я до фізичних навантажень.

Етапний контроль оцінює рівень розвитку функціональних можливостей систем і органів, що лежать в основі фізичної працездатності. Проводиться відповідно до етапів (через 2 – 3 місяці або 12 місяців) занять фізичною культурою. При цьому оцінюється динаміка фізіологічних процесів, функціональних властивостей, регуляція фізіологічних функцій. З цією метою визначають показники, які характеризують фізіологічні параметри, що забезпечують високу працездатність при фізичних навантаженнях, та фактори долання втоми.

Поточний контроль має на меті (Е.А. Бабенкова, Т.М. Параничева, 2006):

- визначення відповідності режиму навантаження можливостям організму через оцінку загальної напруженості функціонального стану організму;

- оцінку відповідності фізичних вправ їхній плановій направленості.

На цьому етапі з'ясовують скарги на стан здоров'я і загальне самопочуття, роблять медичний огляд і вивчають такі показники: рівень основного обміну, ЧСС, АТ, зміни в електрокардіограмі і т.д.

**Структура і зміст медико-педагогічного контролю
дітей з обмеженими можливостями (Р. Чудна, 2006)**

Медико-педагогічний контроль			
первинний	етапний	поточний	оперативний
<p>Визначення причин порушень. Уточнення діагнозу. Визначення рівня компенсованості порушень. Функціональна оцінка: серцево-судинної системи, дихальної системи, вегетативної системи, ЦНС, опорно-рухового апарату. Визначення відповідності рівня психомоторного розвитку дитини віковим нормам. Визначення рівня адаптованості дитини до власного стану. Визначення рівня адаптованості: до близьких, до однолітків, до суспільства. Допуск дитини до занять</p>	<p>Оцінка загального стану організму (адаптованості). Уточнення діагнозу. Визначення відповідності антропометричних показників дитини віковим нормам. Визначення рівня компенсованості порушень. Оцінка функціонального стану: серцево-судинної системи, дихальної системи, вегетативної системи, ЦНС, опорно-рухового апарату. Визначення поточного сенситивного періоду розвитку психомоторики дитини і відповідність його віковим нормам. Визначення рівня адаптованості дитини до власного стану.</p>	<p>Визначення рівня компенсованості порушень. Оцінка функціонального стану: серцево-судинної системи, дихальної системи, вегетативної системи, ЦНС, опорно-рухового апарату. Визначення поточного сенситивного періоду розвитку психомоторики дитини. Визначення мотивацій дитини Визначення рівня адаптованості дитини до власного стану Визначення рівня адаптованості: до близьких до однолітків до суспільства. Корегування спрямованості</p>	<p>Оцінка адаптивних реакцій серцево-судинної системи дихальної системи, вегетативної системи, ЦНС, опорно-рухового апарату. Визначення мотивацій дитини до окремих методів та засобів у занятті. Визначення позитивних та негативних психологічних чинників. Корегування обсягу і інтенсивності фізичного навантаження у процесі заняття. Виявлення мотивації дитини до окремих засобів та методів у процесі заняття. Корегування вибору засобів і методів фізичних навантажень. Корегування параметрів фізичних навантажень</p>

фізичними навантаженнями	<p>Визначення рівня адаптованості: до близьких, до однолітків, до суспільства.</p> <p>Визначення спрямованості завдань занять</p> <p>Вибір методів занять</p> <p>Визначення параметрів фізичних навантажень в заняттях</p>	<p>завдань занять.</p> <p>Корегування параметрів фізичних навантажень.</p> <p>Корегування методів</p>	
--------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Тести для дітей шкільного віку:

- утримування пози Ромберга із зоровим контролем і без нього;
- утримування пози «Фламінго» – стоячи на одній нозі, інша зігнута, торкається ступнею колінного суглоба першої ноги, її коліно максимально відведене, руки на поясі – із зоровим контролем і без нього;
- стояння на носках до та після вестибулярного навантаження (кружляння на місці) – із зоровим контролем і без нього.

Мета оперативного контролю:

- оцінка впливу кожного тренувального заняття на організм людини;
- визначення за рівнем термінових адаптаційних реакцій організму направленості і напруженості навантажень;
- здійснення оперативної корекції тренувального ефекту окремих вправ і тренувального заняття загалом.

У процесі оперативного контролю визначають:

- під час навантаження температуру тіла, ЧСС і частоту дихання, їх співвідношення, легеневу вентиляцію;
- після навантаження – характеристики втоми: зміни електрокардіограми, ЖЄЛ, сили дихальних м'язів.

2. Оцінка адаптаційних і рухових можливостей дітей в адаптивній фізичній культурі

Для дітей з обмеженими можливостями здоров'я доцільно проводити за певними показниками експрес-оцінку допуску до занять фізичними вправами, оцінку адаптаційних можливостей організму на фізичне навантаження та оцінку рухових можливостей.

Експрес-оцінка допуску дітей до занять фізичними вправами. Виділяють дві групи протипоказань до занять дітей фізичними вправами (табл. 8.3). До першої групи – абсолютних протипоказань до занять – увійшли: підвищення температури, висипи, кашель і т.п.. При виявленні будь-якого з наведених у таблиці 3 проявів дитину не можна допускати до занять і слід направити до лікаря.

Таблиця 8.3

Абсолютні протипоказання	Позначка	Показники ризику	Позначка
Підвищення температури Висипи Кашель Нежить Порушення функції травного тракту Збільшення ЧСС у стані спокою (вранці після сну) більш як на 10 уд.·хв ⁻¹		Скарги на відчуття втоми після пробудження, або сильне відчуття спраги (у тому числі і вночі), або болі, або порушення сну (важко заснути, важко прокинутися, пробудження вночі), або ходіння під час сну Запаморочення при зміні положення із горизонтального на вертикальне Підвищення ЧСС вище звичних показників під час тренування Припухання лімфатичних вузлів Зниження артеріального тиску	

До другої групи – «показники ризику», що відображають порушення адаптаційних можливостей, – віднесені: скарги на почуття втоми або біль, порушення сну підвищення ЧСС вище звичних показників під час тренування і т.п.. Наведені порушення адаптаційних можливостей не забороняють фізичних навантажень, проте спонукають спеціаліста до зниження запланованих навантажень, зміни засобів і методів тренування.

Експрес-оцінка адаптаційних можливостей організму до фізичних навантажень. Контроль впливу фізичного навантаження на організм дитини відбувається за доступними для швидкого оцінювання характеристиками функціональної, серцево-судинної, вегетативної та центральної нервової систем (табл. 8.4).

Методика загальної оцінки в процесі фізичних навантажень полягає в тому, що спочатку необхідно перевірити наявність ознак великого ступеня навантаження. За наявністю однієї ознаки із цієї групи слід зменшити навантаження і використати спеціальні оздоровчо-лікувальні фізичні вправи для відновлення нормального дихання та кровообігу. Якщо ознаки реєструються в групах малого і середнього, або тільки в групі середнього навантаження, тренування проводиться згідно з відповідним планом. У разі, коли більшість ознак характеризується за першою групою (малий ступінь

навантаження), фізичне навантаження слід збільшити до середнього ступеня для стимуляції розвиваючого ефекту.

Оцінка рухових можливостей дітей з вадами здоров'я. Ця оцінка може відбуватись за окремими показниками і визначатись комплексна оцінка у дітей з певними порушеннями здоров'я (опорно-рухового апарату, слуху, зору і т.п.).

Оцінка прояву окремих рухових можливостей дітей. Р. Чудна (2006) рекомендує використовувати такі методики оцінки рухових можливостей дітей:

1. Оцінка тону м'язів. Оцінюється поза – нормальна, вимушена: «ембріона», «жабки», опістотонус тощо; оцінюється напруження в м'язах при пасивних згинаннях і розгинаннях кінцівок у плечових, ліктьових, променево-зап'ясткових, кульшових, колінних, гомілковостопних суглобах.

2. Оцінка обсягу рухів. Оцінюється симетричність мімічних рухів, обсяг рухів шиї та тулуба при нахилах і поворотах, обсяг рухів у кінцівках при згинаннях, розгинаннях, пронації, супінації, зведенні – розведенні пальців.

3. Виявлення синкінезій (супутніх рухів) у тестах для дітей шкільного віку:

– опиратися розгинанням в ліктьовому суглобі за чергою кожною рукою – виявляється рефлексорне згинання в іншій руці;

– у положенні лежачи на спині відвести ногу убік, долаючи опір – виявляється мимовільне відведення іншої ноги;

– у положенні лежачи на спині привести ногу, долаючи опір – виявляється мимовільне приведення іншої ноги;

– з положення лежачи на спині зі схрещеними на грудях руками сісти – виявляється згинання ніг.

Таблиця 8.4

Експрес-оцінка адаптаційних можливостей організму до фізичних навантажень

Ознака	Ступінь навантаження			Відновлення через 5 хвилин відпочинку (позначка)
	малий	середній	великий	
Колір шкіри	Рівномірне почервоніння	Значне почервоніння, «мармурові» плями	Блідота, ціаноз носо-губного трикутника, «мармурова шкіра»	
Колір нігтів	Рожевий	Блідий	Ціаноз	
Пітливість	Невелика	Значна, вища пояса	Значна усього тіла	
ЧД	Частіша за норму	Дуже швидка	На 150 % і більше частіша за норму	
Ритм дихання	Дихання ритмічне	Ритм зрідка порушується	Ритм часто порушується, мимоволі піднімаються плечі	
Співвідношення вдику і видиху	Нормальне	Частково порушується	Задишка	
ЧСС	Збільшена на 35 – 50%	Збільшена на 50 – 70 %	Збільшена на 70 – 75 %	
АТ	Нормальний	Збільшений	Значно збільшений або зменшується	
Подвійний добуток	Нормальний	У межах допустимого збільшення	Перевищує межі допустимого збільшення	
Координація рухів	Правильна	Мають місце незначні порушення, в основному при виконанні складно-координаційних рухів	Порушується навіть при виконанні простих рухів	
Поведінка	Адекватна ситуації	Адекватна ситуації, може з'являтися занепокоєння	Надмірне збудження, занепокоєння, інші прояви психічної напруги	
Відчуття (скарги)	Нічого не турбує	Відчуття втоми, біль в одній частині тіла	Втома, болі в різних частинах тіла, запаморочення, нудота	
Мотивація	Не змінена або зменшується	Не змінена	Значно зменшується або значно зростає залежно від характеру дитини	
Зосередженість	Не змінена	Можуть бути мимовільні відволікання	Легко порушується зовнішніми чинниками	
Емоції	Позитивні	Переважають позитивні	Негативні	
Психічне напруження	Відсутня	Адекватне збудження	Занепокоєння, кліпання, тремтіння, посмикування	
Висновки				

4. Статична рівновага.

Тести для дітей дошкільного віку:

– оцінюється здатність утримувати рівновагу, стоячи у в.п. – ступні разом, прямі руки розведені в сторони;

– тест-гра «Море хвилюється», коли дитині дають завдання завмерти в позі певного казкового героя, рослини, тварини тощо.

5. Оцінка м'язової сили здійснюється в балах: відсутність рухів (0); наявність м'язових скорочень за відсутності активних рухів (1); можливі рухи тільки в горизонтальній площині (2); здатність переборювати силу гравітації у виконанні руху (3); незначне зниження м'язової сили при достатньому обсягу рухів (4); рухові функції в повному обсязі (5).

Для школярів – вимірювання сили динамометрами.

6. Оцінка статичної витривалості для школярів здійснюється: на динамометрі дитина повинна досягти зусилля в 50 % від свого максимального результату й утримувати його якомога довше.

7. Оцінка локомоцій:

– можливість пересуватися оцінюється в балах – відсутність пересування (0); пересування перевертанням (1); повзання (2); ходьба: на колінах (3); з допоміжними засобами (4); нормальна ходьба (5);

– рівень здібності повзати оцінюється в балах: повзання попластунськи (1); неальтерноване повзання (стрибками) (2); альтерноване (реципрокне) повзання (3);

– рівень розвитку ходьби оцінюється на відповідність віковому рівню розвитку: швидка хода (18 місяців); піднімання сходами зі сторонньою допомогою (20 місяців); піднімання сходами самостійно (24 місяці); спускання сходами самостійно (25 місяців); координований біг (4 – 5 років).

8. Оцінка динамічної рівноваги:

– навички ходьби оцінюються на відповідність віковому рівню розвитку: боком (з 16 місяців); спиною вперед (з 17 місяців); по прямій лінії (з трьох років); по закругленій (з чотирьох років); по низькій широкій колоді (з двох років); по широкій колоді висотою 10 см (з трьох років); по бруску шириною 5 – 7 см (із чотирьох років); уміння пересуватися галопом (з чотирьох років);

– здатність стрибати на двох ногах оцінюється на відповідність віковому рівню розвитку: стрибати на місці (з 28 місяців); стрибати на малу відстань (з п'яти років); стрибати вгору (з п'яти років);

– здатність стрибати на одній нозі оцінюється на відповідність віковому рівню розвитку: підстрибувати на місці до трьох разів (з трьох років), підстрибувати на місці від чотирьох до шести разів (з чотирьох років), підстрибувати на місці від восьми до десяти разів (з п'яти років), стрибати на відстань 1,5 м (з п'яти років); стрибати із обертанням на 360° (із семи років);

– з п'яти років оцінюється здатність стрибати на місці, із переміщенням вперед – назад, управо – вліво, на обох ногах, на одній нозі.

9. Визначення ведучої руки.

Тести О. Лурія виявляють, яка рука є зверху при рухових діях; складання рук на грудях; переплетіння пальців; складання рук за спиною; аплодування.

10. Оцінка координації рухів.

Координаційні проби: пальце-носова; п'ятково-колінна.

– можливість кидати предмет (м'яч) оцінюється на відповідність віковому рівню розвитку: стоячи обличчям до цілі кидати розгинанням руки (два – три роки), з поворотом тулуба (чотири – п'ять років), разом з кроком вперед (чотири – п'ять років);

– оцінюється точність влучення в ціль з різної відстані;

– можливість ловити предмет (м'яч) оцінюється на відповідність віковому рівню розвитку: оцінюється реакція на м'яч, що летить, запізнілим рухом рук (два – три роки); ловлення м'яча усім тілом (три роки); навичка ловлення м'яча (шість років);

– здібність бити по м'ячу оцінюється на відповідність віковому рівню розвитку: відштовхувати м'яч, який підкотився до ноги, без докладання сили (18 місяців); ударяти по м'ячу прямою ногою з невеликим зусиллям усього тіла (два – три роки); наявність згинання і піднімання ноги після удару по м'ячу, повертаючи її у вихідне положення (три – чотири роки); ударяти по м'ячу прямим ударом із чіткою протидією протилежної руки (чотири – п'ять років).

Тести для дітей шкільного віку:

– оцінюється можливість без допомоги рук сісти на підлогу і знову встати;

– із в. п. стоячи ноги разом, руки опущені швидко лягти на підлогу обличчям вниз, руки зігнути перед грудьми, потім швидко повернутися у в. п.;

– стрибок на 180° з одночасним ловленням м'яча при приземленні;

– стрибок на точність в окреслене коло.

11. Оцінка дрібної моторики оцінюється на відповідність віковому рівню розвитку: здатність тягнутися до предмета (від двох – чотирьох місяців), захоплювати предмет долонею (три – п'ять місяців), захоплювати предмет пальцями і щипкоподібним способом (вісім – десять місяців), цілеспрямовано захоплювати і утримувати (12 – 14 місяців), кидати предмет (14 – 18 місяців).

12. Оцінка вищих рухових функцій:

- оцінюється рухова пам'ять – дитина, стоячи навпроти методиста, повторює за ним рухи: руки вперед, угору, у сторони, назад, униз, – відстаючи на один рух;

- оцінюється координація рухів і рухова пам'ять: із в. п. стоячи руки опущені, ноги разом. За командою дитина повинна підняти праву руку вгору, ліву убік, праву ногу зігнути в коліні, потім змінити положення кінцівок – ліву руку вгору, праву вбік, ліву ногу зігнути в коліні; знову повинна змінити позу – підняти праву руку вгору, праву ногу підняти прямою вперед, ліву руку підняти вперед і знову змінити позу – ліву руку вгору, лівою ногою і праву руку вперед;

- оцінюється координація мімічних м'язів – п'ять разів за чергою закривають праве та ліве око;

- оцінюється координація рухів рук під час стрибків: руки вгору, ноги в сторони і навпаки;

- стрибки під ритм метронома, який змінюється;

- стрибки на місці з одночасним проказуванням вірша.

Комплексна оцінка рухових можливостей у дітей з різними захворюваннями. Запропоновано комплекси тестів для визначення рівня рухових можливостей у дітей з різними захворюваннями (D.K. Miller, 1994). Наведемо зміст тестових комплексів, що використовуються в США, для оцінки рухової підготовленості розумово відсталих і сліпих дітей.

1. Тестовий комплекс для розумово відсталих дітей. Джонсон і Лондері в 1976 році запропонували батарею тестів для визначення фізичної підготовленості дітей і молоді у віці від 6 до 20 років з низьким інтелектуальним розвитком (коефіцієнт IQ=50 – 70 ум. од.). Складові тести комплексу такі:

- вис на зігнутих руках (визначається статична силова витривалість м'язів рук і плечового поясу);

- піднімання тулуба з положення лежачи за 30 с (оцінюється динамічна силова витривалість м'язів живота);

- стрибок у довжину з місця (визначається вибухова сила ніг);

- кидок софтбольного м'яча на відстань (оцінюється швидкісна сила руки і плечового поясу);
- біг на 50 ярдів (оцінюється прояв швидкісних здібностей);
- біг-ходьба на 300 ярдів (визначається кардіореспіраторна підготовленість).

2. Тестовий комплекс для сліпих дітей. Бауелл в 1982 році запропонував батарею тестів для визначення фізичної підготовленості сліпих дітей у віці 10 – 17 років. У тестову батарею включені наступні тести:

- хлопчики – підтягування на поперечині, дівчата – вис на зігнутих руках (визначається відповідно динамічна і статична силова витривалість м'язів рук і плечового поясу);
- піднімання тулуба із положення лежачи до зігнутих у колінах ніг за 1 хв (оцінюється динамічна силова витривалість м'язів живота);
- стрибок у довжину з місця (визначається вибухова сила ніг);
- біг на 50 ярдів (оцінюється розвиток швидкісних здібностей);
- метання баскетбольного м'яча на відстань (оцінюється швидкісна сила руки і плечового поясу);
- біг на 300 ярдів (визначається кардіореспіраторна підготовленість). Як бачимо, структура наведених тестових комплексів дещо схожа.

3. Оцінка рухових можливостей осіб з інвалідністю

Наведемо методи оцінки фізичного розвитку і функціональних можливостей осіб з інвалідністю з ураженням опорно-рухової системи.

3.1. Оцінка фізичного розвитку осіб з інвалідністю з обмеженими можливостями опорно-рухової системи

При обстеженні осіб з інвалідністю з ураженням опорно-рухової системи притримуються певної системи, що склалась в ортопедичній практиці. Вона охоплює (С.Ф. Курдибайло, С.П. Євсєєв, Г.В. Герасимова, 2003):

- медичний огляд;
- прощупування (пальпацію) і перкусію;
- вимірювання довжини й обхватів кінцівок;
- визначення об'єму рухів у суглобах;
- вимірювання м'язової сили;
- визначення функцій опорно-рухової системи.

Можуть застосовуватись і додаткові методи: рентгенологічні, електрофізіологічні, біомеханічні, функціональні та інші.

Медичний огляд. При медичному огляді визначаються відхилення від норми в будові тіла і його сегментів. Визначається положення тіла і його поза. Розрізняють три основні положення: активне, пасивне і вимушене. Пасивне положення трапляється відносно рідко, наприклад, при переломах шийки стегна, коли вражена кінцівка пасивно ротована зовні. Вимушене положення може стосуватись всього тіла або будь-якого окремого сегменту. Воно може бути зумовлене, наприклад, больовим синдромом, порушенням м'язової рівноваги в результаті ампутації і т.п.

При огляді визначається форма і розміри грудної клітини, дефекти постави, стан зводів ступнів.

Прощупування є доповненням до зорового враження, що одержане при огляді. При пальпації звертається увага на зміни шкіряної температури, місцевий біль, стан різних ділянок шкіри та післяопераційних рубців.

Вимірювання довжини і обхватів кінцівок у осіб з інвалідністю дещо відрізняються від звичних антропометричних вимірювань. Довжину верхніх кінцівок вимірюють сантиметровою стрічкою від акроміального відростку лопатки до кінця третього пальця, довжину плеча – до ліктьового відростку, довжину передпліччя – від ліктьового відростку плечової кістки до шиловидного відростку ліктьової кістки (рис. 8.1).

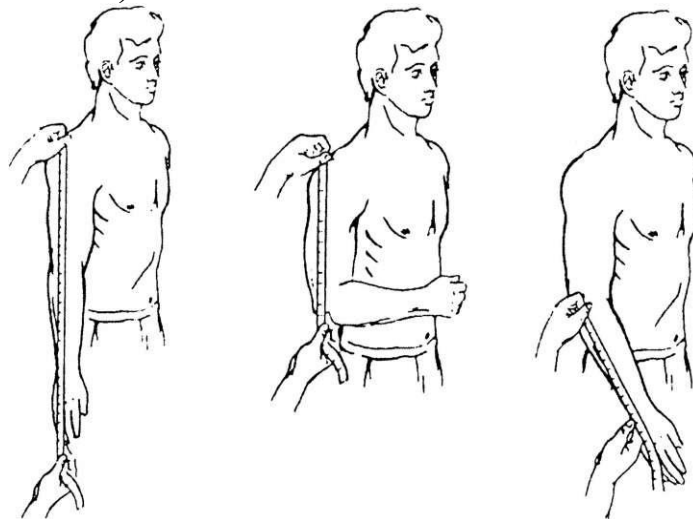


Рис. 8.1. Вимірювання довжини руки і її сегментів

Довжину ноги вимірюють у положенні лежачи. Положення тіла повинно бути таким, щоб верхні кістки тазу розташовувались на лінії, перпендикулярній осі тіла. Довжину стегна вимірюють від великого вертелу до щілини колінного суглобу, довжину гомілки – від щілини колінного суглобу до зовнішньої щиколотки (рис. 8.2).

Охватні антропометричні розміри виконуються за звичною методикою. А обхват культі вимірюється на трьох рівнях: верхній, середній і нижній третині. Після ампутації, наприклад, при коротких кульнях, обхват вимірюється на одному або двох рівнях. При булавовидній формі культі рекомендується додаткове вимірювання обхвату на рівні її потовщення. Для визначення ступеня атрофії м'яких тканин культі вимірюють співвідношення обхватів на тих же рівнях відповідних сегментів збереженої кінцівки.

Визначення об'єму рухів у суглобах. Визначення рухливості в різних суглобах у осіб з інвалідністю відбувається за допомогою загальноприйнятих інструментів, методик, що описані раніше. Проте оцінка гнучкості в суглобах порівнюється не тільки щодо даних здорової людини, а і щодо рухливості здорової (збереженої) кінцівки.

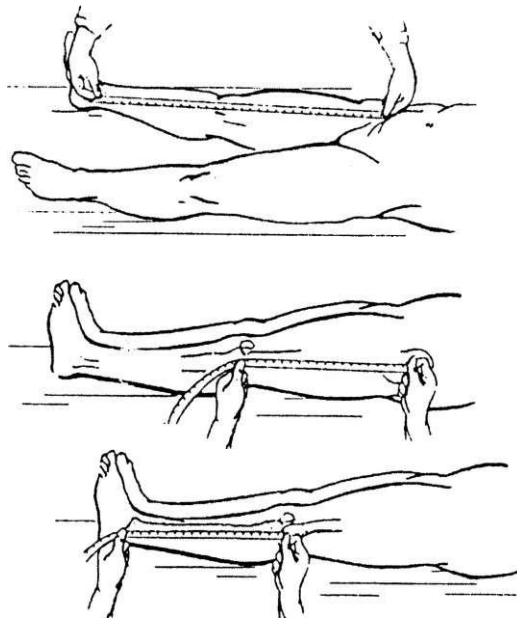


Рис. 8.2. Вимірювання довжини ноги і її сегментів

Для окремих категорій інвалідів можуть бути запропоновані певні нормативи оцінок. Так наприклад, К.А. Шашкін, Д.М. Шапіро, Н.М. Валєєв (2002) для осіб з інвалідністю похилого віку, що мають остеохондроз хребетного стовпа, запропонували такі оцінки при визначенні рухливості в кульшових суглобах і хребетному стовпі.

1. Визначення рухливості в кульшових суглобах при активному згинанні. Тест виконується в положенні сидячи, ноги і руки витягнуті вперед. Досліджуваний нахилиється вперед, намагаючись дотягнутись долонями пальців ніг. Оцінка: рухливість добра – долоні дотягуються до ступнів; задовільна – долоні дотягуються до середини гомілки; погана – долоні дотягуються до колін.

2. Визначення рухливості хребетного стовпа при активному згинанні тулуба. Тест виконується із положення стоячи, досліджуваному пропонується зробити якомога глибший нахил тулуба вниз. Оцінка: рухливість добра – пальці рук дотягуються до підлоги; задовільна – пальці дотягуються до середини гомілки; погана – руки не опускаються нижче колін.

3. Визначення рухливості хребетного стовпа при активному розгинанні тулуба. Тест виконується із положення лежачи на грудях, руки на рівні плечей. Досліджуваному пропонують виконати розгинання хребетного стовпа. Оцінка: добра рухливість – при відведенні рук стегна не відриваються від підлоги; задовільна – при відведенні рук стегна відриваються від підлоги на 5 – 10 см; незадовільна – при відведенні рук досліджуваний згинає ногу в кульшовому суглобі; погана – із вихідного положення неможливе відведення рук і приведення тулуба.

Визначення м'язової сили. Дослідження м'язової сили в осіб з інвалідністю з обмеженими можливостями опорно-рухової системи проводяться у відповідності до загальноприйнятих в ортопедичній практиці методик. Як правило, силу м'язів оцінюють за п'ятибальною системою: 5 – норма, 4 – понижений рівень, 3 – різко понижений рівень, 2 – напруження без рухового ефекту, 1 – параліч.

Оцінка м'язової сили окремих категорій інвалідів має свою специфіку.

Для визначення сили м'язів рук і плечового поясу, ніг і тулуба у інвалідів похилого віку, що страждають остеохондрозом хребетного стовпа, фахівцями (К.А. Пашкін, Д.М. Шапіро, Н.М. Валєєв, 2002) запропоновані такі тести та оцінки результатів у цих тестах.

1. Визначення динамічної силової витривалості м'язів рук та плечового поясу. Досліджуваним пропонується тест згинання і розгинання рук в упорі лежачи на підлозі. Оцінка: добрий розвиток м'язової сили – виконання тесту більше 10 разів; задовільний – у межах 10 разів; низький – 1 – 2 рази.

2. Визначення динамічної силової витривалості м'язів ніг. Досліджуваному пропонують виконати глибокі присідання без використання опори. Оцінка: добрий розвиток м'язової сили – присідання більше 10 разів; задовільний – присідання в межах 5 – 10 разів; низький – присідання з використанням опори 2 – 3 рази.

3. Визначення динамічної силової витривалості м'язів тулуба. Досліджуваному пропонують із положення сидячи із зігнутими ногами і зафіксованими ступнями опуститись на спину і повернутись у вихідне положення. Оцінка: добрий розвиток м'язової сили – виконання більше 10 разів вправи чоловіками і 8 – жінками; задовільний – виконання вправи 3 – 4 рази; низький – 2 – 3 рази; поганий результат – неможливість повернутись у вихідне положення.

Визначення функцій опорно-рухової системи. Основне значення у функціональних досліджуваних відводиться вивченню кардіореспіраторної системи як основної лімітуючої ланки в системі транспорту кисню при м'язовій роботі.

3.2. Функціональний контроль при дитячих церебральних паралічах

Розвиток адаптивної фізичної культури, фізичної реабілітації, впровадження сучасних технологій лікування дитячого церебрального паралічу (ДЦП) вимагає визначення спроможності дитини виконувати вправи з різним фізичним навантаженням, а також визначення ефективності використання фізичної терапії.

Специфічність хвороби на церебральний параліч виражена стійкими порушеннями м'язової функції, викликаними в'ялими або спастичними паралічами, їх характерною рисою є слабкість м'язів-розгиначів, невелика рухливість у суглобах кінцівок та низька амплітуда рухів, обмеження координаційних рухів та функції статичної і динамічної рівноваги. Усі ці порушення характеризують дуже низький рівень фізичної підготовленості.

При оцінці стану пацієнта до і після проведеного лікування (або адаптивного фізичного виховання) відбувається контроль динаміки клінічної симптоматики: оцінка розвитку сили різних м'язових груп і змін м'язового тону, функціональна оцінка можливостей верхніх і нижніх кінцівок, оцінка розвитку гнучкості в суглобах, оцінка статичної, динамічної рівноваги і акту ходьби, оцінка розвитку рухової пам'яті (для спортсменів інваспорту).

Оцінка розвитку сили різних м'язових груп (за С.Ф. Курдибайло, С.П. Євсєєв, Г.В. Герасимова, 2003; М. Желізний, 2005):

1. Статичне утримання голови, лежачи на животі (руки витягнуті вперед). Досліджуваний повинен підняти голову і утримувати її в цьому положенні 5 – 10 с.

2. Статичне утримання ніг, лежачи на животі. Вимірюється в секундах, час зупиняється при опусканні ніг до горизонталі.

3. Статичне утримання тулуба, лежачи на стегнах прогнувшись. Вимірюється в секундах, час зупиняється при опусканні тулуба до горизонталі.

4. Згинання і розгинання рук в упорі лежачи коліна на лаві. Згинання рук до 90° і менше. Розгинання до повного випрямлення. Вимірюється кількістю разів.

5. Вис на гімнастичній стінці. Вимірюється в секундах.

6. Підйом на поперечину гімнастичної стінки, руки тримаються за поперечину на рівні грудей (нога на стінці під кутом 90° відносно тулуба). Вимірюється кількістю разів.

7. Динамометрія кисті. Вимірювання залежить від максимального стискання динамометра.

8. Динамічне піднімання тулуба із положення лежачи на спині, ноги зігнуті, ступні на опорі. Без допомоги рук виконується сид, наближаючи голову і тулуб до колін. Фіксується кількість повторень рухів.

Оцінка змін м'язового тонусу. Відбувається реєстрація біоелектричної активності м'язів у спокої і при функціональних навантаженнях за допомогою електроміографії (ЕМГ). Динамічна реєстрація ЕМГ відображає зміни активності спастичних м'язів у процесі лікування і може свідчити про ефективність проведеної терапії.

Ступінь враженості м'язового тонусу може характеризуватись за шестибальною шкалою (за С.Ф. Курдибайло, С.П. Євсєєв, Г.В. Герасимова, 2003):

0 балів – різко виражений гіпертонус м'язів, стійка контрактура суглобу (анкілоз), повністю відсутні пасивні і активні рухи;

1 бал – різко виражений гіпертонус м'язів, контрактура суглобу, визначається незначна амплітуда при пасивних рухах з максимальним зусиллям;

2 бали – значний гіпертонус м'язів, контрактура суглобу, при пасивних рухах до 50 % фізіологічної амплітуди рухів;

3 бали – помірний гіпертонус, пасивно здійснюються рухи в об'ємі від 50 до 70 % фізіологічної норми;

4 бали – незначний гіпертонус, збережено повний об'єм рухів у суглобі, є незначне збільшення гальмування пасивним рухам;

5 балів – фізіологічний тонус, відповідає рівню неушкодженої кінцівки.

Функціональна оцінка можливостей верхніх і нижніх кінцівок. *Для функціональної оцінки можливостей верхніх кінцівок можуть використовуватись інтегративні тести:*

1. Згинання і розгинання кисті. Дитина, сидячи в кріслі, робить поперемінні рухи згинання-розгинання спочатку правої, а потім лівої кисті. Усього виконується 10 циклів кожною рукою. Для здорової дитини норма складає 12 – 15 с.

2. Супінація – пронація передпліччя. У нормі 10 циклів виконується за 40 – 50 с. Досліджуваний визначає свою ступінь втоми та оцінює скутість м'язів плечового поясу «Кільце» – тест для оцінки маніпулятивної функції кисті. Відбувається почергове протиставлення першого пальця всім останнім. Час виконання тесту в нормі 6 – 7 с.

3. Побудова піраміди з кубиків або одягнення кілець на вертикальний стрижень. Реєструється час виконання тесту.

Для оцінки активних рухів у суглобах нижніх кінцівок можна використати наступний тест: із положення лежачи на животі досліджуваний виконує активні згинання в колінному суглобі з одночасним згинанням ступні. Ступінь порушення координації визначається точністю виконання даного завдання. При виконанні тесту визначається також здібність дитини долати згинальні синергії.

Оцінка розвитку гнучкості в суглобах. Пропонуються такі гоніометричні тести (М. Желізний, 2005):

1. Розгинання кисті руки. В. п. – рука вперед, долоню донизу. Вимірюється кут між передпліччям і кистю при максимальному розгинанні.

2. Розгинання руки в ліктьовому суглобі. В. п. – рука вперед. Вимірюється кут між передпліччям та плечем при максимальному розгинанні руки.

3. Згинання плеча. В. п. – рука вгору. Вимірюється кут між плечем та середньою лінією тулуба при максимальному відведенні руки вгору-назад.

4. Розгинання плеча. В. п. – рука вниз. Вимірюється кут між плечем та середньою лінією тулуба при максимальному відведенні руки назад.

5. Розгинання стегна назад, лежачи на животі. В. п. – лежачи на животі, руки вниз, максимально відвести ногу назад. Вимірюється кут між стегном відведеної назад ноги та середньою лінією тулуба при максимальному відведенні ноги.

6. Розгинання гомілки. В. п. – сид. Максимально розігнути ногу в колінному суглобі. Вимірюється кут між гомілкою та стегном.

7. Розгинання гомілковостопного суглобу В. п. – сид. Максимально розігнути ступню на себе. Вимірюється кут між гомілкою та ступнею.

Оцінка статичної, динамічної рівноваги і акту ходьби. Для визначення статичної стійкості для дітей з ДЦП можуть бути запропоновані такі тести:

1. Рівновага на одній нозі, друга вперед. Вимірюється в секундах до торкання другою ногою підлоги або втрати стійкої рівноваги.

2. Рівновага на одній нозі, друга в сторону. Вимірюється в секундах до торкання другою ногою підлоги або втрати стійкої рівноваги.

3. Рівновага на одній нозі, друга назад. Вимірюється в секундах до торкання другою ногою підлоги або втрати стійкої рівноваги.

Оцінка динамічної рівноваги і акту ходьби. Дітям з ДЦП може бути запропонована ходьба з доланням перешкод, по вузькій дошці, по килимам різної жорсткості і пружності. Для оцінки рухів при акті ходьби може використовуватись ходьба по розміченій доріжці зі збереженням певного ритму, швидкості, напрямку руху, з визначенням перехресної координації рук і ніг.

Оцінка розвитку рухової пам'яті. Визначення перспективності до занять інваспортом людей з наслідками ДЦП А. Передерій (2002) рекомендує за показниками рухової пам'яті. Її оцінка може здійснюватись за показниками відтворення просторових, часових і ритмічних характеристик рухів.

Пропонується виконання наступних тестів:

- стрибок у довжину з місця на задану відстань;
- відтворення заданої відстані рухів ніг і рук на спеціально шкалованих полях;
- відтворення (пропонується п'ять проб) заданої висоти при виконанні стрибка вгору з місця із повного сиду;

- суб'єктивно знижене і суб'єктивно прискорене виконання контрольної вправи;
- відтворення ритму човникового бігу і стрибків через перешкоди.

3.3. Функціональний контроль осіб з інвалідністю, що перенесли ампутацію кінцівок

У осіб з інвалідністю, що перенесли ампутацію кінцівок, рухові можливості визначаються не тільки рівнем ампутаційного дефекту, анатомо-функціональним станом культі, ступенем порушення статодинамічної функції опорно-рухової системи, а і зменшенням маси тіла, судинного русла і рецепторного поля, впливом гіпокінезії, пониженням функціональних можливостей організму і толерантності до фізичних навантажень у результаті детренованості.

У зв'язку із цим зростає роль функціонального контролю, особливо в період відновлювального лікування, при підготовці до первинного протезування, при навчанні користування протезами і підготовці до змагань у системі інваспорту. Наведемо технологію виконання деяких функціональних проб.

1. Найпростішою, виконуваною з мінімальним фізичним навантаженням, є проба «сісти-лягти». Ця проба поводитьсь при лікарняному режимі для визначення адаптації серцево-судинної системи до положення сидючи і можливостей розширення рухової активності. Перед проведенням функціональної проби пацієнт відпочиває 5 хв у положенні лежачи. Після цього відбувається реєстрація ЧСС і вимірюється артеріальний тиск. Не знімаючи манжетки, пацієнт 10 разів протягом 60 с сідає в ліжку з частковою опорою на руки і знову лягає. При цьому нижні кінцівки пацієнта утримуються на рівні стегон і гомілок, залежно від рівня ампутації. Після завершення проби в перші 10 с підраховується ЧСС, а потім визначається АТ. Протягом відновлювального періоду на 3, 6 і т.д. хвилинах проводиться реєстрація ЧСС і АТ до повного повернення до вихідних величин.

2. У період засвоєння користування протезами, особливо на початковому етапі, проводиться функціональна проба – ходьба в довільному темпі на 50 м. Ця проба виконується для оцінки адаптації серцево-судинної системи до фізичного навантаження, пов'язаною з ходьбою на протезах. Перед проведенням проби пацієнт відпочиває протягом 15 хв у положенні лежачи. Після цього реєструється ЧСС і

вимірюється АТ. Не знімаючи манжетки, пацієнт проходить 50 м по рівній поверхні, при цьому реєструється час виконання проби. Після її завершення, у положенні лежачи, реєструється ЧСС і АТ на 1, 3, 6 і т.д. хвилинах відновлювального періоду, до повернення показників до вихідного рівня.

3. Функціональна проба з підйомом на сходинку висотою 20 см і спуском з неї – 12 разів на хвилину («степ-тест») є найбільш складним за фізичним навантаженням. Проводиться для оцінки можливості навчання ходьбі по сходам на значну відстань для визначення можливості збільшення рухової активності. Перед виконанням проби пацієнт відпочиває протягом 15 хвилин у положенні сидячи. Вимірюється ЧСС і АТ. Після цього, не знімаючи манжетки для вимірювання артеріального тиску, пацієнт виконує пробу. Після її завершення в положенні сидячи реєструється ЧСС і вимірюється АТ на 1, 3, 6 і т.д. хвилинах відновлення, до повернення показників у вихідний стан. Реєструються також дані візуальних спостережень і змін суб'єктивних відчуттів обстежуваного.

Для уніфікації оцінки результатів проведення функціональних проб виділяються наступні типи реакцій:

- нормотинічний тип. Цей тип характеризується незначним прискоренням пульсу – на $10 - 15 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$, збільшенням систолічного артеріального тиску на $8 - 10 \text{ мм рт. ст.}$, діастолічний артеріальний тиск не змінюється або трохи знижується. Різниця між систолічним і діастолічним тиском трохи збільшується. Відновлювальний період не перевищує трьох хвилин. Загальне самопочуття пацієнта залишається задовільним, скарги відсутні;

- астенічний тип. Цей тип реакції характеризується значним збільшенням ЧСС. Систолічний артеріальний тиск збільшується на $5 - 10 \text{ мм рт. ст.}$ або не змінюється, діастолічний артеріальний тиск трохи підвищується. Пульсовий тиск зменшується, відновлювальний період збільшується і може досягти $9 - 15 \text{ хв.}$ При різко вираженій реакції можуть з'явитись скарги на слабкість, запаморочення та інше;

- гіпертонічний тип. Для цього типу реакції характерним є значне збільшення ЧСС, підвищення систолічного артеріального тиску до $180 - 200 \text{ мм рт. ст.}$ і вище, діастолічний артеріальний тиск не змінюється або помірно підвищується. Пульсовий тиск збільшується. Відновлювальний період також збільшується. Виконання проби може супроводжуватись скаргами на слабкість, болями в області серця, запамороченням голови;

– дистонічний тип. Цей тип реакції проявляється різким збільшенням пульсу, помірним або значним підвищенням артеріального тиску (до 180 – 200 мм рт. ст.) і різким зниженням діастолічного тиску (інколи навіть до нуля). Відновлювальний період збільшується до 10 – 15 хв. Різке зниження діастолічного артеріального тиску (появи феномену «безкінечного тону») як правило, пов'язують зі зміною судинного тону, що може спостерігатись при різних гострих і хронічних захворюваннях.

При виявленні нормотонічного, помірно виражених астенічного і гіпертонічного типів реакції (в тих випадках, коли відновлювальний період не перевищує 6 хв) результати функціональних проб розглядаються як сприятливі. У таких випадках можна збільшувати рухливу активність, використовувати більш різноманітні засоби фізичної реабілітації, навчати ходьбі на костиліях або протезах. При виявленні вираженого астенічного, гіпертонічного чи дистонічного типів реакції серцево-судинної системи, а також із «ступінчастим» підйомом систолічного артеріального тиску розширення рухового режиму, фізичного навантаження, навчання ходьбі протипоказані.

При відсутності протипоказань можуть проводитись такі функціональні проби:

- їзда на колясці, яка вимагає мінімального фізичного навантаження і виконується з метою визначення тривалості і темпу пересування в колясці після ампутації нижніх кінцівок;

- ходьба на милицях по рівній поверхні 50 м. Виконується після односторонніх ампутацій, у період підготовки до первинного протезування для визначення тривалості і темпу ходьби на костиліях;

- ходьба на протезах по рівній поверхні 50 м. Проводиться з метою визначення перенесення навантаження, пов'язаного з ходьбою. Визначається тривалість і темп ходьби на протезах, можливість розширення рухового режиму;

- ходьба по сходах («степ-тест»). Проводиться з метою визначення рухового режиму, можливості навчання ходьбі по сходах на великі відстані, визначення інтенсивності ходьби.

Для спортсменів інваспорту тестові програми можуть бути розширені та ускладнені.

Питання для самоконтролю

1. Визначте основні терміни, які вживані в адаптивній фізичній культурі.
2. Опишіть структуру і зміст медико-педагогічного контролю дітей з обмеженими фізичними можливостями.
3. Як оцінюють адаптаційні і рухові можливості дітей в АФК?
4. Зробіть оцінку статичної і динамічної рівноваги у дитини з обмеженими фізичними можливостями.
5. Поясніть, як оцінюють фізичний розвиток інвалідів з обмеженими можливостями опорно-рухової системи.
6. Розкажіть про функціональний контроль при дитячих церебральних паралічах.
7. Як здійснюють функціональний контроль інвалідів, що перенесли ампутацію кінцівок?
8. Запропонуйте систему медико-педагогічного контролю інвалідів, що займаються різними видами рухової активності в системі інваспорту.

ДОДАТКИ

Додаток 1
Таблиця Д 1.1

Випадкові числа

2057	0762	1429	8535	9029	9745	3458	5023	3502	2436
6435	2646	0295	6177	2755	3080	3275	0521	6623	1133
3278	0500	7573	7426	3188	0187	7707	3047	4901	3519
7888	6411	1631	6981	1972	4269	0022	3860	1580	6751
4022	6540	7804	5528	4690	3586	9839	6641	0404	0735
0888	3504	2651	9051	5764	7155	6489	2660	3341	8784
0605	4640	8692	7712	9832	6607	0480	2557	3461	9755
4398	8857	0221	3844	1823	4407	5914	7545	2362	2428
7899	2623	9965	7366	0486	8185	5896	3985	3105	7210
5375	2213	8481	0919	2350	7310	7106	0046	1683	6269
1120	5436	8921	6457	8361	9849	9902	4244	2377	9213
4625	5978	5266	7521	8488	6854	9203	2598	2673	2399
5112	4318	5003	3532	6430	5679	5041	2108	1813	4235
3915	9380	3918	5957	3603	6553	6247	8907	5282	1106
9223	5629	6982	4138	2901	7592	1650	2580	5676	6470
0122	0820	2140	5291	8499	3653	1727	0453	3032	2902
4114	2462	2820	0414	7197	3854	2940	3500	8685	6131
0774	7788	5011	4971	0848	0748	7103	3262	5182	1185
1493	3425	0114	4662	0802	1125	8745	5513	9750	0695
5727	7577	8631	0759	5430	9953	1426	0405	2109	2304
5329	2475	8555	8172	1376	3459	6778	6917	0159	9635
7058	4886	2373	5937	9383	5763	8004	8602	2457	9134
0099	2200	2369	8140	4865	4874	4867	5206	0434	3845
0659	0499	3671	2771	2104	9275	2118	8024	1033	0528

Критичні значення t-критерію Стьюдента

Кількість ступенів свободи k	Рівень значущості		
	P=0,95	P=0,99	P=0,999
1	2	3	4
1	12,70	63,65	636,61
2	4,303	9,925	31,602
3	3,182	5,841	12,923
4	2,776	4,604	8,610
5	2,571	4,032	6,869
6	2,447	3,707	5,959
7	2,365	3,499	5,408
8	2,306	3,355	5,041
9	2,262	3,250	4,781
10	2,228	3,169	4,587
11	2,201	3,106	4,437
12	2,179	3,055	4,318
13	2,160	3,012	4,221
14	2,145	2,977	4,140
15	2,131	2,947	4,073
16	2,120	2,921	4,015
17	2,110	2,898	3,965
18	2,101	2,878	3,922
19	2,093	2,861	3,883
20	2,086	2,845	3,850
21	2,080	2,831	3,819
22	2,074	2,819	3,792
23	2,069	2,807	3,768
24	2,064	2,797	3,745
25	2,060	2,787	3,725
26	2,056	2,779	3,707
27	2,052	2,771	3,690
28	2,049	2,763	3,674
29	2,045	2,756	3,659
30	2,042	2,750	3,646
31	2,040	2,744	3,633
32	2,037	2,738	3,622
33	2,035	2,733	3,611
34	2,032	2,728	3,601
35	2,030	2,724	3,591
36	2,028	2,719	3,582
37	2,026	2,715	3,574
38	2,024	2,712	3,566
39	2,023	2,708	3,558
40	2,021	2,704	3,551
41	2,020	2,701	3,544
42	2,018	2,698	3,538
43	2,017	2,695	3,532
44	2,015	2,692	3,526

1	2	3	4
45	2,014	2,690	3,520
46	2,013	2,687	3,515
47	2,012	2,685	3,510
48	2,011	2,682	3,505
49	2,010	2,680	3,500
50	2,009	2,678	3,496
51	2,008	2,676	3,492
52	2,007	2,674	3,488
53	2,006	2,672	3,484
54	2,005	2,670	3,480
55	2,004	2,688	3,476
56	2,003	2,667	3,473
57	2,002	2,665	3,470
58	2,002	2,663	3,466
59	2,001	2,662	3,463
60	2,000	2,660	3,460
61	2,000	2,659	3,457
62	1,999	2,657	3,454
63	1,998	2,656	3,452
64	1,998	2,655	3,449
65	1,997	2,654	3,447
66	1,997	2,652	3,444
67	1,996	2,651	3,442
68	1,995	2,650	3,439
69	1,995	2,649	3,437
70	1,994	2,648	3,435
71	1,994	2,647	3,433
72	1,993	2,646	3,431
73	1,993	2,645	3,429
74	1,993	2,644	3,427
75	1,992	2,643	3,425
76	1,992	2,642	3,423
77	1,991	2,641	3,422
78	1,991	2,640	3,420
79	1,990	2,639	3,418
80	1,990	2,639	3,416
90	1,987	2,632	3,402
100	1,984	2,626	3,390
110	1,982	2,621	3,381
120	1,980	2,617	3,373
130	1,978	2,614	3,367
140	1,977	2,611	3,361
150	1,976	2,609	3,357
200	1,972	2,601	3,340
250	1,969	2,596	3,330
300	1,968	2,592	3,323
350	1,967	2,590	3,319

Критичні значення критерію Фішера
для рівня значущості $p=0,05$

<i>Кількість ступенів свободи меншої дисперсії, k_2</i>	<i>Кількість ступенів свободи більшої дисперсії, k_1</i>										
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>15</i>
1	161,45	199,50	215,71	224,58	230,16	233,99	236,77	238,88	240,54	241,88	245,95
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38	19,40	19,43
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,70
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,86
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,62
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	3,94
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,51
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,22
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,01
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,85
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,72
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,62
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,53
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,46
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,40
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,35
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,31
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,27
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,23
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,20

Таблиця Д 1.4

**Критичні значення критерію Фішера
для рівня значущості $p=0,01$**

Кількість ступенів свободи меншої дисперсії, k_2	Кількість ступенів свободи більшої дисперсії, k_1										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
1	4052	4999	5403	5625	5764	5889	5928	5981	6022	6066	6106
2	98,49	99,01	99,17	99,25	99,33	99,30	99,34	99,36	99,36	99,40	99,42
3	34,12	30,81	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,34	27,23	27,05
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,54	14,37
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,45	10,27	10,15	10,05	9,89
6	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,72
n	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	7,00	6,84	6,71	6,62	6,47
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,19	6,03	5,91	5,82	5,67
9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,62	5,47	5,35	5,26	5,11
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,21	5,06	4,95	4,85	4,71
11	9,85	7,20	6,22	5,67	5,32	5,07	4,88	4,74	4,63	4,54	4,40
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,65	4,50	4,39	4,30	4,16
13	9,07	6,70	5,74	5,20	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	3,96
14	8,86	6,51	5,56	5,03	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,80
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,67
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,55
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,45

Таблиця Д 1.5

**Критичні значення критерію Вілкоксона
(надійність $P=0,95$, n – число парних спостережень)**

n	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
W_{2p}	1	3	5	7	9	12	15	18	22	26

n	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
W_{2p}	31	36	41	49	53	60	67	74	82	90

Додаток 2

Таблиця Д 2.1

Потужність першого велоергометричного навантаження (W_1) для визначення PWC_{170} у спортсменів різних спеціалізацій і маси тіла, $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$

Види спорту	Маса тіла, кг						
	55 – 59	60 – 64	65 – 69	70 – 74	75 – 79	80 – 84	85 і більше
Швидкісно-силові і складнокоординаційні	300	400	500	500	500	600	600
Ігрові та єдиноборства	300	400	500	600	700	800	800
З переважним проявом витривалості	500	600	700	800	900	900	1000

Таблиця Д 2.1

Потужність другого велоергометричного навантаження (W_2) для визначення PWC_{170} у спортсменів при виконанні різного першого навантаження

W_1 , $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$	W_2 , $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$			
	ЧСС при W_2 уд·хв ⁻¹			
	90 – 99	100 – 109	110 – 119	120 – 129
300	1000	850	700	600
400	1200	1000	800	700
500	1400	1200	1000	850
600	1600	1400	1200	1000
700	1800	1600	1400	1200
800	1900	1700	1500	1300
900	2000	1800	1600	1400

Таблиця Д 2.3

Нормативні оцінки показників рухливості у кульшових суглобах при виконанні позадвжнього шпагату

Рухливість у суглобах		Бали
сантиметри	градуси	
15	45	0,6
14	50	1,2
13	55	1,8
12	60	2,5
11	65	3,1
10	70	3,7
9	75	4,3
8	80	5,0
7	85	5,6
6	90	6,2
5	95	6,8
4	100	7,5
3	105	8,1
2	110	8,7
1	115	9,3
0	120	10,0

Таблиця Д 2.4

Нормативні оцінки показників активної рухливості у кульшових суглобах при виконанні поперечного шпагату

Рухливість в суглобах, см	Бали	Рухливість в суглобах, см	Бали	Рухливість в суглобах, см	Бали
48 – 47	0,4	30 – 29	4,0		
46 – 45	0,8	28 – 27	4,4	12 – 11	7,6
44 – 43	1,2	26 – 25	4,8	10 – 9	8,0
42 – 41	1,6	24 – 23	5,2	8 – 7	8,4
40 – 39	2,0	22 – 21	5,6	6 – 5	8,8
38 – 37	2,4	20 – 19	6,0	4 – 3	9,2
36 – 35	2,8	18 – 17	6,4	2 – 1	9,6
34 – 33	3,2	16 – 15	6,8	0	40,0
32 – 31	3,6	14 – 13	7,2		

Таблиця Д 2.5

Нормативні оцінки показників активної рухливості хребетного стовпа при виконанні нахилу вперед із положення сидячи і при використанні вимірювального ящика у людей у віці 20 – 69 років, см (V.H. Heyward, 2002)

Перцентильна шкала	Вік, років									
	20 – 29		30 – 39		40 – 49		50 – 59		60 – 69	
	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж
90	39	40	37	39	34	37	35	37	32	34
80	35	37	34	36	31	33	29	34	27	31
70	33	35	31	34	27	32	26	32	23	28
60	30	33	29	32	25	30	24	29	21	27
50	28	31	26	30	22	28	22	27	19	25
40	26	29	24	28	20	26	19	26	15	23
30	23	26	21	25	17	23	15	23	13	21
20	20	23	18	22	13	21	12	20	11	20
10	15	19	14	18	9	16	9	16	8	15

Примітка. Дані показники рекомендовані при вимірюванні за допомогою ящика, в якому вимірювальна лінійка знаходиться від переднього краю (нульова точка) на відстані 23 см.

**Тести і нормативи для проведення щорічного оцінювання
фізичної підготовленості населення України**

Учні молодшого шкільного віку (10 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг без урахування часу, м	ч	1000	800	560	500
		ж	900	700	500	450
2	Підтягування на перекладині, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ч	6	5	4	3
			155	140	125	115
	Згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ж	11	10	7	5
			145	135	120	110
3	Біг на 30 м, с	ч	5,6	6,1	6,6	7,0
		ж	5,9	6,4	6,9	7,3
4	Човниковий біг 4 х 9 м, с	ч	11,3	12,0	12,5	13,0
		ж	12,0	12,6	13,0	13,5
5	Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	7	6	4	2
		ж	11	9	7	4

Учні середнього шкільного віку (11 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг без урахування часу, м	ч	1100	1000	700	ч
		ж	1000	800	550	ж
2	Підтягування на перекладині, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ч	7	6	5	4
			170	150	140	130
	Згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ж	12	11	9	6
			155	145	130	120
3	Біг на 30 м, с	ч	5,5	6,0	6,4	6,6
		ж	5,6	6,3	6,8	7,0
4	Човниковий біг 4 х 9 м, с	ч	11,0	11,5	12,0	12,6
		ж	11,6	12,2	12,8	13,3
5	Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	8	7	5	3
		ж	12	10	7	4

Таблиця Д 3.3

Учні середнього шкільного віку (12 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 1000 м, хв	ч	5,2	5,6	5,8	6,3
		ж	5,3	5,5	5,7	6,7
2	Підтягування на перекладині, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ч	8	7	6	5
			180	165	145	135
	Згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ж	13	12	10	7
			165	150	135	125
3	Біг на 30 м, с	ч	5,2	5,7	6,1	6,3
		ж	5,5	6,0	6,4	6,8
4	Човниковий біг 4 х 9 м, с	ч	10,5	11,1	11,7	12,3
		ж	11,4	11,9	12,5	13,1
5	Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	9	8	6	3
		ж	13	11	8	4

Таблиця Д 3.4

Учні середнього шкільного віку (13 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 1500 м, хв,	ч	6,45	7,2	8,02	8,5
	1000 м, хв	ж	5,05	5,3	5,58	6,05
2	Підтягування на перекладині, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ч	9	8	7	6
			185	170	155	145
	Згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ж	17	15	12	8
			170	155	145	135
3	Біг на 60 м, с	ч	9,0	10,4	10,8	11,2
		ж	10,0	10,8	11,3	11,6
4	Човниковий біг 4 х 9 м, с	ч	10,2	10,8	11,3	12,0
		ж	11,1	11,4	11,9	12,6
5	Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	10	8	6	4
		ж	14	12	9	5

Таблиця Д 3.5

Учні середнього шкільного віку (14 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 1500 м, хв,	ч	6,25	6,58	7,15	7,3
	1000 м, хв	ж	4,55	5,25	5,45	6,0
2	Підтягування на перекладині, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ч	10	9	8	7
			200	185	170	155
	Згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ж	18	16	13	9
			180	165	155	145
3	Біг на 60 м, с	ч	9,1	10,0	10,8	11,2
		ж	9,9	10,8	11,0	11,4
4	Човниковий біг 4 х 9 м, с	ч	10,2	10,5	11,0	11,6
		ж	10,9	11,2	11,8	12,1
5	Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	10	8	6	4
		ж	15	13	10	6

Таблиця Д 3.6

Учні середнього шкільного віку (15 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 2000 м, хв,	ч	9,0	9,3	9,55	10,2
	1500 м, хв	ж	7,45	8,3	9,0	9,15
2	Підтягування на перекладині, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ч	11	10	9	8
			220	200	180	170
	Згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ж	19	17	14	10
			185	170	160	150
3	Біг на 60 м, с	ч	8,6	9,8	10,0	10,4
		ж	9,6	10,6	11,0	11,2
4	Човниковий біг 4 х 9 м, с	ч	9,7	10,3	10,8	11,2
		ж	10,8	11,2	11,8	12,0
5	Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	11	9	7	5
		ж	16	14	11	7

Таблиця Д 3.7

**Учні старшого шкільного віку, слухачі закладів освіти,
що надають повну загальну середню освіту (16 років)**

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 2000 м, хв,	ч	7,5	8,5	9,2	10,0
	1500 м, хв	ж	7,3	8,0	8,48	9,0
2	Підтягування на перекладині, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ч	12	11	10	9
			240	220	200	180
	Згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ж	20	18	15	11
			190	175	165	155
3	Біг на 100 м, с	ч	14,0	14,6	15,3	15,9
		ж	16,0	16,5	17,4	18,0
4	Човниковий біг 4 х 9 м, с	ч	9,4	10,0	10,5	11,0
		ж	10,8	11,0	11,5	11,9
5	Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	12	10	8	5
		ж	19	17	15	8

Таблиця Д 3.8

**Учні старшого шкільного віку, слухачі закладів освіти,
що надають повну загальну середню освіту (17 років)**

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 3000 м, хв,	ч	13,3	13,5	14,3	15,4
	2000 м, хв	ж	9,5	10,45	11,45	12,45
2	Підтягування на перекладині, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ч	13	12	11	10
			250	230	215	200
	Згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ж	22	19	16	12
			200	185	170	160
3	Біг на 100 м, с	ч	13,6	14,3	15,0	15,5
		ж	15,0	16,0	17,0	17,5
4	Човниковий біг 4 х 9 м, с	ч	9,1	9,7	10,1	10,4
		ж	10,4	10,9	11,3	11,7
5	Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	13	11	9	6
		ж	20	18	16	9

Таблиця Д 3.9

Здобувачі вищої освіти (18 – 20 років)
(крім військових навчальних підрозділів закладів вищої освіти)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 3000 м, хв,	ч	13,0	13,3	14,2	15,3
	2000 м, хв	ж	10,3	11,15	11,5	12,3
2	Підтягування на перекладині, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ч	14	12	11	10
			260	240	235	205
	Згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів, або стрибок у довжину з місця, см	ж	25	21	18	15
			210	200	185	165
3	Біг на 100 м, с	ч	13,2	14,0	14,3	15,0
		ж	14,8	15,5	16,3	17,0
4	Човниковий біг 4 х 9 м, с	ч	9,0	9,6	10,0	10,4
		ж	10,4	10,8	11,3	11,6
5	Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	13	11	9	6
		ж	20	18	16	9

Таблиця Д 3.10

Норми фізичного розвитку школярів України
за показниками маси тіла до його довжини

Довжина тіла, см	Маса тіла, кг							
	6 – 7 років		8 років		9 років		10 років	
	хлопчики	дівчата	хлопчики	дівчата	хлопчики	дівчата	хлопчики	дівчата
110	17,2-21,0	14,5-17,7						
111	17,7-21,6	15,0-18,4						
112	18,1-22,1	15,6-19,0						
113	18,4-22,6	16,1-19,7						
114	18,9-23,1	16,6-20,4						
115	19,3-23,7	17,2-21,0						
116	19,8-	17,7-	20,5-	21,6-				

	24,2	21,7	25,1	26,4				
117	20,2- 24,8	18,3- 22,3	20,9- 25,5	22,0- 26,8				
118	20,6- 25,2	18,8- 23,0	21,2- 26,0	22,4- 27,4				
119	21,1- 25,7	19,3- 23,7	21,6- 26,4	22,8- 27,4				
120	21,5- 26,3	19,9- 24,3	22,1- 27,0	23,1- 28,3				
121	22,0- 26,8	20,4- 25,0	22,4- 27,4	23,5- 28,7	21,1- 25,7	22,2- 27,2		
122	22,5- 27,4	21,0- 25,6	22,8- 27,8	23,9- 29,2	21,5- 26,3	22,7- 27,7		
123	22,8- 27,8	21,5- 26,3	23,2- 28,4	24,3- 29,7	22,1- 26,9	23,1- 28,3		
124	23,2- 28,4	22,0- 27,0	23,6- 28,8	24,7- 30,1	22,6- 27,6	23,6- 28,8		
125	23,7- 28,9	22,6- 27,6	23,9- 29,3	25,0- 30,6	23,0- 28,2	24,0- 29,4	23,8- 29,2	21,0- 25,8
126	24,1- 29,5	23,1- 28,3	24,4- 29,8	25,4- 31,0	23,6- 28,8	24,6- 30,0	24,3- 29,8	21,7- 26,5
127	24,6- 30,0	23,7- 28,9	24,9- 30,5	25,7- 31,5	24,1- 29,5	25,0- 30,6	24,7- 30,5	22,4- 27,4
128	24,9- 30,5	24,2- 29,6	25,1- 30,7	24,2- 29,6	24,7- 30,1	25,5- 31,1	25,2- 30,1	23,0- 28,2
129	25,4- 31,0	25,1- 30,7	25,5- 31,1	26,6- 32,5	25,1- 30,7	25,9- 31,7	25,6- 31,7	23,8- 29,0
130	25,8- 31,6	25,3- 30,9	25,9- 31,7	26,9- 32,9	25,7- 31,3	26,4- 32,2	26,1- 31,3	24,4- 29,8
131	26,3- 32,1	25,8- 31,6	26,3- 32,1	27,3- 33,3	26,2- 32,3	26,9- 32,9	26,5- 32,3	25,1- 30,7
132	26,7- 32,1	26,3- 32,3	26,6- 32,6	27,6- 33,8	26,6- 32,6	27,4- 33,4	27,0- 33,6	25,8- 31,6
133	26,7- 32,1	26,3- 32,2	27,0- 33,1	28,1- 34,3	27,2- 33,2	27,6- 34,0	27,4- 33,2	26,5- 32,3
134	27,5- 33,7	27,4- 33,6	27,5- 33,6	28,4- 34,8	27,7- 33,9	28,3- 34,5	27,9- 34,1	27,2- 33,2
135	28,5- 34,2	28,2- 34,2	27,8- 34,0	28,8- 35,2	28,2- 34,4	28,7- 35,1	28,3- 34,7	27,8- 34,0
136	28,4- 34,8	28,5- 34,9	28,3- 34,5	29,2- 35,6	28,7- 35,1	29,3- 35,7	28,4- 35,1	28,5- 34,9
137	28,9- 35,3	29,1- 35,5	28,6- 35,0	29,5- 36,1	29,3- 35,7	30,0- 36,0	29,2- 35,7	29,2- 35,8

138	29,2- 35,8	29,6- 36,2	29,0- 35,4	30,0- 36,6	29,8- 36,4	30,2- 36,8	29,7- 36,4	29,9- 36,5
139	29,7- 36,6	30,1- 36,9	29,3- 35,9	30,3- 37,1	30,2- 37,0	30,6- 37,4	30,1- 36,9	30,6- 37,4
140	30,1- 36,9	30,7- 37,5	29,8- 36,4	30,7- 37,5	30,8- 37,6	31,1- 37,9	30,6- 37,4	31,2- 38,2
141			30,2- 36,9	31,1- 38,0	31,3- 38,3	31,6- 38,6	31,0- 38,0	32,0- 39,0
142			30,5- 37,3	31,4- 38,4	31,8- 38,8	32,0- 39,2	31,2- 38,1	32,1- 39,3
143			31,0- 37,8	31,9- 38,9	32,3- 39,5	32,5- 39,7	31,7- 38,7	32,7- 40,0
144			31,3- 38,3	32,2- 39,4	32,9- 40,1	32,9- 40,3	32,4- 39,5	33,4- 40,5
145			31,7- 38,7	32,6- 39,8	33,3- 40,7	33,4- 40,8	33,0- 40,8	34,0- 41,0
146			32,1- 39,3	32,9- 40,3	33,8- 41,4	33,9- 41,5	38,6- 41,1	34,6- 42,2
147				33,3- 40,7	34,4- 42,0	34,4- 42,0	34,2- 41,7	35,2- 43,0
148					34,8- 42,6	34,8- 42,6	34,8- 42,5	35,8- 43,8
149							35,4- 43,3	36,5- 44,6
150							36,0- 44,0	37,1- 45,3
151							36,6- 44,8	34,6- 46,0
152							37,3- 45,5	38,3- 46,8
153							37,8- 46,2	38,9- 47,5
154							38,4- 47,0	39,5- 48,3
155							39,1- 47,7	40,1- 49,1
156							39,7- 48,5	40,7- 49,7
157							40,2- 49,2	41,3- 50,5

Довжина тіла, см	Маса тіла, кг									
	11 років		12 років		13 років		14 років		15 років	
	хлопці	дівчата	хлопці	дівчата	хлопці	дівчата	хлопці	дівчата	хлопці	дівчата
130	23,9-29,2	24,9-30,4								
131	24,6-29,9	25,4-31,0								
132	25,2-30,7	26,0-31,8								
133	25,7-31,4	26,6-32,6								
134	26,4-32,1	27,3-34,1								
135	27,0-32,9	27,9-34,3	29,3-35,7	25,8-31,6						
136	27,6-33,7	28,4-34,8	29,8-36,4	26,5-32,5						
137	28,2-34,3	29,1-35,5	30,3-37,1	27,8-33,3	26,3-32,1	30,4-37,2				
138	28,8-35,1	29,7-36,3	30,9-37,7	28,0-34,2	27,1-33,1	31,0-38,0				
139	39,4-35,9	30,3-37,1	31,3-38,3	28,7-33,3	27,6-34,0	31,8-38,8				
140	39,9-36,5	31,0-37,8	31,9-38,9	28,0-34,2	28,6-35,0	32,5-39,7				
141	30,6-37,3	31,5-38,5	32,4-39,6	28,7-35,1	29,4-36,0	33,2-40,6				
142	31,2-38,1	32,2-39,3	32,9-40,3	29,4-36,0	30,2-36,9	33,3-41,1				
143	31,7-38,7	32,7-40,0	33,5-40,9	30,2-36,9	31,0-37,8	34,6-42,7				
144	32,4-39,5	33,4-40,5	33,9-41,5	30,9-37,7	31,7-37,7	35,3-41,3				
145	33,0-40,3	34,0-41,0	34,5-42,1	31,8-38,8	32,5-39,7	35,9-43,9	34,8-42,6	33,9-41,5		
146	33,6-41,1	34,6-42,2	35,0-42,8	32,3-39,5	33,3-40,7	36,6-44,5	35,5-43,3	34,7-42,5		
147	34,2-41,7	35,2-43,0	35,6-43,5	33,0-40,4	34,0-41,6	36,3-45,7	36,0-44,1	35,6-43,6		
148	34,8-42,5	35,8-43,8	36,1-44,1	33,8-41,3	34,8-42,6	38,0-46,4	37,7-44,9	36,4-44,6	35,8-43,8	41,1-50,3
149	35,4-43,3	36,5-44,6	36,5-44,7	34,6-42,0	35,6-43,4	38,7-47,3	37,4-45,7	37,3-45,7	36,7-44,7	41,9-51,2
150	36,0-44,0	37,1-45,3	37,1-45,3	35,9-43,9	36,4-44,4	39,4-48,2	37,9-46,3	38,8-46,6	37,4-45,8	42,5-51,9
151	36,6-44,8	37,6-46,0	37,6-46,0	36,1-44,1	37,2-45,4	40,1-49,1	39,5-47,1	39,1-47,7	38,3-46,7	43,2-52,8
152	37,3-45,5	38,3-46,8	38,2-46,6	36,6-44,7	37,9-46,3	40,8-49,8	39,2-47,9	39,9-48,7	39,1-47,7	43,9-53,7
153	37,8-	38,9-	38,7-	37,4-	38,7-	41,5-	39,8-	40,8-	39,9-	44,6-

	46,2	47,5	47,3	45,7	47,3	50,7	48,6	49,8	48,7	54,5
154	38,4- 47,0	39,5- 48,3	39,3- 47,9	38,1- 48,5	39,4- 48,2	42,2- 51,6	40,4- 49,4	41,6- 50,8	40,7- 49,7	45,3- 55,3
155	39,1- 47,7	40,1- 49,1	39,7- 48,5	38,8- 47,4	40,2- 49,2	42,8- 52,4	41,0- 50,2	42,5- 51,9	41,5- 50,7	45,9- 58,1
156	39,7- 48,5	40,7- 49,7	40,2- 49,2	39,5- 48,3	41,0- 50,2	43,6- 53,2	41,7- 50,9	43,3- 52,9	42,2- 51,6	46,6- 57,0
157	40,2- 49,2	41,3- 50,5	40,8- 49,8	40,2- 49,2	41,8- 51,0	44,3- 54,1	42,3- 51,7	44,2- 54,0	43,0- 52,6	47,3- 57,9
158			41,3- 50,5	41,0- 50,1	42,8- 52,0	44,9- 54,9	42,9- 52,5	45,0- 55,0	43,8- 53,6	48,0- 58,6
159			41,8- 51,0	41,7- 50,9	43,3- 52,9	45,8- 55,8	43,6- 53,2	45,9- 55,1	44,6- 54,6	48,7- 59,5
160			42,3- 51,7	42,4- 51,8	44,1- 53,9	46,3- 56,7	44,1- 53,9	46,7- 57,1	45,5- 55,5	49,3- 60,3
161			42,8- 52,4	43,1- 52,7	44,9- 54,9	47,1- 57,5	44,8- 54,7	46,7- 58,2	43,6- 56,5	50,0- 61,3
162			43,4- 53,0	43,8- 53,6	45,6- 55,8	47,7- 58,3	45,4- 55,4	48,4- 59,2	47,1- 57,5	50,8- 62,0
163			43,9- 53,7	44,5- 54,5	46,4- 56,8	48,4- 59,2	46,0- 58,2	49,3- 60,3	47,9- 58,5	51,4- 62,8
164			44,4- 54,2	45,3- 55,3	47,2- 57,6	49,1- 60,1	45,6- 57,0	50,1- 61,3	47,8- 59,5	52,1- 63,7
165			44,9- 54,9	46,1- 56,1	48,0- 58,6	49,8- 60,8	47,3- 57,8	51,0- 62,4	49,5- 60,5	52,7- 64,5
166			45,4- 55,5	46,7- 51,7	48,8- 59,6	50,5- 61,7	47,9- 58,5	51,8- 63,4	50,2- 62,4	53,7- 65,3
167			46,0- 56,2	47,4- 58,0	49,5- 60,5	51,2- 62,6	48,5- 59,3	52,7- 64,5	51,0- 62,2	54,2- 66,2
168			46,5- 56,9	48,2- 58,9	50,3- 61,5	51,8- 63,4	49,1- 60,1	53,5- 65,5	52,8- 63,4	54,8- 67,0
169				48,9- 59,7	51,0- 62,4	52,6- 64,2	49,8- 60,8	54,4- 66,6	52,7- 64,3	55,5- 67,9
170				49,6- 60,6	51,8- 62,4	53,3- 65,1	50,3- 61,5	55,3- 67,5	53,5- 65,3	56,2- 68,8
171					52,7- 64,3	54,0- 66,0	50,9- 62,3	56,2- 68,6	54,3- 66,9	56,9- 69,5
172					35,4- 65,2	54,6- 66,8	51,6- 63,0	57,0- 69,6	55,1- 67,3	57,6- 70,4
173					54,2- 66,2	55,3- 67,6	52,2- 63,8	57,9- 70,7	55,9- 68,3	58,2- 71,2
174							52,8- 64,6	58,7- 71,7	56,7- 69,3	59,0- 72,1
175							53,5- 65,3	59,6- 72,8	57,5- 70,3	59,6- 72,8
176							54,1- 66,1	60,4- 73,7	58,2- 71,2	60,3- 73,7
177							54,7- 66,9	61,3- 74,9	59,0- 72,2	61,0- 74,6
178									59,9- 73,1	61,7- 75,4

Довжина тіла, см	Маса тіла, кг			
	16 років		17 років	
	юнаки	дівчата	юнаки	дівчата
152	43,1-52,6	45,5-55,5		55,2-59,3
153	43,5-53,4	46,0-56,2		55,6-59,7
154	44,5-54,1	46,5-56,9		56,0-60,0
155	44,9-54,8	47,2-57,6		56,3-60,4
156	45,5-55,6	47,7-58,3		56,7-60,8
157	46,1-56,3	48,2-59,0	54,3-57,2	57,1-61,2
158	46,8-57,1	48,8-59,8	54,8-57,7	57,5-61,6
159	47,3-57,9	49,3-60,3	55,4-58,3	57,8-61,9
160	47,8-58,5	49,9-60,9	55,9-58,8	58,2-62,3
161	48,6-59,3	50,4-61,0	56,4-59,3	58,6-62,7
162	49,2-60,1	50,9-62,3	56,9-59,8	59,0-63,1
163	50,0-60,7	51,5-62,9	57,5-60,4	59,4-63,4
164	50,4-61,6	52,0-63,6	62,0-65,8	59,7-63,8
165	51,0-62,3	52,6-64,4	62,2-66,0	60,1-64,2
166	51,0-63,1	53,2-65,0	62,4-66,2	60,5-64,6
167	62,2-63,8	53,7-65,7	62,6-66,3	60,9-65,0
168	52,9-64,4	54,3-66,3	62,7-66,5	61,2-65,3
169	53,5-65,4	54,8-67,0	62,9-66,7	61,6-65,7
170	54,0-66,0	55,3-67,7	63,1-66,8	62,0-66,1
71	53,2-66,8	55,9-68,3	63,2-67,0	62,4-66,5
172	55,3-67,1	56,4-69,0	63,4-67,2	62,8-66,9
173	55,9-68,3	57,0-69,6	64,0-67,4	63,1-67,2
174	56,6-69,1	57,5-70,3	63,8-67,5	63,5-67,6
175	57,1-69,8	58,1-71,1	63,9-67,7	63,9-68,0
176	57,7-70,5	58,7-71,7	64,1-67,9	64,3-68,4
177	58,4-71,3	59,2-72,4	64,3-68,1	64,7-68,7
178	59,0-72,1	59,8-73,0	64,5-68,2	65,0-69,1
179	59,6-72,8	60,2-73,7	64,6-68,4	65,4-69,5
180	60,2-73,5	60,8-74,4	64,8-68,6	65,8-69,9
181			65,0-68,7	66,2-70,3
182			65,1-68,9	
183			65,3-69,1	
184			65,5-69,3	
185			65,7-69,4	

Таблиця Д 3.11

Оцінка норми розвитку рухових здібностей у фізкультурно-оздоровчому патріотичному комплексі школярів України «Козацький гарт»

Тества вправа	Вік, років											
	6 – 7		8 – 9		10 – 11		12 – 13		14 – 15		16 – 17	
	Хлопці	Дівчата	Хлопці	Дівчата	Хлопці	Дівчата	Хлопці	Дівчата	Хлопці	Дівчата	Хлопці	Дівчата
Нахил тулуба із положення сидячи, см	2	4	3	5	5	7	8	11	9	13	11	15
Розгинання тулуба із положення лежачи на животі, руки за голову, ноги зафіксовані, см	20	29	23	31	25	33	27	34	30	36	33	38
Човниковий біг 4х9 м, с	13,5	14,0	12,5	13,0	12,0	12,3	11,3	11,8	10,2	11,5	9,7	11,3
Згинання і розгинання рук в упорі лежачи за 30 с, разів	13	9	15	12	17	15	19	17	21	18	24	19
Стрибок у довжину з місця, см	115	105	130	120	150	140	165	155	180	165	205	170
Піднімання тулуба із положення лежачи за 30 с, разів	17	15	19	17	21	19	25	23	27	25	28	26
6-хвилинний біг, м	1000	900	1100	1000	1150	1050	1300	1140	1200	1000	1300	1000

Таблиця Д 3.12

Нормативи оцінки за результатами виконання тестів студентами-чоловіками основного навчального відділення в комплексі Шияна-Дрозд

Тести	Оцінка, бали										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Біг на 1500 м, хв, с	8,27	8,13-8,26	7,58-8,12	7,34-7,57	7,28-7,33	7,18-7,27	7,04-7,17	6,28-7,03	6,25-6,27	5,59-6,24	6,00 і менше
Кистьова динамометрія, кг	21	22-29	30-33	34-35	36-38	39-40	41-42	43-44	45-47	48-50	51 і більше
Стрибок у довжину з місця, см	>174	174-188	189-195	196-199	200-204	205-208	209-211	212-214	215-223	224-230	231 і більше
Підйом прямих ніг до кута 90° за 20 с, разів	9	10-11	12	13	14	15	16	17	18	19	20 і більше
Підтягування на перекладині, разів	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Човниковий біг 4X9 м, с	13,0	12,5-12,9	12,3-12,4	12,1-12,2	11,9-12,0	11,7-11,8	11,5-11,6	11,3-11,4	11,1-11,2	10,4-11,0	10,3 і менше
Балансування на одній нозі (тест «Фламінго»), разів	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Нахил тулуба вперед із положення сидячи, см	6	7-8	9-10	11	12	13-14	15	16-17	18-19	20-21	22

**Шкала оцінювання фізичної підготовленості студентів-чоловіків
основного навчального відділення в текстовому
комплексі Шияна-Дрозд**

Тести	Рівень фізичної підготовленості				
	низь- кий	нижче середнього	середній	вище середнього	високий
Біг на 1500 м, хв, с	>8,10	7,32 – 8,10	7,02 – 7,31	6,20 – 7.01	< 6 – 20
Кистьова динамометрія, кг	<33	33 – 38	39 – 42	43 – 47	>47
Стрибок у довжину з місця, см	< 195	195 – 203	204 – 210	211 – 223	>223
Підйом прямих ніг до кута 90° за 20 с, разів	<12	12 – 14	15-16	17 – 18	>18
Підтягування на поперечині, разів	<4	4 – 6	7-8	9-10	>10
Човниковий біг 4х9 м, с	> 12,3	11,9 – 12,3	11,5 – 11,8	11,1 – 11,4	<11,1
Балансування на одній нозі (тест «Фламінго»), разів	>8	6 – 8	4 – 5	2 – 3	<2
Нахил тулуба вперед із положення сидючи, см	<10	10 – 12	13 – 15	16 – 19	>19

Нормативи рухових тестів для оцінки основних рухових
здібностей у комплексі КОНТРЕКС-2

Вік, років	Гнучкість, см		Швидкість, см		Динамічна сила, см		Швидкісна витривалість разів		Швидкісно- силова витривалість, разів		Загальна витривалість			
	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	Десяти хви- линний біг, м		Біг на 2000 м, хв, с	
19	9	10	13	15	57	41	18	15	23	21	3000	2065	7.00	8.43
20	9	10	13	15	56	40	18	15	22	20	2900	2010	7.10	8.56
21	9	10	14	16	55	39	17	14	22	20	2800	1960	7.20	9.10
22	9	10	14	16	53	38	17	14	21	19	2750	1920	7.30	9.23
23	8	9	14	16	52	37	17	14	21	19	2700	1875	7.40	9.36
24	8	9	15	17	51	37	16	13	20	18	2650	1840	7.50	9.48
25	8	9	15	17	50	36	16	13	20	18	2600	1800	8.00	10.00
26	8	9	15	18	49	35	16	13	20	18	2550	1765	8.10	10.12
27	8	9	16	18	48	35	15	12	19	17	2500	1730	8.20	10.24
28	8	8	16	18	47	34	15	12	19	17	2450	1700	8.27	10.35
29	7	8	16	18	46	33	15	12	19	17	2400	1670	8.37	10.47
30	7	8	16	19	46	33	15	12	18	16	2370	1640	8.46	10.58
31	7	8	17	19	45	32	14	12	18	16	2350	1 620	8.55	11.08
32	7	8	17	19	44	32	14	11	18	16	2300	1590	9.04	11.20
33	7	8	17	20	43	31	14	11	17	16	2250	1565	9.12	11.30
34	7	8	17	20	43	31	14	11	17	15	2220	1545	9.20	11.40
35	7	8	18	20	42	30	14	11	17	15	2200	1520	9.28	11.50
36	7	7	18	20	42	30	13	11	17	15	2200	1500	9.36	12.00
37	7	7	18	21	41	29	13	11	16	15	2100	1475	9.47	12.12
38	6	7	18	21	41	29	13	11	16	15	2100	1460	9.52	12.20
39	6	7	19	21	40	29	13	10	16	14	2000	1445	10.00	12.30
40	6	7	19	22	39	28	13	10	15	14	2000	1420	10.08	12.10
41	6	7	19	22	39	28	13	10	15	14	2000	1405	10.14	12.48
42	6	7	19	22	39	28	12	10	15	14	2000	1 390	10.22	12.58
43	6	7	20	22	38	27	12	10	15	14	2000	1370	10.30	13.07
44	6	7	20	23	38	27	12	10	15	14	1950	1355	10.37	13.16
45	6	7	20	23	37	27	12	10	15	13	1950	1340	10.44	13.25
46	6	7	20	23	37	27	12	10	15	13	1900	1325	10.52	13.34
47	6	7	20	23	36	26	12	9	15	13	1900	1310	10.58	13.43
48	6	6	21	24	36	26	12	9	14	13	1900	1300	11.05	13.52
49	6	6	21	24	36	26	11	9	14	13	1850	1285	11.12	14.00
50	6	6	21	24	35	25	11	9	14	13	1850	1273	11.19	14.08

51	6	6	21	24	35	25	11	9	14	13	1800	1260	11.25	14.17
52	6	6	22	25	35	25	11	9	14	12	1800	1250	11.34	14.25
53	5	6	22	25	34	25	11	9	14	12	1800	1235	11.40	14.34
54	5	6	22	25	34	24	11	9	14	12	1750	1225	11.46	14.42
55	5	6	22	25	34	24	11	9	13	12	1750	1215	11.54	14.50
56	5	6	22	25	33	24	11	9	13	12	1750	1200	12.00	14.58
57	5	6	23	26	33	24	11	9	13	12	1700	1190	12.05	15.06
58	5	6	23	26	33	24	10	9	13	12	1700	1180	12.11	15.14
59	5	6	23	26	33	23	10	8	13	12	1700	1170	12.17	15.20
60	5	6	23	26	32	23	10	8	13	12	1650	1160	12.24	15.30

Таблиця Д 4.2

**Співвідношення довжини і маси тіла у чоловіків і жінок
у віці від 25 до 59 років (З.Г. Мартыросов, Д.В. Николаев, С.Г. Руднев, 2006)**

Довжина тіла, см	Межі зміни маси тіла, кг		
	низька	середня	висока
<i>Чоловіки</i>			
157,5	58,11 – 60,84	59,47 – 64,01	62,65 – 68,10
160,0	59,02 – 61,74	60,38 – 64,92	63,56 – 69,46
162,6	59,93 – 62,65	61,29 – 65,83	64,47 – 70,82
165,1	60,84 – 63,56	62,20 – 67,19	65,38 – 72,64
167,6	61,74 – 64,47	63,11 – 68,55	66,28 – 74,46
170,2	62,65 – 65,83	64,47 – 69,92	67,65 – 71,73
172,7	63,56 – 67,19	65,83 – 71,28	69,01 – 78,09
175,3	64,47 – 68,55	67,19 – 72,64	70,37 – 79,90
177,8	65,38 – 69,92	68,55 – 74,00	71,73 – 81,72
180,3	66,28 – 71,28	69,92 – 75,36	73,09 – 83,54
182,9	67,65 – 72,64	71,28 – 77,18	74,46 – 85,35
185,4	69,01 – 74,46	72,64 – 79,00	76,27 – 87,17
188,0	70,37 – 76,27	74,46 – 80,81	78,09 – 7894
190,5	71,73 – 78,09	75,82 – 82,63	79,90 – 91,71
193,4	73,55 – 79,90	77,63 – 84,90	82,17 – 93,98
<i>Жінки</i>			
147,3	46,31 – 50,39	49,49 – 54,93	53,57 – 59,47
149,9	46,76 – 51,30	50,39 – 55,84	54,48 – 60,84
152,4	47,22 – 52,21	51,30 – 57,20	55,39 – 62,20
154,9	48,12 – 53,57	52,21 – 58,57	56,75 – 63,56
157,5	49,03 – 54,93	53,57 – 59,93	58,11 – 64,92
160,0	50,39 – 56,30	54,93 – 61,29	59,47 – 66,74
162,6	51,76 – 57,66	56,30 – 62,65	60,84 – 68,55
165,1	53,12 – 59,02	57,66 – 64,01	62,20 – 70,37

167,6	54,48 – 60,38	59,02 – 65,38	63,56 – 72,19
170,2	55,84 – 61,74	60,38 – 66,74	64,92 – 74,00
172,7	57,20 – 63,11	61,74 – 68,10	66,28 – 75,82
175,3	58,57 – 64,47	63,11 – 69,46	67,65 – 77,18
177,8	59,93 – 65,83	64,47 – 70,82	69,01 – 78,54
180,3	61,29 – 67,19	65,83 – 72,19	70,37 – 79,90
182,9	62,65 – 68,55	67,19 – 73,55	71,73 – 81,27

Таблиця Д 4.3

**Верхні показники нормальної маси тіла людини
(для чоловіків і жінок з добрим фізичним розвитком), кг**

Довжина тіла, см	Вік, років									
	20 – 29		30 – 39		40 – 49		50 – 59		60 – 69	
	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж
150	54,3	51,9	59,7	56,9	62,4	60,5	61,0	57,7	59,3	59,6
152	56,1	53,0	61,7	59,0	64,5	62,5	63,1	59,6	61,5	58,9
154	57,8	55,0	63,6	61,1	66,5	64,4	65,1	62,2	63,9	61,0
156	59,5	56,8	65,4	62,5	68,3	66,0	66,8	63,4	64,7	61,9
158	61,2	58,1	67,3	64,1	70,4	67,9	68,8	64,5	67,0	63,4
160	62,9	59,8	69,2	65,8	72,3	69,9	68,8	64,5	67,0	63,4
162	64,6	61,6	71,0	68,5	72,3	69,9	69,7	65,8	68,2	64,6
164	66,3	63,6	73,9	70,8	77,2	75,8	75,6	72,0	72,2	70,4
166	67,8	65,2	74,5	71,8	78,0	76,5	76,3	73,8	74,3	71,5
168	69,3	66,5	76,2	73,7	79,6	78,2	77,9	74,8	76,0	73,3
170	70,7	68,2	77,7	75,8	81,0	79,9	79,6	75,8	76,9	75,0
172	72,1	69,8	79,3	77,0	82,8	81,7	81,1	77,7	78,3	76,3
174	73,5	71,3	80,8	79,0	84,4	83,7	82,5	79,4	79,3	78,0
176	74,8	72,8	82,3	79,9	86,0	84,6	84,1	82,5	81,9	79,1
178	76,0	74,2	83,6	81,4	87,4	86,1	85,5	82,4	82,8	80,9
180	77,4	75,9	85,1	82,9	88,9	88,1	87,0	84,1	84,4	81,6

Таблиця Д 4.4

**Тести і нормативи для проведення щорічного оцінювання
фізичної підготовленості населення України**

Особи зрілого віку (21 – 25 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 3000 м, хв,	ч	12,3	13,3	13,5	14,1
	2000 м, хв	ж	10,3	11,15	11,35	12,0
2	Підтягування на перекладині, разів, або ривок гири 16 кг, разів	ч	14	12	10	8
			40	30	20	10
	Підтягування у висі лежачи, разів, або згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів	ж	20	15	12	10
			20	15	10	6
3	Стрибок у довжину з місця, см	ч	240	230	225	215
		ж	200	190	180	170
4	Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	14	12	10	8
		ж	16	14	11	8
5	Піднімання тулуба в сід, 30 с, разів, 1 хв	ч	32	28	26	24
		ж	47	42	40	34

Таблиця Д 4.5

Особи зрілого віку (26 – 30 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 3000 м, хв,	ч	12,4	13,5	14,1	14,3
	2000 м, хв	ж	11,0	11,3	11,5	12,0
2	Підтягування на перекладині, разів, або ривок гири 16 кг, разів	ч	12	10	8	7
			40	30	20	10
	Підтягування у висі лежачи, разів, або згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів	ж	20	15	12	10
			20	15	10	6
3	Стрибок у довжину з місця, см	ч	240	230	225	210
		ж	190	180	175	165
4	Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	12	10	8	6
		ж	13	10	7	5
5	Піднімання тулуба в сід, 30 с, разів, 1 хв	ч	30	28	26	24
		ж	45	40	35	30

Таблиця Д 4.6

Особи зрілого віку (31 – 35 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 3000 м, хв,	ч	12,5	14,2	15,1	15,3
	2000 м, хв	ж	12,0	12,3	12,45	13,0
	або 12-хвилинний біг, м		2000	1950	1900	1850
2	Підтягування на перекладині, разів, або ривок гири 16 кг, разів	ч	10	8	6	4
			40	30	20	10
	Підтягування у висі лежачи, разів	ж	20	15	12	10
3	Стрибок у довжину з місця, см	ч	235	225	220	215
	згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів	ж	18	14	10	6
4	Нахил тулуба вперед з положення сидючи, см	ч	10	8	6	4
		ж	14	11	8	6
5	Піднімання тулуба в сід, 30 с, разів, 1 хв	ч	28	26	24	22
		ж	43	39	34	30

Таблиця Д 4.7

Особи зрілого віку (36 – 40 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 3000 м, хв,	ч	13,1	14,4	15,3	16,0
	2000 м, хв	ж	12,3	13,0	13,15	14,3
	або 12-хвилинний біг, м		1950	1850	1800	1750
2	Підтягування на перекладині, разів, або ривок гири 16 кг, разів	ч	9	7	5	4
			40	30	20	10
	Підтягування у висі лежачи, разів,	ж	20	15	12	10
3	Стрибок у довжину з місця, см	ч	225	215	210	200
	згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів	ж	18	14	10	6
4	Нахил тулуба вперед з положення сидючи, см	ч	8	6	4	2
		ж	12	9	6	5
5	Піднімання тулуба в сід, 30 с, разів, 1 хв	ч	26	24	22	20
		ж	40	35	30	25

Додаткові бали (21 – 40 років)

ІМТ		5	4	3	2
$\frac{\text{маса тіла (кг)}}{\text{зріст}^2 \text{ (м)}}$	ч	21,5-22,0	22,1-22,5	22,6-23,0	23,1-23,5
	ж	20-21,5	21,6-22,0	22,1-23,5	23,6-24,0

Таблиця Д 4.8

Особи зрілого віку (41 – 45 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 3000 м, хв,	ч	8,5	9,1	10,0	10,3
	2000 м, хв	ж	13,3	13,45	14,0	14,2
	або 12-хвилинний біг, м		1800	1750	1700	1650
2	Підтягування на перекладині, разів, або ривок гири 16 кг, разів	ч	8	6	5	4
			20	16	14	12
	Підтягування у висі лежачи, разів,	ж	18	15	12	10
3	Стрибок у довжину з місця, см	ч	30	26	24	20
	згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів	ж	15	12	9	6
4	Нахил тулуба вперед з положення сидючи, см	ч	6	5	4	3
		ж	8	6	5	4
5	Піднімання тулуба в сід, разів, 1 хв	ч	35	32	30	28
		ж	25	23	20	18

Таблиця Д 4.9

Особи зрілого віку (46 – 50 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 3000 м, хв,	ч	9,2	10,0	10,3	11,0
	2000 м, хв	ж	15,0	15,2	15,4	16,0
	або 12-хвилинний біг, м					
2	Підтягування на перекладині, разів, або ривок гири 16 кг, разів	ч	1750	1700	1650	1600
			6	5	4	3
	Підтягування у висі лежачи, разів,	ж	15	12	10	8
3	Стрибок у довжину з місця, см	ч	15	12	9	6
	згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів	ж				
4	Нахил тулуба вперед з положення сидючи, см	ч	28	24	20	16
		ж	12	9	6	4
5	Піднімання тулуба в сід, разів, 1 хв	ч	4	3	2	1
		ж	6	5	4	2

Таблиця Д 4.10

Особи зрілого віку (51 – 55 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 2000 м, хв	ч	11,0	11,5	12,0	12,5
	12-хвилинний біг, ходьба, м	ж	1700	1650	1600	1550
2	Підтягування на перекладині, разів, або згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів	ч	4	3	2	1
			25	22	20	18
	Згинання і розгинання рук в упорі лежачи із зігнутими колінами, разів	ж	15	12	10	8
3	Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	4	3	2	1
		ж	4	3	2	1
4	Піднімання тулуба в сід, 1 хв, разів	ч	25	23	20	18
		ж	20	18	15	12
5	20 присідань за 30 с, час відновлення, хв	ч	1,0	1,29	1,59	2,3
		ж	1,0	1,29	1,59	2,3

Таблиця Д 4.11

Особи зрілого віку (56 – 60 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	Рівномірний біг 2000 м, хв	ч	13,0	13,5	14,0	14,5
	12-хвилинний біг, ходьба, м	ж	1650	1600	1550	1500
2	Підтягування на перекладині, разів, або згинання і розгинання рук в упорі лежачи, разів	ч	4	3	2	1
			20	18	14	12
	Згинання і розгинання рук в упорі лежачи із зігнутими колінами, разів	ж	10	8	6	4
3	Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	4	3	2	1
		ж	4	3	2	1
4	Піднімання тулуба в сід, 1 хв, разів	ч	20	17	15	12
		ж	15	12	10	8
5	20 присідань за 30 с, час відновлення, хв	ч	1,0	1,29	1,59	2,30
		ж	1,0	1,29	1,59	2,45

Додаткові бали (41 – 60 років)

ІМТ		5	4	3	2
<u>маса тіла (кг)</u>	ч	22 – 23	23,1 – 24	24,1 – 25	25,1 – 26
<u>зріст² (м)</u>	ж	22 – 22,5	22,6 – 23	23,1 – 24	24,1 – 25

Таблиця Д 4.12

Особи зрілого віку (61 – 70 років)

№ з/п	Види тестів	Стать	Нормативи, бали			
			5	4	3	2
1	12-хвилинний біг, ходьба, м	ч	1800	1750	1700	1650
		ж	1500	1450	1400	1350
2	20 присідань за 30 с, час відновлення, хв	ч	1,29	1,59	2,3	2,59
		ж	1,29	1,59	2,3	2,59
3	Згинання і розгинання рук в упорі на гімнастичній лавці, разів, або Згинання і розгинання рук в упорі лежачи із зігнутими колінами, разів	ч	12	10	8	6
		ж	6	5	4	3
			8	6	4	3
4	Нахил тулуба вперед з положення сидячи, см	ч	3	2	1	0
		ж	3	2	1	0
5	Піднімання тулуба в сід, 1 хв, разів	ч	20	18	16	12
		ж	12	10	8	6

Додаткові бали (61 – 70 років)

ІМТ		5	4	3	2
<u>маса тіла (кг)</u>	ч	22 – 23	23,1 – 24	24,1 – 25	25,1 – 26
<u>зріст² (м)</u>	ж	22 – 22,5	22,6 – 23	23,1 – 24	24,1 – 25

Навчальне видання

Роман Чопик

МЕТРОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ

Тексти лекцій для студентів спеціальності
227 «Фізична реабілітація»

**Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного
педагогічного університету імені Івана Франка**

Головний редактор
Ірина Невмержицька
Редактор
Іванна Біблій
Технічний редактор
Світлана Бецько
Коректор
Оксана Бульбах

Здано до набору 04.06.2018 р. Підписано до друку 20.06.2018 р. Формат 60х84/16. Папір офсетний. Гарнітура. Times. Наклад 100 прим. Ум. друк. арк. 11,75. Зам. 132.

Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. (Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 2155 від 12. 04. 2005 р.) 82100 Дрогобич, вул. І.Франка, 24. к. 42 тел. 2 – 23 – 78.