

# МОДУЛЬ 1

## БІОМЕХАНІКА

### Лекція 1.

Тема: Біомеханіка як наука.

План лекції.

1. Розвиток біомеханіки. Історія аналітичної біомеханіки.
2. Біомеханіка фізичних вправ.
3. Біомеханіка спорту.
4. Етапи біомеханічного аналізу рухової діяльності людини.
5. Застосування біомеханіки при викладанні шкільного уроку фізичної культури.
6. Перспективи розвитку біомеханіки при вивченні рухів людини.

Рекомендована література:

1. Ашанин В.С. Біомеханіка. Часть I: Загальна біомеханіка (конспект лекцій). Харьков: ХаГИФК, 2000. – 65 с.
2. Біомеханіка спорту / за заг. ред. Лапутіна А.М.. – К.: Олімпійська література, 2001. – 319 с.
3. Донской Д.Д. Биомеханика с основами спортивной техники. – М.: Физкультура и спорт, 1971. – 288 с.
4. Коренберг В.Б. Основы качественного биомеханического анализа. - М.: Физкультура и спорт, 1979. – 208 с.
5. Лапутин А.Н., Хапко В.Е. Биомеханика физических упражнений. – К.: Рад. шк., 1986. – 135 с.
6. Петров В.А., Гагин Ю.А. Механика спортивных движений. – М.: Физкультура и спорт, 1974. – 232 с.

Зміст лекції:

Лекція присвячена визначенню біомеханіки як науки при вивченні рухової діяльності людини. Ключовими поняттями лекції є: **біомеханіка** – наука про закони механічного руху в живих системах; **об'єкт пізнання біомеханіки** – рухові дії людини як системи взаємопов'язаних активних прямивань і положень тіла; **біомеханіка спорту** – це наука про закони механічного руху в біосистемах.

Розвиток біомеханіки. Історія аналітичної біомеханіки.

У широкому науковому плані біомеханіка вивчає просторові рухи біологічних макро- та мікрооб'єктів. Незважаючи на те що біомеханіка

вивчає переважно механічні форми рухів, вона не може не ураховувати біологічні (насамперед анатомічні та фізіологічні) особливості об'єкта,

котрий рухається (людина або тварина). Загальна біомеханіка біологічних об'єктів (зокрема, людини) вивчає загальні закономірності будови їхніх рухових систем, органів та їх рухів. Окремий напрям біомеханіки має забезпечити конкретні галузі рухової діяльності людини (біомеханіка трудових процесів, ергономічна біомеханіка, медична і клінічна біомеханіка, біомеханіка військової справи та космонавтики, біомеханіка рухової реабілітації та кінезитерапії, біомеханіка фізичного виховання та спорту тощо).

В існуючій сучасній системі наукових знань біомеханіці відводиться важливе місце. Фахівці сьогодні відносять її до найбільш значущих наук XXI століття. З цієї точки зору біомеханіка – галузь природничих наук, що на основі ідей та методів механіки вивчає фізичні якості біологічних об'єктів, закономірності їх адаптації до навколишнього середовища, поведінку (навчання) та механічні рухи у них на всіх рівнях організації і у різних станах (включаючи періоди розвитку та згасання, а також при патологіях).

Найважливішими напрямками наукових досліджень у сучасній біомеханіці є:

- вивчення механічних якостей та структури клітин, біологічних рідин, м'яких та твердих тканин (біореологія), окремих органів і систем;
- вивчення руху біологічних рідин, тепло- і масопереносу, напруження та деформацій у клітинах, тканинах та органах;
- вивчення механіки руху клітини та субклітинних структур (мембрани, цитоплазми, війки тощо), включаючи мітотичні рухи, фагоцитоз, везикулярний транспорт;
- вивчення механіки опорно-рухового апарату (скелета, м'язів) людини та тварин;
- вивчення природних локомоцій людини та тварин (плавання, політ, наземні пересування), а також маніпуляційних рухів людини;
- вивчення фізичних основ, механізмів та виявлень управління (регуляції) у біологічних системах;
- вивчення фізичних основ психомоторики та закономірностей формування у людини і тварин складних рухових навичок та заданих моделей рухів і рухових дій;
- вивчення рухової діяльності операторів "людино-машинних" систем з метою раціоналізувати її, оптимізувати та підвищити ефективність;
- вивчення різних виявлень рухової активності та здібностей людини до розв'язання складних рухових завдань в екстремальних умовах (в орбітальних польотах, у відкритому космосі, у стратосфері, під водою, за умов наднизьких та надвисоких температур);

- розробка технологій і засобів (на основі фізичних методів) для дослідження якостей та явищ у живих системах для спрямованого впливу на них та їх захисту від впливу зовнішніх чинників;
- створення замінників органів та тканин (переважно для потреб медицини);
- розробка моделей ефективного розв'язання людиною складних рухових завдань у різній професійній (трудовій), військовій, космічній практиці, у мистецтві, фізичному вихованні та спорті;
- розробка методик та технологій ефективного навчання людини рухів та різних способів розв'язання складних рухових завдань;
- розробка технічних засобів (тренажерів) та іншого спорядження (у тому числі медичного обладнання та спортивного інвентаря), призначеного для відновлення тимчасово втрачених функцій (у медицині), а також для розширення й удосконалення рухових можливостей людини у різних видах її професійної (трудової), військової практики, фізичній культурі та спорті.

Біомеханіка фізичних вправ.

Біомеханіка спорту як одна з основ теорії спортивної техніки допомагає науковому обґрунтуванню показників досконалості спортивної техніки, напрямків розвитку систем рухів у спортивних вправах, шляхів оволодіння технікою та її удосконалення, а також контролю в технічній підготовці. При цьому вивчаються біомеханічні вимоги до систем рухів, їх становлення та удосконалення.

Технічна майстерність спортсменів визначається тим, як вони володіють сучасним еталоном спортивної техніки. Вони розробляються за результатами попередніх вимірювань біомеханічних характеристик багатьох провідних спортсменів. Потім у вигляді трьох видів моделей: статистичних, індивідуальних та ідеальних, запропоновуються як предмет для вивчення.

Найбільш загальні показники рівня спортивно-технічної майстерності – ефективність системи рухів (високий спортивний результат) при потрібному рівні надійності на основі високого рівня проведення спортивної підготовки.

*Високий спортивний результат* – обов'язковий показник майстерності. Спортивний результат залежить від доцільності всіх рухів, їх точності в досягненні мети і високої економічності (значний ККД застосованих сил). Іншими словами, майстерність проявляється в ефективності техніки.

Наступний показник майстерності – висока *надійність* спортивних досягнень, здатність впевнено, з великою вірогідністю успіху повторювати їх при потрібній якості в різних умовах. Для високого рівня надійності потрібна успішна боротьба з перешкодами (стійкість до різноманітних впливів).

Ефективність і надійність являються наслідком високого рівня всіх сторін спортивної підготовки (фізичної, технічної, тактичної, психологічної та теоретичної). Біомеханічне вивчення проблеми майстерності йде по шляху визначення ефективності системи рухів, а також здатності боротися з відхиленнями від оптимальної програми.

В залежності від завдань спортивні вправи можна поділити на групи:

1-ша група – вправи зі стабілізацією кінематичної структури (виконання рухів заданої форми й характеру – гімнастика, акробатика, стрибки у воду, фігурне катання на ковзанах й ін.);

2-га група – вправи зі стабілізацією динамічної структури (досягнення максимальної кількості вимірюваного результату – важка атлетика, легка атлетика й ін.);

3-тя група – вправи з варіативністю спортивних дій (забезпечення кінцевого якісного ефекту в змінних умовах – єдиноборства, спортивні ігри).

Стабільність високого результату, що визначається майстерністю, в кожній із груп вправ мають свої показники. До першої групи показників входять: а) об'єм; б) різнобічність; в) раціональність технічних дій, які вміє виконувати спортсмен. До другої групи: а) ефективність; б) освоєння виконання.

*Об'єм технічної підготовленості.*

Об'єм технічної підготовленості (спортивно-технічної майстерності) визначається числом технічних дій, які вміє виконувати чи виконує спортсмен. У цьому випадку техніку звичайно оцінюють по факту виконання (виконав – не виконав, вміє – не вміє).

Розрізняють загальний і змагальний об'єми технічної підготовленості. Загальний об'єм характеризується сумарним числом технічних дій, які освоєні спортсменом; змагальний об'єм – число різноманітних технічних дій, які виконуються в умовах змагання. Так, наприклад, гімнастимаїстри спорту міжнародного класу – вміють виконувати на кожному снаряді (крім опорного стрибка) 120-200 елементів. Таким чином, на усіх шести снарядах гімнасти високого класу можуть виконати приблизно 750-1000 різних елементів. Такий типовий загальний об'єм технічної підготовленості гімнаста високого класу. На одному змаганні він, звичайно, не виконує всі ці елементи одразу. Змагальний об'єм значно менший загального.

*Різнобічність технічної підготовленості.*

Різнобічність характеризується ступенем різноманітності рухових дій, якими володіє спортсмен або які він застосовує на змаганнях. Відповідно й тут виділяють загальну та змагальну різнобічність. Технічні дії, засвоєні спортсменом, можуть належати до однієї групи (наприклад, у вільній

боротьбі – кидки з захватом руками за руки та тулуб супротивника) або до різних груп (кидки з захватом руками за ноги супротивника з діями ногами на ноги супротивника та ін.). В останньому випадку різнобічність технічної підготовки спортсмена вища. У більш різносторонніх у технічному відношенні спортсменів більш гармонійна і фізична підготовленість, зокрема, топографія сили.

Об'єм та різнобічність технічної підготовленості є важливими показниками майстерності спортсменів, особливо в тих видах спорту, де є великий арсенал технічних дій (ігри, гімнастика, фігурне катання на ковзанах та ін.).

#### *Раціональність техніки.*

Раціональність технічних дій визначається можливістю досягнути на їх основі вищих спортивних результатів. Раціональність техніки – це характеристика не спортсмена, а самого способу виконання руху, різновидності техніки, яку використовуємо. Техніка може бути більш чи менш раціональною (наприклад, при плаванні вільним стилем найбільш раціональним вважається кріль, хоча плавцю не забороняється будь – який інший спосіб).

В історії майже кожного виду спорту були періоди зміни одних способів виконання рухів іншими, більш раціональними. Ніхто зкваліфікованих спортсменів не використовує зараз брас на спині та батерфляй – у плаванні, чотирьох кроковий попереми́нний хід – в лижних гонках, поворот плугом і напівплугом – в гірськолижному спорті, спосіб „ножиці|| – у стрибках в висоту та „зігнувши ноги|| – у стрибках в довжину, великий оберт на перекладині зі зберіганням прогнутого положення тіла на протязі всього оберту – у гімнастиці. Ці способи чи зовсім зникли, чи застосовуються тільки при навчанні початківців.

Розглянуті три показники технічної підготовленості спортсмена (об'єм, різнобічність і раціональність технічних дій) свідчать лише про те, що вміє виконувати спортсмен. Але вони не відображають якості виконання – як спортсмен виконує рухи, наскільки добре він володіє ними. Тому при оцінці технічної підготовленості необхідно враховувати якісну сторону володіння рухами – ефективність та засвоєнність їх виконання.

#### *Ефективність володіння спортивною технікою.*

Ефективністю володіння спортивною технікою (або ефективністю техніки) того чи іншого спортсмена називається ступінь близькості її до найбільш раціонального варіанту. Ефективність техніки (на відміну від раціональності) – це характеристика не того чи іншого варіанту техніки, а якості володіння технікою.

*Абсолютна ефективність.* У більшості випадків спортивний результат не є переконливим показником ефективності техніки, так як, окрім техніки, він залежить ще й від інших факторів, зокрема, від розвитку рухових якостей. Наприклад, один фехтувальник може перевершувати іншого в атаці стрибком (флеш-атаці) не із-за переваг у техніці, а із-за більшої стрибучості та добре розвинутих швидкісних якостей. Тому описаний метод оцінки ефективності техніки придатний в основному в тих випадках, коли технічні дії не вимагають найбільшого проявлення рухових якостей.

В основі раціональної техніки можуть лежати різні критерії: а) біомеханічні (наприклад висота підйому ЗЦТ при ходьбі); б) фізіологічні; при нераціональній техніці в тих, хто спеціалізується у спортивній ходьбі нерідко виникають різкі больові відчуття в передньому великомілковому м'язі із-за погіршення кровообігу внаслідок того, що час її розслаблення в одному кроці виявляється недостатнім; в) психологічні; техніка спортивних ігор і єдиноборств у вирішальній мірі визначається прагненням виконати рух таким чином, щоб він був більш незручним для супротивника (хоча він може бути незручним для самого спортсмена чи привести до зниження сили та швидкості руху). Наприклад, бажано, щоб технічні дії були несподівані для супротивника, тому їх доцільно проводити раптово (без підготовки) чи після обманних рухів („фінтів||“). З точки зору механіки рухів такі дії нераціональні (сила, швидкість, а інколи й точність рухів при цьому знижуються), однак саме вони дозволяють переграти супротивника. Тому подібні способи виконання технічних дій є в іграх та єдиноборствах найбільш раціональними; г) естетичні; критерії цієї групи є визначаючими у тих видах спорту, де краса рухів – основа майстерності (гімнастика, фігурне катання на ковзанах та ін.).

*Порівняльна ефективність.* У цьому випадку за зразок береться техніка спортсменів високої кваліфікації. Ті ознаки техніки, які закономірно відрізняються у спортсменів різної кваліфікації (тобто змінюються зі зростом спортивної майстерності), називаються дискримінативними ознаками. Такі ознаки ефективності техніки використовують у якості основних показників лише тоді, коли техніка рухів дуже складна і на основі біомеханічного аналізу не вдається визначити найбільш раціональний варіант. В інших випадках дискримінативні ознаки доповнюють показники абсолютної ефективності, дуже часто збігаються з ними.

При оцінці ефективності техніки за допомогою дискримінативних ознак треба пам'ятати, що техніка навіть видатних спортсменів може бути не повністю раціональною.

Для визначення дискримінативних ознак використовують один з двох дослідницьких підходів: а) порівнюють показники техніки спортсменів високої та низької кваліфікації, або б) розраховують коефіцієнти кореляції та рівняння регресії поміж спортивним результатом, з одного боку, та показником техніки – з іншого.

Не завжди дискримінативні ознаки легко побачити. Наприклад, у штовхачів ядра у фінальному зусиллі обидві ноги, звичайно, відриваються від опори раніше, ніж рука виштовхує ядро. У більшості випадків період від відриву ніг до випуску ядра – період безопорного виштовхування – настільки короткий (10-20 мс), що навіть досвідчений тренер його не помічає. Період безопорного виштовхування зменшується з ростом спортивної кваліфікації. Ця дискримінативна ознака показує достатньо високу кореляцію з результатом в штовханні ядра ( $r = 0,55$ ).

*Реалізаційна ефективність.* Ідея цих показників полягає в порівнянні показаного спортсменом результату або з тим досягненням, котрий він за рівнем своїх рухових якостей потенційно може показати (варіант „А||”), або з витратами енергії та сил при виконанні оцінюваного спортивного руху (варіант „Б||”).

Варіант „А||”. У даному випадку ефективність техніки оцінюється по тому, наскільки добре спортсмен застосовував в русі свої рухові можливості. При такому підході опираються на існування зв'язків між трьома показниками: спортивним результатом, рівнем розвитку рухових якостей, ефективністю техніки.

Практично це використовується шляхом порівняння результату спортсмена:

а) у технічно складній дії (як правило це той рух, у якому спеціалізується спортсмен); б) в технічно більш простих завданнях, які потребують розвитку тих же рухових якостей, що й основні.

Так у стрибунів на батуті реєстрували час польоту при простих стрибках („качах||”) і при виконанні сальто. У простому стрибку висота польоту залежить головним чином від швидко-силових можливостей спортсмена.

При виконанні сальто спортсмен повинен ці можливості застосовувати максимально (в ідеалі на 100%). Данні показують, що це вдається тільки спортсменам високого класу, у котрих вище як сам руховий потенціал, так і ступінь його використання. Показником потенційних можливостей спортсмена є в даному випадку час польоту в простому стрибку (він тим більший, чим вище стрибок), а ступінь використання рухового потенціалу характеризується коефіцієнтом ефективності техніки.



Варіант „Б||” . В цьому випадку ефективність техніки оцінюють шляхом визначення енергозатрат чи виявляючи під час руху силу при виконанні одного й того ж завдання, іншими словами – визначають функціональну економізацію.

Наприклад, величина споживання кисню у ковзанярів під час бігу з однією й тією ж швидкістю буде різною. Схожа картина буде спостерігатися, якщо реєструвати, наприклад, силу відштовхування в бігу з заданою швидкістю: спортсмени низької кваліфікації частину зусиль витрачають непродуктивно (скажімо, на зайвий підйом ЦТ тіла вгору), і тому при тій же швидкості бігу імпульс сил опорних реакцій у них більший.

Економічність спортсмена (тобто вміння виконувати роботу з як можливо найменшими витратами енергії) залежить як від його технічної майстерності, так і від таких функціональних показників, як МСК та поріг анаеробного обміну. Показники економічності неможливо розглядати тільки як показники технічної майстерності. Ці комплексні показники залежать як від ефективності техніки, так і від функціональних можливостей спортсмена.

#### *Засвоєнність техніки.*

Технічна дія може бути засвоєна (вивчена, закріплена) спортсменами з різним ступенем. Засвоєнність руху – відносна, самостійна характеристика технічної майстерності, незалежна від ефективності техніки. Спортсмен може добре засвоїти той чи інший рух, але з істотними помилками в техніці (його техніка при цьому буде неефективна) і, навпаки, майже з перших спроб виконати рух правильно, хоча і недостатньо добре засвоївши його. Він може швидко забути правильне виконання та вже на наступному занятті бути неспроможним повторити свої правильні спроби.

Саме у зв'язку з різним ступенем володіння рухами здавна були зведені поняття про рухові вміння та рухові навички. Рухове вміння – це придбана здатність виконувати рух. Під руховою навичкою розуміють достатньо добре засвоєне вміння. Характеристика фізіологічних та психологічних явищ, які лежать в основі рухових вмінь та навичок, є в курсах фізіології та психології.

Тут достатньо привести тільки біомеханічну характеристику засвоєнності рухів і, зокрема тих її сторін, які найбільш суттєві для спортивно-технічної майстерності.

Для добре засвоєних рухів типові:

- 1) стабільність спортивного результату та ряду характеристик руху при виконанні його у стандартних умовах;
- 2) стійкість (порівняно мала мінливість) результату при виконанні руху в умовах, які змінюються, зокрема ускладнених;
- 3) зберігання рухового вмінь при перервах у тренуваннях;

#### 4) автоматизованість виконання.

Перспективи розвитку біомеханіки при вивченні рухів людини.

Аналізуючи техніку виконання спортсменами різних фізичних вправ, тренери, в основному, покладаються на свій досвід та візуальне спостереження. Але окремі елементи рухових дій, особливо такі, що тривають дуже короткий час (наприклад, фаза опори в бігу, відштовхування від опори у стрибках, постріли, удари по м'ячу, взаємодія гірськолижника з трасою та ін.), залишаються поза можливостями сприйняття людини. У наслідок цього дуже важко об'єктивно оцінити порівняльну чи абсолютну ефективність виконання фізичних вправ, її частин або фаз.

Таким чином, для ефективного навчання, контролю та вдосконалення спортивно-технічної майстерності спортсменів необхідні об'єктивні спроби реєстрації рухових дій, які дозволять ретельно вивчити техніку кращих спортсменів, виявити її визначальні елементи для різних видів спорту та розробити раціональні індивідуальні моделі техніки. Це особливо актуально:

- а) при підготовці юних спортсменів, що дозволить уникнути заучування грубих помилок при виконанні змагальних вправ, які деякі спортсмени „несуть” до вершини своїх спортивних показників, не досягаючи максимального можливого спортивного результату;
- б) при підготовці провідних спортсменів професійних і національних команд, які практично вичерпали свої функціональні можливості, проте могли б покращити спортивний результат за рахунок удосконалення техніки виконання рухових дій.

Для опису рухів людини використовуються такі поняття, як положення його системи точок, переміщення, траєкторії, швидкості, прискорення й інші. Складність пізнання самого процесу руху полягає в тому, що воно пред'являє особливі вимоги до способів виміру його параметрів і подальшого їхнього аналізу. Об'єктивність аналізу базується на глибокому розумінні фізичної сутності рухів людини та правильного використання як самих кінематичних термінів, так і одиниць їхнього виміру.

Рухи тіла людини можна виміряти, тільки порівнюючи положення його матеріальних точок із положенням обраного для порівняння тіла (тіло відліку). У якості зручної системи відліку при вивченні біокінематичних характеристик рухової дії по кінограмі придатна декартова інерційна система координат на площині. У процесі біокінематичного дослідження нерухома координатна система відліку може бути співвіднесена з будь-яким відносно нерухомим на кінограмі орієнтиром (лінія старту, фінішу при бігу спортсмена, нерухомі орієнтири навколишнього середовища, видимі деталі будинків і т.д.).

При вивченні рухів із складною координаційною структурою, а також при оцінці рухливості в суглобах при руховій реабілітації після перенесених травм або хірургічних втручань, при протезуванні кінцівок перед дослідниками часто виникають складні задачі по визначенню не стільки положення всього тіла в якійсь площині, скільки вивченню відносного взаємного розташування окремих його біоланок, біокінематичних пар або ланцюгів. Для рішення таких проблем звичайно використовується соматична система відліку, що дозволяє зв'язувати систему координат не з якимось зовнішнім об'єктом, а із самим тілом людини. Якщо ж необхідно вивчити рух точок тіла як у соматичній, так і в зовнішній системі координат, то необхідно додатково використовувати відносні взаємні переміщення самих координатних систем. Це спостерігається, наприклад, у бігу або ходьбі, коли одночасно вивчаються махові рухи кінцівок щодо всього тіла й переміщення спортсмена по дистанції щодо лінії фінішу.

Для біомеханічного дослідження природних локомоцій, а також специфічних рухів людини щодо обраної системи відліку потрібно насамперед скласти характерну розрахункову схему (або план) його рухової системи, що визначає біокінематичну структуру того або іншого конкретного досліджуваного руху або дії. На біокінематичній схемі повинні бути зображені тільки ті особливості рухового апарата, що необхідні для визначення шляху, швидкості і прискорення руху тих або інших його частин. Тому локомоторний апарат зображується на схемі у вигляді системи біоланок біокінематичних пар.

Найпростішим способом об'єктивної реєстрації рухових дій є стробофотографія. Стробофотографія – це зображення на одному фотознімку кількох послідовних положень тіла спортсмена, який виконує фізичну вправу. Техніка виконання стробофотографії полягає в багаторазовій короткочасній експозиції на одну й ту ж фотоплівку зображення спортсмена, що виконує фізичну вправу, використовуючи стробоскоп – диск з отворами, який обертається перед відкритим об'єктивом фотоапарату, або багаторазово спрацьовуючи імпульсну лампу.

Основним і визначальним недоліком цього способу є необхідність фотографування спортсменів у темряві, що практично виключає можливість його застосування в умовах змагань або з метою вивчення техніки спортсменів.

Другим недоліком стробофотографії є накладення зображень окремих частин тіла спортсмена та його спорядження одне на одне, що не дозволяє докладно визначити розташування потрібних для біомеханічного аналізу точок.

Переваги способу стробофотографії – широка доступність, відносна простота та низька вартість, а також можливість одержати дуже велику кількість зображень об'єкта зйомки за одну секунду.

Вказані можливості стробофотографії визначають межі її застосування – для вивчення особливостей техніки спортсменів, яких ми готуємо, фундаментальних лабораторних обстежень, а також при випробуваннях чи індивідуальній підготовці спортивного інвентаря.

Найбільш популярним сьогодні способом реєстрації фізичних вправ є відеозйомка з наступним покадровим переглядом відзнятого матеріалу на відеомоніторі або телеприймачі. Відеотехніка з успіхом застосовується в умовах тренувань і змагань у багатьох видах спорту.

Одним з недоліків способу, який обмежує його застосування, – відносно невисока максимальна частота стопрів, що не дозволяє отримати на відеомоніторі зображення спортсмена частіше, ніж 25 разів за секунду, чого в багатьох видах явно недостатньо.

Не варто забувати і про особливості обробки одержаного відеозапису для біомеханічного аналізу виконаних вправ: визначення координат потрібних точок тіла спортсмена та спорядження безпосередньо на відеомоніторі практично неможливе.

Для спостереження й автоматизації цього процесу використовуються спеціальні відео-комп'ютерні комплекси, які дозволяють запам'ятовувати й отримувати на моніторі комп'ютера роздруковані зображення досліджуваних об'єктів у потрібні моменти часу.

Єдиним об'єктивним методом реєстрації швидких рухів – короткочасних взаємодій спортсменів з опорою (відштовхування в легкоатлетичному бігу, стрибках), ударів в умовах тренувань і змагань є спосіб *кінограм*.

Кінограма – це послідовні фотографічні зображення тіла спортсмена, який виконує фізичні вправи, видрукувані з кіноплівки.

Побутові кінокамери дозволяють знімати з частотою до 60 кадрів за секунду з відстані до 15 метрів, а спеціальні швидкісні кінокамери розраховані для зйомки зі значно більшою частотою (від 200 до кількох тисяч кадрів за секунду) і з відстані до 50 метрів.

Слід додати, що спосіб кінограм сьогодні є одним з найпоширеніших при біомеханічному аналізі більшості рухових дій і використовується провідними науковими інститутами, лабораторіями та біомеханічними центрами.

## Лекція 2.

Тема: Біомеханіка рухового апарату людини.

План лекції:

1. Механічні властивості ланок і їхніх з'єднань.
2. Види навантажень і характер їхньої дії.
3. З'єднання ланок.
4. Групові взаємодії м'язів.

Рекомендована література:

1. Біомеханіка спорту // за заг. Ред. Лапутіна А.М.. – К.: Олімпійська література, 2001. – 319 с.
2. Донской Д.Д. Биомеханика с основами спортивной техники. – М.: Физкультура и спорт, 1971. – 288 с.
3. Лапутин А.Н., Хапко В.Е. Биомеханика физических упражнений. – К.: Рад. шк., 1986. – 135 с.
4. Уткин В.Л. Биомеханика физических упражнений. – М.: Физкультура и спорт, 1989. – 247 с.

Зміст лекції:

Рух є основою життєдіяльності людини. Різноманітні хімічні і обов'язкові фізичні процеси у клітинах тіла, робота серця й протягом крові, подих, травлення і виділення; переміщення тіла у просторі і частин тіла щодо одне одного; дуже складна нервова діяльність, що є фізіологічним механізмом психіки, сприйняття і аналіз зовнішнього й внутрішньої злагоди - усе це різноманітні форми руху матерії.

Основним умовою життя загалом є взаємодія живого організму з довкіллям. У цьому вся взаємодія істотну роль грає рухова діяльність. Тільки пересуваючись, тварина може знаходити собі їжу, боронити життя, виробляти потомство забезпечуватиме його існування. Тільки за допомогою різноманітних і складних рухів людина робить діяльність, спілкується коїться з іншими людьми, каже, пише тощо. Певним чином організована рухова діяльність є основою фізичного виховання і основним змістом спорту.

Найбільш елементарної формою руху матерії є механічне рух, тобто. переміщення тіла у просторі. Закономірності механічного руху вивчаються механікою. Предметом механіки як науки вивчення змін просторового розташування тіл і тих причин, чи сил, що викликають ці зміни.

Розкриваючи і описуючи умови, необхідних здійснення тієї чи іншої механічного руху, механіка є важливим теоретичної основою техніки, особливо техніки побудови різноманітних механізмів. Механічна думка можна використовувати і за вивченні механічних рухів людини.

Рухова діяльність людини практично здійснюється за участі всіх органів тіла. Проте безпосереднім виконавцем функції руху є руховий апарат, що з кісток, скелета, зв'язок і м'язів зі своїми іннервацією і кровоносними судинами. З механічного погляду, руховий апарат поєднує у собі робочу автомобіль і машину-двигун.

Пристрій рухового апарату предмет вивчення анатомії. Вивчення рухового апарату як машини-двигун виробляється, переважно, біохімією і фізіологією. Вивчення його як робочої машини є саме особливої наукової дисципліни - біомеханіка.

Біомеханіка – наука про закони механічного руху на живих системах. Вона вивчає руху від погляду законів механіки, властивих всім без винятку механічним рухам матеріальних тіл. Спеціальних законів механіки, особливих для живих систем немає.

Проте складність руху, і функцій, живого організму вимагає ретельного обліку анатомо-фізіологічних особливостей. Інакше не можна правильно використовувати закони механіки до вивчення складних рухів організмів. Нерідко те, що вигідно з погляду законів механіки, недоцільно, з урахуванням особливості будівлі та функцій живого організму.

Тож з погляду законів механіки, для більшої стійкості тіла вигідно надати його центру тяжкості нижча становище. Але гірськолижник стане застосовувати на нерівному схилі низьку стійку, так як вона утрудняє амортизуючи роботу вже розтягнуті м'язів. Отже, закони механіки хоч і займають чільне місце у біомеханіці, але з можна використовувати не повідомляючи будівлі та функцій організму.

Механическое движение – это изменение положения тела в пространстве относительно других тел. Чтобы количественно описать положение тела в пространстве и времени и его движение, необходимо выбрать систему отсчета. Система отсчета – это некоторое тело, относительно которого указывают положения других тел. С телом отсчета должна быть связана система координат и часы для регистрации времени. В физике чаще всего используют 2 системы координат – прямоугольную и полярную. Если размер тела и его внутренняя структура для описания его движения не имеет значения, то его обозначают точкой.

С точки зрения механики, живой организм является объектом большой сложности, т.к. он состоит из деформирующегося материала разной плотности, полостей, меняющих объем, содержащих жидкости и газы, при это может изменять вес, расти, двигаться и т.д. Телу человека свойственна определенная геометрия, которая сходна с другими позвоночными: двуполярность (головной и хвостовой концы), двусторонняя симметрия,

освой скелет, сегментарность и др. Однако, существуют и особенности-прямохождение, ровные зубы, высокоразвитые верхние конечности, уникальный мозг и др. Для описания человека с точки зрения механики в его теле выделяют плоскости и направления. Плоскость, которая делит тело человека в вертикальном направлении на 2 симметричные половины, называется срединной, плоскости, параллельные ей, сагиттальные.

Перпендикулярно срединной – фронтальные плоскости. Перпендикулярно срединной и фронтальной расположены горизонтальные плоскости. По отношению к срединной плоскости отмечают расположение: медиально (ближе к ней), латерально – дальше. По отношению к фронтальной плоскости – спинная и брюшная стороны. Для конечностей есть термины проксимальный (ближе к туловищу) и дистальный (дальше от туловища).

Для положения тела и движений важен общий центр тяжести (ОЦТ). У взрослых мужчин он расположен на 15 мм позади от передне-нижнего края тела 5 поясничного позвонка. А у женщин на 55 мм спереди от передне-нижнего края 1 крестцового позвонка. Во фронтальной плоскости он смещен вправо, поэтому правая нога принимает большую нагрузку, чем левая. ОЦТ складывается из центров тяжести частей тела (парциальных), поэтому вместе с ними он меняет свое положение в пространстве, меняя устойчивость тела. Устойчивость тела человека определяется величиной площади опоры, высотой расположения ОЦТ и местом прохождения вертикали внутри площади опоры. Устойчивость тела характеризуется углом устойчивости (угол образован вертикалью из ОЦТ и прямой из него до края площади опоры): чем он больше, тем больше устойчивость.

*Кинематика* изучает механическое движение без рассмотрения его причин. Для описания движения материальной точки используют непрерывную линию по отношению к системе координат (*траекторию*). Длина траектории называется *путем*. *Перемещением* называют вектор, соединяющий начальную точку траектории и конечную. Для характеристики быстроты изменения тела в пространстве используют понятие *скорость*. Средняя скорость  $V_{cp} = S/t$ . Если она одинакова на всех участках пути, то движение равномерно. Путь на некотором участке – это разность ( $\Delta$ ) координат и моментов времени:  $V_{cp} = \Delta x / \Delta t$ . Если на разных участках скорости различны, то движение неравномерное. Мгновенная скорость  $V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\Delta x / \Delta t)$ .

Скорость – величина векторная, вектор скорости направлен по касательной в точке траектории. *Момент времени* – временная мера положения точки от начала отсчета. Длительность движения  $\Delta t = t_{кон} - t_{нач}$ .

Темп движения (частота)  $N = A/\Delta t$ , где  $A$  - количество движений. Ритм движений определяется отношением длительностей частей движений  $\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3$ .

Быстрота – это темп, в котором преодолевается расстояние без учета направления (= скорость). В системе СИ путь измеряется в м, время в сек. В общем случае при движении изменяется величина и направление скорости. Для характеристики быстроты изменения скорости используют ускорение:  $a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\Delta V/\Delta t)$  – мгновенное ускорение. Если  $a$  постоянно, то движение равнопеременное (равноускоренное или равнозамедленное). Можно показать, что  $2aS = V^2 - V_0^2$ . Это уравнение удобно для практических расчетов.

В природе движения чаще всего происходят по кривым линиям. Криволинейное движение можно представить себе как последовательность движений по окружностям, когда скорость изменяется как по величине, так и по направлению. При равномерном движении траектория – это окружность. В кинематике используют угловую скорость ( $\omega$ ), отношение угла поворота ( $\phi$ ) его радиуса-вектора:  $\omega = \phi/t$ . Радиан – безразмерная мера угла  $\phi = l/R$  – угол, длина дуги которого равна радиусу окружности. Полный поворот по окружности содержит  $2\pi$  радиан. Линейная и угловая скорости связаны  $V = \omega R$ . При равномерном движении вектор ускорения направлен к центру-центростремительное ускорение не меняется  $a_c = V^2/R = \omega^2 R$ . При неравномерном движении кроме центростремительного появляется и тангенциальное ускорение, которое возникает из-за изменения вектора скорости  $a_t = \Delta V/\Delta t$  и направлено по касательной к окружности. Результирующее ускорение рассчитываем по теореме Пифагора  $a^2 = a_c^2 + a_t^2$ .

Угловое ускорение  $\varepsilon = \Delta\omega/\Delta t = a_t/R$ . Движения человека очень сложны и плохо поддаются описанию. При ходьбе каждая нога поочередно является опорной и переносной. В опорный период входят амортизация (торможение тела по отношению к опоре) и отталкивание, в переносной разгон и торможение. При беге существует промежуток времени, когда обе ноги находятся в воздухе, а промежутков одновременного касания опоры нет. При прыжках важно отталкивание, которое обеспечивает максимальную скорость ОЦТ и направление.

Як самостійна наукову дисципліну біомеханіка фізичних вправ повинна збагачувати теорію фізичного виховання, досліджуючи жодну зі сторін фізичних вправ – техніку. Разом про те, біомеханіка фізичних вправ безпосередньо є й практиці фізичного виховання. Так само як, наприклад, таке:



- 1) оцінка фізичних вправ з погляду їхньої ефективності у вирішенні певних завдань фізичного виховання (ФВ);
- 2) вивчення техніки ФУ як предмета навчання з виявленням головного й ведучого в рухах, забезпечує високий результат;
- 3) оцінка якості виконання ФУ, виявлення помилок, їх причин, наслідків і шляхів усунення;
- 4) вдосконалення спортивної техніки з узагальненням передового досвіду і його теоретичне обґрунтування;
- 5) вивчення особливостей кращих зразків спортивної техніки, як загальних всім, і тих, які залежить від індивідуальних особливостей фізичного розвитку;
- 6) вивчення функціональних показників фізичного розвитку з уточнення шляхів підвищення функціональних можливостей організму спортсмена.

### Лекція 3.

Тема: Кінематичні характеристики рухів людини.

План лекції:

1. Характеристики рухів людини.
2. Кінематичні характеристики.
3. Часові характеристики.
4. Просторово-часові характеристики.

Рекомендована література:

1. Біомеханіка спорту // за заг. Ред. Лапутіна А.М.. – К.: Олімпійська література, 2001.- 319 с.
2. Донской Д.Д., Зациорский В.М. Біомеханіка. - М.: Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.
3. Коренберг В.Б. Основы качественного биомеханического анализа. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 208 с.

Зміст лекції:

Галузь вивчення біомеханіка - механічні й біологічні причини виникнення рухів, особливості їх виконання у різних умовах. На лекції будуть розглянуті ключові поняття: **переміщення точки** – просторова міра заміни місця розташування точки в даній системі відліку; **тривалість прямуювання** – його часова міра; **ритм прямуювань** – тимчасова міра співвідношення частин прямуювань; **швидкість тоги** – це просторово-часова міра прямуювання.

Рух частин тіла людини представляють собою переміщення у просторі і часу, які виконуються у багатьох суглобах це й послідовно. Руху

на суглобах за своєю формою і характерові дуже різноманітні, вони залежить від дії безлічі прикладених сил. Усі руху закономірно об'єднують у цілісні організовані дії, якими людина управляє з допомогою м'язів. Зважаючи на складність рухів людини, в біомеханіці досліджують і механічну, біологічну їх із боку, причому обов'язково жити у тісний взаємозв'язок.

Оскільки людина виконує завжди осмислені дії, його цікавить, як і досягти мети, наскільки добре і легко це діється у цих умовах. Щоб результат був кращим і нездатність досягти його було легше, людина свідомо враховує і який використовує умови, у яких треба діяти. З іншого боку, навчається понад цілком виконувати руху. Біомеханіка людини враховує ці його хист, ніж істотно відрізняється від біомеханіка тварин. Отже, біомеханіка людини вивчає також, який спосіб мислення та які умови виконання дій краще організувати і як опанувати ними.

У біомеханіці область вивчення визначається її завданнями. Загальна завдання охоплює всю область знання на цілому; приватні завдання важливі щодо конкретних питань рухів.

Загальна завдання вивчення рухів полягає у оцінці ефективності докладання їхніх зусиль задля досягнення поставленої мети.

Будь-яке вивчення рухів у кінцевому підсумку спрямоване те що, аби допомогти краще виконувати їх. Перш, ніж розпочати розробці кращих способів дій, необхідно оцінити вже існуючі. Звідси випливає спільне завдання біомеханіка, яка зводиться для оцінювання ефективності способів виконання досліджуваного руху. За такого підходу зіставляють те в рухах про те, що потрібно.

Біомеханіка досліджує, як отримана механічна енергія руху, і напруги може отримати робоче застосування (А. Ухтомський). Робочий ефект вимірюється тим, як використовується витрачена енергія. І тому визначають, які сили роблять корисну роботу, яке воно з походження, коли прикладені. Це ж має бути відомо про силах, що виробляють шкідливу роботу, знижує ефективність корисних сил. Таке вивчення дає зробити висновки у тому, як збільшити ефективність дії. Це - загальна завдання. Під час її вирішення виникають багато приватні завдання, як що передбачають безпосередню оцінку ефективності, а й які з спільної справи і взагалі підлеглі.

Приватні завдання біомеханіка перебувають у вивченні і поясненні: а) самих рухів людини у тій чи іншій області, його рухової діяльності; б) рухів фізичних об'єктів, переміщуваних людиною, в) результатів рішення рухової завдання; д) умов, у яких здійснюються; ж) розвитку рухів людини (з урахуванням названих сторін) внаслідок навчання дітей і тренування.

1. За підсумками кінематики описують руху (просторову форму і характеру рухів), вивчаючи динаміку рухів, вплив сил з їхньої зміна, дають пояснення, знаходять причини особливостей руху.

2. Так само описують і пояснюють руху снарядів, залежать від рухів людини.

3. Необхідно зіставляти різноманітні варіанти виконання, сформовані на практиці, різну міру досконалості, яка від кваліфікації виконання й ін.

4. Руху часто виконуються в змінних умовах, характер зміни останніх також впливає руху. З огляду на умови зовнішні (все чинники зовнішнього оточення) та внутрішні (рівень підготовленості, вікові особливості та інших.), з одного боку виявляють, які умови сприяють ефективності, інакше кажучи, які потрібно створити умови. З іншого боку, визначають, як їм краще пристосуватися до заданим умовам, як їх використовувати.

5. За підсумками описи і пояснення рухів необхідно вказати шлях їх вдосконалення: як вивчати дійсність, а й перетворювати її.

Зміст науки становить сукупність накопичених знань, утворюють певну систему - теорію науки, і навіть шляху одержання цих знань - метод науки. І теорія і метод виражаються у поняттях і законах науки, притаманних неї, які розкривають неї давав.

У основі сучасного розуміння рухових дій закладено системно-структурний підхід, що дозволяє розглядати тіло людини, як рухливу систему, не бажаючи процеси руху - як що розвиваються системи рухів.

Теорія біомеханіки нині охоплює великі проблеми.

Особливості будівлі та властивості тварин організмів істотно впливають на закономірності їх рухів. Виходячи з цього, тіло людини сприймається як біомеханічна система. З давніх-давен органи опори і рух порівнюють із важелями. Раніше вказували тільки те, що, вивчаючи руху таких важелів, слід враховувати анатомо-фізіологічні особливості тіла людини. Наступним етапом у сенсі природи рухів було визнання специфіки біомеханічних систем, відмінних у принципі від твердих тіл чи систем твердих тіл. Ця специфіка змушує вивчати такі властивості біомеханічних систем, яких у штучних конструкціях, машинах, створюваних людиною. Тож у теорії біомеханіка проблему вивчення будівлі та властивості біомеханічних систем, і навіть їх розвитку.

Аби вирішити спільної справи біомеханіка необхідно вивчення специфічних особливостей самих процесів досягнення живого організму, що умов, які забезпечують ефективність докладання зусиль. Для рухів тварин

характерно поєднання безлічі рухів у суглобах у єдине ціле - систему рухів. З цією пов'язано виникнення теоретично біомеханіка проблеми вивчення ефективності рухових дій, як систем рухів, їх особливостей та розвитку.

Надзвичайно важливе вивчення зміни рухів у процесі оволодіння руховими діями як системами рухів (руховими актами, прийомами виконання дій). Із цим пов'язана проблема вивчення закономірностей формування та вдосконалення рухів.

Метод біомеханіки - системний аналіз політики та синтез рухів з урахуванням кількісних характеристик, зокрема кібернетичне моделювання рухів.

Біомеханіка, як наука експериментальна, емпірична, спирається на дослідне вивчення рухів. З допомогою приладів реєструються кількісні характеристики, наприклад траєкторії швидкості, прискорення та інших., дозволяють розрізняти руху, порівнювати їх між собою. Розглядаючи характеристики, подумки розчленовують систему рухів на складові - встановлюють її складу. У цьому полягає системний аналіз.

Система рухів як єдине ціле - не просто сума її складових частин. Частини системи об'єднані численними взаємозв'язками, надають їй нові, не які у її частинах якості (системні властивості). Необхідно подумки представляти воно, встановлювати спосіб взаємозв'язку частин у системі - її структуру. У цьому полягає системний синтез.

Системний аналіз стану та системний синтез нерозривно пов'язані один з одним, вони взаємно доповнюються у системно-структурному дослідженні.

Під час вивчення рухів у процесі розвитку системного аналізу та синтезу останніми роками дедалі ширше застосовується метод кібернетичного моделювання - побудова керованих моделей (електронних, математичних, фізичних та інших.) рухів і моделей тіла людини.

З застосуванням кожної нової методики, з накопиченням фактичних даних, з недостатнім розвитком суміжних областей знання (механіки, анатомії, фізіології, кібернетики) змінювалися критерії оцінки отриманих результатів, з'являлися умовиводи, висновки, поступово складаються до нового розуміння явищ і процесів. Теорія біомеханіка як узагальнення експериментальних даних у світі певних ідей розвивалася в кількох напрямках.

Механічне напрям. Механічний підхід до вивчення рухів людини дозволяє визначити кількісну міру рухових процесів, пояснити фізичну сутність механічних явищ, розкриває величезну складність будівлі тіла людини її рухів з погляду фізики.

## Лекція 4

Тема: Біомеханіка рухових якостей.

План лекції:

1. Рухові якості як різноманітні сторони рухових можливостей людини. Різновиди рухових якостей.
2. Витривалість та стомлення, біомеханічні ознаки стомлення.
3. Біомеханічні шляхи підвищення витривалості.
4. Біомеханічні аспекти швидкісних, силових, швидкісно-силових якостей.
5. Біомеханічні аспекти гнучкості та спритності.

Рух є основою життєдіяльності людини. Різноманітні хімічні і обов'язкові фізичні процеси у клітинах тіла, робота серця й протягом крові, подих, травлення і виділення; переміщення тіла у просторі і частин тіла щодо одне одного; дуже складна нервова діяльність, що є фізіологічним механізмом психіки, сприйняття і аналіз зовнішнього й внутрішньої злагоди - усе це різноманітні форми руху матерії.

Основним умовою життя загалом є взаємодія живого організму з довкіллям. У цьому вся взаємодія істотної ролі грає рухова діяльність. Тільки пересуваючись, тварина може знаходити собі їжу, боронити життя, виробляти потомство забезпечуватиме його існування. Тільки за допомогою різноманітних і складних рухів людина робить діяльність, спілкується коїться з іншими людьми, каже, пише тощо. Певним чином організована рухова діяльність є основою фізичного виховання і основним змістом спорту.

Найбільш елементарної формою руху матерії є механічне рух, тобто. переміщення тіла у просторі. Закономірності механічного руху вивчаються механікою. Предметом механіки як науки вивчення змін просторового розташування тіл і тих причин, чи сил, що викликають ці зміни. Розкриваючи і описуючи умови, необхідних здійснення тієї чи іншої механічного руху, механіка є важливим теоретичної основою техніки, особливо техніки побудови різноманітних механізмів. Механічна думка можна використовувати і за вивченні механічних рухів людини. Рухова діяльність людини практично здійснюється за участі всіх органів тіла. Проте безпосереднім виконавцем функції руху є руховий апарат, що з кісток, скелета, зв'язок і м'язів зі своїми іннервацією і кровоносними судинами. В основу методики розвитку рухових якостей покладено можливість таздатність організму до накопичу вальної адаптації, в процесі якої під впливом дій, що регулярно повторюються, відбувається точне пристосування до характеру тасили дій, підвищуються функціональні можливості організму

у цьому конкретному напрямі. Необхідність виконання для розвитку рухових якостей дій у певній послідовності дозволяє виділити наступні загальні складові педагогічного процесу (за В.Петровським та ін): - вибір мети (яку якість розвивати) і видів потреб (оздоровчі, спортивні); - вибір відповідних вправ; - визначення відповідного способу виконання вправи (швидкість, витривалість, ступінь обтяження); - визначення оптимального способу повторень окремих вправ і їх місця в занятті (способи повторень: безперервний, інтервальний, повторний); - спосіб побудови тижневого циклу занять; - спосіб побудови процесу розвитку рухових якостей (тривалість періоду, необхідна кількість уроків, динаміка навантаження, послідовність у розвитку рухових якостей).

Витривалість — це здатність організму здійснювати роботу протягом тривалого часу долаючи втоми. Витривалість багато в чому визначає загальний рівень працездатності спортсмена. Характеризується вона тривалістю роботи на заданому рівні потужності до перших ознак вираженої втоми, яка приводить до зниження працездатності. Визначається витривалість тривалістю роботи, виконаною до відмови. Витривалість можна характеризувати відношенням величини енергетичних резервів, доступних для використання, до швидкості витрачання енергії при виконанні вправ. Іншими словами, витривалість визначається часом функціонування із заданою інтенсивністю до повного виснаження енергетичних ресурсів. Конкретний прояв витривалості завжди носить специфічний характер, який залежить від використання як джерела енергії різних метаболічних процесів. Відповідно до наявності трьох різних механізмів енергоутворення виділяються три компоненти витривалості – алактатний, гліколітичний і аеробний. Прояв загальної витривалості, який оцінюється за часом роботи до відмови, в цьому випадку може бути представлено як суму різного поєднання параметрів потужності, ємності і ефективності аеробного і анаеробного процесів. Вплив окремих компонентів в обох проявах витривалості змінюється в залежності від потужності і максимального часу виконання вправи. У помірних вправах, де рівень загальних витрат енергії не перевищує значень максимального підвищення швидкості аеробного утворення енергії, витривалість представлена переважно її аеробний компонентом. З збільшенням потужності вправи вище критичного рівня, відповідної максимальному споживанню кисню, роль аеробного компонента витривалості поступово зменшується і зростає значення анаеробних компонентів. У короткочасних вправах максимальної потужності прояв витривалості носить переважно анаеробний характер з приблизно рівним

залученням алактатного і гліколітичного компонентів. Тренування спрямоване на розвиток витривалості впродовж тривалого періоду, викликає в організмі адаптаційні зміни спрямовані на покращення функціональних можливостей організму, що пов'язані з транспортуванням кисню, гіпертрофією міокарда, щільністю капілярів у м'язах, збільшенням кількості міоглобіну в м'язах, збільшенням кількості мітохондрій та покращення активності окислювальних ферментів мітохондрій, збільшенням запасів енергетичних субстратів (глікоген, тригліцериди).

Утомлением называется вызванное работой временное снижение работоспособности. Существуют, как известно, несколько основных типов утомления: умственное, сенсорное, эмоциональное, физическое (вызванное мышечной деятельностью). В биомеханике рассматривается только физическое утомление. Утомление при мышечной работе проходит через две фазы:

1) фазу компенсированного утомления — в ней, несмотря на возрастание затруднения, спортсмен сохраняет интенсивность выполнения двигательного задания например, сжирість плавания; на прежнем уровне;

2) фазу декомпенсированного утомления — в ней спортсмен, несмотря на все старания, не может сохранить необходимую интенсивность выполнения задания.

Утомление проявляется в специфических субъективных ощущениях, объективных физиологических и биохимических сдвигах (например, в уменьшении систолического выброса, сдвиге рН крови в кислую сторону). Проявляется оно очень заметно и в биомеханических (двигательных) показателях.

В фазе компенсированного утомления скорость передвижения (или другой показатель интенсивности двигательного задания) не снижается, но происходят изменения в технике движений. Снижение одних показателей компенсируется ростом других. Наиболее часто уменьшается длина «шагов», что компенсируется возросшей их частотой. Особенно четко эта закономерность проявляется при задании удерживать как можно дольше постоянную скорость передвижения (например, при плавании за механическим лидером или светолідером).

Под влиянием утомления снижаются скоростно-силовые показатели утомленных мышц. Такое снижение может до известной степени компенсироваться сознательным или бессознательным изменением техники движения.

Наблюдаемые в состоянии утомления изменения в технике движений имеют двоякую природу: изменения, вызванные утомлением, и приспособительные реакции, которые должны компенсировать эти изменения, а также снижение функциональных (в частности, скоростно-силовых) возможностей спортсмена.

В результате далеко не всегда ясно, полезным или вредным является то или иное изменение в технике движений при утомлении (например, меньшее сгибание ноги в коленном суставе при беге: надо ли с ним бороться или именно такой вариант исполнения в утомленном состоянии лучше других?). Это решается в каждом конкретном случае на основе практического опыта и специальных биомеханических исследований. Повышение устойчивости спортивной техники по отношению к утомлению — одна из важных задач во многих видах спорта. Это достигается длительной специальной тренировкой (в том числе и в состоянии утомления).

Если предложить одно и то же двигательное задание разным людям, признаки утомления у них появятся через разное время. Причиной этого является, очевидно, разный уровень выносливости у этих людей. Выносливостью называется способность противостоять утомлению. При прочих равных условиях у более выносливых людей наступает позже как первая, так и вторая фаза утомления. Основным мерилем выносливости считают время, в течение которого человек способен поддерживать заданную интенсивность двигательного задания (В.С. Фарфель). Согласно правилу обратимости двигательных заданий, для измерения выносливости можно использовать и другие эргометрические показатели. Рассмотрим пример: спортсмены лежа выжимают «до отказа» штангу 50 кг. Если не учитывать уровень их максимальной ( $F_{\text{max}}$ ) силы, то более выносливыми следует считать тех, кто смог поднять штангу большее число раз. Если же учесть, что максимальная сила у одних спортсменов невелика (скажем, 55 кг), а у других намного больше, то ясно, что на полученный результат повлияет не только разный уровень выносливости испытуемых, но и разные силовые возможности. Устранить их влияние можно было бы, например, так: предложить всем выжимать штангу, вес которой равен определенному проценту от их максимальной силы (скажем, 50% от  $F_{\text{max}}$ ). В первом случае интенсивность задания уравнивалась в абсолютных единицах (килограммах), во втором — в относительных (в % от  $R_m$ ). Рассмотрим другой пример: два спортсмена (условно А и Б) бегут 800 м. Результат А — 2 мин 10 с, Б — 2 мин 12 с. Очевидно, А более вынослив, чем Б. Однако допустим, что А пробегает 100 м за 10,5 с, а Б — лишь за 15,0 с. Если учитывать уровень скорости, которым владеют спортсмены, результат А на 800 м является



слабым; время Б, наоборот, надо расценивать как очень хорошее. Таким образом, если не учитывать уровень максимальной скорости спортсменов, то А выносливее, чем Б; если же учесть их скоростные возможности, соотношение меняется: Б будет выносливее, чем А. В этих примерах видна причина, обуславливающая два типа показателей выносливости — явные и латентные. Явные (используется также термин «абсолютные») — без учета развития силовых или скоростных качеств; латентные (говорят еще — относительные) — с учетом развития названных качеств, когда их влияние каким-либо образом исключается. Хотя латентных показателей выносливости существует довольно много, в их основе всегда лежит сравнение эргометрических показателей в данном двигательном задании с достижением в других заданиях. Примерами латентных показателей выносливости могут быть:

1. Коэффициент выносливости — отношение времени преодоления всей дистанции ко времени преодоления какого-либо короткого отрезка (100 м в беге, 50 м в плавании и т. п.).
2. Запас скорости (по Н.Г. Озолину) — разность между средним временем преодоления эталонного отрезка при прохождении всей дистанции и лучшим временем на этом отрезке.

Чем меньше запас скорости, тем выше выносливость. С ростом спортивной квалификации запас скорости, как правило, уменьшается. Например, у сильнейших бегунов мира на 400 м он равен 0,9—1,0 с, у начинающих — 2—2,5 с. С увеличением дистанции запас скорости также увеличивается. Тренеры в видах спорта циклического характера знают, чему равны показатели запаса скорости (или другие латентные показатели выносливости) на разных дистанциях у спортсменов разной квалификации, это поможет определять слабые стороны в подготовке своих учеников, видеть, что именно отстает — скорость или выносливость.

С биомеханической точки зрения есть два различных пути повышения экономичности движения:

- 1) снижение величин энерготрат в каждом цикле (например, в каждом шаге);
- 2) рекуперация энергии, т. е. преобразование кинетической энергии в потенциальную и ее обратный переход в кинетическую.

Что касается первого пути, то он реализуется несколькими основными способами:

- а) устранением ненужных движений (например, в вертикальном направлении; ведь каждая работа по подъему тела требует затрат энергии и

оправдана лишь постольку, поскольку она абсолютно необходима для продвижения вперед);

б) устранением ненужных сокращений мышц. У квалифицированных спортсменов суммарное время активности мышц меньше, время расслабленного состояния больше, чем у новичков. Это достигается за счет так называемой концентрации активности мышц. Внешне это выражается в легкости и свободе движений;

в) уменьшением внешнего сопротивления (например, уменьшением сопротивления воды в плавании за счет выбора более обтекаемого положения тела);

г) уменьшением внутрицикловых колебаний скорости. Повышение скорости (после ее падения) требует затрат энергии. По возможности такие колебания надо уменьшать, хотя в некоторых видах спорта (плавание брассом, академическая гребля) они поневоле остаются значительными;

д) выбором оптимального соотношения между силой действия и скоростью рабочих движений. В некоторых видах спорта (велосипедном, гребле) можно сохранить одну и ту же скорость передвижения при разном соотношении силы действия и скорости отдельных движений (например, в гребле за счет изменения площади лопасти весла). Аналогично в лабораторных условиях можно поддерживать ту же мощность на велоэргометре при разном соотношении силы действия и скорости педалирования. Для каждой заданной скорости передвижения или мощности существует оптимальное соотношение между силой действия и скоростью рабочих движений. Наиболее просто вопрос сохранения его решается в велосипедном спорте, где величина сопротивления задается сменой передачи (можно сделать так, что за один рабочий цикл велосипед будет проезжать разные расстояния). На разных передачах велосипедист будет ехать при одной и той же величине энерготрат с разной скоростью;

е) выбором оптимального соотношения между длиной и частотой шагов.

Подобного рода зависимости существуют и в других циклических локомоциях. Интересно, что в ходьбе оптимальная (по затратам энергии) длина и частота шагов подбирается человеком без специального обучения. В других циклических локомоциях нередко можно наблюдать довольно значительные отклонения от наиболее выгодного соотношения этих характеристик. Подобные отклонения должны устраняться тренером.

Повышение экономичности спортивной техники — основное направление ее совершенствования в видах спорта, требующих большой выносливости. Определенное значение имеют и другие факторы, в частности предупреждение локального утомления отдельных мышечных групп, что

може спостерігатися, якщо навантаження на якусь-будь м'язову групу стає особливо великим і т.д.

З огляду на те, що рухова діяльність людини являє собою цілісну реакцію організму, усі його рухові якості проявляються в діалектичній єдності. Проте в процесі спортивного тренування залежно від характеру виконуваних вправ окремі рухові якості можуть вироблятися в організмі більшою мірою. Оскільки прояв функціональних можливостей організму потребує певної біохімічної адаптації його робочих органів, істотна роль у розвитку якостей рухової діяльності належить біохімічним змінам, що відбуваються під впливом тренування в м'язах, внутрішніх органах і крові.

Сила характеризується ступенем напруження, яке можуть розвивати м'язи при скороченні. У процесі індивідуального розвитку людини (через 5-6 місяців після її народження) кількість м'язових волокон сягає свого максимуму і протягом всього наступного життя практично не змінюється. Доросла ж людина в сотні разів сильніша немовляти. Причиною цього є гіпертрофія м'язів. Гіпертрофія - це пристосувальна реакція м'язових клітин на фізичні навантаження. У процесі адаптації в м'язових волокнах відбувається перебудова: збільшується маса саркоплазми і кількість включень, що входять до неї, зростає число міофібрил, що призводить до збільшення діаметра м'язового волокна і м'яза в цілому. У м'яз проростають нові пучки кров'яних судин, що живлять його, розростаються сполучні тканини, сухожилля. Усе це разом збільшує масу мускулатури. Пристосувальні перебудови залежать від характеру виконуваної роботи і по-різному впливають на працездатність м'яза. Помірне збільшення обсягу саркоплазми і включень, у тому числі і поживних речовин, позитивно впливає на тривалість роботи м'язових клітин, їх спроможність протистояти втомі, тобто підвищує витривалість. Ріст судинної мережі покращує кровопостачання, що сприяє прискореній доставці кисню і поживних речовин, швидкому виділенню шлаків. Максимальні значення прояву максимальної сили досягаються при гранично високій концентрації вольового зусилля. При цьому забезпечується оптимальне збудження в моторних центрах і підтримка максимальної частоти імпульсів в рухових нервах, при якій в роботу включається найбільша кількість рухових одиниць. Прояв силових якостей багато в чому залежить від співвідношення швидко- і повільноскорочувальних волокон в складі м'язу, а також від координації рухів (сума зусиль, що розвиваються м'язами-синергістами, протидії м'язів-антагоністів, послідовності тимчасової активації окремих груп м'язів та ін.). На рівні окремих рухових одиниць вияв силових якостей визначається частотою імпульсів, що досягають синапсичних утворень на зовнішній

мембрані м'язового волокна, швидкістю передачі електричного збудження від зовнішньої мембрани до міофібрил, потужністю потоку іонів  $Ca^{2+}$ , що звільняються з внутрішніх цистерн саркоплазматичного ретикулу у внутрішньоклітинний простір, швидкістю розвитку активації в міофібрилах, загальною кількістю, ферментативними властивостями і особливостями будови скорочувальних білків міофібрил та ін. Основні біохімічні чинники, які лімітують прояв силових якостей - довжина саркомера або довжина товстих міозинових ниток, тобто ступінь полімеризації міозину, і загальний вміст у м'язі скорочувального білка актину. Зусилля, що розвивається в процесі взаємодії актинових і міозинових ниток в міофібрилах, пропорційне числу утворених поперечних спайок: чим більша площа накладання тонких актинових ниток на товсті міозинові нитки в межах кожного саркомера, тим більше максимальне зусилля, що розвивається м'язом. Максимально можлива площа зіткнення ниток визначається довжиною товстих міозинових ниток або окремого саркомера. Довжина саркомера, або ступінь полімеризації міозину в товстих нитках міофібрил генетично зумовлений чинник, тому він залишається незмінним в процесі індивідуального розвитку і при тренуванні.

Швидкість характеризується здатністю людини виконувати ті або інші рухові дії в мінімально короткий відрізок часу. Прояв швидкості пов'язаний з виробленням цілої системи умовних рефлексів, а також із формуванням високої рухливості процесів збудження і гальмування нервової системи, які забезпечують швидку зміну скорочення і розслаблення різних груп м'язів. Існує фундаментальна залежність між максимальною швидкістю скорочення м'яза, довжиною саркомера і відносною АТФ-азною активністю міозину. Найбільша швидкість скорочення відмічена в літальних м'язах комах і колібрі, в складі яких є самі короткі саркомери, найменша в м'язах-закривачах молюсків, в складі яких є самі довгі саркомери. Максимальна швидкість скорочення різна в м'язових волокнах різного типу: у швидкоскорочувальних білих волокнах вона приблизно в 4 рази вище, ніж в повільноскорочувальних червоних волокнах. Сумарна АТФ-азна активність вища в швидкоскорочувальних волокнах. Відповідно до цього максимальна потужність скорочення м'язу тісно пов'язана з процентним вмістом в працюючих м'язах окремих типів волокон. Чим швидше скорочується м'яз, тим менше поперечних містків включається в роботу. Тобто виграш у швидкості супроводжується програшем у силі. Максимальна швидкість скорочення прямо пропорційна відносній АТФ-азній активності. Тому біохімічною основою швидкості (як і сили) є АТФ-азна активність міозину, яка забезпечує швидку і потужну мобілізацію хімічної енергії АТФ у

м'язових волокнах із наступним її використанням на скорочення м'яза. З огляду на те що швидкість завжди проявляється в частій зміні процесів скорочення і розслаблення, після кожного чергового скорочувального акта в періоді м'язового розслаблення, що наступив, необхідно швидко і повне відновлення використаної АТФ, яке переважно забезпечується анаеробним шляхом. Тому швидкість визначається також ступенем розвитку в організмі креатинфосфатного і гліколітичного шляхів ресинтезу АТФ. Структурні чинники швидкісних і силових якостей людини (довжина саркомерів у міофібрилах, пропорції швидко- і повільноскорочувальних волокон у м'язах) генетично зумовлені, тому основним методичним шляхом розвитку як швидкісних, так і силових якостей спортсменів є підбір засобів і методів, які могли б поліпшити АТФ-азну активність міозину і посилити синтез скорочувальних білків у м'язах. У швидкісно-силових видах спорту для вирішення цих завдань використовуються два основних методичних прийоми – метод максимальних зусиль і метод повторних максимальних навантажень.

Для розвитку максимального прояву силових і швидкісних якостей застосовуються вправи, близькі за біодинамічною структурою до змагальної або змагальну вправу. Вони виконуються з максимальною мобілізацією на прояв максимального зусилля і з невеликим числом повторень і нерегламентованими інтервалами відпочинку, достатніми для повного відновлення і повторної мобілізації на максимальне зусилля (як правило, 1,5-2 хв відпочинку між вправами). Граничний обсяг вправ з максимальним проявом сили, швидкості або потужності визначається критичною концентрацією КрФ в м'язах (приблизно 1/3 від загальної алактатної анаеробної ємності), нижче за яку вже неможливо підтримувати максимальну швидкість ресинтезу АТФ. За рахунок цієї кількості КрФ можна виконувати безперервно до 5-6 повторів. При доволно дозованих інтервалах відпочинку, в одному тренувальному занятті можна 10-12 разів повторити вправу без помітного зниження максимальної потужності. При великому числі повторень розвивається локальне втома, яка призводить до порушення координації рухів і зниження потужності скорочення. Зниження концентрації КрФ в працюючих м'язах нижче критичного значення супроводиться посиленням гліколізу, накопиченням молочної кислоти і різким зниженням внутрішньоклітинного рН. Під впливом цих змін у внутрішньоклітинному середовищі відбувається пригнічення міозинової АТФ-ази і, як наслідок, зниження максимальної потужності вправи. Тому тренувальну роботу необхідно припиняти як тільки проявляється виражене зниження максимальної потужності або різка зміна концентрації молочної кислоти і показників рН крові. Метод повторних граничних вправ застосовується для

посилення синтезу скорочувальних білків і збільшення м'язової маси. Для вирішення цієї задачі може бути використане широке коло вправ, що значно навантажують вибрану групу м'язів. Опір, що долається звичайно не перевищує 70 % від максимального. Вправи виконуються з великим числом повторень до відмови.

При навантаженнях, що складають більше за 50 % від максимального, різко знижується кровопостачання м'язу, що супроводиться проявом локальної гіпоксії. У цих умовах (при дефіциті аеробної енергопродукції) значно виснажуються алактатні анаеробні резерви і в м'язах нагромаджується велика кількість вільного креатину, помітно посилюється утворення молочної кислоти в результаті гліколізу.

Через дефіцит макроергічних речовин при виконанні роботи великого обсягу відбувається руйнування м'язових білків і накопичення продуктів їх розпаду (низькомолекулярних пептидів, амінокислот та ін). Продукти розщеплення білків, як і вільний креатин, служать активаторами білкового синтезу в період відпочинку після швидко-силової роботи, коли відновлюється нормальне постачання тканин киснем і посилюється доставка до них поживних речовин.

Накопичення молочної кислоти при роботі максимального характеру і викликана цим зміна внутрішньом'язового осмотичного тиску сприяють затриманню в м'язах міжклітинної рідини, багатой поживними речовинами. При систематичному повторенні такого тренування в м'язах істотно збільшується кількість скорочувальних білків і зростає загальний об'єм м'язової маси. Розумне поєднання і послідовність застосування обох методів у процесі тренування можуть забезпечити високий рівень розвитку швидко-силових якостей спортсмена.

У повсякденному житті, професійній та спортивній діяльності людям доводиться виконувати різноманітні рухові дії. Одні з них вимагають незначної амплітуди рухів у суглобах, а інші біля граничної. Технікою деяких рухових дій взагалі неможливо оволодіти, коли людина не має необхідного рівня розвитку рухливості у суглобах. У побуті та спортивній педагогіці рухливість у суглобах позначають терміном гнучкість. Гнучкість - це здатність людини виконувати рухи в суглобах з якомога більшою амплітудою.

Розрізняють активну і пасивну гнучкість. Під активною гнучкістю розуміють максимально можливу амплітуду рухів, яку може проявити людина у певному суглобі без сторонньої допомоги, використовуючи лише силу власних м'язів, що здійснюють рухи у цьому суглобі. Під пасивною гнучкістю розуміють максимально можливу амплітуду рухів у певному

суглобі, яку людина здатна продемонструвати за допомогою зовнішніх сил (відносно цього суглобу), що створюються партнером, приладом, обтяженням, дією інших ланок власного тіла тощо.

Між рівнем розвитку гнучкості у різних суглобах залежності не існує. Фактори, що зумовлюють прояви гнучкості: будова суглобів: форма суглоба, довжина суглобових поверхонь, ступінь відповідності поверхонь суглоба одна одній, наявність кісткових виступів та їх розмірів. За формою суглоби бувають: кулясті, еліпсоподібні, сідлоподібні, циліндричні та плоскі. Найбільш анатомічна рухливість у кулястих суглобах. Найменшу анатомічну рухливість мають сідлоподібні, блокоподібні та плоскі суглоби.

На величину рухливості може впливати і індивідуальні особливості будови суглобів. Форма суглобів під впливом занять фізичними вправами не змінюється. Сила м'язів, їх еластичність, що здійснюють рухи у суглобі. Збільшення температури і кровотоку у м'язах. Врівноважений стан психіки, емоційний підйом. Негативно впливають на прояв гнучкості наступні фактори: низький рівень фізичної підготовленості, низька температура навколишнього середовища і особливо тіла, значна фізична втома, підвищений тонус м'язів, надмірне збудження, або стан психічної депресії.

В цілому гнучкість природно зростає до 14-15-річного віку. Але у різних суглобах вона має різну динаміку розвитку. Так рухливість у дрібних суглобах розвивається скоріше ніж у масивних.

Засоби розвитку гнучкості можна поділити на три різновиди: силові вправи, вправи на розслаблення м'язів та вправи на розтягування м'язів, зв'язок і сухожилів.

#### *Контроль за розвитком гнучкості.*

Контроль за розвитком гнучкості при проведенні наукових досліджень здійснюють за допомогою спеціальних приладів (гоніометри, гоніографи тощо), що дозволяють визначити амплітуду пасивних та активних рухів у певному суглобі в кутових градусах. В спортивній практиці більш розповсюджені контрольні вправи. Так, загальний рівень гнучкості опорно-рухового апарату можна оцінити за результатами виконання трьох контрольних вправ, що вимагають великої рухливості у найбільш масивних суглобах: суглоби хребта, кульшові та плечові суглоби. 1. Нахил вперед із вихідного положення - стійка на підвищеній опорі ноги разом, руки вниз. 2. — Викрут|| з гімнастичною палицею із вихідного положення гімнастична палиця хватом двох рук зверху вперед-вниз. Дугами вперед-вгору перенести палицю через голову назад-за спину-вниз. Руки в ліктьових суглобах не згинати. Вправа виконується спочатку з широким хватом рук, а

потім поступово хват звужується до мінімально можливого. Рівень рухливості у плечових суглобах оцінюється по відстані між великими пальцями лівої і правої рук у цьому хваті. 3. — Міст|| із вихідного положення - лежачи на спині, ноги зігнуті в колінах, руки долонями на опорі на рівні плечей. Встати в положення — міст|| . Переступанням ніг досягти найменшої відстані між руками та ногами і якомога більше прогнутися. Оцінка рівня розвитку гнучкості в суглобах хребта, кульшових та плечових суглобах здійснюється за відстанню між п'ятками та руками, а також між найвищою точкою хребта та опорою.

*Спритність* – складна, комплексна рухова якість людини, яка може бути визначена як її здатність швидко оволодівати складно координаційними руховими діями, точно виконувати їх відповідно до вимог техніки і перебудовувати свою діяльність в залежності від ситуації, що склалась. Фактори, що зумовлюють прояви спритності: - рухова пам'ять, ефективна внутрішньом|| язова і міжм|| язова координація, адаптаційні можливості різних аналізаторів.

У координаційних здібностях виділяють відносно самостійні види: - здатність оцінювати і регулювати просторові, просторово-часові, динамічні параметри рухів; - здатність зберігати стійку рівновагу; - здатність відчувати і засвоювати ритм; - здатність довільно розслабляти м'язи; - здатність узгоджувати рухи в руховій дії. У цілісній руховій діяльності ці здібності проявляються у взаємодії, але у певних ситуаціях роль окремих здібностей міняється. Для кожного із вказаних видів координаційних здібностей розроблена обґрунтована методика його розвитку. В межах даної лекції розглядаються загальні питання методики розвитку спритності. Слід зауважити, що розвиток спритності відбувається, в першу чергу, шляхом створення більшого, ніж у наступні періоди фонду нових форм координації рухів. Оскільки спритність за допомогою певної вправи розвивається доти, поки вона не буде засвоєна, доцільно регулярно оновлювати, проводити їх за складніших умов. Таким чином, для розвитку спритності можуть використовуватися будь-які вправи, але за умови, що вони мають елементи новизни. Слід пам'ятати і про зв'язок спритності із функцією рівноваги. Рівновага – це здатність людини зберігати стійку позу у статичних та динамічних умовах. Для вдосконалення рівноваги необхідно створювати такі умови, при яких є ризик її втрати. Це виконання вправ на рівновагу без зорового контролю на фоні втомити. Використовуються такі ускладнені умови, як зменшення площі опори, збільшення висоти опори, рухливості опори (горизонтальний канат), введення стрибків, поворотів і додаткових рухів. Найкращий ефект дає включення вправ, що розвивають спритність, на початку основної частини заняття. Це 2-3 вправи, які виконують по 6-12 разів



при нетривалій роботі (до 5 с) або 2-3 рази при триваліших завданнях. Тривалість активного або пасивного відпочинку між вправами дорівнює 1-2 хв. Контроль та оцінка розвитку спритності оцінюється як правило за допомогою виконання спеціального комплексу різноманітних вправ, складених у певній послідовності (вправи на відчуття ритму, вміння орієнтуватись у складних ситуаціях, здатності керувати динамічними ікінематичними характеристиками рухів, підтримувати рівновагу тощо). За часом виконання такого завдання дається оцінка розвитку спритності.

### **Лекція 5.**

Тема: Диференціальна біомеханіка. Індивідуальні та групові особливості моторики.

План лекції:

1. Етапи оволодіння руховими навичками.
2. Роль дозрівання та навчання.
3. Руховий вік, вікові зміни та періоди зниження рухових можливостей.
4. Проблема рухового (спортивного) довголіття.

Рекомендована література:

1. Біомеханіка спорту // за заг. ред. Лапутіна А.М.. – К.: Олімпійська література, 2001.- 319 с.
2. Коренберг В.Б. Основы качественного биомеханического анализа. - М.: Физкультура и спорт, 1979. – 208 с.
3. Петров В.А., Гагин Ю.А. Механика спортивных движений. – М.: Физкультура и спорт, 1974. – 232 с.

Зміст лекції.

Вивчення фізичних вправ передбачає послідовне формування умінь і навичок виконувати окремі рухові дії. Розрізняють два рівні рухового уміння: 1) уміння виконувати окрему рухову дію (наприклад подачу у волейболі, штрафний кидок у баскетболі та ін). В літературі його називають умінням нижчого порядку; 2) уміння вищого порядку (наприклад уміння грати у волейбол та ін). Уміння вищого порядку представляє собою комплекс рухових навичок, що взаємодіють у процесі вирішення учнями певних рухових завдань.

## Етапи оволодіння руховими навичками.

Аналізуючи техніку виконання спортсменами різних фізичних вправ, тренери, в основному, покладаються на свій досвід та візуальне спостереження. Але окремі елементи рухових дій, особливо такі, що тривають дуже короткий час (наприклад, фаза опори в бігу, відштовхування від опори у стрибках, постріли, удари пом'ячу, взаємодія гірськолижника з трасою та ін.), залишаються поза можливостями сприйняття людини. Унаслідок цього дуже важко об'єктивно оцінити порівняльну чи абсолютну ефективність виконання фізичних вправ, її частин або фаз. Таким чином, для ефективного навчання, контролю та вдосконалення спортивно-технічної майстерності спортсменів необхідні об'єктивні спроби реєстрації рухових дій, які дозволять ретельно вивчити техніку кращих спортсменів, виявити її визначальні елементи для різних видів спорту та розробити раціональні індивідуальні моделі техніки. Це особливо актуально:

а) при підготовці юних спортсменів, що дозволить уникнути заучування грубих помилок при виконанні змагальних вправ, які деякі спортсмени „несуть” до вершин своїх спортивних показників, не досягаючи максимального спортивного результату;

б) при підготовці провідних спортсменів професійних і національних команд, які практично вичерпали свої функціональні можливості, проте могли б покращити спортивний результат за рахунок удосконалення техніки виконання рухових дій.

Для опису рухів людини використовуються такі поняття, як положення його системи точок, переміщення, траєкторії, швидкості, прискорення й інші. Складність пізнання самого процесу руху полягає в тому, що воно пред'являє особливі вимоги до способів виміру його параметрів і подальшого їхнього аналізу. Об'єктивність аналізу базується на глибокому розумінні фізичної сутності рухів людини та правильного використання як самих кінематичних термінів, так і одиниць їхнього виміру. Рухи тіла людини можна виміряти, тільки порівнюючи положення його матеріальних точок із положенням обраного для порівняння тіла (тіло відліку). У якості зручної системи відліку при вивченні біокінематичних характеристик рухової дії по кінограмі придатна декартова інерційна система координат на площині. У процесі біокінематичного дослідження нерухома координатна система відліку може бути співвіднесена з будь-яким відносно нерухомим на кінограмі орієнтиром (лінія старту, фінішу при бігу спортсмена, нерухомі орієнтири навколишнього середовища, видимі деталі будинків і т.д.).

При вивченні рухів із складною координаційною структурою, а також при оцінці рухливості в суглобах при руховій реабілітації після перенесених травм або хірургічних втручань, при протезуванні кінцівок перед дослідниками часто виникають складні задачі по визначенню не стільки положення всього тіла в якійсь площині, скільки вивченню відносного взаємного розташування окремих його біоланок, біокінематичних пар або ланцюгів. Для рішення таких проблем звичайно використовується соматична система відліку, що дозволяє зв'язувати систему координат не з якимось зовнішнім об'єктом, а із самим тілом людини. Якщо ж необхідно вивчити рух точок тіла як у соматичній, так і в зовнішній системі координат, то необхідно додатково використовувати відносні взаємні переміщення самих координатних систем. Це спостерігається, наприклад, у бігу або ходьбі, коли одночасно вивчаються махові рухи кінцівок щодо всього тіла й переміщення спортсмена по дистанції щодо лінії фінішу.

Для біомеханічного дослідження природних локомоцій, а також специфічних рухів людини щодо обраної системи відліку потрібно насамперед скласти характерну розрахункову схему (або план) його рухової системи, що визначає біокінематичну структуру того або іншого конкретного досліджуваного руху або дії. На біокінематичній схемі повинні бути зображені тільки ті особливості рухового апарата, що необхідні для визначення шляху, швидкості і прискорення руху тих або інших його частин. Тому локомоторний апарат зображується на схемі у вигляді системи біоланок біокінематичних пар.

Найпростішим способом об'єктивної реєстрації рухових дій є стробофотографія. Стробофотографія – це зображення на одному фотознімку кількох послідовних положень тіла спортсмена, який виконує фізичну вправу. Техніка виконання стробофотографії полягає в багаторазовій короткочасній експозиції на одну й ту ж фотоплівку зображення спортсмена, що виконує фізичну вправу, використовуючи стробоскоп – диск з отворами, який обертається перед відкритим об'єктивом фотоапарату, або багаторазово спрацьовуючи імпульсну лампу. Основним і визначальним недоліком цього способу є необхідність фотографування спортсменів у темряві, що практично виключає можливість його застосування в умовах змагань або з метою вивчення техніки спортсменів. Другим недоліком стробофотографії є накладення зображень окремих частин тіла спортсмена та його спорядження одне на одне, що не дозволяє докладно визначити розташування потрібних для біомеханічного аналізу точок.

Переваги способу стробофотографії – широка доступність, відносна простота та низька вартість, а також можливість одержати дуже велику кількість зображень об'єкта зйомки за одну секунду.

Вказані можливості стробофотографії визначають межі її застосування – для вивчення особливостей техніки спортсменів, яких ми готуємо, фундаментальних лабораторних обстежень, а також при випробуваннях чи індивідуальній підготовці спортивного інвентаря. Найбільш популярним сьогодні способом реєстрації фізичних вправ є відеозйомка з наступним покадровим переглядом відзнятого матеріалу на відеомоніторі або телеприймачі. Відеотехніка з успіхом застосовується в умовах тренувань і змагань у багатьох видах спорту.

Одним з недоліків способу, який обмежує його застосування, – відносно невисока максимальна частота стоп-кадрів, що не дозволяє отримати на відеомоніторі зображення спортсмена частіше, ніж 25 разів за секунду, чого в багатьох видах явно недостатньо. Не варто забувати і про особливості обробки одержаного відеозапису для біомеханічного аналізу виконаних вправ: визначення координат потрібних точок тіла спортсмена та спорядження безпосередньо на відеомоніторі практично неможливе.

Для спостереження й автоматизації цього процесу використовуються спеціальні відео-комп'ютерні комплекси, які дозволяють запам'ятовувати й отримувати на моніторі комп'ютера роздруковані зображення досліджуваних об'єктів у потрібні моменти часу. Єдиним об'єктивним методом реєстрації швидких рухів – короткочасних взаємодій спортсменів з опорою (відштовхування в легкоатлетичному бігу, стрибках), ударів в умовах тренувань і змагань є спосіб *кінограм*. Кінограма – це послідовні фотографічні зображення тіла спортсмена, який виконує фізичні вправи, видрукувані з кіноплівки. Побутові кінокамери дозволяють знімати з частотою до 60 кадрів за секунду з відстані до 15 метрів, а спеціальні швидкісні кінокамери розраховані для зйомки зі значно більшою частотою (від 200 до кількох тисяч кадрів за секунду) і з відстані до 50 метрів. Слід додати, що спосіб кінограм сьогодні є одним з найпоширеніших при біомеханічному аналізі більшості рухових дій і використовується провідними науковими інститутами, лабораторіями та біомеханічними центрами.

Пізнавальна діяльність як психологічний процес, який здійснюється особистістю, містить предметно-змістові, операційно-логічні, емоційно-мотиваційно-ціннісні та інші компоненти. Для відтворення цілісної структури необхідно знайти такі структуроутворюючі відношення, які б дозволяли здійснити це поєднання. Навчальна діяльність була досліджена Д.Ельконіним і В.Давидовим як освітнє середовище, яке значно посилює

рефлексивні потенції розвитку молодших школярів, що не були використані у традиційному навчанні. Д.Ельконін вважав, що поза навчанням не може бути ніякого розвитку. Тому основною характерною рисою шкільного навчання є те, що з початком відвідування школи дитина починає здійснювати суспільно значиму та суспільно оцінювану діяльність, якою є учбова діяльність. Саме через учбову діяльність, через нову позицію визначаються всі інші відношення дитини з дорослими, з однолітками, в сім'ї та поза школою. «Єдність природного і суспільного в розвитку особистості проявляється у взаємозв'язку дозрівання і навчання. Воно визначається генотипом, але здійснюється в ході життєдіяльності організму, його окремих систем і тим самим виявляється залежним від її умов...». Цей вислів Г.Костюка має важливе значення, адже він дозволяє зробити висновок про тісний взаємозв'язок інтелектуального розвитку особистості та навчальної діяльності. Основу розвитку пізнавальної активності складають принципи виховання особистості та розвитку мислення, які включають заохочення актів пізнавальної активності іншою людиною, що одержало широке розповсюдження в рамках традиційного процесу навчання.

Д.Ельконін відзначав, що «психічний розвиток дітей відбувається у формі засвоєння, що з'являється в дітей в ході їх психічного розвитку... і може стати надбанням лише через засвоєння». Засвоєння набуває згодом нової форми - учбової діяльності. В учбовій діяльності під першою складовою навчального процесу розуміють необхідний рівень пізнавального інтересу, другий елемент визначається ступенем зрілості самоконтролю, а третій - розвиненістю пізнавальних процесів.

Сучасна педагогічна технологія визначає навчальну діяльність людини як форму соціальної активності, спрямовану на оволодіння засобами предметних та пізнавальних дій. Така діяльність відбувається під керівництвом вчителя і передбачає включення дитини у певні суспільні відносини, тобто володіючи пізнавальною та перетворюючою (розвиток дитини через оволодіння нею різними вміннями) функціями. Це ще раз підкреслює, що в основі учбової діяльності лежать пізнавальні потреби, мотиви та інтереси. О.Леонт'єв особливу увагу приділив аналізу засобів засвоєння знань, ролі спілкування в учбовому процесі та розвитку мотивів учбової діяльності... «Саме зміст якого набуває для дитини предмет її навчальної діяльності, предмет її начення, визначається мотивом її учбової діяльності. Цей смисл і характеризує усвідомленість засвоєння нею знань...».

Навчальна діяльність виступає як явище цілісного та повнокровного життя у шкільний період розвитку, поєднуючи її з потребами. Р.Немов представляє декілька видів вчення: - вчення за механізмом імпринтинга,

тобто швидкого, автоматичного процесу навчання, пристосування організму до конкретних умов його життя; - умовно рефлексорне (засноване на роботах І. Павлова) - виникнення нових форм поведінки як умовних реакцій; - оперантне (шляхом проб і помилок).

Але вчення може бути результатом будь-якої діяльності, тоді як навчальна діяльність базується на пізнавальному інтересі та має певну мотивацію. Здатність до навчання є однією з властивостей живої системи. Виявляється вона у формуванні у мозку тимчасових зв'язків, які дають можливість накопичувати та зберігати інформацію, управляючи всіма системами організму. Л.Виготський на основі досліджень О.Лурії показав важливість динамічної організації та локалізації вищих психічних функцій, про які він сказав: «...Высшие психические функции не надстраиваются, как второй этаж, над элементарными процессами, но представляют собой новые психологические системы, включающие в себя сложное сплетение элементарных функций, которые, будучи включены в новую систему, сами начинают действовать по новым законам...». А.Усова виділила конкретні ознаки навчальної діяльності в дітей. Нею було виділено три рівні, які характеризують різний ступінь розвитку учбової діяльності.

Перший рівень відрізняється продуктивністю та цілеспрямованістю всіх процесів пізнавальної діяльності; активним, зацікавленим відношенням до навчання, здатністю до самоконтролю своїх дій та до оцінки своїх результатів. На основі засвоєного діти можуть вирішувати доступні для них задачі в практичній та розумовій діяльності.

Другий рівень - більш слабкий. Всі ознаки навчальної діяльності ще нестійкі, але разом з тим діти вже можуть навчатися, хоча можливі будь-які відхилення.

Третій рівень - початок формування навчальної діяльності, яка характеризується зовнішньою дисциплінованістю на занятті.

На сьогодні існує декілька теорій розвитку навчальної діяльності, зокрема: концепція активного розвиваючого навчання на основі формування гармонійно розвиненої особистості, прихильниками якої були М.Данілов, М.Скаткін, Л.Занков, Г.Щукіна; концепцію оптимізації навчально-виховного процесу підтримував Ю.Бабанський і яка доповнює концепцію активного розвиваючого навчання і концепція проблемного навчання, яку висловили М.Махмутов, І.Лернер, М.Скаткін, А.Матюшкін, і яка передбачає засвоєння засобів, прийомів та способів; концепція програмованого навчання, яке засновано на теорії поетапного формування розумових дій та інші.

Теорія активного розвиваючого навчання базується на засвоєнні нових знань на основі попереднього досвіду, тобто вимагає використання вже

добутих знань та умінь. Дана теорія була науково обґрунтована Л.Виготським, який вважав, що «...правильно організоване навчання дитини веде за собою дитячий розумовий розвиток, викликає до життя такі процеси розвитку, які поза навчанням були б неможливими, а пізніше була підтримана Л.Занковим, Д.Ельконіним, В.Давидовим та іншими.

Для того, щоб бути успішною, тобто призводити до певних навчальних результатів при найменших витратах зусиль, навчальна діяльність повинна відповідати наступним вимогам: - бути мотивованим процесом; - мати розвинену та гнучку структуру; - здійснюватися у різних формах, дозволяючи учням використовувати свої індивідуальні можливості для засвоєння знань, умінь та навичок; - виконуватися за допомогою сучасних технічних засобів навчання, які допомагають позбутися рутинних операцій.

Відомо, що система навчальної діяльності представлена трьома структурними компонентами: мотиваційним, операційним та контрольним.

Мотивація - це активний стан, спрямований на задоволення потреб шляхом організації певної цілеспрямованої поведінки і слугує науковим механізмом формування функціональної системи, активуючи структури головного мозку і апарат для прийняття програми дій та корекцію результатів.

Доведено, що розвиток навчальної діяльності можливий перед усім на основі усвідомленого вищого способу дій. Тому в розвитку учбової діяльності виступає оволодіння дитиною такими засобами дій, які дозволяють їй вирішувати практичні та пізнавальні задачі, виділяти нові відношення та зв'язки. Тобто учбова задача виступає як певне навчальне завдання. Цю ж думку підтримує В.Давидов, який вважає, що «... суттєвою характеристикою учбової задачі слугує оволодіння школярами теоретично узагальненим способом вирішення деякого класу конкретно-приватних задач. Поставити перед школярами учбову задачу - це значить ввести загальний спосіб її вирішення в усіх можливих поодиноких та конкретних випадках умов». Певна навчальна задача та сукупність навчальних дій складають операційний компонент навчальної діяльності, який безпосередньо пов'язаний з станом вищих психічних функцій, тобто з мислительною, перцептивною та мнестичною складовою. Структура навчальної діяльності виступає як цілісна система, яку можливо формувати, керуючи її компонентами. Методологічною основою процесу навчання є наукова теорія пізнання, яка побудована на дидактичних закономірностях процесу навчання: - процес навчання, зумовлений потребами суспільства в освічених і всебічно розвинених людях; - процес навчання є основною частиною комплексного

навчально-виховного процесу, він є єдиним і закономірним; - процес навчання залежить від навчальних та вікових особливостей тих, хто навчається; - процес навчання залежить від матеріальних умов навчального закладу; - закономірною є керівна роль вчителя в пізнавальній діяльності тих, хто навчається, а також їх активність у пізнанні.

Р.Немов розглядає навчальну діяльність як процес, в результаті якого людина набуває нові або змінює існуючі в нього знання, уміння та навички.

Як продовження ідей Л.Виготського та О.Леонтьєва, П.Гальперінім була створена теорія поетапного формування розумових дій та першому місці в якій стоїть аналіз засвоєння дій. Засвоєння дій по використанню за П.Гальперінім призводить до засвоєння понять. Засвоєння навчальної діяльності відбувається в процесі вирішення учбових задач, які є її важливою складовою та основною одиницею. Є.Машбіц сформулював основні вимоги до проектування навчальних завдань: - навчальні завдання повинні забезпечити засвоєння системи засобів, необхідної та достатньої для успішного здійснення учбової діяльності; - навчальне завдання повинно конструюватися так, щоб відповідні засоби діяльності, засвоєння яких передбачається в процесі вирішення задач, виступали як прямий продукт навчання. Феномен випереджувального введення, відкритий С.Лисенковою, дозволяє оптимізувати навчальну діяльність учнів початкової школи для забезпечення їхнього розумового розвитку, а коментоване управління доводить свою життєспроможність у розвитку інтелекту тих, хто навчається.

Перший етап зрілого віку у чоловіків триває з 30 до 40 років, у жінок з 29 до 35 років і відрізняється певною стабільністю функцій. Проте, вже до 30 років у чоловіків і жінок відмічається чітка тенденція до регресу рухових функцій. Так, якщо у віці 20-30 років чоловіки поступаються 16-17 літнім юнакам в показниках прихованого періоду моторної реакції при рухах плечем і тулубом, то в 30-40 літньому віці ці відмінності охоплюють рухи у всіх основних суглобах. Ця закономірність поширюється на швидкість поодинокого руху і частоту рухів. Показники відносної і "вибухової" сили, швидкісно-координаційної підготовленості знижуються ( $p < 0,05$ ) в середньому на 5%. Особливо помітний регрес (-25%) динамічної сили за результатами в підтягуванні у чоловіків. У серцево-судинній і дихальній системах наростає тенденція до зменшення частоти серцевих скорочень, підвищення артеріального тиску і зниження потужності апарату зовнішнього дихання. Інволюційні перетворення механізмів кисневотранспортної системи і нервово-м'язового апарату в поєднанні зі збільшеною масою тіла знижують рівень енергозабезпеченості організму: фізична працездатність і МПК знижуються на 16%, анаеробно-аеробний витривалість - на 6%. Домінуючим



компонентом структури рухової підготовленості чоловіків стає чинник силової динамічної витривалості. Потенціал аеробної функції відсувається на другий план, знижується значущість швидкісно-силової і координаційної підготовленості. Зміна структури і рівнів фізичного стану пов'язана, з одного боку, з процесами інволюції функцій, а з іншою - з недостатньою руховою активністю цієї вікової групи. Гіпокінезія збільшує масу жирової тканини і є однією з причин зниження відносних (на 1 кг ваги) величин МПК у віці 30-50 років. Очевидно зниження маси тіла з одночасним розширенням функціональних можливостей кардіореспіраторної системи є однією з основних задач кондиційного тренування в цьому віці. Для цього використовують тривалі навантаження великої і помірної потужності у вигляді ходьби в швидкому темпі, велоспорту, оздоровчого плавання і бігу.

На думку Л.Іващенко і Н.Страпко ефект ходьби у віці 30-39 років відмічається у осіб з низьким і нижче середнім рівнем фізичного стану. У перших адаптація настає через 16 тижнів, у других - через 8 тижнів. Для подальшого розвитку тренуваності необхідно збільшувати швидкість ходьби, або чергувати ходьбу з бігом або перейти на ходьбу по пересіченій місцевості, а при необхідності і на ходьбу з різними обтяженнями. При складанні індивідуальної тренувальної програми ходьби потрібно керуватися ергофізіологічними параметрами тренувальних навантажень, враховувати вік і рівень фізичного стану. При заняттях велоспортом і оздоровчим плаванням повинен дотримуватися принцип відповідності інтенсивності і тривалості навантаження статевим і віковим та функціональним можливостям осіб, що займаються.

Цінність вправ на витривалість для 30-50 літніх важко переоцінити, бо крім розширення аеробних можливостей вони сприяють зменшенню жирової тканини, а у початківців поліпшують всі рухові якості. Метод тренування для жінок - повторний, для чоловіків - рівномірний. У тренування можна включати все - від повільного бігу до рухливої і спортивної гри в невисокому темпі. Тренування анаеробної витривалості пов'язане зі значним напруженням організму, і тому м'язова робота субмаксимальної потужності повинна бути суворо обмежена у часі, а засоби, що використовуються - різноманітні і високоемоційні. У процесі вдосконалення всіх форм швидкості необхідно акцентувати увагу на великих м'язових групах. Для цього придатні присідання, нахили, повороти, кругове обертання тулубом і т.п. Темп їх виконання - максимальний, час - мінімальний, відпочинок - до повного відновлення. А.Коробковим при вивченні особливостей м'язової сили в осіб 30-50 років встановлена певна закономірність: топографія сили різних м'язових груп, що сформувалася до кінця періоду статевого дозрівання,

зберігається в основному до 40-50 років, в той час як показники відносної сили понижуються раніше, в 30-40 років. Як правило, найбільш виражене це зниження при згинанні і розгинанні тулуба, згинанні стегна і приведенні плеча. Цим м'язовим групам і потрібно приділяти особливу увагу при розвитку "вибухової" і абсолютної сили. Приріст абсолютної сили пов'язаний з використанням снарядів граничної (субмаксимальної) ваги в режимі максимальних зусиль. Придатні також вправи ізометричного характеру. Для цього особи, що займаються повинні прийняти певну позу і в зворотній залежності від величини прикладеного зусилля (80-100%) протягом 5-10с розвивати напруження м'язів. Ту ж задачу вирішують статичні навантаження по утриманню максимальних (субмаксимальних) обтяжень; наприклад, штанги на плечах в положенні напівприсіду. В одне тренувальне заняття можна включати 6-7 таких завдань, з повторенням кожного з них 2-3 рази.

Метання набивних м'ячів, короткотривалі стрибки, біг 30 м зі старту забезпечать приріст "вибухової" сили. Основну увагу потрібно приділяти м'язам, найбільш схильним до процесів старіння, і професійно значущим м'язам. Метод повторних зусиль придатний на початкових стадіях тренування сили, при вивченні техніки рухів. Часте його використання призводить до збільшення м'язової маси, що біологічно невиправдано. Цей метод буде основним для підвищення силової витривалості м'язів черевного пресу, розгиначів рук і ніг у жінок і згиначів рук у чоловіків. У зв'язку з великою власною вагою значна частина жінок 29-34 років взагалі не здатна виконати деякі силові вправи. Їм необхідно створювати полегшені умови, використовуючи допомогу партнера, варіюючи масу обтяжень і вихідні положення, потрібно довести кількість повторень в одному підході до 20 і більше разів. Силові вправи доцільно поєднувати з вправами на гнучкість. До цього віку внаслідок безповоротних змін в м'язах і зв'язках її показники значно знижуються. Деякого збільшення рухливості в суглобах можна добитися за допомогою вправ з амплітудою рухів, що збільшується, за рахунок зовнішніх впливів. Прикладом таких рухів для чоловіків буде нахил уперед з штангою, для жінок - нахили в положенні сидячи за допомогою партнера. Для збільшення рухливості хребта, кульшових і плечових суглобів використовують нахили, кругові рухи тулубом і тазом, повороти, викрути, махові рухи. На цьому етапі онтогенезу, враховуючи особливості фізичного стану, спектр і темпи процесів старіння, значущість окремих функцій в забезпеченні життєдіяльності людини в тренувальний процес чоловіків 30-39 років і жінок 29-34 року, доцільно включати: 30% навантажень на розвиток аеробної і 5% - анаеробної продуктивності; 10% - спритності; 15% -

швидкості; 10% - абсолютної сили; 15% - "вибухової" сили; 7% - статичної і 8% - динамічної силової витривалості.

Сучасний тлумачний словник дає таке формулювання: "Довголіття – це тривале життя". Більш точного визначення надає медична енциклопедія: "Довголіття – тривалість життя вище середнього терміну життя живої істоти (рослина, тварина, людина)". Термін "довголіття" часто застосовується в науках, що досліджують закономірності відтворення населення – демографії, геронтології (досліджує закономірності процесів старіння), при розробці методів по збільшення тривалості життя. Іншими словами, довголіття означає "довге життя", особливо коли це торкається життя, що триває довше, ніж звичайне. По розрахунках деяких учених, середня видова тривалість життя людини складає  $95 \pm 2$  роки (біологічний вік). Проте, гранична можлива (документально встановлена) тривалість життя людини досягає 150 – 160 років. Відповідно до цього, довголіттям можна вважати такий термін життя, що перебільшує середній рівень та наближується до граничного. Найбільш відомими довгожителлями за всю історію людства вважаються: філософ Демокрит (бл. 470/460 – бл. 370/360 до н. е.), що прожив 109 літ, Ксенофан (бл.570/565 – бл. 475/470 до н. е.), англієць Томас Пар – прожив 152 роки (1483 – 1635), Шіралі Муслімов (СРСР) – прожив 168 років – з 1805 по 1973. За даними відомого демографа Б. Урланіса, середньою межею життя сучасної людини є вік 86 (для чоловіків), 88 (для жінок) років. Багато учених виказують думку, що біологічна тривалість життя в майбутньому може збільшитися до 120 – 150 років. Але щоб цього добитися, "необхідно подолати цілий ряд бар'єрів отримати перемогу над атеросклерозом, онкологічними, вірусними захворюваннями, розгадати фізіологічні, клітинні і генетичні механізми старіння і, головне, навчитися управляти ними".

Сучасні дослідження показують, що в різних країнах є різною середня тривалість життя. При цьому головними факторами, що обумовлюють довголіття вчені визначають: рівень добробуту в країні, степінь розвиненості медицини та доступність медичних послуг для населення, традиційні для населення форми праці, відпочинку, харчування. Так, наприклад, середня тривалість життя в деяких країнах є наступною: Японія – 83 роки, Ісландія – 82 роки, Австралія – 81 рік, Німеччина – 79 років, Велика Британія – 79 років, США – 78 років, Куба – 77 років, Болгарія – 73 роки, Росія – 67 років, Україна – 65 років, Ірак – 61 рік, Ботсвана – 34 роки. На тривалість довголіття значний вплив здійснює процес старіння людини. Старіння організму є біологічним явищем, воно розвивається поступово, але особливо помітним стає приблизно в 65 – 70 років. Старіння може бути нормальним,

тобто процесом, що поволі розвивається, а може бути і дуже швидким, передчасним (в цьому випадку говорять, що людина здала на очах) це вже процес патологічний. І задача науки, а також практичної медицини визначити ті умови, які дозволяють людині жити довго, і з'ясувати причини передчасного старіння.

Поняття "активне довголіття" означає те, що коли людина починає усвідомлювати необхідність і можливість продовження тривалості свого життя, то за допомогою системи заходів (мір) починає вести боротьбу за його збільшення. Ще в глибокій старовині люди мріяли не тільки про те, щоб зрозуміти причини старіння, але і практично досягти довголіття. Для цього пропонувалося використовувати різні талісмани, трави, пити кров молодих тварин і т.д. Багато сил віддалося ідеї продовження життя середньовічні алхіміки, які шукали спосіб отримання не тільки золота, але і еліксиру молодості. Найвідомішими є поради "довголіття" французького просвітника Вольтера (1694 – 1778). Він був переконаний, що можливості людського розуму безмежні. І саме від «настрою» розуму залежить здоров'я людини не тільки духовне, але й фізичне. В молоді роки Вольтера постійно переслідували мучительні нервові розлади. Схильність до депресії надто часто вибивала його з ритму життя. З юності Вольтера мучили жорстокі і часті нетравлення шлунку. В другій половині життя стан здоров'я стає значно кращим. Вольтер вважав, що прогрес досягнуто завдяки трьох правил, і дотримувався їх беззастережно. По-перше, здоров'я тіла залежить від правильного ритму праці й відпочинку. Причому, не тільки відпочинок, але й праця повинна давати насолоду: «Тільки праця позбавляє нас від трьох великих бід – нудьги, пороку і нужди». По-друге, організм людини вимагає постійних регулярних вправ і тренувань. Вони мають бути дозованими, складеними з урахуванням здоров'я і віку. Для кожного періоду життя – свої навантаження. «Той, хто не поводиться відповідно свого віку, завжди розплачується за це». Цікаво, що Вольтер вважав, що тільки сама людина може вибрати для себе міру навантажень. По-третє, кожна людина, яка піклується про своє здоров'я, повинна дотримуватися індивідуальної дієти. «Що корисно для одних, то згубно для інших», «Не можна їсти того, чого не знаєш, в чому непевний». Науковий підхід до рішення цієї проблеми став розвиватися лише в кінці ХІХ – початку ХХ століття.

Будь-яка людина має велику нагоду вести боротьбу за своє довголіття. Великий інтерес до цієї проблеми проявив відомий радянський фізіолог І.П. Павлов (1849 – 1936). Висунувши свою теорію старіння, в якій визначальна роль відводиться нервовій системі, її впливу на організм, вчений поставив під контроль перш за все самого себе. Напівжартом він заявив, що постаріється

дожити до 90 років, основу його способу життя склав строгий режим: чергування праці і відпочинку. У перервах між науковою роботою І. П. Павлов грав в городки, працював в саду, любив у вихідні дні ходити в ліс за грибами, кататися на велосипеді. Учений признавався, що фізичну працю він завжди любив більше, ніж розумову. І слід визнати, що учений до кінця своїх днів зберіг високу працездатність, енергію, творчу активність і, безумовно, міг би дожити до 90 років. Проте трьох років не вистачило йому до "бажаного рубежу": на 88-у році життя він помер, як і Мечников, від запалення легенів. І.П. Павлов велику роль в збереженні здоров'я відводив певному режиму, розумному чергуванню фізичної і розумової праці, особливо підкреслюючи користь фізичних навантажень. В наш час, коли машини та електроніка значним чином полегшують працю людини, все частіш відмічаються негативні наслідки від "сидячої", "кабінетної" ("офісної") роботи. Вчені акцентують увагу на появу таких проблем, як відсутність динамічних навантажень впродовж робочого дня. В таких умовах великого значення набуває активний відпочинок. Пасивний відпочинок неважко замінити активним. І тут, вважаємо, доречно привести в приклад досвід американського терапевта П. Брегга. Він довів, що у багатьох випадках фізична праця може бути успішно замінена тренуваннями, фізичними вправами і спеціальною низькокалорійною дієтою. (П. С. Брегг прожив 95 років і трагічно загинув ще повним сил). У основі системи Брегга лежить поєднання високої фізичної активності з використанням певної дієти та аутотренінгу. Серед фізичних вправ, якими він займався, були біг підтюпцем на довгі дистанції, піші прогулянки, танці, вправи, запозичені з системи індійських йогів. Фізичними вправами він вважав за краще займатися на відкритому повітрі в парку, лісі, приділяючи тренуванням протягом дня порівняно небагато часу близько години. Для підтримки тонусу нервової системи цей вже далеко не молодий чоловік спілкувався з молоддю, відвідував танцювальні вечори, ходив у туристичні походи, займався альпінізмом. На його думку, "здоров'я людини залежить від психічного стану. Воно повинне бути радісним, веселим, людина повинна бути упевненою в собі". Вельми своєрідною була дієта Брегга. На його думку, 3/5 харчового раціону літньої людини повинні складатися з "природних очищувачів організму" овочів і фруктів, як сирих, так і варених. Сам він м'ясо вживав не частіше двох-трьох разів на тиждень, був супротивником смаженої їжі. Брегг вважав, що шкідливий вплив на організм роблять надлишки цукру, кави, чаю, тютюну, алкоголь, а також сіль, яка, якщо її вживати у великій кількості, може привести до захворювання нирок, судин серця. Надзвичайно велике значення в досягненні довголіття П. Брегг

надавав періодичному голодуванню, в якому бачив єдиний спосіб очистити свій організм від отруйних речовин, що скопилися в ньому, і шлаків. "Природне харчування, очищення організму голодуванням, фізичні вправи ось що веде до довгого, здорового життя, – писав Брегг. – Всі бажають довгого життя, але мало що роблять для цього. Для того, щоб бути здоровим, потрібно працювати". З погляду сучасної медицини в системі П. Брегга, не все, але багато що заслуговує уваги: постійний режим, широке використання фізичних вправ, відмова від смаженої їжі, алкоголю, тютюну, збудливих напоїв, надлишку солі, підтримка позитивного психологічного тону. А ось до рекомендованого їм голодування треба підходити з обережністю, суто індивідуально. Не можна повністю згодитися з його рекомендаціями щодо дієти: його раціон містив багато вітамінів, але явно недосить білків: м'яса і молочних продуктів. Проте в цілому досвід Брегга переконливо доводить, що при активному відношенні до свого здоров'я людині дійсно вдається не тільки досягти похилого віку, але і зберегти при цьому високу розумову і фізичну працездатність. Всі вище перелічені способи можна охарактеризувати за допомогою поняття "здоровий спосіб життя".

Біомеханічна стимуляція (БМ-стимуляція) – новий напрям у сфері охорони здоров'я. Її засновником став професор В.Т. Назаров, що розробив цей новий напрямок в області фізичної культури й спорту. БМ-стимуляція здійснюється шляхом дії на м'язи людини механічними чинниками, точніше вібрацією, в результаті чого виникають психофізіологічні ефекти, які складають різні аспекти тренування м'язів та загального впливу на весь організм. На думку провідників цього напрямку, БМ-стимуляція сприяє омолодженню: очищається кровоносне русло організму, відкриваються нові капіляри, поліпшується живлення кліток і їх оновлення. Прихильники методу вважають, що позитивні зрушення на периферії нашого рухового апарату повинні щадити і роботу центральних органів. Адже транспортування крові в організмі здійснюється за рахунок механічної енергії стимулятора. Дослідники проводили сеанси стимулювання кінцівок у хворих людей літнього і похилого віку (до 75 років). Їх результати показали, що, по-перше, не виявилось негативних наслідків в період спостережень; по-друге, зменшилися або зовсім зникли оніміння і болі в кінцівках; по-третє, покращало загальне самопочуття, збереглося позитивне відношення пацієнтів до стимуляції, що виражалось в повторних проханнях періодично продовжувати сеанси. Відомо, що фізична культура в літньому і похилому віці є хорошим засобом для продовження активного довголіття, тому БМ-стимуляція відіграє значну роль як засіб для імітації організму в деяку

подібність спортивної форми. Ще один приклад доцільного застосування БМ-стимуляції приводять її розробники для літніх людей. Ніщо так не видає їх вік, як хода. З віком люди ходять як би з нахилом вперед, сутуляться, починають дріботати ногами, спираються на всю стопу, перенавантажуючи м'язи гомілки. Це відбувається тому, що обмежується рухливість ноги назад в тазостегновому суглобі і знижується тонус м'язів тазу. Ці рухові недоліки можна зменшити, використовуючи БМ-стимулятор для м'язів ніг. Скоректувавши, таким чином, тонус м'язів тазу і збільшивши рухливість в тазостегновому суглобі, можна виправити поставу при ходьбі. Подібне трактування ролі і можливості фізичного виховання в справі збереження і зміцнення здоров'я пропонується норвезьким викладачем фізкультури Н.Сейффартом. Він переконливо показав, що фундамент нашого здоров'я і хорошого самопочуття багато в чому базується на здоров'я м'язової системи і всього рухового апарату людини. Систематичні перенапруження м'язів, з одного боку, і детренованість, з іншого, ведуть до появи затвердіння м'язів міозів, функціональних контрактур та ін. Такі порушення функцій рухового апарату більшою чи меншою мірою є практично у кожного і особливо виражені у людей середнього і літнього віку. Для усунення цих функціональних відхилень Сейффарт розробив цілу систему щодо простих фізичних вправ, які належить регулярно виконувати протягом багатьох днів, а вірніше, всього життя. Вони, на його думку, сприяють збереженню хорошого самопочуття і високої працездатності, тобто орієнтують людей не на досягнення спортивних результатів, а на придбання хорошого самопочуття, працездатності. Ці вправи він назвав як такі, що "забезпечують здоров'я". З появою БМ-стимуляції вказані рухові задачі розв'язуються у багато разів ефективніше і швидше.

## МОДУЛЬ 2

### ОСНОВИ СПОРТИВНОЇ МЕТРОЛОГІЇ

#### 1. Лекції.

#### Лекція №1: ПРЕДМЕТ СПОРТИВНОЇ МЕТРОЛОГІЇ. ОСНОВИ ТЕОРІЇ СПОРТИВНИХ ВИМІРІВ

##### План

1. Предмет, мета та завдання курсу «Спортивна метрологія».
2. Класифікація контролю у фізичному вихованні і спорті.
3. Різновиди комплексного контролю.
4. Системи одиниць фізичних величин.
5. Параметри, які вимірюються у фізичному вихованні і спорті.
6. Законодавча база функціонування стандартизації в Україні.
7. Поняття «вимір», «вимірювання».
8. Види системи вимірювань.
9. Етапи процесу вимірювання.
10. Фактори, що впливають на якість вимірів.
11. Шкали вимірів.
12. Точність вимірювань.

##### Література

1. Базилевич Н.О. Спортивна метрологія: [навч.-метод. посіб.] / Н.О. Базилевич – Переяслав-Хмельницький, ФОП Домбровська Я.М., 2016 – С.12-32.
2. Годик М. А. Спортивная метрология : [учеб. для ин-тов физ. культ.] / М.А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – С. 5 – 16.
3. Зациорский В. М. Спортивная метрология / В.М. Зациорский. – М.: Физкультура и спорт. – 1982. – С. 5 – 18.
4. Коренберг В. Б. Спортивная метрология / В.Б. Коренберг. – М.: Советский спорт, 2004. – С. 5-20.
5. Начинская С. В. Спортивная метрология: [учеб. пособие для вузов по спец. «Физическая культура»] / С. В. Начинская. – М. : Академия, 2005. – С. 6-17.
6. Сергієнко Л. П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти / Л.П.Сергієнко. – К. : КНТ, 2010. – С. 15- 41.
7. Смирнов Ю.И. Спортивная метрология: [учеб. для студ. пед. вузов] / Ю.И. Смирнов, М.М. Полевщиков– М.: Академия, 2000. – С. 8-21, 162-164.
8. Уткин В.Л. Биомеханика физических упражнений / В.Л. Уткин. – М.: Просвещение, 1989. – С.33-36.



## 1. Предмет, мета та завдання курсу «Спортивна метрологія».

Слово «метрологія» у перекладі з давньогрецького означає наука про «виміри» (метрон – міра, логос – слово, наука). Історія розвитку метрології висвітлювалась у багатьох дослідженнях, зібрані численні відомості про становлення цієї науки. Здавна людям досить часто доводилось мати справу з різними вимірюваннями: при будівництві споруд, при визначенні напрямку руху по морю з використанням астрономії, у торгівлі, при визначенні пропорцій людського тіла. У стародавні часи частини людського тіла використовувались як міра довжини: ширина великого пальця – дюйм, ширина долоні – пальма, довжина стопи – фут, відстань від ліктя до кінця середнього пальця – лікоть.

Довгий час метрологія була описовою наукою про різні міри та співвідношення між ними. Лише завдяки прогресу фізичних та точних наук метрологія набула суттєвого розвитку у забезпеченні єдності і точності вимірювань фізичних величин, кількість яких дедалі збільшувалася, та щодо якості цих вимірювань. Великий вклад у становлення сучасної метрології як науки внесли вітчизняні і зарубіжні вчені: Б.С. Якобі, В.Я. Струве, А.Я. Купфер, В.С. Глухов, Д.І. Менделєєв, Н.Г. Єгоров, Л.В. Залуцький, Л.І. Кременчуцький, Б.І. Руденко, І.П. Глибін, та ін. Особливо слід підкреслити значну роль Д.І. Менделєєва у розвитку метрології. Його роботи з вимірювання маси і температури, а також щодо впровадження метричної системи залишаються актуальними і сьогодні.

Розвиток науки і промисловості стимулював розвиток вимірювальної техніки, а удосконалення вимірювальної техніки, у свою чергу, активно впливали 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. Основною задачею загальної метрології є забезпечення єдності і точності вимірів. Спортивна метрологія є частиною загальної метрології.

*Спортивна метрологія* – це наука про виміри та контроль у фізичному вихованні та спорті, а також про методи і способи забезпечення єдності і точності вимірів фізичних величин. Зазвичай, у фізичному вихованні і спорті вимірюються такі фізичні величини, як час, маса, довжина, сила. Але, крім фізичних показників, підготовленість спортсменів характеризують педагогічні, психологічні, соціальні і біологічні показники, які за своїм змістом відрізняються від фізичних. На думку В.М. Заціорського, Л.П. Сергієнко В. Б. Коренберга, спортивна метрологія – це галузь спортивної педагогіки, сукупність принципів, уявлень, правил, методів, прийомів, що являють собою теоретичні і методичні основи контролю в спорті. Можна розрізнити:

- спортивну метрологію як *теоретичний предмет* – набір принципів, закономірностей, положень і правил; спортивну метрологію як *практичну технологію* – набір методів і прийомів, що використовуються у фізичному вихованні та спорті для здійснення ефективного контролю щодо розвитку моторики людини;

- спортивну метрологію як *навчальну дисципліну*.

Особливістю спортивної метрології є те, що у спортивній практиці недостатньо вимірювати тільки фізичні величини. Крім вимірювання традиційних величин довжини, маси, часу, доводиться оцінювати технічну майстерність, функціональні можливості, психомоторні здібності спортсменів.

Особливістю спортивної метрології є також те, що у ній термін «вимірювання»

тракується у самому широкому сенсі, тому що в спортивній практиці недостатньо вимірювати тільки фізичні величини.

До *змісту* спортивної метрології входить:

- 1) контроль за станом спортсмена;
- 2) контроль за тренувальними навантаженнями;
- 3) контроль за технікою виконання руху;
- 4) контроль за спортивними результатами і поведінням спортсмена на змаганнях;
- 5) порівняння отриманих даних, їх оцінка й аналіз.

*Предметом спортивної метрології* є комплексний контроль у фізичному вихованні та спорті з метою використання його результатів під час планування підготовки спортсменів.

## 2. Класифікація контролю у фізичному вихованні і спорті.

Класифікувати різні види контролю у фізичному вихованні і спорті можна за двома ознаками:

1. Станом систем організму людини і особливістю діяльності її у фізичному вихованні і спорті.
2. Періодичністю проведення контролю.

За першою ознакою можна виділити такі види контролю: медичний, педагогічний, біомеханічний, контроль змагальної діяльності, морфологічний, функціональний, біохімічний, психологічний, генетичний і комплексний. Такими видами, як контроль змагальної діяльності і генетичний контроль, користуються в основному в спорті (Л.П. Сергієнко, Т.В. Селезньова, 2003).

Медичний контроль. Згідно структури медичного контролю людей, які займаються фізичними вправами і спортом, він здійснюється в трьох

напрямах: оцінка фізичного розвитку; оцінка біологічного віку; оцінка стану здоров'я.

Оцінка *фізичного розвитку* містить в собі визначення:

- соматичних величин – довжини, маси тіла, обхват грудей;
- фізіометричних величин - життєва ємкість 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 індекс, індекс фізичного розвитку та ін.

Визначення *біологічного віку* включає в себе оцінку:

- кардіо-пульмональної системи (систоличний артеріальний тиск, ЖЄЛ, артеріальний парціальний тиск кисню);
- органів чуття, психіки (зір, слух, здатність до переключення уваги);
- рухового апарату (еластична здатність сухожиль);
- стан зубів (кількість здорових зубів).

Нормою вважається відхилення біологічного віку від хронологічного в межах 5 років.

Оцінка *стану здоров'я* визначається шляхом аналізу анкетних даних, вивчення медичного профілю і 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.

Педагогічний контроль. Частіше за все використовується у практичній роботі. Він здійснюється в двох напрямках:

- контроль розвитку рухових здібностей;
- контроль фізичного (тренувального і змагального) навантаження.

**Контроль розвитку рухових здібностей** – ступінь змінюваності і відповідності модельним характеристикам координаційних, силових, швидкісних здібностей, здібностей до витривалості і гнучкості в суглобах.

При оцінці *координаційних здібностей* диференційовано визначають такі їх 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; абсолютну та відносну силу. При дослідженні *швидкісних здібностей* визначають всі три її прояви – швидкість реакції (просту і складну: реакцію вибору рухів, реакцію на рухомий об'єкт), швидкість одиничних рухів, частоту (темп) рухів в циклічних видах рухової

діяльності й 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 дослідження як тренувального, так і змагального навантаження. Реєструються такі компоненти:

об'єм, інтенсивність, координаційна складність та інші її складові.

Біомеханічний контроль. Сучасний розвиток біомеханіки дає можливість об'єктивно оцінити *біокінематичні* характеристики рухів (кіно-фото зйомка), зробити оцінку *біостатики* тіла та його ланок (визначення загального центра тяжіння, стійкості тіла в різних положеннях), вивчити *біодинамічні* характеристики рухів (тензодинамометрія, міотонометрія, електроміографія).

Контроль змагальної діяльності. Даний вид контролю здійснюється загалом у трьох напрямках: контроль ефективності ігрової діяльності, стенографування рухів, реєстрація різних характеристик рухів. Контроль ефективності ігрової діяльності (техніко-тактичних дій) за розробленими оціночними шкалами здійснюється шляхом співставлення 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 дозволяють визначити довжині та охопні антропометричні показники, а також антропометричні діаметри.

Схильність до занять певним видом спорту залежить від соматичної належності людини.

Функціональний контроль у фізкультурно-спортивній практиці здійснюється в декількох напрямках при вивченні функціональної діяльності:

- *функцій серцево-судинної системи* – визначають ЧСС у стані спокою, при роботі і відновленні; артеріальний тиск; проводять функціональні спроби, в основі яких здійснюється реєстрація різних показників серцево-судинної системи;
- *функцій дихальної системи* – проводиться на основі вивчення життєвої ємності легень, максимальної вентиляції легень, функціональних спроб, визначення порогу анаеробного обміну;
- *функцій нервово-м'язової системи* – використовується термографія, електроенцефалографія;
- *функцій сенсорних систем* – обстежуються зоровий, слуховий і руховий аналізатори.

Біохімічний контроль здійснюється в декількох напрямках:

- біохімічний контроль повітря (співвідношення спожитого кисню і вуглекислого газу, що відображає інтенсивність процесів енергозабезпечення) і біологічних рідин (вивчаються кров, сеча, слина, піт);
- біохімічний контроль м'язової тканини (визначають кількість скорочуваних білків, АТФ-азну активність міозина, показники енергетичного обміну, електроліти та інші речовини);
- біохімічний контроль застосування допінгу.

Психологічний контроль включає:

- контроль *інтелектуальних здібностей* – за допомогою вербальних, словесних, числових, зорово-просторових тестів. Кількісним показником рівня інтелектуального розвитку людини є коефіцієнт інтелекту IQ (англ. – Intelligence Quotient);
- контроль розвитку *пам'яті* – вивчають короточасну (використовуються цифрові і наочно-образні тести), логічну, механічну і рухову пам'ять;
- контроль *уваги* - за допомогою тестів вивчають ступінь концентрації, властивість переключення (лабільність) і стійкість (стабільність);
- діагностика розвитку *мислення* – використовують такі тести – інтерпретація прислів'я, відгадування загадок, виділення суттєвих ознак, виключення понять, методики «кількісні відношення», «словесний лабіринт» та ін.;
- *типологічні властивості нервової системи* – враховуються під час спортивного відбору. Їх можна визначити за допомогою педагогічного спостереження і тестових завдань.

Використання генетичного контролю пов'язують з проблемою пошуку спортивних талантів. Розрізняють декілька напрямів генетичного контролю:

- діагностика спортивного таланту;
- визначення наявності чи відсутності генетичних маркерів (серологічних, дерматогліфічних, іридологічних, хромосомних, функціональних, гормональних і морфологічних);
- визначення статевої належності спортсмена (під час допуску до змагань

спортсменок).

За другою ознакою – періодичністю проведення – контроль класифікують як:

- *етапний контроль* здійснюється за результатами цілого етапу підготовки (півроку, рік, чотири роки) – в залежності від визначення тривалості наміченого етапу відповідного рівня. Дає можливість визначити адаптаційні реакції рухової функції людини (спортсмена) після певного етапу тренувальних занять;
- *поточний контроль* відноситься до мікро- і мезоциклам тренувального процесу. Дозволяє врахувати слідовий ефект, який сформований навантаженням попереднього дня, що уможливорює вносити корективи до норм тренувального навантаження, яке планується протягом тижня;
- *оперативний контроль* проводиться за ходом і результатами підготовки в рамках одного тренувального заняття (змагання), у крайньому випадку – одного дня. Дозволяє врахувати термінову реакцію організму людини на певне тренувальне навантаження, що сприяє підвищенню ефективності оптимізації навантаження залежно від стану здоров'я людини та індивідуальних особливостей спортсменів.

### 3. Різновиди комплексного контролю.

Комплексний контроль містить у собі:

- контроль за *змагальною діяльністю* – вимір, оцінка й аналіз різних показників на змаганнях, що завершують визначений етап тренування (при етапному контролю), що завершує мікроцикл тренування (при поточному контролю) і під час будь-якого змагання (при оперативному контролю);
- контроль *тренувальної діяльності* – побудова й аналіз динаміки характеристик навантаження, а також підсумок навантажень за всіма показниками і визначення їх співвідношення за етап підготовки (при етапному контролю), у мікроциклі тренування (при поточному контролю). Вимір й оцінка фізичних і фізіологічних характеристик навантаження вправ, серії вправ тренувального заняття при оперативному контролю;
- контроль *підготовленості спортсменів* – вимір, оцінка й аналіз показників, що інформативно відбивають змін стану спортсмена наприкінці етапу підготовки (при етапному контролю), викликаних систематичними тренувальними заняттями (при поточному контролю) і відразу ж після

виконання фізичних вправ і занять, експрес-оцінка (при оперативному контролю).

#### 4. Системи одиниць фізичних величин.

У минулому люди обходились тільки підрахунком одновимірних об'єктів – голів скота, кількості воїнів та ін. Такий підрахунок не вимагав уведення поняття фізичної величини і встановлення умовних величин вимірювання. Так, на Русі основними одиницями вимірювання були п'ядь і лікоть. П'ядь – це відстань між кінцями великого і вказівного пальців дорослої людини. Пізніше цю одиницю вимірювань замінив аршин (п'ядь дорівнювала . аршина). Міра «лікоть» була започаткована у Вавилоні та означала відстань від згину ліктя до кінця середнього пальця руки.

Перша єдина система мір була розроблена в період Великої Французької революції наприкінці XVIII століття (1790р.). Ця відома усім метрична, чи десяткова система мір, де за основну одиницю довжини був прийнятий метр, за одиницю ваги – грам (пізніше – кілограм). В 1799 р. були виготовлені перші еталони метра й кілограма. Крім цих двох одиниць метрична система у своєму первісному варіанті включала ще й одиниці площі (ар – площа квадрата зі стороною 10 м), об'єм (стер, дорівнює об'єму куба з ребром 10 м), місткості (літр, дорівнює об'єму куба з ребром 0,1м).

Уперше поняття про *систему одиниць* як сукупності основних і похідних увів німецький учений К.Ф. Гаусс в 1832 р. За його методом побудови систем одиниць різних величин спочатку встановлюють або обирають довільно кілька величин незалежно одна від одної. Одиниці цих величин називають основними, тому що вони є основою побудови системи одиниць інших величин. Одиниці, виражені через основні одиниці, називають похідними. Повна сукупність основних і похідних одиниць, установлених таким шляхом, *і є системою одиниць фізичних величин*. Як основні одиниці в системі, запропонованої К.Ф. Гауссом, були прийняті: одиниця довжини — міліметр, одиниця маси — міліграм, одиниця часу — секунда. Цю систему одиниць назвали *абсолютною*.

У 1960 році була прийнята нова система, яка одержала найменування міжнародної системи одиниць (СИ) – від початкових букв слів *Systeme International*.

*Основними одиницями фізичних величин у СИ є:*

- одиниця довжини – метр (м);
- маси – кілограм (кг);
- часу – секунда (с);
- сили електричного струму – ампер (А);
- термодинамічної температури – кельвін (К);
- сили світла – кандела (кд);

- кількості речовини – моль (моль);

*Додаткові одиниці SI:*

- радіан (рад) – для виміру плоского кута;
- стерadian (ср) – для виміру тілесного кута.

## 5. Параметри, які вимірюються у фізичному вихованні і спорті.

За даними Ю. І. Смирнова, М. М. Полевщикова (2000), сучасна уніфікація одиниць вимірювання, технологій і технічних засобів дозволила внаслідок одержати інформацію більше ніж від 3000 окремих параметрів. Їх можна розподілити на чотири рівні:

- *інтегральні* – відображають сумарний ефект функціонального стану різних систем організму (наприклад, спортивну майстерність);
- *комплексні* – відносять до однієї із функціональних систем організму людини (наприклад, фізичної підготовленості);
- *диференціальні* – характеризують тільки одну властивість системи (наприклад, розвиток сили);
- *одиничні* – розкривають одну величину окремої властивості системи (наприклад, розвиток максимальної сили м'язів рук).

Основними вимірюваними і контрольованими параметрами в наукових дослідженнях із фізичного виховання і спорту є:

- фізіологічні, фізичні та психологічні параметри тренувального навантаження і відновлення;
- параметри розвитку координаційних, силових, швидкісних здібностей, здібностей до витривалості та гнучкості в суглобах людини;
- функціональні параметри серцево-судинної, дихальної, сенсорних систем;
- біомеханічні параметри спортивної техніки.

Параметри зовнішньої форми й складу тіла, які використовуються в спорті для діагностики фізичного стану, застосовуються в чотири рази рідше, ніж параметри тренувального навантаження, відновлення й фізичної підготовленості. Досить слабо використовуються при вимірах такі важливі компоненти підготовки спортсменів, як параметри тактичних дій, порівняно рідко застосовуються виміри, що допомагають вивчати параметри впливу зовнішніх умов на тренувальний процес: атмосфери, води, ґрунту, приміщень, природних сил природи.

*Метрологічне забезпечення* – це застосування наукових і організаційних основ, технічних засобів, правил і норм, необхідних для досягнення єдності і точності вимірів у фізичному вихованні і спорті. Перш за все, метрологічне забезпечення спрямоване на те, щоб забезпечити єдність і точність вимірів.

Науковою основою цього забезпечення є метрологія, що містить у собі:

- систему державних еталонів;
- систему розробки і випуску засобів вимірювання;



- метрологічну атестацію й перевірку засобів і методів вимірювання;
- систему стандартних даних про показники, що підлягають контролю в процесі підготовки спортсменів.

#### 6. Законодавча база функціонування стандартизації в Україні.

Для того щоб вимірювання здійснювалося однаково, існують стандарти на виміри. *Стандарт* – це нормативний технічний документ, що встановлює комплекс норм, правил, вимог щодо об'єкту стандартизації (спортивні виміри).

Використання стандарту підвищує точність, економічність і єдність вимірів. У кожній країні, у тому числі і на Україні діє Державна система стандартизації, яка контролює організаційні, правові, методичні і практичні основи цієї діяльності.

Восьмого жовтня 1901 р. у Харкові було відкрито першу в Україні повірочну палатку для повірки й таврування торговельних мір і ваг. Із цієї події бере початок історія метрології й стандартизації в Україні. З 2005 року в Україні діє новий Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», положення якого максимально наближені до міжнародних та європейських вимог у цій сфері. Цей Закон визначає правові основи забезпечення єдності вимірювань в Україні, регулює відносини у сфері метрологічної діяльності та спрямований на захист громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів вимірювань.

Керівництво роботою з метрології і стандартизації здійснює Державний комітет зі стандартів. Він визначає порядок стандартизації проведення вимірювальних операцій, перспективи їх розвитку, стежить за забезпеченням єдності і правильності будь-яких вимірів у країні, у тому числі і у фізичному вихованні і спорті. Використання стандартизації для впровадження наукових результатів у практику має ряд переваг, оскільки:

- забезпечує широту впровадження наукових принципів у практику контролю, діагностики і управління навчально-тренувальним процесом;
- гарантує обов'язковість виконання цих принципів, тому що стандарт має юридичну силу;
- стандартизація висуває особливі вимоги щодо точності, достовірності, надійності та об'єктивності збору та обробки наукових даних і

обґрунтованості їх використання у кожному конкретному випадку при підготовці спортсменів.

## 7. Поняття «вимір», «вимірювання».

*Вимірювання* – це сукупність операцій, які виконуються за допомогою технічних засобів, що зберігають одиницю величини й дозволяють зіставити з нею вимірювану величину.

«*Вимір*» – це пізнавальний процес, що полягає в порівнянні шляхом фізичного експерименту даної величини з відомою величиною, прийнятої за одиницю порівняння. У стандарті дане визначення більше лаконічне:

«Вимір» – знаходження значення фізичної величини досвідченим шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів.

Виміром якої-небудь фізичної величини називається операція, в результаті якої визначається, у скільки разів ця величина більше або менше іншої величини, прийнятої за еталон. Наприклад, за еталон довжини прийнятий метр, і при проведенні вимірів у змаганнях або при тестуванні, ми довідаємося скільки метрів міститься в результаті, показаному спортсменом у стрибку в довжину, висоту, у штовханні ядра.

Але, крім таких вимірів, у спортивній практиці дуже часто потрібно оцінити виразність виконання вправ, складність рухів стрибунів у воду або на батуті, стомлення марафонців, тактичну майстерність. У цьому випадку виміром буде називатися установлення відповідності між досліджуваними явищами з одного боку і числами – з іншого.

*Завдання вимірювання* є першим початковим елементом вимірювання. В завданні визначається яка фізична величина повинна бути виміряна, та допустима похибка вимірювань у певних умовах. При постановці завдання передбачається конкретизація об'єкту вимірювання.

*Об'єктом вимірювання* в теоретичній метрології є реальний фізичний об'єкт, властивості якого характеризуються однією чи декілька вимірювальними фізичними величинами. В спортивній метрології об'єктом вимірювання може бути певна рухова здібність, властивості якої визначають шляхом вимірювання її складових. Суб'єктом вимірювання в спортивній метрології є людина.

### Принципи вимірювання:

- *об'єктивності* вимірювання – вирішує проблему співвідношення об'єктивного і суб'єктивного компонентів у науковому пізнанні, його результати не можуть змінити сутність і закономірності, які характеризують суб'єкта вимірювань;

- багатомірного, багаторівневого вимірювання об'єкту – визначення сутності об'єкта можуть стосуватись різних рівнів його існування, для кожного з яких обирають певні методи вимірювання, робиться аналіз і тлумачення;
- вивчення явищ в їх розвитку, який ґрунтується на розумінні природи особистості як динамічного явища, реалізація цього принципу дає можливість шляхом екстраполяції прогнозувати розвиток явищ у майбутньому, що є суттєвою проблемою спортивного відбору;
- творчої самодіяльності процесу вимірювань полягає у реалізації етапності вимірювань, підборі методів вимірювань.

Метод вимірювання – це прийом порівняння вимірювальної фізичної величини з її одиницею у відповідності до реалізованих принципів вимірювання. Методи вимірювання повинні за можливості мати мінімальну похибку.

Вони можуть бути:

- *безпосередніми* – суть оцінки полягає в тому, що про значення вимірювальної величини роблять висновки за показниками безпосередньо дослідження;

- *непрямими* називаються вимірювання, за яких шукане значення величини знаходять на основі залежності між цією величиною та величинами, що піддаються вимірюванню.

Засіб вимірювання – це технічні засоби, що використовуються при вимірюванні і мають нормовані метрологічні властивості. До засобів вимірювання відноситься:

- *міра* – засіб вимірювання, призначений для відтворення фізичної величини заданого розміру (гиря – міра маси);

- *вимірювальний прилад* – це засіб вимірювання, який дозволяє одержати вимірювальну інформацію у формі, що є доступною для безпосереднього сприйняття її спостерігачем.

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

## 8. Види системи вимірювань

У спортивній метрології визначено декілька класифікацій видів вимірювань:

1. Органолептичні – види вимірів заснованих на використанні органів почуттів людини (дотику, нюху, зору, слуху й смаку). Виміри, засновані на інтуїції, називаються *евристичними*.

2. Інструментальні – виміри, які виконуються за допомогою спеціальних технічних засобів. Серед них можуть бути *автоматизовані* (роль людини повністю не виключена) й автоматичні (без участі людини).

3. За способом одержання числового значення вимірюваної величини всі виміри ділять на чотири основних види: прямі, непрямі, сукупні й спільні.

*Прямі виміри* — це виміри, при яких шукане значення величини знаходять шляхом безпосереднього порівняння фізичної величини з її мірою (вимір температури термометром, електричної напруги – вольтметром).

*Непрямі виміри* відрізняються від прямих тим, що шукане значення величини встановлюють за результатами прямих вимірів таких величин, які пов'язані із шуканою певною залежністю. Так, використовуючи відомий функціональний взаємозв'язок, можна розрахувати електричний опір за результатами вимірів спаду напруги й сили струму. Значення деяких величин легше знаходити шляхом непрямих вимірів, тому що прямі виміри здійснити іноді практично неможливо. Наприклад, визначення щільності твердого тіла, прискорення, витрат енергії.

*Сукупними вимірами* називають такі, в яких значення вимірюваних величин знаходять за даними повторних вимірів однієї або декількох однойменних величин при різних сполученнях мір або цих величин.

*Спільні виміри* – це одночасні виміри (прямі або непрямі) двох або більш неоднорідних фізичних величин для визначення функціональної залежності між ними.

За характером вимірюваної величини в процесі вимірювань розрізняють статистичні, динамічні й статичні виміри.

*Статистичні виміри* пов'язані з визначенням характеристик

випадкових процесів, звукових сигналів, рівня шумів і т.д.

*Динамічні виміри* пов'язані з такими величинами, які в процесі вимірів перетерплюють ті або інші зміни. Наприклад, зусилля, що розвиваються спортсменом в опорний період при стрибках у довжину з розбігу.

*Статичні виміри* мають місце тоді, коли вимірювана величина практично постійна (вага ядра).

За кількістю вимірюваної інформації вимірювання класифікуються на:

- одноразові вимірювання – це один вимір однієї величини, тобто число вимірів дорівнює числу вимірюваних величин;
- багаторазові виміри характеризуються перевищенням числа вимірів кількості вимірюваних величин (мінімальне число вимірів – більше трьох).

Види вимірювань, класифіковані по відношенню до основних одиниць вимірювання:

- абсолютні виміри – при яких використовується прямий вимір однієї (іноді декількох) основних величин й фізична константа;
- відносні виміри базуються на встановленні відносин вимірюваної величини щодо однорідної, яка застосовується в якості одиниці.

## 9. Етапи процесу вимірювання.

Вимірювання – це послідовність складних і різноманітних дій, які складаються з ряду етапів.

*Першим етапом* будь-якого вимірювання є постановка вимірювальних завдань, що включає:

- 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, яке відбувається в 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 у відповідності до вказаних вимог;
- вибір параметрів вимірювальної процедури;

- підготовка системи вимірювань до виконання експериментальних досліджень;
- забезпечення відповідних умов для вимірювання та створення можливості їх контролю.

*Третій головний етап* вимірювання – вимірювальний експеримент:

- взаємодія засобів і об'єкта вимірювань;
- переформування сигналу вимірювальної інформації;
- відтворення сигналу заданого розміру;
- порівняння сигналів і реєстрація результатів.
- *Четвертий 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 прийнятому алгоритму;
- аналіз та інтерпретація одержаних результатів.

## 10. Фактори, що впливають на якість вимірів.

Визначення початку відліку (або ухвалення рішення) – основна вимірювальна процедура. При підготовці й проведенні високоточних вимірів у метрологічній практиці враховується також вплив: об'єкта виміру; суб'єкта (експерта, або експериментатора); способу, засобу і умов виміру.

*Об'єкт виміру* повинен бути досить вивчений. Перед вимірюванням необхідно уявити собі модель досліджуваного об'єкта, що надалі, у міру надходження вимірювальної інформації, може змінюватися й уточнюватися. Для вимірів у спорті об'єкт виміру – один із самих складних моментів, тому що являє собою переплетення багатьох взаємозалежних параметрів з великими індивідуальними «розбіжностями» вимірюваних величин (на них, у свою чергу, впливають біологічні «зовнішні» і «внутрішні», географічні, генетичні, психологічні, соціально-економічні та інші фактори).

*Експерт або експериментатор* вносить у процес виміру елемент суб'єктивізму, що по можливості повинен, бути якомога меншим. Він залежить від кваліфікації експерта, його психофізіологічного стану, дотримання ергономічних вимог при вимірах і багато чого іншого.

*Спосіб вимірювання* може бути різним за точністю. Наприклад, стрибок угору з місця може фіксуватись за допомогою приладу Абалакова, чи відміткою крейди на стіні.

Вплив засобу вимірів на вимірювану величину в багатьох випадках

проявляється як, негативний фактор. Включення електровимірювальних приладів приводить до перерозподілу струму і напруги в електричних колах і тим самим впливає на вимірювані величини.

До числа факторів, що впливають на вимірювання, також відносяться умови вимірів. Це – температура навколишнього середовища, вологість, атмосферний тиск, електричні й магнітні поля, напруга в електромережі, тряска, вібрація й багато чого іншого.

**Апріорні фактори**, що впливають на результат до виміру містять у собі:

1. Вплив на результат виміру якості й кількості інформації про вимірюваний об'єкт. Чим більше, чим вище її якість і тим точніше результат виміру.
2. Вплив того, що модель не може в точності відповідати об'єкту.
3. Вплив теоретичних припущень, що лежать в основі методу вимірів.
4. Вплив недосконалості вимірювального інструмента або приладу, що може бути як наслідком неякісного його виготовлення, так і результатом тривалої експлуатації.

**Фактори**, що впливають на результат у процесі виміру:

1. Неправильна установка й підготовка до роботи засобів вимірювання, принцип дії яких пов'язаний з механічною рівновагою, приводить до перекручування їхніх показань.
2. Вплив засобу вимірів на об'єкт може до невпізнанності змінити реальну картину. Наприклад, перерозподіл струму і напруги в електричних колах при підключенні електровимірювальних приладів іноді впливає на результат виміру.
3. Вплив кліматичних (температура навколишнього середовища, відносна вологість повітря, атмосферний тиск), електричних й магнітних (коливання сили електричного струму або напруги в електричній мережі), механічних і акустичних (вібрації, ударні навантаження, струси) факторів, а також іонізуючих випромінювань, газового складу атмосфери. Умови, що не впливають на результат виміру називають нормальними.
4. Випадкові зовнішні перешкоди й внутрішні шуми вимірювальних приладів роблять непередбачений спільний вплив на результат виміру, внаслідок чого він має стохастичну природу.
5. Кваліфікація й психофізичний стан персоналу, що виконує вимірювання (знання, уміння й навички, уважність, урівноваженість, самопочуття, гострота зору).

**Апостеріорні фактори**, що впливають на результат після виміру:

1. Результат виміру залежить від правильної обробки експериментальних даних.

2. Технічні засоби, що використовуються для обробки експериментальних даних, не дають нової вимірювальної інформації. Вони лише допомагають із більшим або меншим успіхом витягти її з експериментальних даних і тим самим впливають на результат виміру.

5. Неграмотні або безвідповідальні дії персоналу (оператора) при обробці експериментальних даних можуть звести нанівець будь-які зусилля.

## 11. Шкали вимірів.

У метрологічній практиці основою для виміру фізичної величини служить шкала вимірів – упорядкована сукупність значень фізичної величини. На шкалі приладу фіксуються результати вимірювань. У цьому сенсі шкала має набір певних умовних позначок. Проміжок між сусідніми відмітками називається діленням шкали. Ціна шкали – це значення вимірювальної величини, яке відповідає відстані між двома сусідніми діленнями шкали.

У спортивній метрології розрізняють чотири типи шкал вимірювань:

- a) найменувань (номінальна);
- b) порядку (рангів);
- c) інтервалів (різниць);
- d) відношень.

Перші дві шкали – найменувань та порядку є неметричними шкалами, а останні – інтервалу і відношень є метричними шкалами.

*Шкала найменувань (номінальна шкала).* Це найпростіша зі шкал, тому і виміри у ній не здійснюються. У цій шкалі числа виконують роль позначок і служать для виявлення і розрізнення досліджуваних об'єктів, згрупованих за певною ознакою. Інша назва цієї шкали – номінальна (від латинського “nomen” – ім'я). Математичними методами даної шкали є число випадків мода або кореляція випадкових подій. Позначкою, що привласнюється об'єктам, є числа, які складають шкалу найменувань, їх дозволяється змінювати місцями. При номінальних вимірах введена символіка означає, що об'єкт 1 тільки відрізняється від об'єктів 2, 3 або 4. Однак наскільки відрізняється і у чому саме, за цією шкалою виміряти не можливо.

*Шкала порядку (рангова).* Якщо будь-які об'єкти мають визначену якість, то порядкові зміни дозволяють відповісти на запитання про розходження в цій якості. Дана шкала встановлює співвідношень «більше» або «менше». Її математичними методами є медіана, рангова кореляція, рангові критерії. Є види спорту, де результат спортсмена визначається тільки місцем, зайнятим на змаганнях і неможливі якісні виміри в прийнятій системі одиниць. Але на скільки сильніше або слабше сказати не можна.

Місця, які займають спортсмени за шкалою порядку, називаються



**рангами**, тому часто ця шкала ще називається ранговою. Ранг переможця – 1, друге місце – 2 і т.п. За допомогою шкали порядку можна вимірювати якісні показники, що не мають строгої кількісної міри. Особливо широко ці шкали використовуються в педагогіці, психології, соціології. При використанні цієї шкали можна складати і віднімати ранги або робити над ними які-небудь математичні дії. Але, необхідно пам'ятати, що якщо між другим або четвертим спортсменом два ранги, то це зовсім не означає, що другий спортсмен удвічі сильніше четвертого.

**Шкала інтервалів.** Виміри в цій шкалі не тільки упорядковані за рангом, але і розділені визначеними інтервалами, які відповідають встановленим одиницям виміру (градус, секунда, метр). Вимірюваному об'єкту тут привласнюється число, яке дорівнює кількості одиниць виміру, що він містить. Вона проводить упорядкування об'єктів і встановлення рівності інтервалів, нульова точка довільна, не вказує на відсутність властивості. Прикладами цієї шкали є календарний час (початок літочислення в різних календарях устанавлювався за випадковими причинами), вимір суглобного кута (кут у ліктьовому суглобі при повному розгинанні передпліччя може прийматися або рівним нулю або 180 градусів. Основними математичними методами є середнє квадратичне стандартне відхилення, кореляція. Обробка результатів вимірів за шкалою інтервалів дозволяє визначити «на скільки більше» один об'єкт стосовно іншого. Крім цього у шкалі інтервалів можна використовувати будь-які методи статистики, крім визначення відносин.

#### Характеристика і приклади шкал вимірювань

Шкала	Характеристика	Математичні методи	Приклади
Найменувань	Об'єкти згруповані, а групи позначені номерами	Число випадків	Номер спортсмен
Порядку	Числа, що присвоєні об'єктам, відображають кількісні властивості, які їм належать	Медіана, рангова кореляція	Результати ранжування спортсменів

Інтервалів	Існує одиниця вимірювань, за допомогою якої об'єкти можна не тільки впорядкувати, а й приписати їм числа так, щоб рівна різниця відображала різні відмінності в кількості вимірюваної	Середня величина, середнє квадратичне відхилення	Температура тіла, суглобні кути
------------	---	--	---------------------------------

	властивості		
Відношень	Відношення чисел, присвоєних об'єктам після вимірювань, відображає кількісні відношення вимірюваної	Усі методи математичної статистики	Довжина і маса тіла, сила рухів,

*Шкала відносин.* Ця шкала відрізняється від шкали інтервалів тільки тим, що в ній чітко визначено положення нульової точки. Тобто у деякий момент часу вимірювана якість може дорівнювати нулю. Тому, при оцінці результатів вимірів за шкалою відносин можна визначити «у скільки разів» один об'єкт більше або менше іншого. У цій шкалі за еталон приймається яка-небудь одиниця виміру, а вимірювана величина містить стільки цих одиниць, у скільки разів вона більше еталона.

У спорті за шкалою відносин вимірюють відстань, силу, швидкість і багато інших перемінних. За цією шкалою вимірюють і ті величини, що утворюються як різниця чисел, відлічених за шкалою інтервалів. Так, календарний час рахується за шкалою інтервалів, а інтервали часу – за шкалою відносин. Результати вимірів у цій шкалі можуть оброблятися будь-якими методами математичної статистики (середнє геометричне, коефіцієнт варіації).

Приклади шкал відносин – шкала термометра, секундоміра, спідометра та інших вимірювальних приладів.

## 12. Точність вимірювань.

Під *точністю вимірювань* розуміють ступінь наближення результату вимірювань до дійсного значення вимірюваної величини. Різниця між одержаним при вимірюванні значенням і дійсним значенням вимірюваної величини називають похибкою результату вимірювання. Зміни результатів під час повторних вимірів поділяються за характером на систематичні і випадкові похибки.

*Систематичною* називається похибка, величина якої не змінюється від виміру до виміру, що проводяться тим самим методом за допомогою тих самих вимірювальних приладів.

Розрізняють такі групи систематичних похибок:

- *інструментальні помилки* є результатом конструктивних недоліків вимірювальної апаратури, її несправності чи нерівного градування, (при визначенні МСК спортсмен часто використовує маску для забору повітря, що утруднює дихання і спортсмен, як правило, знижує об'єм повітря, яке він видихає і тим самим зменшує результати МСК);
- *помилки установки*, які виникають у зв'язку з неправильним розташуванням вимірювальної апаратури (розташування

вимірювальної апаратури поблизу приладів, що живляться сильним струмом, або магнітного поля, яке може змінити показники приладів);

- *помилки суб'єкта вимірювання*, які пов'язані з індивідуальними особливостями дослідника, для запобігання таких помилок потрібен підбір кваліфікованих осіб, яким довіряють вимірювання;
- *помилки суб'єкта вимірювання*, які пов'язані з індивідуальними особливостями дослідника, для запобігання таких помилок потрібен підбір кваліфікованих осіб, яким довіряють вимірювання;
- *помилки методу вимірювання*, які є результатом недостатньої теоретичної обґрунтованості даного вимірювання

Випадковими називаються похибки, що виникають під дією різних причин, які передбачити заздалегідь неможливо. Виявляють і враховують їх за допомогою методів математичної теорії імовірності. Для усунення систематичних похибок використовують:

- *тарування* – перевірку показань вимірювальних приладів шляхом порівняння їх з показаннями еталонів у всьому діапазоні можливих значень вимірюваної величини;
- *калібрування* – визначення похибок і величини виправлень.

Результат виміру будь-якої величини завжди містить похибку і відрізняється від істинного значення. Ця відмінність, яка дорівнює різниці між показанням приладу й істинним значенням, називається *абсолютною похибкою* виміру, що виражається в тих же одиницях, що і сама вимірювана величина.

$$X = X_{\text{вим.}} - X_{\text{іст.}},$$

де  $X$  - абсолютна похибка;

$X_{\text{іст.}}$  – істинне значення;

$X_{\text{вим.}}$  – показання приладу.

Під час проведення комплексного контролю, коли вимірюються показники різної розмірності, доцільніше використовувати не абсолютну, а відносну похибку.

*Відносна похибка* визначається за формулою:

$$X_{\text{відн.}} = X : (X_{\text{іст.}} \cdot 100\%) \text{ де } X_{\text{відн.}} - \text{відносна похибка};$$

$X$  – абсолютна похибка;

$X_{\text{іст.}}$  – істинне значення.

### **Лекція № 3: ОСНОВИ ТЕОРІЇ СПОРТИВНИХ ТЕСТІВ. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ОЦІНОК. КВАЛІМЕТРІЯ**

#### **План**

1. Зародження вчення про тести.
2. Основні поняття і метрологічні вимоги до тестів.
3. Види тестів.

4. Стандартизація методики тестування.
5. Надійність (стабільність, погодженість та еквівалентність) тестів.
6. Інформативність тестів.
7. Методологія тестування.
8. Проблема і завдання теорії оцінок.
9. Шкали оцінок спортивних результатів.
10. Різновиди і придатність норм.
11. Визначення поняття кваліметрії.
12. Метод експертних оцінок.
13. Метод анкетування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Базилевич Н.О. Спортивна метрологія: [навч.-метод. посіб.] / Н.О. Базилевич – Переяслав-Хмельницький, ФОП Домбровська Я.М., 2016 – С.33-53.
2. Годик М. А. Спортивная метрология: учеб. [для ин-тов физ. культ.] / М.А. Годик. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 192 с.
3. Зацюрский В. М. Спортивная метрология / В.М. Зацюрский. М.: Физкультура и спорт. – 1982. – 256 с.
4. Коренберг В. Б. Спортивная метрология / В.Б. Коренберг. – М.: Советский спорт, 2004. –339 с.
5. Начинская С. В. Спортивная метрология: [учеб. пособие для вузов по спец. «Физическая культура»] / С.В. Начинская. – М.: Академия, 2005. – 238с.
6. Сергієнко Л. П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти: [підручник] / Л. П. Сергієнко. – К.: КНТ, 2010. – С. 43-64
7. Смирнов Ю.И. Спортивная метрология: [учеб. для студ. пед. вузов.] / Ю.И.Смирнов, М.М. Полевщиков – М.: Академия, 2000. – С. 22-29.
8. Уткин В.Л. Биомеханика физических упражнений / В.Л. Уткин. – М.: Просвещение, 1989. – С.34-36, 50-52.

### 1. Зародження вчення про тести.

Засновником теорії тестів вважають англійського вченого Ф. Гальтона. У 1884 р. на Міжнародній виставці в Лондоні Ф. Гальтон організував антропометричну лабораторію, у результаті першого масового дослідження антропометричних даних було обстежено 9337 осіб. Термін «тест» уперше застосував Д. Кеттелл в праці «Розумові тести і вимірювання» (1890). Згодом ним було створено близько 50 «розумових тестів» для визначення почуття часу, дослідження оперативної пам'яті. Починаючи з початку ХХ століття, тести отримують широке розповсюдження у сфері освіти. В. Макколл у цей період розділив тести на педагогічні та психологічні.

Важливим засобом перевірки тестів став коефіцієнт, який був

розроблено у 1900р. К. Пірсоном. Створення теорії кореляції змінило методологію конструювання тестів У 1904 р. Спірменом було розроблено коефіцієнт кореляції для перевірки якості тестів. Було створено перший метод оцінки надійності тестів. Теорія тестування у фізичному вихованні одержала наукове обґрунтування лише всередині 20-х років ХХ століття. У 1925 р. Було надруковано наукову працю «Тест фізичних здібностей у процесі фізичного виховання» (Ф. Роджер), у 1934 р. – «Вимірювання загальних рухових здібностей людини»(Д. Брайс).

У СРСР було створено комплекс для визначення фізичної підготовленості різних груп населення «Готовий до праці і оборони» (1931), який мав позитивні сторони: оцінювались різні сторони фізичної підготовки людини; був доступний основній масі населення. У СРСР систематична розробка методології тестування почалась приблизно на початку 60-х років ХХ ст. Значний внесок у розробку теорії тестів зробили В. Філін («Педагогічні методи дослідження у спорті», 1960); В.М. Заціорский («Спортивная метрология», 1982); М. А. Годик («Спортивная метрология», 1988), В.Л. Карпман («Тестирование в спортивной медицине», 1988).

В останній час теорія тестів одержала розвиток у працях Л.П. Сергієнка («Комплексне тестування рухових здібностей людини», 2010), В.Б. Коренберга («Спортивная метрология», 2004), Б.Х. Ланди («Методика комплексной оценки физического развития», 2004), Т.Ю. Круцевич («Контроль в физическом воспитании детей, подростков и юношей», 2005), С. В. Начинської («Спортивная метрология», 2005).

## 2. Основні поняття і метрологічні вимоги до тестів.

Тестом (з англійського test – проба, випробування) у спортивній практиці називається вимірювання або випробування, що проводиться з метою визначення актуальних або потенційних здібностей людини. Таких вимірів або випробувань може бути проведено дуже багато, але в якості тестів можуть бути використані лише ті, що відповідають наступним метрологічним вимогам:

- *визначена мета* проведення тесту;
- *достатня інформативність* – це властивість тесту, яка визначається як міра точності фенотипічного прояву певної характеристики (вимірювання

тієї чи іншої фізичної властивості: тест «згинання та розгинання рук в «упорі лежачи» – вимірює силу рук);

- *висока надійність* – властивість тесту, яка забезпечує співпадання результатів при повторному тестуванні одних і тих самих осіб в однакових умовах;
- необхідна *система оцінок*;
- *значна стандартність (зразок)* – властивість тесту, яка визначається ступенем однаковості процедури тестування, що дозволяє порівнювати результати тестування різних людей;
- *відповідна придатність* – визначеність тесту контингенту тестованих, наявності певних умов, сучасних вимог до засобів і методів вимірювань;
- вказаний вид контролю (оперативний, поточний або етапний).

Тести, що задовольняють вимогам надійності й інформативності, називаються добротними або аутентичними (достовірними).

Процес випробувань називається тестуванням, а отримане в ході вимірювання або випробування чисельне значення називається результатом тестування (або результатом тесту). Наприклад: біг 100 м – це тест, проведення забігів і хронометражу – тестування, час бігу – результат тесту.

В залежності від галузі застосування існують такі тести:

- для вивчення ступеня розвитку рухових здібностей – рухові (моторні);
  - для визначення технічної і тактичної підготовленості;
    - для вимірювання рухової працездатності;
    - для визначення психічних і вольових якостей;
    - для визначення функціональних показників;
      - антропометричні вимірювання;
      - педагогічні;
- індивідуально-орієнтовані, для визначення інтелекту або спеціальних здібностей.

Нормативно-орієнтованим тестом називається такий тест, який дозволяє порівнювати досягнення (рівень підготовки) досліджуваних між собою. Ці тести використовуються для того, щоб отримати надійно і нормально розподілені бали для порівняння досліджуваних. При проведенні тестування обов'язково виникатиме питання кількісного вираження кінцевого результату. Таким параметром є поняття балу (індивідуальний бал, тестовий бал), як кількісного показника виразності досліджуваної якості спортсмена, що отриманий за допомогою даного тесту.

Можна сказати, що тестування – це непрямий вимір. Вимірювання заміняють тестуванням в тому випадку, коли досліджуваний об'єкт недоступний до проведення прямого виміру (наприклад, неможливо визначити топографію працюючих м'язів і силу борця безпосередньо під час сутички) або досліджуване явище не цілком

конкретне (наприклад, тестування спритності).

### 3. Види тестів.

На сьогодні відсутня єдина класифікація рухових тестів, оскільки окремий тест не може дати повної характеристики певної рухової якості. Він, як правило, дає характеристику декільком взаємообумовленим ознакам, хоч і призначений визначити переважний розвиток однієї з них.

В залежності від мети всі тести поділяються на три групи:

У першу з них входять тести, в яких показники вимірюються в стані спокою. До таких тестів відносять показники фізичного розвитку (довжина і маса тіла, обхват грудної клітки, товщина жирових складок, обсяг м'язової і жирової тканини та ін.); показники функціональних можливостей основних систем організму (ЧСС, МСК, склад крові та ін.). У цю же групу входять психічні тести.

Друга група – це стандартні тести, при проведенні яких всім спортсменам пропонується виконати однакове завдання (наприклад, бігти на тредбані зі швидкістю 5м/с протягом 5 хвилин або за 1 хвилину виконати 10 підтягувань).

Специфічна особливість таких тестів полягає у тому, що при їх виконанні величина навантажень не задається, і отже, відсутня мотивація на досягнення максимально можливого результату. Результат такого тесту залежить, перш за все, від способу завдання навантаження: якщо задається механічна величина навантаження, то вимірюються медико-біологічні показники (ЧСС, МСК, концентрація молочної кислоти в крові). Якщо ж навантаження при виконанні тесту задається за величиною зрушень медико-біологічних показників, то при цьому будуть вимірюватись фізичні величини навантажень (час, шлях та ін.)

Третя група – це тести, при виконанні яких потрібно показати максимально можливий результат, при цьому вимірюються значення різних функціональних систем (ЧСС, МСК та ін.). Особливість таких тестів – високий психологічний настрій (мотивація) спортсмена на досягнення граничних результатів. Тому результати тестування в даному випадку залежать як мінімум від двох факторів:

- рівня розвитку вимірюваної якості (сила, витривалість, техніка);
- мотивації.

У таблиці 3.1 представлена класифікація рухових тестів за Заціорським В.М.



## Різновиди рухових тестів (за Заціорським В.М., 1979)

Тест	Завдання	Результат тесту	Приклад
Контрольні вправи	Показати максимальний результат	Рухове досягнення	Біг 1000 м., оцінюється результат бігу
Стандартні функціональні проби	Однаково для всіх дозують: а) за величиною виконаної роботи; б) за величиною фізіологічних зрушень	Фізіологічно або біохімічні показники при стандартній роботі. Рухові показники при стандартній величині фізіологічних зрушень	Регистрація частоти серцевих скорочень при стандартній роботі 1000 кгм·хв-1. Швидкість бігу при пульсі 160 уд·хв-1, проба РВС 170.
Максимальні функціональні проби	Показати максимальний результат.	Фізіологічні або біохімічні показники.	Визначення максимального кисневого боргу або максимального споживання кисню.

Залежно від спрямованості рухової підготовленості спортсменів можна виділити комплекс тестів для визначення *загальної фізичної та спеціальної фізичної підготовленості*. Відповідно до особливостей контингенту досліджуваних виділяють тести *для дітей, дорослих, чоловіків і жінок*. Спираючись на завдання, що ставляться перед тестуванням, виділяють комплекси тестів для визначення здібностей до певної спортивної діяльності (спортивний відбір або орієнтація у виді спорту) або виявлення готовності до участі у змаганнях. В цілому, всі типи та різновиди тестів за Коренбергом В.Б. (2008) можуть бути представлені у наступній схемі (рис. 3. 1).

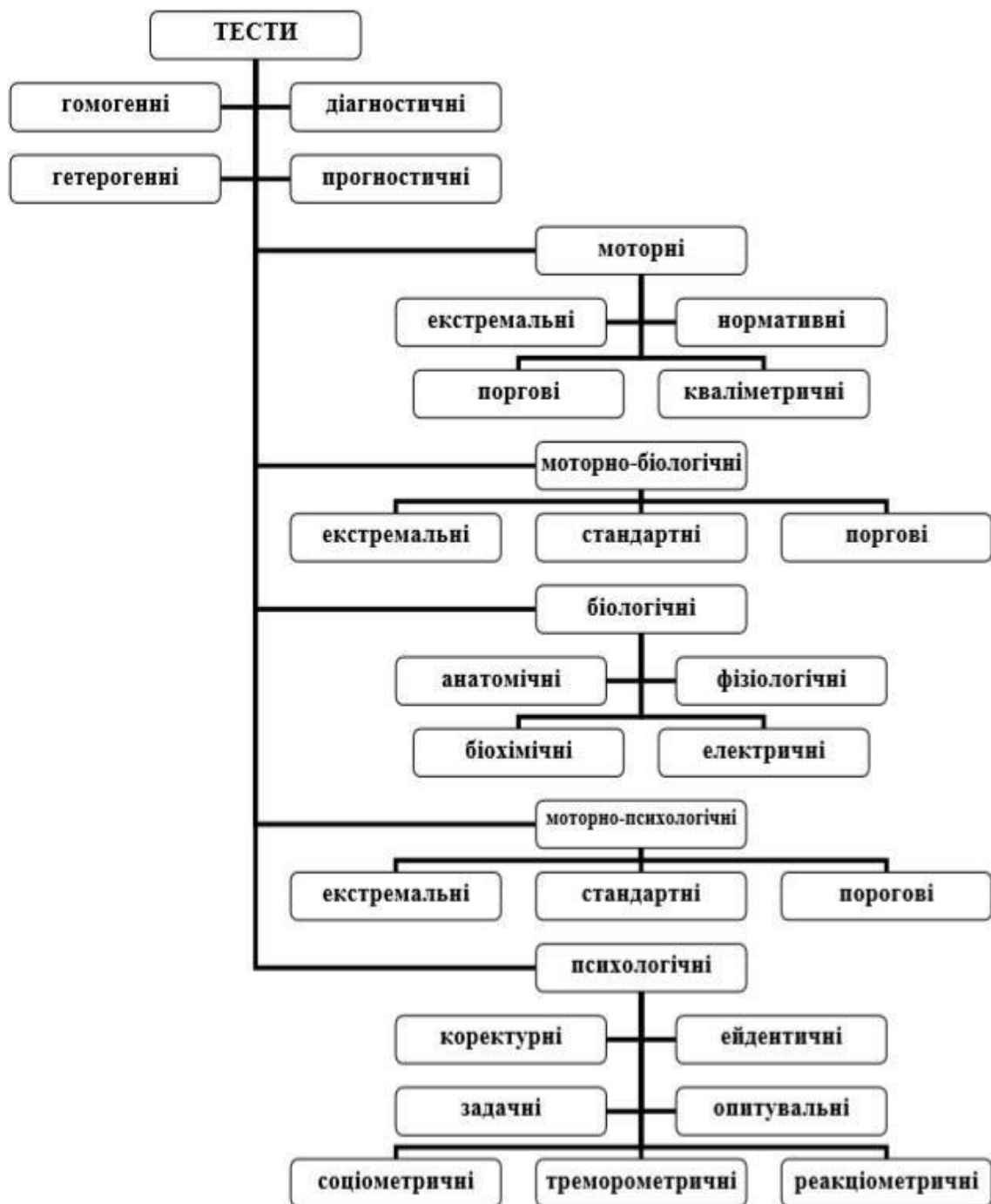


Рисунок 3.1. Класифікація тестів (за трьома рівнями)

Відповідно за першим варіантом поділу виділяють *гомогенні тести*, результати застосування якого суттєво залежать лише від одного фактору, та *гетерогенний тест*, результати його застосування суттєво залежать від 2 і більше факторів. Тести, результати яких залежать від двох і більше чинників, називаються *гетерогенними*. Таких тестів значна більшість на відміну від гомогенних тестів, результат яких залежить переважно від одного чинника.

За другим варіантом поділу розрізняють *діагностичний тест*, результати якого дозволяють визначити оперативний стан об'єкту, не

враховуючи прогнозування його розвитку, та *прогностичний тест*, за даними якого можна будувати прогноз розвитку об'єкта тестування.

Третій варіант поділу містить п'ять складових. До моторних тестів відносять:

- *екстремальні тести*, застосування яких вимагає граничних зусиль, роботи «до відмови»;
- *нормативні тести*, якими перевіряється лише здатність випробуваного показати нормативний результат;
- *порогові тести*, які дозволяють сенсорно визначити або під час виконання руху позначити мінімальні параметри рухової активності, що розрізняє випробуваний;
- *кваліметричні тести*, що не пов'язані з дійсним вимірюванням, їх застосуванням визначають якісні характеристики, представляючи їх у формі кількісних показників за допомогою кваліметричних процедур.

До наступної групи належать моторно-біологічні тести, які представлені трьома складовими:

- *екстремальні тести* засновані на визначенні біологічних зрушень відносно індивідуальної норми у відносному спокої, що є наслідком деякого граничного навантаження або повного спокою;
- *стандартні тести* передбачають виконання випробуванним суворо визначеного моторного навантаження з фіксуванням фізіологічних або біохімічних зрушень;
- *пороговими тестами* визначається порогові значення моторних проявів, що викликають мінімальні біологічні зрушення.

Біологічні тести, за класифікаційним розподілом Коренберга В.Б., представлені чотирма групами:

- *анатомічні тести* розглядаються як способи визначення параметрів тіла людини та його складу;
- за допомогою *фізіологічних тестів* визначають індивідуальні рівні та особливості функціонування органів, систем та тканин тіла, загальну працездатність та коливання його функціонального стану;
- *біохімічні тести* дозволяють визначити значення біохімічних характеристик організму, що вказують на його стан;
- *електричні тести* призначені для визначення електричних потенціалів скелетних м'язів, серця, мозку, судин, рефлексогенних точок, а також для вимірювання електричного опору різних сегментів тіла.

Моторно-психологічні тести, як і моторно-біологічні, представлені трьома видами:

- *екстремальні тести* визначають психологічні зрушення у відповідь на екстремальну (гранично високу або гранично низьку) рухову активність;
- при виконанні *стандартних тестів* фіксуються психологічні

зрушення у відповідь на стандартне навантаження;

- *пороговими тестами* визначаються мінімальні рухові прояви, що викликають зміни психологічних показників.

Класифікаційно психологічні тести розділені на сім груп:

- *коректурні тести* відносять до табличних, коли в запропонованому тексті або системі символів робляться відповідні поправки;
- *ейдетичні тести* засновані на виникненні та відображенні образів, які побічно характеризують стан, мотивацію або певні установки випробуваного;
  - виконання *задачних тестів* передбачає вирішення задав у встановлений час;
  - *опитувальні тести* складають із питань, на які необхідно давати оцінювані відповіді;
  - *соціометричні тести* визначають «психологічний клімат» у групі позиції її членів та зв'язки між ними;
- *треморометричними тестами* визначають стан людини за частотою та амплітудою тремору, частіше кінцівок під час опорних реакцій при збереженні стійкості тіла;
- *реакціометричні тести* застосовують для визначення швидкості простих та складних реакцій на різного роду подразники.

#### 4. Стандартизація методики тестування.

Ефективність нормування залежить від точності результатів контролю, а точність досліджень залежить від стандартності проведення тестів і виміру в них результатів. Усунути розходження результатів повторних тестувань можна шляхом стандартизації методик тестування, тобто дотримуючись наступних *вимог стандартизації*:

- режиму дня, напередодні тестування, який повинен будуватися за одною схемою і може включати тільки відпрацьовані вправи, цілком виключивши середні і великі навантаження, що забезпечить рівність поточних станів спортсменів і, як результат – вихідний рівень перед тестуванням буде однаковим;
- розминки перед тестуванням, яка повинна бути стандартною (за підбором вправ, тривалістю і послідовністю їх виконання);
- тестування повинні проводити фахівці в даній галузі;
- схема виконання тесту повинна бути незмінною і залишатися постійною від тестування до тестування;
- інтервали між повтореннями того самого тесту повинні ліквідувати стомлення, що виникло після першої спроби;
- спортсмен повинен прагнути показати в тесті максимально можливий результат.

Така мотивація реальна, якщо в ході тестування створюється

змагальна обстановка. Однак, цей фактор добре діє тільки при контролі підготовленості дітей.

## 5. Надійність (стабільність, погодженість та еквівалентність) тестів.

Точність тестування оцінюється інакше, ніж точність вимірювання. При оцінці точності виміру його результат зіставляють з результатом, отриманим більш точним методом. При тестуванні ж такої можливості не має, і тому слід перевіряти не якість отриманих при тестуванні результатів, а якість самого тесту.

Якість тесту визначається його *надійністю, інформативністю та погодженістю*.

*Надійністю тесту* називається ступінь співпадання результатів при повторному тестуванні тих самих людей в однакових умовах. Варіацію (варіанти) результатів при повторних вимірюваннях називають внутрішньоіндивідуальною або внутрішньогруповою, або внутрішньокласовою.

Варіацію результатів вимірювання викликають такі причини:

- випадкові зміни стану випробуваних в процесі тестування (психологічний стрес, звикання, стомлення, зміна мотивації до виконання тесту, зміна концентрації уваги, нестабільність вихідного положення);
- неконтрольовані зміни зовнішніх умов (вітер, температура, вологість, присутність сторонніх осіб та ін.);
- нестабільність метрологічних характеристик технічних засобів вимірювання (ТЗВ), які використовуються при тестуванні (недосконалість ТЗВ, похибка результатів виміру, які можуть бути викликані зміною напруги в електромережі, зміною температури, вологості та ін.);
- зміни стану експериментатора (тренера, судді, викладача), що проводить або оцінює тест, і звичайно, заміна одного експериментатора іншим;
- недосконалість тесту для оцінки даної якості або конкретного показника підготовленості.

Надійність тестів може бути підвищена шляхом:

- більш строгої стандартизації тестування;
- збільшення кількості спроб;
- збільшення кількості експериментаторів (суддів, експертів) і підвищення погодженості їх думок;
  - збільшення кількості еквівалентних тестів;
  - кращої мотивації досліджуваних;
- метрологічно обумовленого вибору технічних засобів виміру, що забезпечують задану точність вимірювань у процесі тестування.

Для визначення надійності тесту існують два способи:

Перший спосіб полягає в порівнянні середніх помилок середніх арифметичних величин, отриманих декількома вчителями (тренерами) для

однієї групи (класу) учнів або одним дослідником – для декількох аналогічних груп. Якщо коливання двох або більше середніх арифметичних величин мають зони співпадання, то ступінь надійності тесту вважається достатнім.

Другий спосіб передбачає визначення надійності тесту за допомогою коефіцієнта кореляції.

Розраховується коефіцієнт надійності ( $r_{tt}$ ) за допомогою так званого внутрішньокласового коефіцієнта кореляції між двома рядами результатів, отриманих під час першого та другого тестування групи осіб.

- $r_{tt} = 0,95$  – відмінна надійність;
- $r_{tt} = 0,9-0,94$  – добра;
- $r_{tt} = 0,8-0,89$  – припустима;
- $r_{tt} = 0,7-0,79$  – погана;

- $r_{tt} = 0,6-0,69$  – використання тесту для індивідуальних оцінок сумнівне, він придатний лише для характеристики рухових здібностей групи осіб.

Розглядаючи надійність тестів розрізняють їх стабільність (відтворюваність), погодженість і еквівалентність.

Під *стабільністю тесту* розуміють відтворюваність результатів при повторному тестуванні через певний проміжок часу в однакових умовах. Повторне тестування називають *ре тестом*. Стабільність тесту залежить від складності тесту, контингенту досліджуваних і часового інтервалу між тестом і *ре тестом*. Стабільність тесту насамперед залежить від змісту тренувального процесу (при збільшенні або зменшенні, наприклад, силових вправ результати *ре тесту*, як правило, зменшуються). у Із збільшенням тимчасового інтервалу між тестом і *ре тестом*, стабільність тесту знижується.

*Погодженість тесту* характеризується незалежністю результатів тестування від особистих якостей людини, що проводить або оцінює тест.

Якщо результати спортсменів у тесті, що проводять різні фахівці (експерти, судді) співпадають, то це свідчить про високий ступінь погодженості тесту. Ця властивість тесту залежить від збігу методик тестування різних фахівців.

Розбіжність результатів вимірів при інструментальній реєстрації у різних фахівців залежить від особистих якостей експерта, від його об'єктивності.

Особистісні якості фахівця іноді значно впливають на результат тесту й оцінюються за коефіцієнтом погодженості. У випадку якісної оцінки результатів тесту відхилення отриманих значень можуть бути значними. Причина – неможливість строго стандартизувати процедуру оцінки, різні можливості сприйняття якісних особливостей руху фахівцями.

*Еквівалентними* називаються такі тести, за допомогою яких можна виміряти одну й ту саму рухову якість. Наприклад, максимальну швидкість – за результатами пробігання з ходу або з низького старту відрізків у 10, 20 або 30 м.

Силову витривалість – за кількістю підтягувань на поперечині, згинання-розгинання рук в упорі лежачи, жимів штанги в положенні лежачи на спині та ін.

Еквівалентність тестів визначається наступним способом: спортсмени виконують один вид тесту, потім, після невеликого відпочинку, другий вид і т.д. Якщо результати оцінок співпадають (наприклад, кращі у підтягуванні виявляються кращими й у віджиманні), то це свідчить про еквівалентність тестів. Коефіцієнт еквівалентності визначається за допомогою кореляційного або дисперсійного аналізу.

При проведенні більш глибокого обстеження, краще застосувати декілька еквівалентних тестів. Такий комплекс називається *гомогенним*, він вимірює одну яку-небудь якість або властивість моторики людини. Наприклад, гомогенний комплекс складається зі стрибків з місця в довжину, вгору іпотрійного стрибка. У всіх інших випадках краще використовувати *гетерогенні* комплекси, тому що вони складаються з нееквівалентних тестів. Тобто всі тести, що входять у такий комплекс вимірюють різні властивості. Приклад гетерогенної батареї тестів: підтягування на поперечині, нахил уперед (для перевірки гнучкості), біг на 1500 метрів.

## 6. Інформативність тестів.

Інформативність тесту – це об'єктивна міра відображення рівня розвитку цікавого для нас явища (наприклад, рухової здібності, рівня технічної підготовленості), у результаті застосування контрольної вправи. У

літературі замість терміну «*інформативність*» застосовується адекватний термін «*валідність*».

Отже валідність тесту можна розглядати як узагальнену міру достовірності усього процесу тестування. При оцінці підготовленості спортсменів, найбільш інформативним показником є результат у змагальній вправі. Але він залежить від великої кількості факторів, і той самий результат можуть показувати люди з різним рівнем підготовленості. Наприклад, спортсмен з відмінною технікою плавання і невисокою фізичною працездатністю буде змагатися на рівних зі спортсменом із середньою технікою, але високою працездатністю (при інших рівних умовах). Для виявлення провідних факторів, від яких залежить результат у змагальній вправі, і використовуються інформативні тести. Інформативність тесту містить у собі два основних питання: що вимірює даний тест? Як точно він вимірює?

Якщо тест використовується для визначення стану спортсмена в момент обстеження, то, говорять, про *діагностичну інформативність* тесту.

Якщо ж на основі результатів тестування потрібно зробити висновок про можливі майбутні досягнення спортсмена – про *прогностичну інформативність*. Причому тест може бути діагностичне інформативний, а прогностично ні і, навпаки. Для того, щоб довідатися міру інформативності будь-якого тесту, необхідно знати *методи визначення інформативності* – *логічний (змістовний) і емпіричний*.

*Логічний метод визначення інформативності тестів*. Суть цього методу визначення інформативності полягає в логічному (якісному) зіставленні біомеханічних, фізіологічних, психологічних та інших характеристик критерію і тестів. У деяких випадках інформативність тесту зрозуміла без усяких експериментів, особливо коли тест є частиною змагальних дій спортсмена.

Найчастіше логічний метод визначення інформативності використовується в тих видах спорту, де немає чіткого кількісного критерію. Наприклад, у спортивних іграх логічний аналіз фрагментів гри дозволяє спочатку сконструювати специфічний тест, а потім перевірити його інформативність.

*Емпіричний метод визначення інформативності тестів при наявності одиничного вимірюваного критерію*. Логічний аналіз важливий для попередньої оцінки інформативності тестів, тому що він дозволяє відсіяти свідомо неінформативні тести. Інші тести, інформативність яких визнана високою, повинні пройти додаткову емпіричну перевірку. Для цього результати тесту зіставляють із критерієм. В якості критеріїв зазвичай використовують:

- результат у змагальній вправі;



- найбільш значущі елементи змагальних вправ;
- результати тестів, інформативність яких для спортсменів даної кваліфікації була встановлена раніше;
  - суму балів, набрану спортсменом при виконанні комплексу тестів;
  - кваліфікацію спортсменів.

При використанні перших чотирьох критеріїв спочатку вимірюються їхні кількісні значення. При цьому можна використовувати результати минулих змагань, але між тестуванням і змаганням не повинно бути тривалого тимчасового інтервалу. Потім необхідно провести тестування і зробити оцінку результатів. Останній етап роботи – обчислення коефіцієнтів кореляції між значеннями критерію і тестів. Отримані в ході розрахунків найбільші коефіцієнти кореляції будуть указувати на високу інформативність тестів.

Емпіричний метод визначення інформативності тестів при відсутності одиничного критерію. Цей метод застосовується в тих випадках, коли одиничного критерію немає або неможливо застосувати інші методи для визначення інформативності тестів. Припустимо, що нам необхідно скласти комплекс тестів для контролю фізичної підготовленості студентів. З огляду на масовість контролю, до таких тестів пред'являються певні вимоги: вони повинні бути технічно простими, виконуватися в найпростіших умовах і мати нескладну й об'єктивну систему вимірів. Таких тестів сотні, але потрібно вибрати найбільш інформативні. Зробити це можна таким способом:

- відібрати кілька десятків тестів, змістовна інформативність яких здається безперечною;
  - з їх допомогою оцінити рівень розвитку фізичних якостей у групи студентів;
- обробити отримані результати, використовуючи для цього факторний аналіз.

Факторна інформативність – одна із частих моделей теоретичної інформативності. Інформативність тестів відносно прихованого критерію, який штучно складається із результатів, визначається на основі показників батареї тестів з допомогою факторного аналізу.

Факторний аналіз дозволяє, по перше, згрупувати тести, що мають загальну якісну основу, і, по-друге, визначити їх питому вагу в цій групі.

Тести з найбільшою факторною вагою вважаються найбільш інформативними.

Використання інформативних тестів дозволяє отримати достовірну інформацію про тренувальну і змагальну діяльність спортсменів. Використання цієї інформації при підготовці і корекції тренувальних планів суттєво підвищує їх якість. Якщо говорити про оцінку підготовленості спортсменів, то найбільш інформативним показником є результат в змагальній вправі. Однак він залежить від значної кількості факторів, і один і той же результат в змагальній вправі можуть показувати люди, що помітно відрізняються один від одного за структурою підготовленості. Для виявлення ведучих факторів, від яких залежить результат у змагальній вправі, і використовуються інформативні тести.

## 7. Методологія тестування.

При виборі тесту необхідно враховувати те, що результат тестування не повинен залежати від «тренуваності на тест». Подібне звикання до тесту може відбутися при частому його використанні, коли результативність тесту поліпшується за рахунок удосконалення окремих рухів, з яких складається тест (особливо це стосується тестування координаційних здібностей).

Тест повинен бути доступним всім особам, яким запропоновано даний тест, тобто відповідати віковим, статевим особливостям, фізичним і психічним можливостям людини. Тест повинен мати достатню ємність, тобто можливість вбирати максимум інформації, чутливо реагувати на незначні зміни стану людини. Тест повинен бути вимірюваний за будь-якими об'єктивними показниками, відрізнявся простотою вимірювання.

При доборі тестів слід враховувати наявність спортивного інвентарю та обладнання, нормативів, які можна використовувати для оцінки рухових здібностей людини в даному віці.

***Підготовка до тестування*** спортсменів включає:

- знайомство з технологією тестування, анкети опитування стану спортсмена, медичне обстеження спортсмена;
  - підготовка обладнання: придбання приладів і визначення їх якості;
    - перевірка приладів за день до тестування;
    - провітрювання приміщення;
- наявність протоколів реєстрації, присутність медичного персоналу та ін.

***Умови проведення тестування*** включають:

1. Один спосіб виконання тестів.
2. Однакові умови виконання тесту для всіх осіб.
3. Однакові умови виконання тесту при кожному повторному вимірюванні.
4. Ідентичні умови і точність вимірювань

5. Подібні умови попередньої роботи.
6. Відповідні погодні умови.
7. Приблизно однаковий час проведення тестування і день тижня.
8. Подібні мотиваційні умови тестування.
9. Постійна черговість тестів.

Тестування може проводитись у різних **формах**: масові, групові та індивідуальні.

## 8. Проблема і завдання теорії оцінок.

Будь-яка програма комплексного контролю зумовлює використання не одного, а декількох тестів. Комплекс тестів для контролю за підготовленістю спортсменів включає: час бігу на тредбані, частоту серцевих скорочень, максимальне споживання кисню, визначення максимальної сили тощо. Якщо для контролю використовується один тест, то оцінювати його результати за допомогою спеціальних методів не потрібно: і так видно, хто сильніше і наскільки. Якщо ж тестів багато і вони вимірюються в різних одиницях (н/д, сила – кг, час – с, довжина – м), то порівняти досягнення за абсолютними значеннями показників неможливо. У цьому випадку результати тестування представляють у виді оцінок (очок, балів, позначок, розрядів тощо).

На сумарну оцінку кваліфікації спортсменів впливає вік, стан, здоров'я, екологічні та інші особливості умов проведення контролю. Але з отриманням результатів вимірювання або тестування контрольне випробування спортсмена не закінчується, тому що необхідно дати оцінку отриманим результатам.

*Оцінкою* (або педагогічною оцінкою) називається уніфікована міра успіху в певному завданні, в окремому випадку – у тесті. Розрізняють *навчальні оцінки*, що виставляються в ході навчального процесу і *кваліфікаційні*, зокрема, результати офіційних змагань, тестування тощо.

Процес визначення оцінок називається *оцінюванням*. Він складається з наступних етапів:

- підбирається шкала, за допомогою якої можливе переведення результатів тесту в оцінки;
- відповідно до обраної шкали результати тесту переводяться в бали;
- отримані бали визначають суму заключної оцінки, яка порівнюється з нормами (віковими, кваліфікаційними та ін.) і характеризує рівень підготовленості спортсмена щодо інших учнів або спортсменів.

*Основні задачі оцінювання:*

1. Зіставити різні досягнення в одному і тому ж завданні (тесті, фізичній вправі, спортивній діяльності). Тому потрібно створити науково обґрунтовані норми щодо розвитку певної ознаки, рухової чи психомоторної здібності

людини. Невірно складання норм, а саме заниження норм приведе, наприклад, до невірно високої аргументації кваліфікації спортсмена. Завищені ж норми стануть для багатьох недосяжними і змусять спортсменів припинити намагання щодо їх виконання.

2. Порівняти досягнення в різних видах спорту для визначення однаковості в них розрядних норм (тобто, норми 1 розряду, які повинні бути за рівнем складності однаковими і для волейболу, і для легкої атлетики (тобто, бути еквівалентними).

3. Зіставити індивідуальні досягнення з модельними характеристиками рухової (психомоторної) підготовленості.

4. Класифікувати тести за результатами, що показує конкретний спортсмен при їх виконанні.

5. Визначити структуру тренуваності кожного зі спортсменів, які пройшли тестування.

Перевести результати тестування в бали можна різними способами. На практиці для цього дуже часто використовують ранжування або упорядковування зареєстрованої низки вимірювань. Наприклад, у виді якісної характеристики («добре – задовільно – незадовільно» або «зараховано – не зараховано»), оцінки від «1» до «5», набраних очок у багатоборстві тощо.

Великої різниці між навчальними і кваліфікаційними оцінками немає, але процедура кваліфікаційного оцінювання більш складна. У повному виді *кваліфікаційне оцінювання* проводять у *два етапи*:

- *на першому* показані спортивні результати переводять на основі так званих шкал оцінок в бали (проміжна оцінка);
- *на другому*, після порівняння набраних балів із задалегідь установленими нормами, визначають підсумкову оцінку.

Наприклад, у багатоборстві спочатку результати в окремих видах переводять в очки, а потім, після порівняння їх з нормами спортивної класифікації, виводять підсумкову оцінку і присуджують спортивний розряд.

### 9. Шкали оцінок спортивних результатів.

Оцінювання спортивних результатів і результатів тестування полягає в переведенні показаного спортивного результату (у кг, секундах, зайнятому місці і значимості перемоги) в умовні бали. Таке перетворення спортивних результатів в бали можливе за допомогою *шкали оцінок*. Причому, шкала може бути задана як у виді математичного виразу (формули) так і таблиці або графіка (рис. 2.1).

У фізичному вихованні і спорті існують чотири *види шкал оцінок*:

- **пропорційні**, в яких відбувається нарахування однакового числа очок за рівний приріст результатів (наприклад, за кожні 0,1 с поліпшення результату в бігу на 100 м нараховується 20 очок – в сучасному п'ятиборстві, ковзанярському спорті, гонках на лижах, лижному двоєборстві, біатлоні тощо);
- **прогресуючі**, в яких, чим вище спортивний результат, тим більше очок додається за його поліпшення (наприклад, за поліпшення часу в бігу від 15,0 до 14,9 секунд додають 10 очок, а від 10,0 до 9,9 секунд – 100 очок, застосовуються в плаванні, окремих видах легкої атлетики, важкої атлетики).  
Доцільно використовувати в спорті вищих досягнень. Один висококваліфікований спортсмен принесе більше балів, ніж десяток спортсменів-розрядників;
- **регресуючі**, за допомогою яких за той самий приріст результату (при зростанні спортивних досягнень) нараховують усе менше число очок (наприклад, за поліпшення результату в бігу на 100 м з 15,0 до 14,9 с додають 20 очок, а за 0,1 с у діапазоні 10,0 - 9,9 с – тільки 15 очок) шкали такого типу здаються несправедливими, але застосування їх у багатьох випадках доцільно (в деяких видах легкоатлетичних стрибків і метань);
- **сигмовидні (або S-образні)** – у цих шкалах поліпшення результатів у зонах дуже низьких і дуже високих досягнень заохочується слабо; більше всього очок надається за приріст результатів у середній зоні досягнень; у спорті такі шкали не використовуються, в основному вони застосовуються при оцінці фізичної підготовленості.

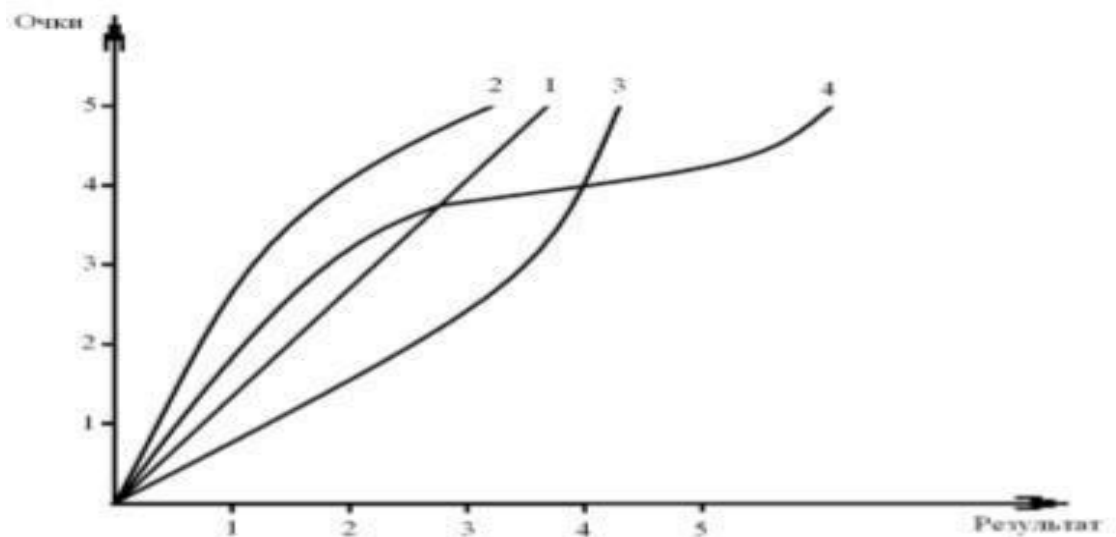


Рисунок 2.1. Типи оціночних шкал (1 – пропорційна; 2 – регресуюча; 3 – прогресуюча; 4 – сигмовидна)

Кожна з цих шкал має свої переваги і недоліки, які залежать від правильного їх застосування. Оцінка, як уніфікований вимірник спортивних результатів може бути ефективною, якщо вона має своє продовження на практиці. А це залежить від вибору критеріїв, на основі яких оцінюються результати. При виборі критеріїв оцінювання необхідно враховувати – Які

результати повинні бути покладені в нульову точку шкали? Як оцінювати проміжні і максимальні досягнення?

Доцільно використовувати такі *критерії оцінювання результатів*:

- рівність тимчасових інтервалів, необхідних для досягнення результатів, що відповідають однаковим розрядам у різних видах спорту;
- рівність обсягів навантажень, які необхідно затратити на досягнення однакових кваліфікаційних норм у різних видах спорту;
- стабільність світових рекордів у різних видах спорту;
- рівні співвідношення між числом спортсменів, що виконали розрядні норми в різних видах спорту.

На практиці, для оцінювання результатів тестування використовуються декілька шкал.

**Стандартна шкала.** В її основі лежить пропорційна шкала, а названа вона так тому, що масштабом у ній служить стандартне (середнє квадратичне) відхилення. Найбільш поширена T-шкала. При її використанні середній результат прирівнюється до 50 очок, а формула виглядає таким чином:

$$T = 50 + 10 \frac{x_i}{\sigma} = 50 + 10Z$$

Де T – оцінка результату тестування;

X<sub>i</sub> – показаний результат;

X – середній результат;

σ – стандартне відхилення.

Z — результат.

Приклад. Якщо середня величина у стрибках в довжину з місця дорівнює X = 224 см, а стандартне відхилення – σ = 20 см, то за результат – 222 см нараховується 48 очок, а за 266 см – 51 очко.

Відхилення від середнього, визначене в одиницях стандартного відхилення, називається нормою відхилення або нормативним відхиленням.

**Перцентильна шкала** заснована за ступенем переваги кожного спортсмена порівняно з більш слабкими учасниками змагання. В основі цієї шкали лежить наступна операція: кожен спортсмен із групи отримує за свій результат (на змаганнях або тесті) стільки очок, скільки відсотків спортсменів він обігнав. Таким чином, оцінка переможця – 100 очок, оцінка останнього – 0 очок. Перцентильна шкала найбільш придатна для оцінки результатів великих груп спортсменів, наприклад у кросі.

Головна перевага цієї шкали – простота, але обов'язково потрібно визначити – яка кількість результатів спортсменів укладається в один перцентиль або скільки перцентилів приходить на одного спортсмена.

**Перцентиль** – це інтервал шкали. При 100 спортсменах в одному перцентилі – один результат, при 50 – один результат укладається в два перцентилі

(тобто, якщо спортсмен обійшов 30 чоловік, він одержує 60 очок). Простота обробки результатів і наочність перцентильної шкали обумовили її широке застосування на практиці.

**Параметричні шкали.** У циклічних видах спорту і у важкій атлетиці результати залежать від таких параметрів, як довжина дистанції (вага, яку підняв спортсмен) і маса спортсмена. Ці залежності називають параметричними. Для світових рекордів вона має порівняно простий вид, для інших еквівалентних досягнень параметричні залежності є аналогічними, тобто представляють собою подібні прямі. Шкали, побудовані на основі цих залежностей вважаються досить точними.

**Шкала ДЦОЛФКа.** (Державний центр обліку лікувальної фізичної культури). Ця шкала застосовується для оцінювання результатів періодичного тестування конкретного спортсмена в різні періоди циклу або етапу підготовки.

Вона виражається формулою:

$$\text{Оцінка, бал} = 100 \times \left(1 - \frac{\text{Кращий результат} - \text{оцінюваний результат}}{\text{Кращий результат} - \text{гірший результат}}\right),$$

Як видно з формули, кращий і гірший результат – визначається. Цю шкалу

доцільно застосовувати для оцінки варіативних показників.

Приклад. Кращий результат у потрійному стрибку з місця – 10 м 26 см, гірший – 9 м 37 см. Поточний результат – 10 м.

$$\text{Його оцінка} = 100 \times \left(1 - \frac{10,26 - 10,0}{10,26 - 9,37}\right) = 71 \text{ бал,}$$

**Оцінка комплексу тестів.** Існує два основних варіанта оцінки результатів тестування спортсменів з комплексу тестів. Перший полягає у виведенні узагальненої оцінки, що інформативно характеризує підготовленість спортсмена на змаганнях. Це дозволяє використовувати її для прогнозу результату на змаганнях враховуючи суму балів за тестування. Другий варіант оцінки заснований на побудові «профілю» спортсмена. Лінії графіків наочно відображують сильні і слабкі сторони фізичної підготовленості спортсмена.

## 10. Різновиди і придатність норм.

**Норма** – гранична величина результату тесту, на основі якої проводиться класифікація спортсменів (школярів). Офіційними нормами є

розрядні в Єдиній спортивній класифікації або у державних тестах фізичної підготовленості населення України. Використовуються і неофіційні норми: їх устанавлюють фахівці у сфері фізичного виховання або тренери, наприклад, для відбору дітей у дитячо-юнацькі спортивні школи, переводу юних спортсменів у групи спортивного вдосконалення, відбору кваліфікованих спортсменів у збірні команди. Існує три *види норм: порівняльні, індивідуальні, належні.*

**Порівняльні норми** встановлюються після порівняння досягнень людей, що належать до однієї сукупності. Ці норми визначаються таким чином:

- обирається сукупність людей, наприклад студенти гуманітарних вузів міста Києва;
- визначаються їх досягнення в комплексі тестів;
- виявляються середні величини і стандартні (середнє квадратичні) відхилення;
- значення  $\bar{X} \pm 0,5\sigma$  приймається за середню норму, а інші градації (низька– висока, дуже низька – дуже висока) – в залежності від коефіцієнта при  $\sigma$ .

Наприклад, значення результату в тесті понад  $\bar{X} + 2\sigma$  вважається «дуже високою нормою».

**Індивідуальні норми** засновані на порівнянні показників одного і того ж спортсмена на різних змаганнях. Ці норми мають дуже важливе значення для індивідуалізації тренування у всіх видах спорту. Необхідність їх визначення виникла внаслідок істотних розходжень у структурі тренуваності спортсменів.

Градація індивідуальних норм встановлюється за допомогою тих же статистичних процедур. За середню норму приймаються показники тестів, що відповідають середньому результату в змагальній вправі. Індивідуальні норми широко застосовуються при поточному контролі.

**Належні норми** встановлюються на підставі вимог, що пред'являють людині умови життя, професія, необхідність підготовки до захисту Батьківщини. Тому в багатьох випадках вони випереджають дійсні показники. У спортивній практиці належні норми встановлюються таким чином:

- визначаються інформативні показники підготовленості спортсмена;
- вимірюються результати у змагальній вправі і відповідні їм досягнення в тестах;
- розраховується рівняння регресії типу  $y = kx + c$ , де  $x$  – належний результат у тесті, а  $y$  – прогнозований результат у змагальній вправі.

Належні результати в тесті і є належною нормою. Її необхідно досягти, і тільки тоді можна буде показати запланований результат у



змаганнях.

В основі порівняльних, індивідуальних і належних норм лежить порівняння результатів одного спортсмена з результатами інших спортсменів, показників певного спортсмена в різні періоди і в різних станах, наявних даних з належними величинами.

**Вікові норми.** У практиці фізичного виховання найбільш розповсюджені вікові норми. Ці норми відносяться до порівняльних (норми комплексної програми фізичного виховання учнів ЗОШ). Складаються ці норми традиційним способом: результати тестування в різних вікових групах обробляються за допомогою стандартної шкали і на цій основі визначаються норми. Але тут є один істотний недолік – ці норми не враховують значного індивідуального впливу на будь-які показники людини біологічного віку і розмірів тіла.

#### Вимоги до придатності норм:

- *релевантність* норм – придатність норм тільки для тієї сукупності для якої вони розроблені. Норми складаються для певної групи людей і придатні тільки для цієї групи. Наприклад, за даними досліджень, норма у метанні м'яча масою 80 г для дітей 10 років, які проживають у столиці – 28,7 м, в інших містах – 30,3 м, у селі – 31,6 м. Тобто, норми, розроблені в Прибалтиці, не придатні для України і тим більше для Середньої Азії;
- *репрезентативність* – відображує їх придатність для оцінки всіх людей із генеральної сукупності (наприклад, для оцінки фізичного стану всіх першокласників м. Києва). Репрезентативними можуть бути тільки норми, отримані на однаковому матеріалі (тобто умови для занять в усіх школах повинні бути однаковими).
- *сучасність* – норми повинні переглядатися один раз на 4 роки. Зважаючи на те, що результати в змагальних вправах і тестах постійно зростають – використовувати норми, які розроблені давно не рекомендується.

У процесі оцінювання мають місце різні види оцінок, спеціальні шкали і норми, що відповідають вимогам придатності (рис. 3.1).

## 11. Визначення поняття кваліметрії.

*Якість* – це узагальнене поняття, яке відноситься до продукції, послуг, процесів, праці і будь-якої діяльності, включаючи фізичну культуру і спорт.

*Якісними* називаються показники, що не мають визначених одиниць виміру. Таких показників у фізичному вихованні і спорті дуже багато: артистичність, виразність у гімнастиці, фігурному катанні, стрибках у воду,

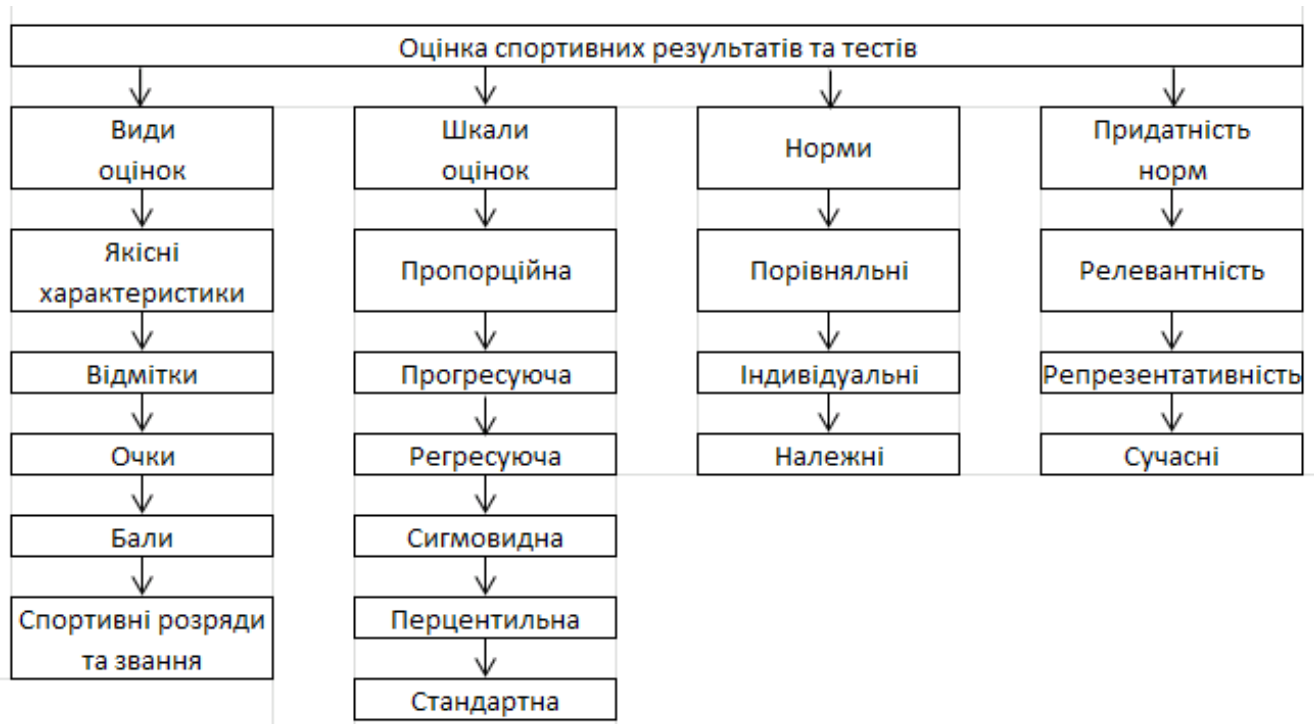
на батуті, видовищність у спортивних іграх, єдиноборствах тощо. Для кількісної оцінки таких показників використовуються методи кваліметрії.

**Кваліметрія** – це розділ метрології, що вивчає питання виміру та кількісної оцінки якісних показників. *Вимірювання якості* – це встановлення відповідності між характеристиками показників і вимогами пред’явленими до них. При цьому вимоги («еталон якості») не завжди можуть бути вираженими в однозначній і узагальненій для усіх формі. *Кваліметрія* – це сукупність статистичних методів, придатних для оцінки вихідних даних, які не можна виразити числом. Ідея кваліметричних методів полягає в тому, що вихідні дані виражаються через певні числа, з якими потім і відбуваються розрахунки.

Фахівець, що оцінює виразність рухів спортсмена, подумки зіставляє те, що він бачить, з тим, що він уявляє як виразність. В практиці фізичного виховання і спорту часто виникають ситуації, пов’язані з роботою подібних даних. Необхідно відмітити, що головний термін теорії ФВС – тренування – є *атрибутивним*. Багато з педагогічних понять, наприклад «ефективність виконання рухової вправи», «технічно-тактична майстерність спортсмена», «краса подання спортивних вправ» та ін., є атрибутивними поняттями.

Рисунок 3. 1

Основні елементи системи оцінок спортивних результатів (тестів)



Існує два принципових підходи до оцінки атрибутивних явищ: застосування кваліметричних методів і анкетування. Завдання дослідника полягає в тому, щоб оперувати загальним об’ємом кваліметричних методів, а в конкретній досліджуваній ситуації вміти застосувати адекватний метод. Так, у фігурному катанні можна оцінити за допомогою кваліметричних

методів: якість виконання композиції загалом; техніку виконання та артистизм; якість виконання окремих елементів. Між тим, на практиці якість оцінюється не за одним, а за декількома ознаками. При цьому найвища узагальнена оцінка не обов'язково відповідає максимальним значенням по кожній ознаці.

В основі кваліметрії лежать основні *положення*:

- будь-яку якість можна виміряти (спортивна майстерність, ефективність змагальної і тренувальної діяльності, якість спортивного інвентарю тощо);
- якість залежить від ряду властивостей, що утворюють «дерево якості». Наприклад, дерево якості виконання вправ у фігурному катанні складається з трьох рівнів – вищого (якість виконання композиції у цілому, середнього (техніка виконання і артистизм) і нижчого (вимірювальні показники, що характеризують якість виконання окремих елементів);
- кожна властивість визначається двома числами: відносним показником  $K$  і вагомістю  $M$ ;
- сума вагомості властивостей на кожному рівні дорівнює одиниці або 100%.

Відносний показник характеризує виявлений рівень вимірюваної властивості (у відсотках від його максимально можливого рівня), а вагомість – порівняльну важливість різних показників. Методичні прийоми кваліметрії (проведення виміру і кількісна оцінка) поділяються на дві групи: *евристичні (інтуїтивні)*, що засновані на експертних оцінках і анкетуванні та *інструментальні*, або апаратурні. Проведення експертизи і анкетування – це з одного боку технічна робота, яка обумовлює суворе дотримання певних правил, з іншого – мистецтво, що потребує інтуїції та досвіду.

## 12. Метод експертних оцінок.

Вимір деяких кількісних ознак може проводитися за допомогою різних технічних засобів. Але для більшості з них такі способи оцінки неефективні. У цьому випадку застосовують метод експертних оцінок.

**Метод експертних оцінок** (*expertus* – досвідчений) – метод, за допомогою якого вимірюються якісні сторони руху суб'єктивними оцінками фахівців-експертів. **Експертною оцінкою** називається оцінка, одержана шляхом з'ясування думок фахівців. **Експерт** (від лат. *expertus* – досвідчений) – це фахівець, запрошений для рішення питань, що потребують спеціальних знань. Метод експертних оцінок дозволяє за допомогою спеціально обраної

шкали зробити потрібні виміри і співставити з суб'єктивними оцінками спеціалістів-експертів.

Такі оцінки – випадкові величини, вони можуть бути оброблені деякими методами багатомірного статистичного аналізу. Як правило, експертне оцінювання або експертиза, проводиться у виді опитування чи анкетування, групи експертів. Техніка експертизи і анкетування – це збір та узагальнення думок окремих людей. Характерні приклади експертизи: суддівство в гімнастиці і фігурному катанні та інших техніко-естетичних видах.

Методика групової експертизи містить у собі:

- формулювання мети і завдань експертизи;
- добір і комплектування групи експертів;
- вибір методики проведення опитування;
- складання плану експертизи;
- проведення опитування експертів;
- аналіз і обробку отриманої інформації, у тому числі перевірка узгодженості експертних оцінок.

Підбір експертів – важливий етап експертизи, тому що достовірні дані можна одержати не від усякого фахівця. Експертом може бути людина, яка має високий рівень професійної підготовки, здатна до критичного аналізу минулого і сьогодення, а також до прогнозування майбутнього, психологічно стійка і об'єктивна (не схильна до угодовства).

При експертній оцінці рухової діяльності людині бажано мати однорідну групу експертів. Узгодженість розраховується за допомогою *коефіцієнта конкордації*:

$$W = \frac{12 \times S}{m^2 \times n \times (n^2 - 1)}$$

Де  $m$  - кількість експертів;  $n$  – кількість об'єктів експертизи;  $S$  – сума квадратів відхилень сум рангів, отриманих кожним спортсменом, від середньої суми рангів.

Підхід до відбору експертів ґрунтується на визначенні ефективності їх діяльності. *Абсолютна ефективність* діяльності експерта визначається відношенням числа випадків, коли експерт вірно передбачив подальший хід подій, до загального числа експертиз, що проведені даним спеціалістом.

Наприклад, якщо експерт брав участь у 10 експертизах і 6 разів його точка зору підтвердилась, то ефективність діяльності такого експерта = 0,6.

*Відносна ефективність* діяльності експерта – це відношення абсолютної ефективності його діяльності до середньої абсолютної ефективності діяльності групи експертів. Тим більша цінність експерта, чим вища абсолютна і відносна ефективність його діяльності. Бажано мати однорідну групу експертів, але як що це не вдається, то для кожного з них виводиться *ранг*.

Напевно, експерт представляє більшу цінність, чим вищий показник його діяльності. Для підвищення якості експертизи намагаються підвищити кваліфікацію експертів шляхом спеціального навчання, тренувань і ознайомлення з можливо більш об'єктивною інформацією з проблеми, що аналізується. Суддів в багатьох видах спорту можна розглядати як своєрідних експертів, що оцінюють майстерність спортсмена (в гімнастиці) чи хід поєдинку (у боксі). Велике значення має ступінь погодженості думок експертів, що оцінюється за величиною рангового коефіцієнта кореляції (у випадку двох експертів) чи за величиною коефіцієнта конкордації (якщо декілька експертів).

Вірогідність експертизи залежить не тільки від якісних особливостей експертів, але і від їх числа. При зменшенні кількості експертів, роль кожного з них перебільшується, а при зменшенні – важко домогтися погодженої думки.

Підготовка експертизи зводиться в основному до складання плану її проведення. Найбільш важливими його розділами є підбір експертів, організація їх роботи, формулювання питань, обробка результатів.

### 13. Метод анкетування.

Широке розповсюдження у фізичній культурі і спорті отримав такий метод експертних оцінок, як анкетування. *Анкетуванням* називається метод збору думок за допомогою заповнення анкет. Анкетування відноситься до статистичного методу, який дозволяє виявити думки багатьох людей про досліджуваний об'єкт. Метод називається статистичним, тому що дослідник набирає велику кількість відповідей: чим більше відповідей, тим достовірніше отриманий результат.

При опитуванні респонденти заповнюють анкету, за результатами якої і відбувається виявлення їх думок. *Анкетою* є опитувальний лист, в який вносять відповіді респондента на поставлені питання. Питання в анкеті повинні бути короткими, зрозумілими респонденту і мати чітке уявлення про ціль дослідження. При складанні анкет найбільша увага приділяється чіткому та осмисленому формулюванню питань. Питання в анкеті повинні бути короткими, зрозумілими респонденту і мати чітке уявлення про ціль дослідження.

Анкета складається з двох частин: *демографічної та основної*.

*Демографічна* частина анкети має питання, які характеризують особистість респондента: ім'я, вік, стать, соціальне положення, адресу. *Основна* частина анкети має питання, відповіді на які дозволяють вирішити основне завдання дослідження. Характер питань визначає різні види анкетування.

**Пряме анкетування** включає такі питання, які вимагають прямих відповідей від респондента про об'єкт дослідження, наприклад: «Що ви думаєте про метод нашого тренування?», «Чи подобається вам програма

наших занять?»).

**Непряме анкетування** припускає питання, відповіді на які може вибрати респондент особисто, наприклад: «Покращить чи погіршить програму введення нових вправ?», «Який, на вашу думку, буде ефект від збільшення об'єму навантаження: позитивний чи негативний?», «Як ви оцінюєте новий комплекс вправ: а) ефективний, б) неефективний або в) мало значущий?»).

**Безумовне анкетування** включає питання, які припускають прямі відповіді без жодних умов, наприклад: «Чи проводили ви тестування своїх підручників?», «Чи працюєте ви за своєю особистою програмою?», «Чи робите ви ранкову зарядку?»).

**Умовне анкетування** включає питання, які припускають відповіді респондента за дотриманням певних умов, наприклад: «Чи слід змінити характер занять, якщо тестування покаже суттєві зміни в рівні витривалості?», «Чи слід проводити спортивні змагання на початку навчального року, якщо учні ще не займалися в секціях?»).

**Відкрите анкетування** припускає такі питання, відповіді на які не мають ніяких обмежень, наприклад: «Що ви думаєте про спорт?», «Яка ваша думка про останній футбольний матч?»).

**Закрите анкетування** має такі питання, які перелічують можливі відповіді. Респондент повинен підкреслити потрібне питання, наприклад: «Який вид спорту вам подобається найбільше: футбол, плавання, легка атлетика?», «Ви любите займатися спортом: індивідуально, у малій групі, у колективі?»).

**Очне анкетування** – спосіб заповнення анкети респондентом у присутності дослідника. У цьому випадку досліджуваний має можливість проконсультуватися щодо запитань заповнення анкети, з'ясувати думку інших респондентів.

**Заочне анкетування** – спосіб заповнення анкети на розсуд респондента.

Анкета відправляється поштою.

**Індивідуальне анкетування** – спосіб роботи респондента, коли анкета заповнюється однією особою.

**Групове анкетування** – спосіб роботи респондентів, коли анкета заповнюється групою осіб.

**Персональне анкетування** припускає заповнення анкети, коли в її демографічній частині вимагаються паспортні дані респондента.

**Анонімне анкетування** проводиться без запису паспортних даних, що дозволяє респонденту бути повністю щирим у відповідях на будь-які питання.

Після проведення анкетування відбувається підрахунок голосів

респондентів, тобто підбивається підсумок анкетування, на базі якого визначається досліджуваний об'єкт.

*Апаратурні методи.* Розвиток обчислювальної техніки дозволяє проводити анкетування в режимі діалогу з електронною обчислювальною технікою (ЕОТ). Особливістю діалогового методу є складання математичної програми, що передбачає логічну побудову питань і черговість їх відтворення на дисплеї в залежності від типів відповідей на них. В пам'ять машини закладаються стандартні ситуації, що дозволяють контролювати правильність вводу відповідей, відповідність чисельних значень діапазону реальних даних. Машина контролює можливість помилок і у випадку їх появи знаходить причину і вказує на неї.

Більшого поширення набув *метод безпосередньої оцінки*, коли експерт розміщує кожен об'єкт у певний оцінений інтервал, а висновки роблять по сумі балів.

Часто використовують *метод повного і неповного парного порівняння*, який ґрунтується на непарному порівнянні всіх факторів, де найбільш вагомий об'єкт оцінюється одним балом, а другий об'єкт цієї пари оцінюється в нуль балів. При використанні цього методу кожен експерт заповнює спеціальну таблицю – матрицю парних порівнянь. На основі проведення розрахунків визначається ранг об'єкта (зайняте ним місце).

Одним з найбільш точних і складних методів є проведення експертизи за програмою послідовних індивідуальних опитувань («метод Дельфі»).

## Лекція № 3: СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ

### План

1. Математична статистика.
2. Основні статистичні характеристики ряду вимірювань.
3. Статистичні гіпотези і достовірність статистичних характеристик.
  - 3.1. Перевірка статистичних гіпотез.
  - 3.2. Порівняння двох вибірових середніх арифметичних (незв'язані вибірки).
  - 3.3. Порівняння двох вибірових середніх пов'язаних вибірок.

### Література

1. Годик М. А. Спортивная метрология : [учеб. для ин-тов физ. культ. ] / М. А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 192 с.
2. Давиденко А. И. Спецификация тестирующих процедур с учетом будущей профессиональной деятельности студентов [Элек-тронный ресурс] / А. И. Давиденко // Вуз. Здоровье. Интеллект: педагогические,



биоинформационные и оздоровительные технологии : II междунар. науч.-практ. конф. 5-7 июня 2002 г. – Волгоград : ВолГУ, 2002. – 496 с. – Режим доступа : <http://sor.volsu.ru/library/docs/00000702.pdf>

3. Железняк Ю. Д. Основы научно-методической деятельности в физической культуре и спорте : [учеб. пособ. для студ. высш. пед. учеб. завед.] / Ю. Д. Железняк, П. К. Петров. – М. : Академия, 2002. – 264 с.

4. Зацюрский В. М. Спортивная метрология / В. М. Зацюрский. – М. : Физкультура и спорт. – 1982. – 256 с.

5. Карпман В. Л. Тестирование в спортивной медицине / Карпман В. Л., Белоцерковский З. Б., Гудков И. А. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 206 с.

6. Клапчук В. В. Кількісна оцінка рівня фізичного здоров'я та превентивна фізична реабілітація курсантів і студентів вищих навчальних закладів МВС України : [навч. посіб.] / В. В. Клапчук, В. В. Самошкін. – Д. : ЮАМВС, 2005. – 52 с.

7. Коренберг В. Б. Спортивная метрология / В. Б. Коренберг. – М. : Советский спорт, 2004. – 339 с.

8. Круцевич Т. Ю. Контроль в физическом воспитании детей, подростков и юношей : [учеб. пособ. для студ. высш. учеб. завед.] / Т. Ю. Круцевич, М. И. Воробьев. – К. : НУФВиСУ, 2005. – 195 с.

9. Круцевич Т. Ю. Нормування результатів фізичної підготовленості дітей, підлітків та юнацтва методом індексів / Т. Ю. Круцевич // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2005. – № 2. – С. 22–26.

10. Начинская С. В. Спортивная метрология : [учеб. пособие для вузов по спец. 033100 «Физическая культура»] / С. В. Начинская. – М. : Академия, 2005. – 238 с.

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

## 1. Математична статистика.

*Жодне людське дослідження  
не може називатися справжньою  
наукою, якщо воно не пройшло через  
математичні докази.  
Леонардо Да Вінчі*

Математична статистика - розділ математики, присвячений методам збору, аналізу і обробки статистичних даних для наукових і практичних цілей, оперує великим числом об'єктів і аналізує масові явища.

Вчений В.С. Фарфель говорив: «Наука - це, в першу чергу, точне знання, збирання фактів, об'єктивна обґрунтованість висновків. І у всьому



цьому присутні цифри, що містять відомості як практичного, так і наукового характеру. Однак з цифрами треба вміти поводитися і вчасно в потрібному місці застосовувати їх».

В.М. Заціорський (1982) вказував, що статистика в деяких моментах аналізу наукових даних може стати небезпечним інструментом при укладанні висновків, так як за кожною цифрою стоїть індивідуальний результат, показаний спортсменом і усереднювати цей показник, підводити під якісь моделі теж не завжди буває виправдано і потрібно. І тим не менше без застосування методів математичної статистики неможлива обробка даних, отриманих в ході експерименту, формулювання висновків, що мають прикладне значення для самих різних областей людської діяльності, в тому числі і в галузі фізичної культури і спорту.

Будь-який творчо працюючий фахівець фізичного виховання, будь то студент факультету фізичної культури, аспірант, докторант, науковий співробітник, який аналізує наукові дані, вчитель фізичної культури, тренер, в ході своєї роботи отримують фактичний експериментальний матеріал (первинний цифровий масив). Якщо ці дані не будуть коректно оброблені за допомогою методів математичної статистики, то їх робота втрачає всякий теоретичний і практичний сенс.

Розглянемо деякі визначення характерні для математичної статистики:

*Генеральна сукупність* - вихідна сукупність (абсолютна кількість об'єктів, яка існує в наявності взагалі, наприклад, всі студенти ДДМА). Сукупність всіх цікавлячих нас об'єктів називається *генеральною сукупністю* об'єктів. Кількість об'єктів у генеральній сукупності називається *об'ємом*.

*Вибірка* - частина об'єктів дослідження, певним чином обрана з генеральної сукупності (наприклад, студенти кафедри фізичної культури ДДМА) - це об'єкти дослідження, вибрані з генеральної сукупності за ознакою приналежності кафедри.

Усі об'єкти дослідження повинні мати хоча б одну загальну ознаку, яка дозволяє класифікувати об'єкти, порівнювати їх один з одним (стать, вік, спортивна кваліфікація і т.п.). У цьому випадку про ці об'єкти можна говорити як про *статистичну сукупність*.

Фактичний експериментальний матеріал з'являється в ході наукового експерименту. Його традиційна схема наступна: зазвичай особи, які беруть участь в наукових дослідженнях, поділяються на контрольну та експериментальну групи, в яких важливе значення мають ознаки, що визначають досліджуваних як статистичну сукупність. Ці ознаки повинні бути приблизно однаковими за своїми характеристиками, інакше експеримент втрачає свою наукову значущість.

Контрольна група готується за традиційною методикою, а експериментальна - із застосуванням нововведень. До і після експерименту

проводяться контрольні випробування (тестування) та за їх результатами судять про ефективність нововведень.

Уже на етапі відбору в контрольної та експериментальної групи дослідник стикається з низкою запитань: якою має бути чисельність групи, як повинні відбиратися кандидати в ці групи, рівень підготовленості учасників експерименту, істотно чи відрізняється одна група від іншої по важливим для експерименту показниками т. і. На всі ці питання можна відповісти тільки застосувавши методи математичної статистики.

Наприклад, існують методи, що дозволяють однозначно сказати про те, що вибірка є представницькою (репрезентативною) по відношенню до генеральної сукупності. До них відносяться:

1) Методи відбору об'єктів з генеральної сукупності у вибірку:

- а) жеребкування;
- б) механічний відбір;
- в) типовий відбір;
- г) серійний відбір.

2) Методи точкових та інтервальних оцінок, що дозволяють виявити максимально близькі значення і межі інтервалів, між якими з більшою ймовірністю знаходяться дійсні значення досліджуваних параметрів.

3) Методи, що дозволяють виявити той мінімальний обсяг вибірки, який дозволяє судити про середнє значення генеральної сукупності не більше ніж помилкою на задану величину після проведення контрольних вправ.

4) Дослідник отримує первинний цифровий матеріал, це як правило великий обсяг числових даних. Масив цих чисел важко підрахувати, і зробити якісь висновки безпосередньо по ним неможливо. Тут використовуються методи описової статистики:

1. Угруповання даних і подання їх у вигляді статистичних таблиць з виділенням в них варіаційних рядів.

2. Графічне представлення експериментальних даних у вигляді гістограм і полігону частот.

5) Методи, що дають уявлення про кількісні числові характеристики:

1. Характеристики положення:

- а) середнє арифметичне;
- б) медіана;
- в) мода.

2. Характеристики розсіювання:

- а) дисперсія;
- б) стандартне відхилення;
- в) коефіцієнт варіації.

3. Характеристики асиметрії емпіричних розподілів:

- а) асиметрія;

б) ексцес.

б) Після отримання середніх значень і характеристик розсіювання експериментальних даних, дослідник бачить, що показники в контрольній та експериментальній групах розрізняються. Виникає питання, наскільки достовірні ці відмінності? Це результат нововведення чи випадковість? Ці питання вирішують методи перевірки статистичних гіпотез:

1. Критерії, засновані на нормальному розподілі:

а) F - критерій Фішера;

б) t - критерій Стьюдента;

в) U - критерій.

2. Критерії згоди:

а)  $\chi^2$  критерій (критерій хі-квадрат);

б) критерій Шапіро-Уїлкі.

3. Непараметричні критерії:

а) критерій Вілкоксона.

7) Дуже часто метою дослідження є встановлення наявності та ступеня зв'язку між спортивним результатом і певним показником тренуваності або фізичного розвитку, між окремими показниками фізичної підготовленості і т.д., подібні завдання вирішуються методами кореляційного і регресивного аналізу.

8) Крім того, в деяких випадках досліднику цікаво дізнатися ступінь тісноти взаємозв'язку одного показника з двома, трьома, чотирма і більше аргументами, що впливають на цей показник.

Наприклад, з області біомеханічної науки: в якій мірі (у відсотковому відношенні сумарно) впливають на результат стрибка в довжину з розбігу: початкова швидкість розбігу; швидкість розбігу на 3 метри до відштовхування; величина кута згинання в колінному суглобі і швидкість руху махової ноги під час відштовхування, висота польоту у польотної фазі стрибка і т.д. Це приклад з безліччю невідомих. Подібні приклади вирішуються за допомогою методів множинної кореляції або рівнянь регресії.

## 2. ОСНОВНІ СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЯДУ ВИМІРІВ

Первинна обробка експериментальних даних і графічне їх уявлення наочно показують, як варіює ознака в вибірковій сукупності, але вони недостатні для повної характеристики всього обсягу спостережень. Необхідні узагальнюючі числові характеристики, які показують положення центра

емпіричних розподілів: *середнє арифметичне* ( $\bar{X}$ ), *медіана* ( $Me$ ), *мода* ( $Mo$ ), показники їх варіації *середній квадрат відхилень або дисперсія* ( $\sigma^2$ ), *середнє квадратичне відхилення або стандартне відхилення* ( $\sigma$ ); *коефіцієнт варіації*

(V) і інше.

**Середнє арифметичне.** Середнє арифметичне або просто середнє прийнято позначати тією ж буквою, що і варіанти спостережень, але над цією буквою ставиться символ усереднена - риса. Наприклад, якщо позначити досліджуваній ознака через (x), то середнє арифметичне буде позначатися  $\bar{X}$ . Обчислення середнього арифметичного здійснюється за формулою:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (1.1)$$

де n - обсяг спостережень;  $x_i$  - варіанти спостережень;  $\Sigma$  - знак підсумовування.

Приклад. Обчислити середнє значення для 6 результатів вимірювань кистьовий динамометр. 1 - 46 (кг); 2 - 50; 3 - 59; 4 - 60; 5 - 55; 6 - 49.

Розрахуємо середнє значення за формулою:

$$\bar{X} = \frac{46 + 50 + 59 + 60 + 55 + 49}{6} = 53,16$$

Крім *середнього арифметичного* існують інші характеристики, що визначають положення центра емпіричного розподілу. До них відносяться: *медіана* (позначається символом Me) - число розділяє упорядкований (по зростанню або зменшенню) ряд експериментальних даних на дві рівні частини; *мода* (позначається символом Mo) - результат вимірювання, який знаходиться в середині рангового ряду. Наприклад, в деяких видах спорту, де оцінка спортсмену виставляється декількома суддями (гімнастика), самі високі і найнижчі оцінки відкидаються, і в залік йде медіана. Наприклад, п'ять суддів поставили 9,1 - 9,1 - 9,2 - 9,3 - 9,4 бала. Відкидаючи вищі і нижчі оцінки, отримуємо медіану, рівну 9,2 балу. Ця оцінка йде в залік спортсмену. Медіана і мода є допоміжними характеристиками спостережень і

**Характеристики варіації.** К характеристикам варіації результатів вимірювань відносять розмах, дисперсію, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації і др. Всі середні показники дають загальну характеристику ряду результатів вимірювань. Відомий фахівець В. М. Заціорський (1982) вказував, що на практиці нас часто цікавлять як сильно крайній результат відхиляється від середнього значення. Наприклад, для ряду 3, 6, 3 - середнє значення  $\bar{X}=4$ , для ряду 5, 2, 5 також середнє значення  $\bar{X}=4$ , незважаючи на істотну відмінність цих рядів.

Тому середні характеристики завжди необхідно доповнювати показниками варіації. Найпростішою характеристикою варіації є розмах варіювання. Його визначають як різницю між найбільшим і найменшим

результатами вимірювань, але не відображає відхилень всіх результатів. Для цього розраховують відхилення від середнього значення. Наприклад, для ряду 3, 6, 3 значення  $(x_i - \bar{X})$  будуть наступними:  $3 - 4 = -1$ ;  $6 - 4 = 2$ ;  $3 - 4 = -1$ . Сума цих відхилень  $(-1) + 2 + (-1)$  завжди дорівнює 0. Щоб уникнути цього, значення кожного відхилення зводять у квадрат:

$$(-1)^2 + 2^2 + (-1)^2 = 6.$$

Значення  $(x_i - \bar{X})^2$  робить відхилення від середньої більш виразними: малі відхилення стають ще менше ( $0,5^2 = 0,25$ ), а великі - ще більше ( $5^2 = 25$ ).

Отриману суму

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2$$

називають *сумою квадратів відхилень*. Розділивши цю суму на число вимірів, отримують середній квадрат відхилень або дисперсію (позначається  $\sigma^2$  і розраховується за формулою (1.2).

Середнє арифметичне, медіана і мода є одними з найбільш інформативних характеристик розподілу, але вони не дають повної картини про варіюють ознаки. Для того, щоб побачити в якому діапазоні розсіяні знайдені значення ознаки, обчислюють характеристики розсіювання: *дисперсія* ( $\sigma^2$ ), *середнє квадратичне відхилення або стандартне відхилення* ( $\sigma$ ); *коефіцієнт варіації* ( $V$ ). Якщо число вимірювань не більше 30, тобто  $n \leq 30$ , дисперсія обчислюється за формулою:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n-1}, \quad (1.2)$$

де  $\sum (x_i - \bar{X})^2$  - сума квадратів відхилень значень ознак  $x_i$  від середнього арифметичного  $\bar{X}$ ,  $n - 1$  - число ступенів свободи, яка дорівнює кількості спостережень без одного.

*Приклад.* Розрахуємо значення дисперсії для 6 результатів вимірювань кистьовий динамометрії за формулою (1.2).

Таблиця 1

Розрахунок дисперсії

№	x (кг)	$(x - \bar{X})$	$(x - \bar{X})^2$
1	46	$46 - 53,16 = -7,16$	$= 51,26$
2	50	$50 - 53,16 = -3,16$	$= 9,98$
3	59	$59 - 53,16 = +5,84$	$= 34,10$
4	60	$60 - 53,16 = +6,84$	$= 46,78$
5	55	$55 - 35,16 = +1,84$	$= 3,38$
6	49	$49 - 53,16 = -4,16$	$= 17,3$
Сума	319		162,83

$$\bar{X} = \frac{46+50+59+60+55+49}{6} = 53,16;$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{X})^2}{n-1} = \frac{162,83}{6-1} = 32,6$$

З характеристик варіацій найбільш часто використовується середньоквадратичне відхилення за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X)^2}{n-1}} \quad (1.3)$$

У наведеному в таблиці 1 прикладі середнє квадратичне відхилення дорівнює

$\sigma = \sqrt{32,6} = 5,7$  кг (приблизно). Іншими словами на вибіркою обсягом 6 учнів знаходимо, що в середньому юнаки показують результат  $53,16 \pm 5,7$  кг.

*Середнє квадратичне відхилення* (воно називається також *стандартним відхиленням*) має ті ж одиниці вимірювання результатів від середнього значення в абсолютних одиницях. Однак для порівняння коливання двох і більше сукупностей, що мають різні одиниці виміру, ця характеристика не придатна. Для цього використовується коефіцієнт варіації.

*Коефіцієнт варіації* визначається як відношення середнього квадратичного відхилення до середнього арифметичного, виражене у відсотках. Розраховується за формулою:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\% \quad (1.4)$$

У спортивній практиці коливання результатів вимірювань в залежності від величини коефіцієнта варіації вважають невеликий (0 - 10%), середньої (11 - 20%) і великий ( $V > 20\%$ ). Вважається, що якщо коефіцієнт варіації не

перевищує 10%, то спостереження можна вважати однорідними (Н.А. Масальгін, 1974 г.).

Коефіцієнт варіації має важливе значення в спортивній метрології, так як, будучи величиною відносною (вимірюється у відсотках), дозволяє порівнювати між собою коливання результатів вимірів, що мають різні одиниці виміру.

Визначимо ще один показник розсіювання - стандартна помилка середньої арифметичної (середньоквадратичне). Цей показник (зазвичай він позначається символом  $m$  або  $S$ ) характеризує коливання середньої. Стандартна помилка середньої арифметичної обчислюється за формулою:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1.5)$$

де  $\sigma$  стандартное отклонение результатов измерения,  $n$  – кількість елементів вибірки  $n \geq 20$ .

Коли кількість елементів вибірки  $n < 20$ , використовують наступну формулу

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} \quad (1.6)$$

У наведеному вище прикладі стандартна помилка середньої арифметичної дорівнює:

$= \frac{5.7}{\sqrt{6-1}} = 2.6$  тобто вона в два рази менше, ніж середнє відхилення результатів вимірювання.

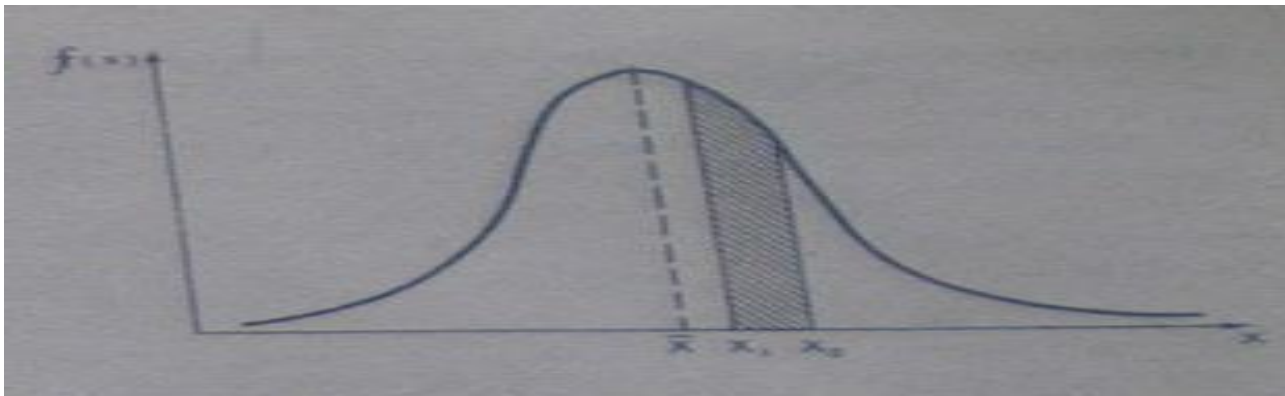
### 3. СТАТИСТИЧНІ ГІПОТЕЗИ І ДОСТОВІРНІСТЬ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

У спорті при аналізі явища доводиться за вимірюваннями показника робити узагальнюючий висновок. Закон нормального розподілу відіграє важливу роль при застосуванні числових методів у спортивній метрології. Його покладено в основу вимірювань, розробки тестових шкал, методів перевірки гіпотез. Формула нормального розподілу більшості результатів вимірювань вперше була знайдена англійським математиком Муавром в 1733 р.:

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

де  $\pi$  і  $e$  - математичні постійні ( $\pi = 3,141$ ,  $e = 2,718$ ),  $\bar{X}$  і  $\sigma$  - відповідно середнє арифметичне і середнє квадратичне відхилення,  $x$  - результати вимірювань,  $f(x)$  - так звана функція щільності розподілу. Це математичний вираз розподілу який дозволяє отримати у вигляді графіка криву нормального розподілу (рис.1), яка симетрична відносно центру групування  $\bar{X}$  (зазвичай це значення  $\bar{X}$ , моди або медіани).

Рис.1



### 3.1 Перевірка статистичних гіпотез

Статистичною гіпотезою називається перевірка математичними методами припущення щодо статистичних характеристик результатів вимірювань. Статистичну гіпотезу зазвичай позначають  $H$ : (твердження).

Припустимо, що нам відома (на підставі обстеження) середня довжина тіла студентів першого курсу -  $\bar{X}_1$ . У той же час відомо значення цього показника для вивчення вікової групи в більш широкому масштабі,

наприклад європейському -  $\bar{X}_0$  - характеристика генеральної сукупності.

Припустимо, що довжина тіла наших студентів не відрізняються від європейської. Статистична гіпотеза тоді запишеться як  $H_0$ : ( $\bar{X}_1 = \bar{X}_0$ ), тобто передбачається, що середня довжина тіла студентів дорівнює довжині тіла

їхніх однолітків в Європі. Гіпотеза, відповідно до якої відсутні відмінності між порівнюваними сумами, називається нульовою ( $H_0$ ). Альтернативною (протилежною) гіпотезою ( $H_1$ ) буде припущення, що  $\bar{X}_1 > \bar{X}_0$  або що  $\bar{X}_1 < \bar{X}_0$ .

При перевірці статистичної гіпотези рішення дослідника ніколи не



приймається з упевненістю, тобто завжди існує певний ризик прийняти неправильне рішення. Оцінка ступеня цього ризику і являє собою суть перевірки статистичної гіпотези. Виключити на 100% цей ризик неможливо. Дослідник може вибрати ймовірність, або рівень значущості, який характеризує ймовірність відхилення. Найпоширенішими рівнями є: 0,001; 0,01; 0,05. Рівень 0,05 означає, що вибіркоче значення може зустрітися в середньому не частіше ніж 5 раз в 100 спостереженнях.

Ухвалення або відхилення гіпотези здійснюється на основі певного критерію. *Статистичним критерієм* називають правило, що забезпечує прийняття істинної і відхилення помилкової гіпотези з заздалегідь заданою вірогідністю. Фахівець В.М.Заціорський (1982) визначає наступні етапи перевірки гіпотези:

1. Формулювання гіпотези (нуль-гіпотези), яку в подальшому необхідно прийняти або відхилити.
2. Вибір рівня значущості.
3. Визначення вибіркового значення статистичних характеристик (на основі вимірювання або спостереження вибіркової сукупності).
4. Вибір критерію для перевірки статистичної гіпотези.
5. Порівняння розрахункового значення з критичним значенням критерію для обраного рівня значущості і прийняття або відхилення гіпотези.

### 3.2 Порівняння двох вибірових середніх арифметичних (незв'язані вибірки)

При порівнянні двох вибірових середніх арифметичних зазвичай перевіряється припущення, що і перша, і друга вибірки належать до однієї генеральної сукупності і отже, не відрізняються один від одного значимо. В цьому випадку відомі наступні статистичні характеристики:  $\bar{X}_2, \bar{X}_1, \sigma_2, \sigma_1$  і обсяги вибірок  $n_2, n_1$ . На початку записується нульова гіпотеза як  $H_0 (X_1 = X_2)$ . Далі обчислюється значення критерію  $t$  (розрахункове).

1. У разі рівних обсягів вибірки та нерівних дисперсій:

$$n = n_1 = n_2; \sigma_1 \neq \sigma_2;$$

$$t_{\text{расчет}} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}} \times \sqrt{n}. \quad (2.2.1)$$

Число ступенів свободи  $\nu = 2 \times n - 2$ .

2. У разі нерівних обсягів вибірки та нерівних дисперсій:

$$n_1 \neq n_2; \sigma_1 \neq \sigma_2;$$

$$t_{\text{расчет}} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\sigma_1^2/n_1 + \sigma_2^2/n_2}}. \quad (2.2.2)$$

Число ступенів свободи  $\gamma = n_1 + n_2 - 2$ .

Після того як визначено критерій і обчислено значення  $t_{\text{розрах}}$  порівнюють його з *критичним значенням*  $t_{\alpha;\gamma}$ . Для цього користуються таблицею теоретичного розподілу Стьюдента (див. Додаток 1) і для рівня значущості  $\alpha$  і числа ступенів свободи  $\gamma$  виписують відповідне значення  $t_{\alpha;\gamma}$ . Під числом ступенів свободи розуміють різницю між числом вимірюваних (спостережуваних) значень і числом лінійних відносин (зв'язків), що виникають між ними. Всі статистичні таблиці містять дані для різного числа ступенів свободи. При використанні кожного критерію треба правильно визначати число ступенів свободи.

Порівнюючи значення  $t_{\text{розрах}}$  з *критичним значенням*  $t_{\alpha;\gamma}$  надходять у такий спосіб. Якщо  $t_{\text{розрах}} < t_{\alpha;\gamma}$ , гіпотеза  $H_0: (X_1 = X_2)$  приймається з імовірністю  $g = 1 - \alpha$ ; якщо  $t_{\text{розрах}} > t_{\alpha;\gamma}$  гіпотеза  $H_0: (X_1 \neq X_2)$  відхиляється з імовірністю  $g = 1 - \alpha$ ;

*Приклад.* Одна група студентів (28 осіб), виконуючи контрольну вправу на першому курсі «підтягування на перекладині», мала такі статистичні характеристики:  $\bar{X}_1 = 16$  підтягувань,  $\sigma_1 = 4$ ; інша група (26 осіб) мала характеристики  $\bar{X}_1 = 18$ ;  $\sigma_1 = 5$ .

Запишемо цю гіпотезу як  $H_0: (\bar{X}_1 = \bar{X}_2)$ , тобто нульова гіпотеза полягає в рівності двох вибірових середніх арифметичних  $\bar{X}_1$  і  $\bar{X}_2$ .

Значення  $t_{\text{розрах}}$  визначимо для випадку 2 по формулі (2.2.2):

$$t_{\text{расчет}} = \frac{|\bar{X}_1 - \bar{X}_2|}{\sqrt{\sigma_1^2/n_1 + \sigma_2^2/n_2}} = \frac{|16 - 18|}{\sqrt{4^2/28 + 5^2/26}} = 1,61.$$

Число ступенів свободи  $\gamma = n_1 + n_2 - 2 = 28 + 26 - 2 = 52$ .

Рівень значущості вибираємо  $\alpha = 0,05$  і  $\gamma = 52$  з таблиці розподілу Стьюдента виписуємо критичне значення  $t_{\alpha;\gamma} = 2,04$ .

Так як  $t_{\text{розрах}} < t_{\alpha;\gamma}$ , ( $1,61 < 2,04$ ), гіпотеза  $H_0: (X_1 = X_2)$  приймається з імовірністю  $g = 1 - \alpha = 1 - 0,05 = 0,95$ , тобто, як і передбачалося, групи не відрізняються статистично істотно по досліджуваному показнику. Спостерігаються відмінності можна розглядати як випадкові.

### 3.3 Порівняння двох вибірових середніх пов'язаних вибірок

У спорті на одних і тих же спортсменів проводяться вимірювання через деякий час (до і після тренувального заняття, до і після етапу

тренування і т.п.). При цьому намагаються визначити, чи змінився стан спортсменів. У таких випадках вибірки завжди равночислени, а все результати можуть бути об'єднані в пари (кожна пара - це результати вимірювань на одній людині на початку і кінці експерименту). Подібні вибірки називають пов'язаними: між даними першого і другого вимірювання може бути кореляція. У випадках пов'язаних вибірок можна використовувати методи, описані вище. Фахівець В. М. Заціорський (1982) вказує на наступні дії:

1) для кожного учня визначити різниці («зрушення») між результатами першого та другого вимірювань -  $d_i$ . Наприклад, якщо при першому вимірі спортсмен міг стрибнути вгору з місця на 65 см, а в другому на 70 см, то

$$- d_i = 65 - 70 = -5 \text{ см};$$

2) розрахувати середню арифметичну різницю, тобто всі їхні підсумовувати і розділити на число учнів:

$$\bar{X}_d = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n};$$

3) знайти середнє відхилення різниць і середньоквадратичне відхилення середньої різниці (за формулами 1.3 та 1.5).

Критерієм для перевірки суттєвості відмінностей є відношення середньої різниці до її середньому квадратичному відхиленню:

$$t_{\text{розрах}} = \frac{\bar{X}_d}{S_d} \geq t_{\alpha; \gamma; (\gamma = n - 1)},$$

де  $X_d$  – середня різниця,  $S_d$  – стандартне відхилення середньої різниць,  $t_{\alpha; \gamma}$  – табличне значення критерію Стьюдента для рівня значущості  $\alpha$  і  $\gamma$  ступенів свободи. В даному випадку число ступенів свободи на одиницю менше числа порівнюваних пар.

*Додаток А*

Критичні значення критерію Стьюдента

Ступінь свободи	Критичні значення		Ступінь свободи	Критичні значення	
	P = 0,05	P = 0,01		P = 0,05	P = 0,01
1	12,71	63,60	19	2,09	2,86
2	4,30	9,93	20	2,09	2,85

3	3,18	5,84	21	2,08	2,82
4	2,78	4,60	22	2,07	2,82
5	2,57	4,03	23	2,07	2,81
6	2,45	3,71	24	2,06	2,80
7	2,37	3,50	25	2,06	2,79
8	2,31	3,36	26	2,06	2,78
9	2,26	3,25	27	2,05	2,77
10	2,23	3,17	28	2,05	2,76
11	2,20	3,11	29	2,04	2,76
12	2,18	3,06	30	2,04	2,75
13	2,16	3,01	40	2,02	2,70
14	2,15	2,98	50	2,01	2,68
15	2,13	2,95	60	2,00	2,66
16	2,12	2,92	80	1,99	2,64
17	2,11	2,90	100	1,98	2,63
18	2,10	2,88	>120	1,96	2,57

#### **Лекція № 4: СПОРТИВНЕ ТРЕНУВАННЯ ЯК СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ. СИСТЕМА КОНТРОЛЮ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ ТА СПОРТІ**

##### **План**

1. Характеристика контролю у фізичному вихованні та спорті. Види контролю у фізичному вихованні.
2. Стадії управління навчально-тренувальним процесом. Стани спортсмена та їх особливості.
3. Самоконтроль при заняттях фізичної культурою та спортом.

##### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Годик М.А. Спортивная метрология. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 261 с.
2. Запорожанов В.А. Контроль в спортивной тренировке. – К.: Здоров'я, 1988. – 144 с.
3. Зотов В.П. Восстановление работоспособности в спорте. – К.: Здоров'я, 1990. – 200 с.
4. Иванов В.В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 256 с.

#### **1. Характеристика контролю у фізичному вихованні та спорті. Види контролю у фізичному вихованні.**

Фізичне виховання і спортивне тренування – не стихійний, а

керований процес. У кожен момент часу людина перебуває в певному фізичному стані, який визначається, головним чином, станом здоров'ям (відповідністю показників життєдіяльності нормі, ступенем стійкості організму до несприятливих раптовим впливів), статурою і станом фізичних функцій.

*Під управлінням в спортивному тренуванні слід розуміти одну з найважливіших функцій, що забезпечують підтримання оптимальної структури, реалізацію програм і цілей системи спортивного тренування. Основою для управління процесом спортивного тренування служать різноманітні і постійно змінні можливості спортсмена, коливання його функціонального стану, інформація про які надходить від спортсмена за допомогою зворотних зв'язків чотирьох типів:*

- відомості про стан спортсмена (самопочуття, ставлення до тренувальної роботи, настрої);
- відомості про поведінку спортсмена (обсяг тренувальної роботи, її виконання, помічені помилки);
- дані про терміновий тренувальний ефект (величина і характер зрушень у функціональних системах, викликаних тренувальним навантаженням);
- відомості про відставлений і кумулятивний тренувальний ефект (зміни в стані тренуваності і підготовленості спортсмена).

*Об'єктом управління в спортивному тренуванні є поведінка спортсмена і його стан – оперативний, поточний, етапний, що є наслідком застосування тренувальних і змагальних навантажень, всього комплексу впливів у системі спортивної підготовки. Метою управління тренувальним процесом є оптимізація поведінки спортсмена, доцільний розвиток тренуваності і підготовленості, що забезпечує досягнення найвищих спортивних результатів.*

Управління тренувальним процесом передбачає комплексне використання як можливостей системи спортивного тренування (закономірностей, принципів, положень, засобів і методів), так і позатренувальних та позазмагальних факторів системи спортивної підготовки (спеціального інвентарю, обладнання та тренажерів, засобів відновлення, кліматичних факторів, організаційних моментів). З одного боку, це визначає надзвичайну складність управління в спортивному тренуванні, а з іншого боку, його велику ефективність у разі обґрунтованості реалізованих рішень.

У найбільш загальному вигляді управління може бути визначене як впорядкування системи, тобто приведення її у відповідність з об'єктивною закономірністю, що діє в даній сфері. У цьому плані

динамічна система виступає як самокерована система, укладає в собі, по суті, дві підсистеми: керовану і керуючу, які в єдності утворюють систему управління.

Важливою стороною процесів управління складними динамічними системами є *принцип зворотного зв'язку*. Згідно з цим принципом успішне управління може здійснюватися тільки в тому випадку, якщо керуючий буде отримувати інформацію про ефект, досягнутий керованим об'єктом.

Систематичний контроль дає можливість вивчати особливості розвитку рухових здібностей, морфологічних та психологічних ознак, функціональних можливостей, рухових дій та процесів.

*Метою контролю* є оптимізація процесу підготовки та змагальної діяльності спортсменів на основі об'єктивної оцінки різних сторін їх підготовленості і функціональних можливостей найважливіших систем організму. *Предметом контролю* в спорті є зміст навчально-тренувального процесу, змагальної діяльності, стан різних сторін підготовленості спортсменів, їх працездатність, можливості функціональних систем.

В цілому, структура контролю у фізичному вихованні та спорті може бути представлена наступним чином (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 Структура видів контролю у фізичному вихованні та спорті

Медичний контроль в системі фізичного виховання та спорту представлений наступними складовими:

- оцінка фізичного розвитку;
- оцінка біологічного віку;
- оцінка стану здоров'я.

Узагальнена схема фізичного контролю наведена на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 Структура медичного контролю у фізичному вихованні та спорті

*Оцінка фізичного розвитку* здійснюється в декількох напрямках:

- соматометричні показники;
- фізіометричні показники;
- соматоскопічні показники;
- метод індексів, для інтегральної оцінки рівня здоров'я.

Актуальною проблемою для практики фізичного виховання та спорту є визначення невідповідності між хронологічним та біологічним віком. У зв'язку з можливою різницею здійснюється диференційований підхід проведення занять з фізичного виховання та тренувань, а також індивідуальний підбір засобів та методів спортивної підготовки.

*Оцінка стану здоров'я* передбачає аналіз анкетних даних (про перенесені захворювання особою та членами сім'ї, прийом ліків, харчових добавок тощо), вивчення медичного профілю (обстеження шкіри, центральної нервової системи, органів дихання, серцево-судинної, кістково-м'язової систем) та оцінку травм та захворювань, що дозволяє визначити їх етіологію та, за можливості, їх запобігти.

Найчастіше в практичній роботі використовуються показники педагогічного контролю (рис. 1.3).





Рисунок 1.3 Структура педагогічного контролю

*Контроль розвитку рухових здібностей* дозволяє визначити ступінь зміни і відповідності модельним характеристикам координаційних, силових, швидкісних здібностей, здібності до витривалості і гнучкості. *Контроль фізичного навантаження* здійснюється з урахуванням тренувального та змагального навантаження через реєстрацію об'єму, інтенсивності, координаційної складності.

Сучасний розвиток біомеханіки дає можливість об'єктивно здійснювати реєстрацію різних показників (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 Структура біомеханічного контролю

З метою фіксації *біокінематичних параметрів рухових дій* використовується кіно та відеозйомка, *біостатика тіла* оцінюється через визначення загального центру маси тіла спортсмена та окремих його частин, стійкості тіла у різних положеннях, а визначення *біодинамічних характеристик рухових дій* здійснюється з використанням спеціалізованого інструментального обладнання



(тензодинамометрія, міотонометрія, електроміографія).

*Контроль змагальної діяльності* здійснюється в трьох напрямках (рис. 1.5): контроль ефективності змагальної діяльності, стенографування рухів, реєстрація різних характеристик рухів.



Рисунок 1.5 Структура контролю змагальної діяльності

*Контроль ефективності змагальної діяльності* (техніко-тактичних дій) за розробленими оціночними шкалами здійснюється шляхом співставлення командних та індивідуальних дій. Техніко-тактичні дії конкретної команди порівнюються з модельними характеристиками кращих ігрових команд даного виду спорту. А ефективність індивідуальних дій визначається у різних гравців у результативній командній діяльності.

*Стенографування рухів* на змаганнях частіше за все здійснюється в техніко-естетичних видах спорту (спортивна і художня гімнастика, фігурне катання, стрибку у воду тощо). Запис ведеться трьома способами:

- використовуючи скорочені позначення гімнастичної термінології;
- спеціальними знаками;
- використовуючи спеціальні позначки, якими позначається рухова дія.

*Реєстрація різних характеристик рухів* здійснюється у видах спорту циклічного та ациклічного характеру.

Морфологічний контроль передбачає декілька напрямів (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 Структура морфологічного контролю

*Антропометричні вимірювання* дозволяють визначити довжині та обхватні антропометричні показники, а також антропометричні діаметри. *Визначення складу тіла* та її змін становить інтерес для оцінки фізичного стану та істинного розвитку людини. При проведенні вимірювань виділяють жировий без жировий компоненти маси тіла, а схильність до занять певним видом спорту залежить від соматичної належності людини. У зв'язку з цим, *діагностику соматотипу* здійснюють у дітей і підлітків, дорослих спортсменів, використовуючи різні технології та методики їх визначення, що буде розглянуто нижче. *М'язова композиція* у людини індивідуальна. Від наявності відсоткового співвідношення повільноскорочуваних (червоних) та швидкоскорочуваних (білих) типів м'язових волокон залежить схильність людини до певної рухової діяльності. Прямі (біопсія) та непрямі методи дають можливість визначити індивідуальне співвідношення типів волокон у спортсменів. *Рентгенографія* в морфологічному контролі дозволяє вивчити нормальний та деформований хребетний стовп, кістки кінцівок і суглобів.

На рисунку 1.7 представлена система функціонального контролю.



Рисунок 1.7 Структура функціонального контролю

При обстеженні *функцій серцево-судинної системи* визначають частоту серцевих скорочень у стані спокою, при роботі і відновленні; артеріальний тиск; проводять функціональні проби, на основі яких здійснюється реєстрація різних показників. Діагностика *функцій дихальної системи* проводиться на основі вивчення життєвої ємності легень, максимальної вентиляції легень, функціональних проб (Штанге, Генчі, Скібинського тощо), визначення порогу анаеробного обміну. При контролі функцій *нервово- м'язової системи* використовується пальце-носова проба, термографія, електроенцефалографія тощо. При діагностиці *функцій сенсорних (аналізаторних) систем* обстежують зоровий, слуховий та руховий аналізатори.



Рисунок 1.8 Структура біохімічного контролю

Вагомими напрямками біохімічного контролю є контроль повітря, біологічних рідин, м'язової тканини, а в спорті ще і застосування допінгу (рис. 1.8).

*Видихнуте повітря* є достатньо інформативним показником і дозволяє проводити дослідження енергетичного обміну в організмі. Співвідношення спожитого кисню та видихнутого вуглекислого газу відображає інтенсивність процесів енергозабезпечення.

Найбільш інформативним показником біохімічного контролю 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. Зміна складу крові може свідчити про вуглецевий, ліпідний і білковий обміни. При біохімічній діагностиці функціонального стану спортсмена інформативним показником є *рівень гормонів у крові*, що визначає функціональну тренованість, особливість протікання процесів втоми і

відновлення. Біохімічний аналіз *сечі* дозволяє в певній мірі вивчити роботу нирок, а також простежити динаміку обмінних процесів у різних органах і тканинах. *Слина* зазвичай використовується на ряду з іншими біохімічними показниками, визначаються електроліти, активність ферментів.

*М'язова тканина* є достатньо вагомим показником біохімічного контролю м'язової діяльності. Аналізують кількість скоро чуваних білків, АТФазну активність міозина, показники енергетичного потенціалу (АТФ, глікогена, креатинфосфата), продукти енергетичного обміну, електроліти та інші речовини. Актуальною проблемою в біохімічному контролі є визначення *застосування допінгу* спортсменом. 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 смерті. Психологічний контроль дає можливість оцінити розвиток когнітивних процесів особистості (рис. 1.9).



Рисунок 1.9 Структура психологічного контролю

Контроль інтелектуальних здібностей можливий за допомогою вербальних, словесних, числових, зорово-просторових тестів. Кількісним показником рівня інтелектуального розвитку людини є коефіцієнт інтелекту IQ. У спортивній діяльності спостерігається прямий зв'язок між розвитком інтелектуальних здібностей спортсмена та його спортивними результатами. Ефективність змагальної діяльності дітей та підлітків (спортсменів) залежить від розвитку *пам'яті*. Доцільно при психологічному контролі вивчати короткочасну (використовуючи цифрові та наочні образи), логічну, механічну, рухову пам'ять. *Увага* є важливим психологічним компонентом пізнавальної активності людини. Від даного показника залежить ступінь розвитку здібності до навчання. За допомогою тестів вивчають ступінь концентрації, властивість переключення (лабільність) і стійкість (стабільність) уваги.

Важливе місце в психологічному контролі займає *діагностика розвитку мислення*, що є суттєвим для тактичної підготовленості спортсменів. Типологічні властивості нервової системи враховуюся під час спортивного відбору (методики Г.Айзенка, Є.П. Ільїна).

Необхідність генетичного контролю виникла нещодавно. Його використання пов'язують з проблемою пошуку спортивних талантів. Основна структура генетичного контролю представлена на рисунку 1.10.



Рисунок 1.10 Структура генетичного контролю

В *діагностиці спортивного таланту* використовуються генеалогічні та внутрішньосімейні дані про рухову активність членів сім'ї, визначення наявності і відсутності *генетичних маркерів*, та визначення *статевої належності* спортсмена під час допуску до змагань спортсменок.

## 2. Стадії управління навчально-тренувальним процесом. Стани спортсмена та їх особливості.

Управління навчально-тренувальним процесом включає в себе три стадії:

- збір інформації;
- її аналіз;
- прийняття рішень (планування).

Збір інформації звичайно здійснюється під час *комплексного контролю*, об'єктами якого є:

- змагальна діяльність;
- тренувальні навантаження;
- стан спортсмена.

Розрізняють (В.А. Запорожанов) *три типи станів спортсмена* в залежності від тривалості проміжку, необхідного для переходу з одного стану в інший.

*Етапний (перманентний) стан.* Зберігається відносно довго – тижні або місяці. Комплексна характеристика етапного стану спортсмена, що відображає його можливості до демонстрації спортивних досягнень, називається підготовленістю, а стан оптимальної (найкращої для даного циклу тренування) підготовленості – спортивною формою. Очевидно, що протягом одного або декількох днів не можна досягти стану спортивної форми або втратити його.

*Поточний стан.* Змінюється під впливом одного або декількох занять. Нерідко наслідки участі в змаганнях або виконаної на одному із занять тренувальної роботи затягуються на кілька днів. У цьому випадку спортсмен зазвичай відзначає явища як несприятливого характеру (наприклад, м'язові болі), так і позитивного (наприклад, стан підвищеної працездатності). Такі зміни називають *відставленим тренувальним ефектом*. Поточний стан спортсмена визначає характер найближчих тренувальних занять і величину навантажень в них. Окремий випадок поточного стану, що характеризується готовністю до виконання в найближчі дні змагальної вправи з результатом, близьким до максимального, називається *поточною готовністю*.

*Оперативний стан.* Змінюється під впливом одноразового виконання фізичних вправ і є тимчасовим (наприклад, стомлення, викликане одноразовим пробіганням дистанції; тимчасове підвищення працездатності після розминки). Оперативний стан спортсмена змінюється в ході тренувального заняття і має враховуватися при плануванні інтервалів відпочинку між підходами, повторними забігами, при вирішенні питання про доцільність додаткової розминки тощо. Окремий випадок оперативного стану, що характеризується негайною готовністю до виконання змагальної вправи з результатом, близьким до максимального, називається *оперативною готовністю*.

Вдале поєднання «ударних» і більш «м'яких» режимів тренувальної роботи створює сприятливі умови підвищення функціональних можливостей спортсмена. У таких умовах різко зростає роль психіки, що виконує функції саморегуляції і самоврядування функціональними підсистемами організму і поведінки людини в цілому. Центральною проблемою урахування психологічних аспектів організації управління і контролю тренувальним процесом є *діагностика та оцінка психічного стану спортсмена*.

Суб'єктивні й об'єктивні ознаки психічних станів дуже різноманітні, і їх вираженість залежить як від особливостей людини, так і від характеру виконуваної роботи. Характеристика *суб'єктивних ознак* багато в чому визначається мотивами діяльності, і, особливо при стані адекватної мобілізації, ряд негативних ознак може або не



помічатися, або ховатися (прагнення до діяльності, почуття змагання, певне почуття відповідальності за виконання дій). При будь-якому вигляді втоми детальне дослідження може виявити зміну в характері функціонування будь-якої системи організму – серцево-судинної, рухової, центральної нервової, травної тощо.

Однак слід зазначити, що основними при фізичній роботі визнані м'язова і рухова системи, а також системи, що забезпечують виконання фізичних навантажень – дихальна та серцево-судинна. Серед психофізіологічних і психологічних характеристик основними є показники сенсомоторики (латентний період рухової реакції, критична частота мигтючих подразників, зміна порогу відчуттів на світлові і слухові подразники).

У діагностиці психічних станів у трудовій та спортивній діяльності використовується до 50 груп показників. Серед адекватних психодіагностичних методів суб'єктивних оцінок психічного стану виступають самооцінки:

- загального стану на тренуванні;
- рівня втоми за весь тренувальний день;
- суб'єктивної легкості в заключній частині тренування;
- загального стану після тренування;
- виразності втоми після тренування;
- стабільності працездатності на тренуванні.

На сьогодні, досить гостро стоїть питання про психофізіологічні проявах станів тренуваності і «спортивної форми», які важливі в прогнозі результативності спортивної діяльності. Часто ці стани, по суті, не диференціюються і пов'язуються:

- з властивостями особистості спортсмена, сформованими в процесі багаторічної підготовки;
- з «перманентним станом, триваючим тижні і місяці»;
- з оперативним станом готовності до конкретних змагань.

Іноді поняття «стан тренуваності» і «стан спортивної форми» трактуються як окремі випадки «рівня підготовленості» і «стану готовності».

*Стан тренуваності і стан спортивної форми* – конкретні випадки психофізіологічного стану спортсменів, під яким розуміється «цілісна реакція особистості на зовнішні та внутрішні стимули, спрямована на досягнення корисного результату». Основна функція оперативного компонента психофізіологічного стану проявляється у забезпеченні узгодженості протікання домінуючих процесів функціонування підсистем організму і особистості, спрямованих на досягнення найближчої в часі мети діяльності. В енергетичному

відношенні оперативний компонент здійснює перехід потенційної енергії в кінетичну і визначається суб'єктивною значимістю найближчої мети діяльності і труднощами її досягнення.

Таким чином, взаємодія стійкого і оперативного компонентів станів спортсменів забезпечує цілісність їх організму і особистості в часі і доцільність роботи всіх функціональних систем залежно від тимчасової відстрочки основної мети спортивної діяльності.

*На суб'єктивному рівні стан тренованості і спортивної форми пов'язуються з почуттям «легкості початку тренування» і «легкості його закінчення».* Почуття «легкості початку тренування» інтерпретується як оперативний компонент стану тренованості. За об'єктивними показниками це почуття виражається в стабілізації темпу рухів, що сприяє підтримці рівномірного темпу на дистанції (координаційний компонент), і сумарному рівню активації (енергетичний компонент).

Сукупність показників, взаємозалежних з «легкістю закінчення тренування», інтерпретується як прояв *стійкого компонента стану тренованості*. Він також включає в себе координаційну та енергетичну складові. Координаційна складова проявляється в стабілізації дозованого і оптимального статичного зусилля. Зменшення варіативності за цими показниками відображає збільшення стійкості найбільш важливої специфічної якості представників групи витривалості – здатності точно в часі розподіляти свої сили на дистанції. Енергетична складова сталого компонента стану тренованості проявляється у зменшенні значень активаційних показників: сумарного рівня активації; відносини оптимального статичного зусилля до максимального; відносини оптимального темпу до максимального. На психологічному рівні його прояви виражаються в зниженні почуття втоми і почуття напруженості до тренування.

Стан «спортивної форми» відрізняється єдністю енергетичних складових оперативного та сталого компонентів. Чим більше перевищення рівня активації над оптимальним, тим нижче рівень активаційних резервів, гірше настрої, меншим є бажання тренуватися, і тим нижче успішність виступу на змаганнях. З іншого боку, чим рівень активації нижче оптимального, тим краще настрої, сильнішим є бажання тренуватися, але тим нижчою є здатність до реалізації енергетичних ресурсів і нижча успішність на змаганнях.

*Імпульсивність (різноманітність) тренувального навантаження* в передзмагальному періоді є одним з факторів підвищення активації вище оптимального рівня. Монотонність навантаження, навпаки, входить до числа причин, що знижують активацію. Нестійкість



самооцінки готовності спортсмена до змагань може бути показником як неоптимальне високого, так і неоптимальне низького рівня його активації.

### 3. Самоконтроль при заняттях фізичної культуурою та спортом.

Інтенсивний розвиток масової фізичної культури призвів до суттєвого підвищення ролі самоконтролю, всі дані якого повинні фіксуватися в щоденнику самоконтролю. Передбачається фіксування як даних спокою, так і певної інформації про характер виконаної м'язової роботи, про реакцію на неї організму. Те ж саме можна сказати і про результати проведення найпростіших функціональних проб.

У щоденнику, в першу чергу, повинні отримати відображення суб'єктивні дані про адаптивність до виконуваних фізичних навантажень: ступінь втоми після тренування, бажання, з яким воно виконується, почуття задоволення після нього, відчуття дискомфорту тощо. Відставлені ефекти переносимості навантажень відбиваються на характері і глибині сну, апетиті, настрої. Поява негативних оцінок суб'єктивних даних самоконтролю говорить про надмірні фізичних навантаження, неправильний розподіл їх в тижневому мікроциклі, неоптимальне співвідношенні обсягу та інтенсивності тренувальних навантажень.

Достовірність суб'єктивних оцінок адаптивності до фізичних навантажень підвищується при підкріпленні їх даними об'єктивного самоконтролю. До них відноситься вимір ЧСС, АТ. При індивідуальних заняттях є можливість програмувати ЧСС з метою забезпечення тренувального ефекту і адекватності навантаження з урахуванням віку, статі, завданнями тренування (підвищення фізичної працездатності, рекреація, реабілітація після захворювань тощо). Бажано вимірювати також і АТ до і після навантаження. На початку навантаження максимальний тиск підвищується, потім стабілізується на визначеному рівні. Після припинення роботи (перші 10-15 хв) знижується нижче вихідного рівня, а потім приходять у початковий стан. Мінімальний же тиск при легкому чи помірному навантаженні не змінюється, а при напруженій важкій фізичній роботі трохи підвищується. Відомо, що величина пульсу і мінімального тиску в нормі чисельно збігаються.

Кердо запропонував обчислювати індекс за формулою:  $IK (\text{індекс Кердо}) = AT_{\text{мін}} / ЧСС$

У здорових людей цей індекс близький до одиниці. При порушенні нервової регуляції серцево-судинної системи він стає більшим чи меншим одиниці.

Найбільшу складність при самоконтролі представляє проведення функціональних проб. З них найбільш доступні ортостатична проба

(реєстрація ЧСС на променевій артерії в горизонтальному і вертикальному положеннях), а також тест Руф'є, в якому основна інформація виходить за даними виміру ЧСС. Динаміка обох проб дозволяє судити про ефективність тренувальної роботи, що проводиться за затвердженою програмою.