**Лекція 3**

**🕮 Тема 2. Основи біомеханічного контролю. Частина 2**

**Мета лекційного заняття:** ознайомитися з основами біомеханічного контролю; вивчити шкали та одиниці вимірювання; з’ясувати що входить до системи відліку відстані і часу; розглянути види біомеханічних характеристик; усвідомити призначення кінематичних, динамічних і енергетичних характеристик; з’ясувати особливості біомеханічних характеристик поступального та обертального рухів; надати уявлення про точність вимірювання; розглянути сутність кількісної оцінки техніко-тактичної майстерності; вивчити що таке тестування і яким чином визначається якість тесту; ознайомитися з тестуванням та педагогічним оцінюванням в біомеханіці; розглянути сутність тестування рухових якостей і автоматизації біомеханічного контролю.

*План*

1.  Біомеханічний контроль як елемент системи комплексного контролю у фізичному вихованні та спортивно-оздоровчій діяльності.

2.  Шкали та одиниці вимірювання.

3.  Системи підрахунку відстані та часу.

4.  Поняття про біомеханічні характеристики.

5.  Кінематичні характеристики (просторові, часові, просторово-часові).

5.1.  Просторові характеристики.

5.2.  Часові характеристики.

5.3.  Просторово-часові характеристики.

6.  Динамічні характеристики руху людини.

6.1  Інерційні характеристики.

6.2  Силові характеристики.

7.  Енергетичні характеристики рухової діяльності людини.

8.  Особливості біомеханічних характеристик поступального та обертального рухів.

9.  Точність вимірів.

10.  Кількісна оцінка техніко-тактичної майстерності.

11.  Тестування та педагогічне оцінювання в біомеханіці.

11.1  Якість тесту.

11.2.  Педагогічне оцінювання.

12.  Тестування рухових якостей.

13.  Автоматизація біомеханічного контролю.

**🖉Ключові терміни та поняття:** *біомеханічний контроль, об'єкт біомеханічного контролю, шкала вимірювання, шкала найменувань, шкала порядку, шкала відносин, система відліку відстані, тіло відліку, система відліку часу, біомеханічні характеристики, кінематичні характеристики, просторові, часові, просторово-часові характеристики, динамічні характеристики, енергетичні характеристики рухів тіла людини, поступальний і обертовий рух, абсолютна похибка, відносна похибка, систематична похибка, випадкова похибка, техніка рухових дій, тактика рухової діяльності, тестування, інформативність тесту, надійність тесту, педагогічне оцінювання.*

**7. Енергетичні характеристики рухової діяльності людини.** Під час рухів людини сили, які докладаються до її тіла виконують роботу й змінюють положення і швидкість ланок тіла, що змінює його енергію. Робота характеризує процес, при якому змінюється енергія системи. Енергія ж характеризує стан системи, який змінюється через роботу. Енергетичні характеристики показують, як змінюються види енергії під час рухів і відбувається власне процес зміни енергії.

До е*нергетичних характеристик належать:*  робота сили, потужність сили, механічна енергія тіла (кінетична й потенційна).

Більшість з енергетичних характеристик обчислюється з кінематичних і динамічних характеристик.

*Механічна робота* являє собою добуток сили на переміщення. Наприклад, для того щоб піднятися по канату на висоту 5 м, хлопчик із масою тіла в 30 кг виконує роботу близько 1500 джоулів:

30 кг×9,8 м/с2 ×5 м≈ 300 Н × 5 м = 1500 Дж.

Якщо цей підйом тривав 10 с, то потужність, яку розвиває хлопчик, становитиме 1500 Дж : 10 с=150 Вт. Це значна потужність (згадайте, як яскраво світить така електрична лампочка).

*Потужність* визначається як частка від ділення величини механічної роботи на час виконання цієї роботи.

Знаючи величину механічної роботи і кількість, наприклад ударів по м'ячу, боксерських ударів або інших ударних дій, можна визначити потужність коротких інтенсивних рухів. Коли механічну роботу визначити важко, можна виміряти силу та швидкість. Так, при ударі класного футболіста по м'ячу сила дії може досягати 400 Н, а швидкість вильоту м'яча 30 м/с. У цьому випадку потужність, що розвивається, становить 12000 Вт. Образно говорячи, при такому ударі на коротку мить запалюється 120 електричних лампочок, по 100 Вт кожна.

Механічна робота, яка виконується людиною, витрачається на збільшення *потенційної* (енергія положення тіла) і *кінетичної* (енергія механічного руху тіла, яка визначає можливість виконати роботу) енергії людського тіла, спортивних снарядів та інших предметів.

*Повна енергія тіла*, що рухається, згідно з теоремою Кеніга дорівнює сумі його потенційної та кінетичної енергії в поступальному й обертальному рухах.

Дотепер мова йшла про механічну роботу й потужність. Але, як відомо, у форму механічної енергії перетворюється менша частина енергії, що утворюється в м'язах. Велика її частина переходить у тепло.

Подібно тому, як технічні машини (автомобіль, тепловоз) характеризуються коефіцієнтом корисної дії, економічність рухового апарату людини описується аналогічними показниками – кількість метаболічної енергії, швидкість її витрачання.

До енергетичних характеристик також належить: 1) *енергетична вартість метра шляху,* або одиниці корисної роботи. Для того щоб визначити енергетичну вартість бігу, потрібно розділити швидкість затрат метаболічної енергії на швидкість бігу; 2) *пульсова вартість метра шляху,* або одиниці корисної роботи. Наприклад, пульсова вартість ходьби, бігу й інших циклічних локомоцій визначається за формулою:



Пульсову вартість простіше виміряти, ніж енергетичну. І крім того, у деяких ситуаціях пульсова вартість інформативніша за енергетичну (наприклад, при біомеханічному контролі за руховою діяльністю в умовах спеки).

Біомеханічні характеристики – одне з хрестоматійних питань біомеханіки. Без вільного володіння знаннями про біомеханічні характеристики так само не можна розраховувати на успіх у вивченні та практичному застосуванні біомеханіки, як неможливо читати книгу, не знаючи алфавіту.

**8. Особливості біомеханічних характеристик поступального та обертального рухів.** Біомеханічні характеристики описують поступальні й обертальні рухи. *Поступальним* називається такий рух, при якому всі точки тіла переміщуються за однаковими траєкторіями. При *обертальному* русі тіла точки, що рухаються, переміщуються по кругових траєкторіях, центри яких лежать на осі обертання (осі суглоба). Але в більшості рухів людини поступальний і обертальний компоненти існують одночасно, такі рухи називаються *складними.* Причому руховий апарат людини улаштований так, що всі рухи (у тому числі й поступальні) утворюються з комбінацій обертальних рухів у суглобах.

**9. Точність вимірів.** Результат вимірів завжди містить похибку, величина якої тим менша, чим точніший метод вимірювань і вимірювальний прилад. Завданням біомеханічних вимірів є не тільки знаходження вимірюваної величини, але й оцінка допущеної похибки.

Розрізняють абсолютну й відносну похибки вимірювання. *Абсолютною похибкою* називається величина, що дорівнює різниці між результатом вимірювання (А) та істинним значенням вимірюваної величини (А0) – ∆А=А–А0. Абсолютна похибка виміряється в тих же одиницях, що і сама вимірювана величина.

За істинне значення вимірюваної величини звичайно приймають результат, отриманий більш точним методом. Наприклад, при візуальному вимірі темпу бігу істинне його значення може бути знайдене за допомогою відеомагнітофона. Для цього біг записують на відеоплівку, потім відеозапис відтворюють і аналізують.

У практичній роботі часто зручніше користуватися не абсолютною, а *відносною величиною* похибки. Відносна похибка вимірювання буває двох видів – дійсна та зведена.

*Дійсною відносною похибкою* називається відношення абсолютної похибки до істинного значення вимірюваної величини:



Якщо відомо граничне, або максимально можливе, значення вимірюваної величини (Ам), то поряд з дійсною може бути визначена і з*ведена відносна похибка:*



Цю величину звичайно вказують у технічній документації вимірювальної апаратури і називають класом точності.

Наприклад, якщо динамометричний прилад придатний для вимірювання величини сили до 5000 Н і сила вимірюється з абсолютною похибкою 50 Н, то в паспорті приладу вказується клас його точності, в даному випадку 1 % (зведена відносна похибка, обчислена як (50/5000) 100%).

Похибки вимірювання бувають систематичними й випадковими.

*Систематичною* називається похибка, величина якої не змінюється від вимірювання до вимірювання. Наприклад, показання ваг для вимірювання маси тіла бувають завищені та занижені.

Серед способів усунення систематичної похибки найбільш ефективним є тарування вимірювальної апаратури. *Таруванням* називається нанесення шкали у всьому діапазоні можливих значень вимірюваної величини. Наприклад, при таруванні динамографічної платформи на неї по черзі поміщають вантажі масою 10 кг, 20 кг, 30 кг і т.д. Виникаючі при цьому рівні електричного сигналу (відповідні величинам сили 100 Н, 200 Н, 300 Н і т. д.) фіксуються на стрічці приладу, що реєструє. Надалі результати вимірів порівнюють з отриманою в такий спосіб тарувальною сіткою.

Окрім систематичних похибок, результати вимірів спотворюються випадковими похибками. *Випадкові похибки* мають місце в силу різноманітних причин, що неможливо передбачити заздалегідь і точно врахувати. Випадкові похибки усунути дуже важко. Однак, скориставшись методами математичної статистики, можна кількісно оцінити величину випадкової похибки та врахувати її при поясненні результатів вимірювань.

**10. Кількісна оцінка техніко-тактичної майстерності.** *Техніко-тактичну майстерність*, або рухову культуру, людини обумовлюють:1) обсяг техніки й тактики; 2) різнобічність техніки і тактики; 3) ефективність і раціональність техніки й тактики;4) рівень оволодіння технікою та тактикою.

*Обсягом техніки* називається сукупність технічних прийомів, якими володіє людина. *Обсяг тактики* – сукупність тактичних варіантів, якими володіє спортсмен або спортивний колектив.

Для контролю за обсягом техніки й тактики використовують шкали найменувань.

У кожному виді рухової діяльності свій арсенал технічних прийомів і тактичних варіантів. Обсяг техніки й тактики звичайно становить частину цього арсеналу. Лише майстерно підготовлена людина володіє всіма нюансами техніки й тактики. Але і вона реалізує всі свої техніко-тактичні можливості (загальний обсяг техніки й загальний обсяг тактики) тільки в спокійній обстановці. У стресовій ситуації (наприклад, на спортивних змаганнях) використовується тільки змагальний обсяг техніки й тактики, що складає частину загального обсягу. Наприклад, в арсеналі боротьби самбо кілька сотень прийомів. Але навіть майстер спорту досконало володіє лише десятками з них. На відповідальних змаганнях він застосовує деякі з найбільш відпрацьованих прийомів, а завершує двобій, як правило, одним або двома коронними прийомами.

У практичній діяльності педагог намагається наблизити загальний обсяг техніки й тактики своїх учнів до техніко-тактичного арсеналу даного виду спорту і, крім того, прагне збільшити змагальний обсяг техніки та тактики. Досягається це розучуванням нових прийомів та опануванням уже розучених, у процесі чого підвищується різнобічність, ефективність і рівень володіння технікою й тактикою.

Технічний арсенал кожного виду спорту складається з груп технічних елементів. Наприклад, техніка боротьби включає в себе прийоми боротьби в стійці та в партері. А обсяг техніки гімнаста складається з технічних елементів, виконуваних на різних снарядах. *Техніка* вважається  *різнобічною*, якщо в ній однаковою мірою представлені технічні прийоми з різних груп.

*Тактика є різнобічною* тільки в тому випадку, коли вона включає в себе тактичні варіанти з різних груп. Наприклад, перед бігуном або плавцем може стояти одне з двох завдань, вирішення яких вимагає різної тактики:

1) показати найкращий для себе результат (тактика рекорду);

2) перемогти (стати призером, фіналістом) незалежно від того, який результат буде продемонстровано (тактика перемоги).

Різнобічно підготовленим у тактичному відношенні є той спортсмен, хто зуміє і викластися, встановлюючи рекорд, і перемогти конкретного суперника.

Також і *тактику в ігрових видах спорту* можна тільки тоді назвати *різнобічною*, коли спортсмен або команда однаково добре володіє тактичними варіантами гри в захисті й у нападі.

Подібно до обсягу, різнобічність техніки й тактики поділяється на загальну (демонструється в звичайних умовах) і змагальну (характерна для стресових ситуацій).

*Ефективність* техніки рухових дій і ефективність тактики рухової діяльності – це ступінь відповідності техніки й тактики конкретної людини обраному критерію оптимальності. Інакше кажучи, найбільш ефективний варіант техніки (і тактики) – *це індивідуально-оптимальний варіант.*

Індивідуально-оптимальні варіанти техніки й тактики дотепер знаходили дослідним шляхом. Сучасні обчислювальні машини дають можливість моделювати рухову діяльність і в наочній формі одержувати зображення оптимальної техніки або тактики.

При біомеханічному контролі за колективами людей, що займаються фізкультурою, ефективність рухової діяльності оцінюється за ступенем близькості техніки й тактики не до індивідуально-оптимального, а до раціонального варіанта. Така ситуація має місце на уроці фізичної культури в школі та при проведенні занять із групами здоров'я.

*Раціональним* називається той варіант техніки чи тактики, що є найкращим для більшості людей у тій або іншій віковій або кваліфікаційній групі. Наприклад, більшість школярів стрибає у висоту способом «ножиці» або «перекидний». Інший приклад: при бігу на довгі дистанції раціональним є біг з постійною швидкістю, без ривків та уповільнень.

До раціональних варіантів техніки й тактики, як до еталонів, прагнуть при навчанні початківців. Наприклад, лижникам-початківцям розповідають, які способи бігу на лижах доцільно застосовувати на рівнинних ділянках траси, а які – на підйомах різної крутості.

Зрозуміло, що раціональний (тобто найкращий для більшості людей) варіант техніки або тактики може істотно відрізнятися від ефективного, тобто індивідуально-оптимального варіанта. Так, на дистанції 10 км раціональна тактика рівномірного бігу. Але дворазовий олімпійський чемпіон В. Куций спеціальними тренуваннями готував себе до бігу з численними прискореннями і часто перемагав, нав'язуючи суперникам цей нераціональний тактичний варіант.

Ще одним показником, що характеризує рухову майстерність людини, є *оволодіння* технікою й тактикою. Оволодіння технікою й тактикою означає їх стабільність у стандартних умовах і стійкість в ускладнених умовах.

Оволодіння кількісно оцінюється за зниженням ефективності техніки й тактики в ускладнених умовах порівняно з комфортними. Наприклад, ефективність техніки баскетболіста можна оцінити, порівнявши процент влучення в кошик на тренуванні і під час змагань. Чим ближче результат до 100% показника, тим досконалішим вважається володіння технікою.

Відомі й інші приклади високого освоєння техніки й тактики. Так, збереглися кінокадри бігу В. Веденіна, де цей чудовий майстер до останніх метрів дистанції демонструє філігранну техніку лижного ходу, а відразу після фінішу падає на руки товаришів через крайнє стомлення.

Але далеко не завжди освоєння буває високим. На жаль, занадто часто футболісти, що на тренуваннях демонструють досить досконалу техніку володіння м'ячем, у відповідальних матчах не влучають у порожні ворота. А колективна гра, награні тактичні комбінації порушуються при зустрічі із сильним суперником.

Як і ефективність, освоєння техніки й тактики в більшості випадків вимірюється за шкалами відношень.

**11. Тестування та педагогічне оцінювання в біомеханіці.** У перекладі з англійської *test* означає «спроба», «іспит». У біомеханіці тестуванням називається контрольне випробування людини, здійснюване для визначення її технічної та тактичної підготовленості. Можна сказати і так: *тестування – це непряме вимірювання.*

Вимірювання заміняють тестуванням у двох випадках: по-перше, коли досліджуваний об'єкт недоступний для прямого вимірювання; по-друге, коли досліджуване явище не зовсім конкретне.

Наприклад, неможливо визначити топографію працюючих м'язів і м'язову силу борця безпосередньо під час сутички. Тому застосовують непрямі виміри в тренувальних або лабораторних умовах.

Інший приклад: правильно говорити про тестування рухових якостей, ніж про їхній вимір. Так, у підсумку вимірів, описаних у попередніх розділах, одержують показники, що лише побічно характеризують рухові якості, спортивно-технічну та спортивно-тактичну майстерність.

Щоб педагог зміг використовувати результати тестування у своїй практичній діяльності, їх піддають педагогічному оцінюванню, тобто ставлять оцінку, виражаючи її в очках або балах. Для цього існують спеціальні таблиці та шкали педагогічних оцінок.

**11.1. Якість тесту.** Точність тестування оцінюється інакше, ніж точність вимірювання. При оцінці точності вимірювання результат вимірювання зіставляють з результатом, отриманим більш точним методом. При тестуванні можливість порівняння отриманих результатів з більш точними найчастіше відсутня. Тому потрібно перевіряти не результати тестування, а *якість тесту*. І перевірку цю доцільно здійснювати ще до початку тестування.

Якість тесту залежить від його інформативності й надійності.

*Інформативність* показує, наскільки тест придатний для оцінки вимірюваного показника (наприклад, рухова якість, рівень технічної підготовленості тощо).

Інформативність іноді називають валідністю (від англійського valid — діючий, що має силу).

Розрізняють інформативність змістову (логічну) й емпіричну (обумовлену експериментально). *Змістова інформативність* визначається «логічно», із розумінь здорового глузду. Наприклад, висота стрибка – інформативний показник при контролі за технічною майстерністю гімнастки, а колір очей – неінформативний. Для визначення емпіричної інформативності необхідні методи, які ґрунтуються на обчисленні коефіцієнта інформативності.

*Коефіцієнт інформативності* – це коефіцієнт кореляції між результатами тестування й результатами вимірювання критерію інформативності. *Критерієм інформативності* може слугувати: 1) результат, показаний на спортивних змаганнях; 2) спортивна кваліфікація; 3) експертна оцінка тієї якості, яка тестується.

При біомеханічному контролі варто застосовувати тільки ті тести, що мають високу інформативність.

Розглянемо приклад із біомеханічного контролю в художній гімнастиці. Спортсменки виконували стрибок «у шпагат». Якість стрибків оцінювалася експертами і водночас вимірювалися біомеханічні характеристики: сила відштовхування, тривалість фази опори і тривалість фази польоту. Виявилося, що найбільшою інформативністю володіє величина максимальної сили відштовхування – чим сильніше відштовхується спортсменка, тим (у середньому) вище якість стрибка. Коефіцієнт інформативності цього показника дорівнює 0,70. Така інформативність у теорії тестів оцінюється як задовільна. Інформативність вважається відмінною, якщо коефіцієнт інформативності дорівнює 0,85 і вище.

*Надійність тесту* – це ступінь збігу результатів багаторазового тестування тих самих людей у тих самих умовах.

Як і інформативність, надійність оцінюється за величиною коефіцієнта кореляції. *Коефіцієнтом надійності* є коефіцієнт кореляції між двома рядами результатів, отриманих під час першого та другого тестування групи людей. Надійність вважається:

– відмінною, якщо коефіцієнт надійності більше або дорівнює 0,95;

– хорошою, коли 0,90 ≤rtt < 0,95;

– задовільною при 0,80 ≤rtt < 0,90.

Звідси назва найпростішого способу перевірки надійності тесту – методу повторного тестування (або test-re-test методу).

Різновидами надійності є відтворюваність і об'єктивність. Методом повторного тестування перевіряється *відтворюваність* результатів тестування. Відтворюваність тесту висока, якщо при другому тестуванні спортсмени ранжуються так само, як і при першому.

*Об'єктивністю* (або узгодженістю) тесту називається ступінь незалежності одержуваних результатів від індивідуальних властивостей людини, що здійснює тестування. Чим простіше процедура тестування, тим вище об'єктивність тесту. І навпаки, об'єктивність тесту знижується в міру підвищення вимог до кваліфікації людини, що проводить тестування.

Так, висока об'єктивність тестів навчальної програми із фізичного виховання, для проведення яких досить секундоміра і рулетки. І значно нижче, наприклад, об'єктивність тестів, у яких визначається економічність техніки й тактики, оскільки в цьому випадку потрібно використовувати досить складні методи вимірювання енергетичних витрат.

**11.2. Педагогічне оцінювання.** Педагогічне оцінювання – завершальний етап процедури тестування. Воно необхідне, оскільки що на кінцеву оцінку результатів тестування впливають стать і вік людини, стан її здоров'я, температура повітря та інші показники, що характеризують умови, в яких здійснюється біомеханічний контроль.

Формування *шкали педагогічних оцінок –* справа надзвичайно важка. Припустимо, потрібно розробити шкалу для оцінки результатів тестування дітей, підлітків, юнаків віком 10-18 років. У кожну з восьми вікових груп повинне ввійти не менш 100-200 осіб. При цьому кожен випробуваний повинен виконати вправу не менше двох разів. Легко підрахувати, що загальне число вимірів складе кілька тисяч, і якою б простою не була вправа, збір необхідних даних та їх обробка потребуватимуть багато часу та зусиль. Витрати, однак, окупаються перевагами отриманої шкали, що відноситься до класу так званих перцентильних шкал (від англійського percent – відсоток).

При використанні перцентильної шкали число балів, отриманих при тестуванні, показує, який відсоток своїх однолітків випередив випробуваний. Так, наприклад, за цією шкалою кращий результат у дітей віком 10 років дорівнює 26,5м. Інакше кажучи, результат 26,5 м або нижче показали 100% випробуваних. А дитина, що показала, наприклад, результат 8,5 м, випередила 10% дітей цього віку.

*Найважливішим параметром шкали педагогічних оцінок є її форма.* Перцентильні шкали мають сигмовидну форму. Інші шкали мають іншу форму. Найбільш поширеними є пропорційні, регресуючи та прогресуючі шкали оцінок. Регресуючі шкали визначають найбільший приріст оцінки за підвищення результату в області низьких результатів, тим самим стимулюється масовість спорту. Прогресуючі шкали, навпаки, стимулюють прагнення спортсменів до найвищих досягнень. У пропорційній шкалі заохочення за приріст майстерності не залежить від рівня показаних результатів.

**12. Тестування рухових якостей.** Опис методів тестування, застосовуваних для біомеханічного контролю у фізичному вихованні і спорті, почнемо з тестів, що дозволяють оцінити рівень розвитку рухових якостей. На цій основі вчитель фізичної культури або тренер може обирати з числа відомих або самостійно створювати тести, необхідні йому в практичній роботі.

*Біомеханічні тести витривалості* дозволяють установити, який обсяг роботи людина може виконати і як довго може працювати без зниження ефективності рухової діяльності. Наприклад, при бігу з постійною швидкістю настає момент, коли людина не може підтримати вихідну довжину кроку (компенсоване стомлення), а через ще деякий час вона змушена знизити швидкість (декомпенсоване стомлення). Чим витриваліша людина, тим довше не настає стомлення.

Замість швидкості можна програмувати довжину дистанції та вимірювати мінімальний час, за який людина виконує завдання. Цей тест аналогічний змагальній вправі в циклічних видах спорту.

Є і третій варіант тесту, коли обмежується тривалість вправи та вимірюється подолана відстань. Відомо кілька різновидів цього тесту: 60-хвилинний біговий тест, 7-хвилинний тест для веслярів, різні варіанти тесту Купера (біговий, плавальний тощо).

Згідно з *правилом оборотності рухових завдань* усі три різновиди тесту на витривалість еквівалентні, тобто при тестуванні групи людей найбільш витривалі в одному з цих трьох тестів будуть найбільш витривалими й у двох інших.

Для тестування витривалості використовують не тільки циклічні локомоції, але й інші фізичні вправи, тому швидкість пересування – окремий випадок інтенсивності м'язової роботи, а подолана відстань – окремий випадок обсягу виконаної роботи.

*Тестування силових якостей* здійснюється або у вправах статичного характеру, або в таких загальнорозвивальних вправах, де виконується локальна або регіональна м'язова робота. У першому випадку мірою силових можливостей слугує величина сили, що проявляється, і тривалість її утримування. В другому випадку визначається, скільки разів поспіль людина може стиснути або розтягти пружину динамометра, підтягтися, віджатися тощо. Конкретних вправ, у яких оцінюються силові якості, дуже багато. Це не дивно, адже руховий апарат людини містить у собі близько 600 м'язів, що по-різному взаємодіють у різних вправах.

*Сила, що проявляється людиною, залежить від її пози*, від кутів у суглобах. Вплив суглобового кута на силу, що виявляється, ілюструють приклади. Зображений на ньому графік показує, що, наприклад, оптимальний кут у ліктьовому суглобі наближений до 80°. У цьому випадку кут між напрямком тяги двоголового м'яза плеча і кістками передпліччя наближений до 90°.

Проте вимірювання сили можна проводити при будь-якій величині суглобного кута. Важливо лише, щоб він завжди був тим самим.

Загальноприйнятим тестом для оцінювання силових якостей є підтягування на перекладині. Але далеко не кожний може підтягнутися на високій перекладині. Тому корисним є тест, у якому людина виконує якомога більшу кількість підтягувань на низькій перекладині, і відповідні педагогічні шкали. З тією же метою можна використовувати «віджимання» та інші загальнодоступні вправи.

*Тести швидкісних якостей* поділяються на три групи. При тестуванні людина повинна продемонструвати:

1) найменший латентний час рухової реакції, тобто часовий інтервал між світловим або звуковим сигналом («стимулом») і початком рухової дії;

2) найбільшу швидкість одиночного руху (рукою, ногою тощо);

3) найбільший темп циклічних рухів (наприклад, боксерських ударів) або найбільшу швидкість пересування (наприклад, у спринтерському бігу).

У кожній групі величезна кількість тестів. Який з них обрати? Відповідати на це питання стало легше після того, як було визначено, що результати тестів однієї й тієї ж групи взаємозалежні, а результати тестів різних груп не пов'язані між собою. Наприклад, людина може з великим запізненням реагувати на сигнал стартера, але розвивати високу швидкість на дистанції. А в іншої людини може бути висока швидкість одиничного руху, але порівняно низька швидкість бігу. Але якщо хтось демонструє високу швидкість одиничного руху рукою, то і за швидкістю одиничного руху ногою він випередить багатьох своїх однолітків.

Практична порада, що випливає зі сказаного, полягає в тому, що при тестуванні швидкісних якостей досить виміряти три показники (по одному з кожної групи).

*Тестування швидкісно-силових якостей* здійснюється у вправах, що дозволяють продемонструвати водночас і силу, і швидкість. Для цього використовуються стрибки у висоту та довжину з місця.

Навіть такий простий показник швидкісно-силових якостей, як висота вертикального стрибка з місця, становить велику користь. Так, Каунсилмен пропонує використовувати його для виявлення природжених спринтерів і стаєрів у плаванні. Плавцям-чоловікам, що стрибають у висоту з місця на 41 см і нижче, він рекомендує спеціалізуватися на стаєрських дистанціях. А тим, хто стрибає вище 55 см, – на спринтерських.

Для більш глибокого аналізу швидкісно-силових якостей реєструють динамограму (графік зміни у часі сили, яка виявляється) стрибка або іншої «вибухової» вправи й обчислюють градієнт сили (тобто відношення збільшення сили до інтервалу часу, за який це збільшення відбулося).

Градієнт сили неоднаковий на різних ділянках динамограми. Звичайно на початку руху він вищий, ніж наприкінці. Тому обчислюють *швидкісно-силовий індекс* – частку, що є результатом ділення різниці між максимальним і мінімальним значеннями сили, що виявляється, на величину часового інтервалу, за який ця зміна відбулася. Чим вище швидкісно-силова підготовленість, тим більший швидкісно-силовий індекс, оскільки велика сила досягається за менший час.

При виконанні багатьох фізичних вправ доводиться долати силу ваги власного тіла. У цих випадках найбільш інформативним показником швидкісно-силових якостей буде не швидкісно-силовий індекс, а *коефіцієнт реактивності*. *Коефіцієнт реактивності* дорівнює швидкісно-силовому індексу, поділеному на вагу тіла.

*Тестування гнучкості* найчастіше пов'язане з виміром кутів між ланками тіла. Для цього використовують гоніометри (кутоміри). Існують й інші методи контролю за гнучкістю.

Гнучкість займає особливе положення серед рухових якостей. Тим, хто займається в групах здоров'я і керує ними, особливо важливо пам'ятати, що «втрата гнучкості рівносильна початку старості». Для щоденного оцінки гнучкості рекомендуються нахили вперед із прямими ногами, що виконуються на сходинці, до якої вертикально приставлена лінійка із сантиметровими поділками. Гнучкість оцінюється відстанню від кінчиків пальців руки до опори. 1 см на лінійці відповідає одному балу. Нормальною вважається гнучкість, оцінювана в нуль балів; у цьому випадку випробуваний дістає кінчиками пальців до опори. Якщо, не згинаючи колін, вдасться дотягтися ще нижче, гнучкість оцінюється тією або іншою позитивною кількістю балів. У людини, яка не дотягнулась до опори, оцінка гнучкості негативна. Наприклад, мінус 25 балів одержує той, у кого в положенні нахилу кінці пальців на 25 см вище опори.

Розрізняють активну й пасивну гнучкість. Активну гнучкість людина демонструє сама, без сторонньої допомоги. Пасивна гнучкість виявляється при додаванні зовнішньої сили. Зрозуміло, що пасивна гнучкість вища за активну.

**13. Автоматизація біомеханічного контролю.** Біомеханічний контроль можна здійснювати по-різному. Найпростіше – спостерігати й записувати результати спостережень. Але при цьому багато чого не буде враховано, а отже, ніхто не зможе поручитися за точність отриманих результатів.

Більш плодотворним, хоч і більш складним, є автоматизований контроль. *Сьогодні процес «живого споглядання», спостереження за об'єктом дослідження немислимий без використання вимірювальної апаратури.*

Усі вимірювальні системи в біомеханіці містять у собі датчики біомеханічних характеристик з підсилювачами й перетворювачами, канал зв'язку й обладнання, що реєструє. Останніми роками все частіше використовують запам'ятовувальне й обчислювальне обладнання, що суттєво розширює можливості педагога. Для підвищення точності біомеханічного контролю залучаються всі передові можливості інженерної думки: радіотелеметрія, лазери, ультразвук, інфрачервоне випромінювання, телебачення, відеомагнітофони, обчислювальна техніка.

**? Питання для самоконтролю**

* + - 1. Розкрийте сутність біомеханічного контролю.
      2. Що таке вимірювання?
      3. Що таке шкала вимірювань?
      4. Назвіть шкали вимірювань, які використовуються у фізичному вихованні та спорті.
      5. Що включає в себе система відліку відстані та часу?
      6. Поясніть призначення кінематичних характеристик.
      7. Що визначають просторові характеристики?
      8. Що визначають часові характеристики?
      9. Що визначають просторово-часові характеристики?
      10. Поясніть призначення динамічних характеристик.
      11. Що таке інерційні характеристики?
      12. Дайте визначення таких понять, як «інерція», «інертність», «маса тіла», «радіус інерції», «момент інерції тіла», «центр мас і ваги». Що вони характеризують?
      13. Що таке силові характеристики?
      14. Дайте визначення таких понять, як «сила», «момент сили», «плече сили», «імпульс сили», «імпульс моменту сили», «кількість руху», «кінетичний момент». Що вони характеризують?
      15. Поясніть призначення енергетичних характеристик.
      16. Дайте визначення таких понять, як «робота сили», «потужність сили», «потенційна і кінетична енергія», «повна енергія тіла», «енергетична вартість метра шляху», «пульсова вартість метра шляху». Що вони характеризують?
      17. У чому полягає відмінність між біомеханічними характеристиками поступального й обертового рухів?
      18. У чому полягає кількісна оцінка техніко-тактичної майстерності?
      19. Що таке тест? Як визначається якість тесту?
      20. Назвіть шкали педагогічного оцінювання у фізичному вихованні та спорті.