**Лекція 5**

**🕮 Тема 4. Біомеханічні основи рухових якостей**

**Мета лекційного заняття:** ознайомитися з біомеханічними основами витривалості, швидкості і стійкості; визначити сутність енергетичного потенціалу людини; з’ясувати з яких фракцій складається механічна робота, що здійснюється людиною при виконанні фізичних вправ; розглянути етапи перетворення енергії при руховій діяльності людини; визначити способи підвищення економічності рухової діяльності; з’ясувати за якими критеріями обирається тренажер для розвитку швидкісних і силових якостей в конкретному виді спорту*.*

*План*

1.  Біомеханічні основи витривалості.

2.  Енергетичний потенціал.

3.  Етапи перетворення енергії при руховій діяльності людини.

4.  Повна механічна енергія.

5.  Принцип мінімуму енерговитрат.

6.  Біомеханіка сили та швидкості.

7.  Біомеханіка стійкості.

8.  Біомеханічні тренажери.

**🖉Ключові терміни та поняття:** *рухове завдання, параметри, витривалість, ергометрія, інтенсивність рухового завдання, обсяг рухового завдання, ергометричні показники, енергетичний потенціал, повна механічна енергія, неприхована механічна робота, внутрішня робота, зовнішня робота, рекуперація енергії, поздовжня робота, поперечна робота, сила, швидкість, стійкість, біомеханічні тренажери, велоергометри, тредміли.*

Для того щоб підвищити витривалість, швидкість, гнучкість, спритність і силу, недостатньо реєструвати зовнішні показники. Потрібно постаратися зрозуміти сутність життєвих процесів, що забезпечують кожну рухову якість.

Ефективність сформованої рухової навички залежить не лише від технічної досконалості, але й від здатності її виконання з належною силою, швидкістю, витривалістю, спритністю. Ці можливості людини прийнято називати руховими, або *фізичними якостями.*

Поняття «рухова якість» поєднує, зокрема, ті сторони моторики людини, які виявляються нею в одних і тих самих біомеханічних характеристиках, мають один і той самий вимірювач (наприклад, максимальну швидкість) та мають схожі анатомічні, біологічні та психічні механізми забезпечення та реалізації. Тому методики удосконалення певної рухової якості мають загальні риси незалежно від конкретного виду руху. Наприклад, витривалість у плаванні та у ковзанярському спорті розвивають схожими шляхами, проте самі рухи значно різняться. Вимірювачами таких рухових якостей, як м’язова сила, швидкість, витривалість, є сила, швидкість і тривалість (час) руху. Сила (*F*), швидкість (*v*) і тривалість (*t*) руху знаходяться у певному співвідношенні один з одним. Це співвідношення є різним у різних рухових завданнях.

*Руховим завданням* називають рух з чітко обумовленими умовами (параметрами) його виконання.

*Параметри* – перемінна величина, яка в умовах конкретного завдання залишається постійною. Параметри потрібно відрізняти від *констант* – величин, значення яких залишаються постійними завжди. Наприклад, не біг або штовхання ядра взагалі, а конкретно біг на 200 м або штовхання ядра вагою 7257 г. Біг 200 і 400 м або штовхання ядра 4 і 5 кг є різними руховими завданнями. У деяких спробах спортсмен може поставити перед собою завдання показати найкращий результат. Зареєстровані при цьому значення називають максимальними (сила, швидкість, тривалість рухового завдання. Вони залежать від умов (параметрів) руху, які задаються. Такими параметрами є, зокрема, довжина дистанції, вага снаряда. Якщо параметри рухових завдань змінюються, то змінюються і названі значення. Залежності між показниками максимальної сили, швидкості і тривалості в різних рухових завданнях, які відрізняються значеннями своїх параметрів (вагою снаряда, довжиною дистанції, заданою швидкістю пересування тощо), називають *параметричними залежностями.* Часто цікаво знати чи взаємопов’язані, наприклад, сила розгиначів ніг і швидкість відштовхування у стрибках, або чи залежать результати в бігу на 800 м від максимальної швидкості бігу? Подібні залежності називають *непараметричними.*

**1. Біомеханічні основи витривалості.** *Витривалість* – це така рухова якість людини, яка характеризує її працездатність і може виявлятися нею протягом певного часу; оцінити її можна тільки за умови суворої регламентації заданих біомеханічних характеристик рухових дій.

*Ергометрія –* сукупність кількісних методів вимірювання фізичної працездатності людини.

Коли людина виконує достатньо тривалий час рухове завдання, дослідники завжди мають справу з трьома основними перемінними:

1. *Інтенсивність рухового завдання.* Поняття «інтенсивність рухового завдання» позначає одну з трьох механічних величин: а) швидкість спортсмена (наприклад, біг, який вимірюється в м·с–1); б) потужність (педалювання на велоергометрі; одиниця вимірювання – вати); в) сила (статичні зусилля; одиниця вимірювання – ньютони).

2. *Обсяг рухового завдання.* Позначає одну з трьох механічних величин: а) подолана відстань (наприклад, біг; одиниця вимірювання – метри); б) виконана робота (оберти педалей велоергометра; одиниця вимірювання – джоулі); в) імпульс сили (статичні зусилля; одиниця вимірювання – ньютони-секунди).

3. *Час виконання* (одиниця вимірювання – секунди).

Показники інтенсивності, обсягу та часу виконання рухового завдання називаються *ергометричними показниками.* Один з них завжди задається як параметр рухового завдання; два інших – вимірюються. Якщо величини інтенсивності, обсягу і часу виконання рухового завдання відповідають один одному, то, як експериментально доведено, при різних варіантах завдань отримують однакові результати. Наприклад, якщо спортсмени пробігають дистанцію 3 км за 12 хв (середня швидкість ≈ 4,1 м·с–1), то за умови подолати найбільшу дистанцію за 12 хв (тест Купера) вони пробіжать також 3 км, а якщо їм запропонувати бігти з постійною швидкістю 4,1 м·с–1, то вони будуть спроможні підтримувати її протягом лише 12 хв і пробіжать за цей час також 3 км. Тому результати, які отримані в завданнях одного типу (біг із заданою швидкістю), можна переносити на завдання іншого типу (біг на певну дистанцію), якщо значення часу, інтенсивності чи обсягу рухових завдань, які задаються, співпадають. Це так зване *правило зворотності рухових завдань.*

**2. Енергетичний потенціал.** Згідно із законом збереження енергії будь-яка робота може бути виконана лише за умови витрати енергії. Чим більшу роботу виконав спортсмен, тим більше енергії він витратив. І навпаки, *чим більший енергетичний потенціал людини, тим більша її фізична працездатність, тобто витривалість.*

З курсу біохімії відомо, що в організмі людини є два джерела енергопродукції – анаеробний і аеробний (рис. 1). Найбільша величина енергії, яка утворюється під час м’язової роботи, визначається величинами: а) максимального кисневого боргу; б) кисневою ємністю, тобто добутком часу роботи на швидкість споживання кисню (л·хв–1).

*Витривалість залежить не лише від енергетичного потенціалу людини, але й від уміння економно витрачати запас енергії*(рис. 1).

|  |
| --- |
| **Енергетичний потенціал** |

|  |
| --- |
| ВИТРИВА ЛІСТЬ |

|  |
| --- |
| **Економічність** |

|  |
| --- |
| **Фосфогенна енергетична система** |

|  |
| --- |
| **Гліколітична енергетична система** |

|  |
| --- |
| **Киснева**  **енергетична система** |

|  |
| --- |
| **Техніка** |

|  |
| --- |
| **Тактика** |

|  |
| --- |
| Рисунок 1 – Основні чинники, від яких залежить витривалість людини |

Для того щоб це важливе положення краще запам’яталося, скористаємося простими життєвими аналогіями. Енергетичний потенціал порівняємо з наявною сумою грошей, а економічність – з ощадливістю. Тут важливо підкреслити: саме з ощадливістю, а не зі скупістю. Тому що значні витрати часом необхідні, але їх варто здійснювати раціонально. Наприклад, людина, що під час бігу хаотично або поперек бігової доріжки розмахує руками, витрачає енергію нерозумно.

У спорті вищих досягнень, де енергетичні можливості спортсменів близькі, економічність навіть більш важлива, ніж енергетичний потенціал. Так, із членів національної збірної команди з бігу на довгі дистанції було відібрано 12 спортсменів з однаковим рівнем максимального споживання кисню. У всіх спортсменів у лабораторних умовах визначили споживання кисню під час бігу на тредбані зі стандартною швидкістю 4,5 м/с. Потім отримані дані порівняли з результатами цих же спортсменів на змаганнях. Кращий час показали ті, хто використовував менше кисню, тобто затратив менше енергії на метр шляху.

**3. Етапи перетворення енергії при руховій діяльності людини.** Перш ніж перейти до розгляду шляхів економізації рухів і тим самим підвищення витривалості, потрібно усвідомити, від чого залежить економічність. Загальну відповідь на це питання надано на рис. 1. Основними чинниками економічності є інтенсивність м’язової роботи, техніка рухових дій та обраний тактичний варіант. Для більш докладного аналізу простежимо ланцюг перетворень метаболічної енергії м’язового скорочення в корисний результат рухової діяльності (рис. 2).

|  |
| --- |
| Теплові витрати енергії |

|  |
| --- |
| 1 Метаболічна енергія м’язів |

|  |
| --- |
| 2 Повна механічна енергія |

|  |
| --- |
| Робота внутрішніх органів |

|  |
| --- |
| Внутрішня енергія |

|  |
| --- |
| Робота в по­пе­рековому напрямі |

|  |
| --- |
| Неприхована механічна робота |

|  |
| --- |
| Зовнішня робота |

|  |
| --- |
| 3 Робота в поздовжньому напрямі |

Рисунок 2 – Етапи перетворення енергії під час рухової діяльності людини;суцільними лініями показана енергія, яка витрачається,пунктир – потік рекуперованої енергії, × – знак суми потоків енергії

Як відомо, будь-яка форма активності живого організму забезпечується енергією, що акумульована в молекулах аденозинтрифосфату (АТФ). Але лише близько 25% енергії АТФ переходить у механічну при м’язовому скороченні. Інші 75% енергетичного запасу витрачаються на теплотворення тощо, не збільшуючи повної механічної енергії*.* Таким чином, за коефіцієнтом корисної дії м’язи не кращі від машин, створених людиною (відомо, що ККД двигуна становить у паровоза 5-8%, в автомобіля 20-25%, у тепловоза 40%, в електровоза 60%).

**4. Повна механічна енергія** створюється за рахунок механічної роботи, яка здійснюється всіма без винятку м’язами тіла. Її зручно розглядати як суму неприхованої механічної роботи та прихованої від нашого погляду роботи внутрішніх органів (серця, дихальної мускулатури, а також м’язів-антагоністів у тих випадках, коли їх напруження надмірне, нераціональне).

*Неприхована механічна робота* складається з внутрішньої та зовнішньої роботи. *Внутрішньою* називають роботу, здійснювану при переміщенні окремих сегментів тіла (у першу чергу рук і ніг) відносно загального центра мас (ЗЦМ); *зовнішньою* – роботу з переміщення всього тіла, маса якого зосереджена в точці ЗЦМ. На внутрішню роботу припадає значна частина енергії, що витрачається; наприклад, на переміщення ніг у велосипедиста затрачується більше половини неприхованої механічної роботи.

І нарешті, зовнішня механічна робота включає в себе *поздовжню* роботу, за рахунок якої людина, що рухається, або спортивний снаряд переміщається в потрібному напрямку, і непродуктивну *поперечну* роботу.

Повна механічна енергія людського тіла складається із фракцій, частина з яких забезпечує виконання корисної роботи, а інша частина непродуктивна і її варто по можливості зменшувати. Відповідно до цього рекомендації, спрямовані на підвищення витривалості, можна умовно розподілити на п’ять груп.

*По-перше*, рекомендується уникати зайвих, непродуктивних м’язових скорочень і напруження.

Тим самим зменшується робота внутрішніх органів (рис. 2).

Навіть при виконанні важкої роботи рухи повинні бути якомога більш вільними, нескутими. Скутість рухів спричиняється зайвою активністю м’язів-антагоністів. На жаль, її не завжди помітиш з боку, і тому педагог повинен розвивати в учнів уміння контролювати свої рухи, розслаблюватися.

Не випадково в багатьох видах спорту (наприклад, у плаванні, гірських лижах тощо) уміння розслаблювати м’язи, що у даний момент часу можуть не брати участь у виконанні основної рухової дії, є ознакою вищої майстерності.

*По-друге,* варто зменшувати зайві, непродуктивні рухи.

Тим самим зменшуються внутрішня робота і робота в поперековому напрямі (рис. 2).

З точки зору економічності надлишкові, хаотичні рухи не менш шкідливі, ніж скуті, напружені. Ми рідко надаємо значення непродуктивним рухам, оскільки кожен із них окремо вимагає невеликих енерговитрат. Але, як говориться, вода по краплі камінь точить. Наведемо приклад.

Доросла людина, що йде дорогою, з кожним кроком піднімає й опускає себе приблизно на 6 см. Щоб пройти, наприклад, 8 км при довжині кроку 0,8 метра, потрібно зробити 8000:0,8=10000 кроків. Помноживши це число на висоту підйому в кожному кроці, одержимо загальну висоту підйому, рівну 10000×0,06 = 600 м.

Помітимо, що в дітей вертикальні переміщення тіла при ходьбі, бігу й інших циклічних локомоціях більші, ніж у дорослих. Діти молодшого шкільного віку при кожному кроці піднімають і опускають своє тіло на 8-12 см. І навпаки, в міру вдосконалення рухової навички (наприклад, у досвідчених спортсменів-ходаків) вертикальні коливання загального центра мас знижуються до 3 см. Але на відміну від інших непродуктивних рухів (неритмічного розмахування руками тощо) цілком усувати вертикальні переміщення ЗЦМ недоцільно, тому що це утруднює використання рекуперації енергії.

*По-третє,* доцільно використовувати*рекуперацію енергії.*У тому числі:

* обирати найменш енергоємне поєднання сили та швидкості, що проявляється, (наприклад, довжини та частоти кроків); цим зменшується внутрішня робота (див. рис. 2), тому що потенційна енергія сегмента переходить у кінетичну, а кінетична – у потенційну при мінімальному надходженні додаткової метаболічної енергії;
* використовувати енергію, що переходить від одного сегмента тіла до іншого (приклади: рух гомілки може виконуватися за рахунок енергії, накопиченої при маху стегном; при метанні механічна енергія переходить від попередньо розігнаних проксимальних сегментів тіла до дистальних і снарядові, що метається);
* використовувати енергію пружної деформації, накопичену в м’язах у попередніх фазах рухової дії.

Другий із названих варіантів рекуперації енергії є причиною дивних фактів підвищення коефіцієнта механічної ефективності (див. підпис до рис. 2) до 40% при бігу людини і до 76% (!) при стрибках кенгуру. Кінетична енергія тіла, що рухається, при приземленні частково переходить у потенційну енергію м’язів нижніх кінцівок, що в даному випадку функціонують подібно до пружин. Чим сильніше стиснули пружину, тим потужніше вона розпрямляється. І тому значна частина енергії, необхідної для наступного бігового кроку або стрибка, запасається в «м’язах-пружинах» наприкінці попереднього руху. Так один раз утворена механічна енергія використовується багаторазово.

Цікаво, що в Бельгії серед підлітків стали популярними «стрибки по-кенгуриному» на спеціальних башмаках, у підошви яких умонтовані масивні пружини. Але є різниця між рекуперацією енергії в сталевій пружині та у м’язі. Акумульована в м’язі потенційна енергія дуже швидко (протягом 1-5 с) переходить у тепло. Отже, чим швидше рух, вище швидкість, стрімкіше хода, тим більше енергії, що рекуперується, переходить у повну механічну енергію.

Рекуперація енергії може мати місце не тільки в м’язах рук і ніг, але і у всякому іншому скелетному м’язі і навіть у м’язах внутрішніх органів. Тому потік енергії, що рекуперується, (див. пунктир на рис. 2) при високій культурі рухів може складати значну частину повної механічної енергії й істотно підвищувати витривалість людини.

*По-четверте,* рекомендується обирати оптимальну за економічністю інтенсивність рухової діяльності.

Відомо, що в міру збільшення інтенсивності м’язової роботи і механічні, і метаболічні енерговитрати зростають не пропорційно інтенсивності, а набагато більше. Перелічимо основні причини цього явища:

1. збільшення теплових втрат у результаті нагрівання тіла;
2. збільшення енерговитрат на роботу внутрішніх органів (у першу чергу на посилене функціонування серця, на кровопостачання якого при важкій м’язовій роботі витрачається до 10% усієї циркулюючої крові);
3. збільшення темпу рухів і викликане цим підвищення витрат енергії на внутрішню роботу, роботу в поперековому напрямку, а також на розгін і гальмування тіла;
4. збільшення опору зовнішнього середовища; наприклад, на подолання опору повітря спринтер затрачує до 16% усієї метаболічної енергії.

Отже виходить, що збільшення інтенсивності рухів завжди супроводжується зниженням економічності. Проте інший результат спостерігається, якщо розглядати не величину енерговитрат в одиницю часу, а енергетичну вартість одиниці виконаної роботи або одиниці подоланої відстані (метр шляху). Виявляється, у кожній конкретній ситуації існує оптимальна за економічністю інтенсивність м’язової роботи (наприклад, швидкість пересування, при якій енерговитрати на метр шляху мінімальні).

*По-п’яте,* варто здійснювати оптимальні рухові переключення.

До рухових переключень належать:

1. зміна інтенсивності м’язової роботи (наприклад, швидкості пересування);
2. зміна сили, що виявляється в руховій дії, і швидкості (наприклад, довжини та частоти кроків);
3. перехід з одного способу виконання рухового завдання на іншій (наприклад, кругове – імпульсне педалювання, ходьба – біг, одночасний – поперемінний лижний хід тощо).

Рухові переключення схожі з діями шофера, що має можливість збільшити або зменшити швидкість натисканням на педалі газу або гальма, переключити швидкість, на слизькій дорозі надягти на колеса ланцюги.

На відміну від інших розглянутих способів підвищення витривалості оптимальні рухові переключення дають можливість не тільки економно витрачати енергетичний потенціал, але й найбільш повно його використовувати. І те й інше необхідно для прояву властивої людині витривалості. Спочатку розглянемо *рухові переключення, що забезпечують руховій діяльності найбільшу економічність, а потім про переключення, які максимізують механічну продуктивність.*

**5. Принцип мінімуму енерговитрат.** Оптимальна за економічністю інтенсивність рухової діяльності (наприклад, швидкість пересування) залежить від фізичної працездатності людини та змінюється при зміні зовнішніх умов. Чим вища фізична працездатність і комфортніші умови, тим вища найбільш економічна швидкість. Якщо людина хоче пересуватися з мінімальними енерговитратами, вона повинна змінити («переключити») швидкість відповідно до мінливих умов і власного стану. Наприклад, підвищення температури повітря від +20°С до +40°С знижує найбільш економічну швидкість бігу на 20%. Такий самий ефект викликає вантаж, якщо його вага складає 15-20% від ваги тіла.

Виникає питання: як довідатися, яка інтенсивність рухів у кожній конкретній ситуації є оптимальною? Точна відповідь на це питання отримана лише для деяких видів рухової діяльності і вікових груп. Але є можливість знаходити найбільш економічну інтенсивність інтуїтивно. Теоретичною основою вибору оптимальної інтенсивності рухів у кожній конкретній ситуації слугує *принцип мінімуму енерговитрат*, відповідно до якого *психічно нормальна жива істота довільно організує свою рухову діяльність так, щоб звести до мінімуму витрати енергії.*

Прагнення живих істот заощаджувати енергію природно. Адже життя поза цивілізацією найчастіше протікає в умовах нестачі їжі. Різні види тварин пристосувалися до цих умов по-різному: ведмідь впадає в зимову сплячку, степові черепахи і ховрашки – жителі пустель, навпаки, засипають на кілька місяців у найбільш спекотний час року і т.п. І людина як біологічний вид формувалася в постійній боротьбі за енергію і, зокрема, навчилася самостійно знаходити найбільш економічний руховий режим. Згадайте, що сильно стомлюють не тільки надмірно інтенсивні рухи, але і недостатньо енергійні, наприклад при чеканні в черзі або під час екскурсії, де енерговитрати хоча і невеликі, але не оптимальні за економічністю, тому що швидкість пересування нижча від оптимальної. У подібних випадках втома настає не тільки тому, що зроблено певну роботу, а в основному як розплата за порушення принципу мінімуму енерговитрат. Природа негайно штрафує за порушення її законів.

Якщо умови, в яких протікає рухова діяльність, не змінюються, а втома не виникає або її вдається перебороти, то найменших енерговитрат вимагає м’язова робота, інтенсивність якої постійна. Саме тому спортсменам у циклічних видах спорту донедавна рекомендували від старту до фінішу підтримувати постійну швидкість.

Але тактика постійної швидкості далеко не завжди забезпечує найвищу механічну продуктивність (наприклад, найвищу середню швидкість і найкращий результат на дистанціях циклічних видів спорту). Лише при м’язовій роботі, що триває понад 5-7 хв, тактика постійної швидкості оптимальна і за економічністю, і за механічною продуктивністю. При прагненні показати рекордний результат при менш тривалій вправі оптимальна «розкладка швидкості» інша. Вона характеризується високою стартовою швидкістю і поступовим її зниженням у міру витрачання запасів фосфатної, а потім і лактаційної енергетичних систем.

Справедливість сказаного доведена методом імітаційного моделювання рухової діяльності на ЕОМ. Але суть питання зрозуміла і без моделювання. Уявіть собі двох людей з однаковою економічністю рухів і однаковим енергетичним потенціалом. Хто з них продемонструє більш високу витривалість? Або, іншими словами, хто з них за той самий час виконає більший обсяг роботи або переборе більшу відстань? Очевидно, перевага буде за тим, хто зуміє більш повно вичерпати свої енергетичні ресурси. Затративши більше праці, він за законом збереження енергії зможе виконати більший обсяг роботи. Помітьте, що відповідно до правила оборотності рухових завдань переможець цього конкурсу буде першим і в тому випадку, коли необхідно якнайшвидше виконати визначений обсяг роботи або перебороти задану дистанцію. А для більш повного вичерпання енергетичного потенціалу необхідно з перших же секунд вправи поставити енергетичні системи в найбільшважкі умови, тобто зробити механічну потужність як можна більш високою.

Навіть при прагненні до найвищої механічної продуктивності (наприклад, на спринтерських і середніх дистанціях) не слід забувати про економічність рухів. Але в цьому випадку економічність відіграє роль другого по значимості критерію оптимальності. Наприклад, при кожній, будь-якій високій швидкості пересування існує оптимальне за економічністю поєднання довжини та частоти кроків, що залежить від швидкості. Оптимізуючи техніку рухових дій у кожному кроці, можна заощадити енергію і використовувати її для того, щоб ще більше підвищити швидкість.

Стосовно біомеханічних основ витривалості доцільно зробити два зауваження.

*Перше зауваження.* Усе сказане про способи підвищення витривалості відноситься як до циклічної, так і до ациклічної рухової діяльності. Приклади, що відносяться до бігу й інших циклічних локомоцій, наведені лише тому, що вони прості та зрозумілі кожному.

*Друге зауваження.* До біомеханічних способів підвищення витривалості необхідно залучати людину ще в шкільному віці, оскільки *виправити техніку рухових дій набагато важче, ніж сформувати її правильно від самого початку.* І не випадково настільки поширені неправильна постава, неприродньо уповільнена ходьба, а у спортсменів – нерозуміння необхідності оптимізувати енерговитрати, упередженість щодо доцільності рівномірної розкладки швидкості незалежно від довжини дистанції тощо. Всі ці недосконалості рухової культури можуть бути виправлені тільки на основі знання і повсякденного використання біомеханічних закономірностей.

**6. Біомеханіка сили та швидкості.** *Сила* – це здатність людини долати зовнішній тиск або протистояти йому за рахунок м’язових зусиль.

Сила як фізична якість поділяється на два відносно самостійних види здібностей – швидкісно-силові та власне силові. Перший вид характеризується зміною довжини м’яза, він притаманний переважно динамічній формі роботи; другий – постійністю довжини м’яза, він пов'язаний зі статичною формою роботи. Швидкісно-силові здібності проявляються при ізотонічному та ізокінетичному режимах м’язових скорочень. Їх максимальним вираженням є вибухова сила.

Власне силові здібності виявляються переважно в умовах ізометричного скорочення. Потреба в розвитку власне силових здібностей у шкільному віці обумовлена закономірностями формування правильної постави при сидінні, ходьбі, бігу тощо. Тривале підтримання правильної постави вимагає не лише розвитку власне силових здібностей, але й розвитку силової витривалості.

*Сила дії людини і сила м’язів.*Сила дії людини безпосередньо залежить від сили тяги м’язів, тобто сили, з якою окремі м’язи тягнуть за кісткові важелі. Проте між натягненням того чи іншого м’яза і силою дії немає прямої залежності. Це пояснюється, по-перше, тим, що майже кожний рух відбувається через скорочення великої кількості м’язових груп; сила дії – це результат їх спільної взаємодії; і, по-друге, тим, що при зміні суглобових кутів змінюються умови тяги м’язів за кістку, зокрема плечі сил м’язової тяги.

*Залежність сили дії від параметрів рухового завдання.*Розглянемо залежність сили дії від таких характеристик рухових завдань, як: 1) швидкість ланки тіла, що рухається; 2) напрямок руху.

Зв’язок «сила дії – швидкість». Рухові якості взаємозалежні. Повною мірою демонструючи одну з них, ми, як правило, перешкоджаємо прояву інших. Ця закономірність особливо яскраво виявляється у зв’язку між силою та швидкістю. Наприклад, при метанні снарядів різної маси важкий снаряд неможливо розігнати до високої швидкості. А при метанні легкого снаряда, навпаки, максимальна швидкість є великою, але сила, що виявляється, незначна. Отже, між найбільшими, рекордними величинами сили та швидкості взаємозв’язок можна охарактеризувати так: чим вищою є максимальна сила, тим нижчою є максимальна швидкість. У той же час при неграничних величинах сили та швидкості має місце інша залежність між ними: чим більша сила, тим більша швидкість вильоту снаряда й дальність його польоту. При штовханні звичайного ядра швидкість і сила мають середні величини.

*Поза тіла і сила дії людини.*Сила дії людини залежить від пози її тіла. Цю залежність визначають такі основні причини.

*Перша:* зі зміною положення суглоба змінюється довжина м’язів. Сила ж, яка виявляється м’язом, залежить від його довжини. Вважають, що максимальна сила, яку може проявити м’яз, зменшується пропорційно квадрату зменшення його довжини. Найменші величини сили м’яз виявляє при своєму найбільшому скороченні.

*Друга:* зміна плеча сили тяги м’яза відносно осі обертання. Відомо, що в механіці плечем сили називається найкоротша відстань (перпендикуляр) від осі обертання до лінії дії сили. Притаманне для рухового апарату людини близьке кріплення м’язів до осі обертання спричинює те, що в більшості рухів досягається перевага у швидкості та відстані за рахунок втрати в силі.

Якщо натяг м’яза буде однаковим, то при зміні кута сила дії може збільшуватися або зменшуватися в 4 рази.

Тренери повинні добре знати, як змінюються сила дії спортсмена в різних позах його тіла у змагальному русі, – без цього не можна знайти найкращий варіант техніки.

При виборі силових вправ перш за все потрібно переконатися в тому, що вони активізують саме ті м’язи, силу яких потрібно збільшити. При цьому варто пам’ятати, що найменші зміни пози тіла можуть спричини те, що активними стануть інші групи м’язів.

При однаковій силі дії та різних позах величини сил і силових моментів можуть бути різними в окремих суглобах. При неправильно обраній позі сили можуть стати настільки великими, що призведуть до травми. Такі небезпечні пози тіла називають критичними. При правильній техніці виконання вправи спортсмен уникає критичних поз, тобто не перевантажує м’язи і зв’язки суглобів.

*Топографія сили.*Співвідношення максимальної сили дії різних м’язових груп дістало назву топографії сили. Визначити топографію сили людини можна шляхом вимірювання сили її м’язових груп.

У людей, які не займаються спортом, як правило, краще розвинуті антигравітаційні м’язи (розгиначі спини і ніг, згиначі рук).

У спортсменів топографія сили залежить від спортивної спеціалізації. У багатьох видах спорту виявлено пряму залежність між показниками топографії сили і спортивним результатом.

Неправильна топографія сили може перешкоджати оволодінню раціональною технікою навіть тоді, коли сила окремих м’язових груп є достатньою для успішного навчання. Наприклад, початківцям у штовханні ядра, у яких сила розгиначів рук відносно переважає силу нижніх кінцівок, важко навчати раціональної техніки штовхання. Вони намагаються виконати вправу переважно за рахунок руху поштовхової руки й недостатньо використовують потужні м’язи ніг і тулуба.

*Швидкість* – це здатність людини виконувати рухові дії в мінімальний для даних умов проміжок часу.

Виділяють три основні (елементарні) різновиди прояву швидкісних якостей: 1) швидкість одиночного руху; 2) частота рухів; 3) латентний час реакції. Між показниками швидкості одиночного руху, частоти рухів і латентного часу реакції у різних людей кореляція незначна. Елементарні різновиди швидкісних якостей відносно незалежні один від одного. На практиці доводиться, як правило, стикатися з комплексним проявом швидкісних якостей. Так, під час спринтерського бігу результат залежить від часу реакції на старті, швидкості окремих рухів і частоти кроків.

У рухах циклічного характеру швидкість пересування безпосередньо визначається частотою рухів і довжиною кроку (а довжина кроку, своєю чергою, залежить від довжини ніг, сили й техніки відштовхування). З підвищенням спортивної кваліфікації обидва компоненти, які визначають швидкість пересування, як правило, збільшуються. Проте в різних видах спорту по-різному. Наприклад, під час бігу на ковзанах основне значення має збільшення довжини «кроку», а в плаванні – обидва компоненти.

*Динаміка швидкості.*Динамікою швидкості називаються зміни швидкості рухомого тіла.

У спорті існують два види завдань, які вимагають прояву максимальної швидкості. У першому випадку необхідно проявити максимальну миттєву швидкість (стрибки – момент відштовхування; метання – при випуску снаряда); динаміку швидкості при цьому обирає сам спортсмен (він може розпочати рух більш повільно або ж стрімко). У другому випадку необхідно виконати з максимальною швидкістю (за мінімальний час) усі рухи (спринтерський біг).

Чимало рухів, які виконуються з максимальною швидкістю, складаються з двох фаз: 1) збільшення швидкості (стартовий розгін); 2) відносна стабілізація швидкості. Характеристикою першої фази є стартове прискорення, другої – дистанційна швидкість. Ці характеристики відносно незалежні. Можна мати добрий стартовий розгін і невисоку дистанційну швидкість і навпаки. В одних видах спорту головним є стартове прискорення (баскетбол, теніс, хокей), в інших важлива лише дистанційна швидкість (стрибки у довжину), в третіх важливими є дві фази.

*Швидкість зміни сили (градієнт сили).*Слово «швидкість» використовується для визначення не лише швидкості зміни положення тіла або його частин у просторі, але й швидкості зміни інших показників, зокрема сили. Градієнт сили є дуже важливим при вивченні рухів, де необхідно виявляти велику силу в найкоротший час – «вибухом».

Градієнт сили неоднаковий в різних фазах руху. Як правило, на початку руху він більший, ніж наприкінці. Тому, зазвичай, визначають не *градієнт сили* – відношення збільшення сили до інтервалу часу, за який це збільшення відбулося, а обчислюють *швидкісно-силовий індекс* – частка від поділу різниці між максимальним і мінімальним значеннями сили, що виявляється, на величину часового інтервалу, за який ця зміна відбулася. Чим вищою є швидкісно-силова підготовленість, тим більший швидкісно-силовий індекс, тому що велика сила досягається за коротший час.

При виконанні багатьох фізичних вправ доводиться переборювати силу ваги свого тіла. У цих випадках найбільш інформативний показник швидкісно-силових якостей – не швидкісно-силовий індекс, а *коефіцієнт реактивності*. Коефіцієнт реактивності дорівнює швидкісно-силовому індексові, поділеному на вагу тіла.

**7. Біомеханіка стійкості.** Стійкість іноді розглядають як самостійну рухову якість. Це має сенс, оскільки біомеханічні механізми стійкості відрізняються від тих, які забезпечують високу витривалість, силу, швидкість, гнучкість і спритність.

В основі стійкості, як і взагалі в основі координації рухів, лежить принцип зворотного зв'язку. Відхилення від стійкого положення викликає дії, спрямовані на запобігання відхиленню.

Ортоградну (вертикальну) позу людини і стійкість в інших позах забезпечують три ланцюги зворотного зв'язку:

1) замикається через центр рівноваги у внутрішньому вусі;

2) замикаються через зоровий аналізатор і пов'язаний із зовнішніми орієнтирами;

3) кінестетичний (заснований на відчуттях положення власного тіла в просторі), він замикається через пропріорецептори м'язів.

Усі три названі системи стабілізації пози діють одночасно, і відхилення пози від обраної виявляються й усуваються тим швидше, чим кращий стан нервової системи. Функціонування стабілізуючих систем виявляється в треморі (мимовільних коливаннях) ланок тіла. Частота тремору тим вища, а отже, амплітуда тим менша, чим краща фізична, технічна, а також психологічна підготовленість людини.

*Виникає питання:*

Чому зниження частоти тремору закономірно зумовлює збільшення амплітуди і робить тремор видимим (як це виявляється при емоційно збудженому стані та деяких захворюваннях)?

Але стійкість визначається і суто механічними чинниками. Так, вихід вертикальної проекції загального центра мас тіла за межі площі опори призводить до падіння.

Загальне правило звучить так: *тіло зберігає стійке положення за умови, що сума діючих на нього сил дорівнює нулю і сума їх моментів так само дорівнює нулю.*

**8. Біомеханічні тренажери.** *Тренажером* називається технічне пристосування, що дозволяє в штучно створених умовах удосконалювати техніко-тактичну майстерність і розвивати рухові якості.

При конструюванні й підборі тренажерів для розвитку рухових якостей і технічної підготовки потрібно прагнути до того, щоб виконувана на тренажері й основна змагальна вправа були однаковими за топографією працюючих м’язів, за відносною потужністю і характером зовнішнього опору. Зовнішній опір може задаватися силами неоднакової фізичної природи. Залежно від цього різні тренажери придатні для опанування різними спортивними рухами.

*Значення занять на тренажерах.*Інтенсивність сучасного життя вимагає таких же активних методів компенсації нестачі м’язових навантажень. Адже невипадково в умовах науково-технічного прогресу зі всією гостротою постало питання, як зберегти фізичну активність, чим заповнити нестачу рухів при мінімальних витратах часу, зрештою, зробити тренування цікавими.

Усім відомо, що займатися фізичними вправами можна не лише на стадіонах, у спортивних залах або просто неба. Останнім часом все більше людей займаються на тренажерах у домашніх умовах або в тренажерних залах. Широкому розповсюдженню даної форми занять фізичними вправами перешкоджає необізнаність людей щодо можливостей «домашніх стадіонів» і недостатня кількість кваліфікованих фахівців, які готові надавати населенню необхідну методичну допомогу. Не випадково 42% населення згідно з анкетним опитуванням не можуть самостійно оволодіти вправами, 62% – не бажають спеціально запам’ятовувати вправи, а 77% – відмічають відсутність позитивних емоцій під час самостійного виконання загальнорозвивальних вправ. Допомогти вирішити дану проблему повинні фахівці в галузі фізичної культури і спорту. Зокрема, вчитель фізичної культури під час занять школярів на тренажерах або в ході спілкування з батьками учнів може надавати методичні рекомендації. Окрім того, вчитель фізичної культури, в навчальному закладі якого, як правило, є оздоровчі тренажери, зобов’язаний знати особливості організації занять на тренажерах.

*Тренажер* – технічний прилад (пристосування), який призначений для розвитку та вдосконалення рухових якостей, професійно-прикладних навичок та умінь, підвищення працездатності організму, а також медичної реабілітації (механотерапії).

Тренажери, які використовують з оздоровчою метою, останнім часом отримали широке розповсюдження. Їх застосування дозволяє істотно розширити варіативність засобів і методів фізичної культури й підвищити при цьому їх оздоровчу ефективність. Тренажери сприяють позитивній психоемоційній мотивації залучення до фізичної культури і масового спорту.

Можливість суворого дозування фізичного напруження і спрямованого впливу на певні м’язові групи дозволяє за допомогою тренажерів вибірково впливати на серцево-судинну, дихальну й нервову системи, опорно-руховий апарат. Через це вони рекомендовані в профілактичних та лікувальних цілях при ішемічних хворобах серця, гіпертонічній хворобі, вегето-судинній дистонії, хронічних неспецифічних захворюваннях легень, артритах, артрозах тощо.

Медико-економічна значимість подальшого розвитку тренажерної техніки в умовах зростаючого попиту населення, висока ефективність її застосування дозволяє розглядати тренажери як один із засобів зміцнення здоров’я, зниження захворюваності та підвищення продуктивності праці.

Нині велике значення надається пошуку нових форм проведення занять і методів навчання, застосування нестандартних і різноманітних підходів в організації роботи щодо підвищення активності школярів у навчальній діяльності.

Одним зі шляхів є впровадження в навчальний процес тренажерів. Наприклад, С.Ю. Балбенко, В.І. Семеренський, використовуючи тренажери на уроках фізичної культури, знайомлять учнів із принципами складання нових вправ на тренажерах і в такий спосіб залучають дітей до розробки нових комплексів фізичних вправ. Така участь дітей робить тренажери одним із найулюбленіших снарядів і виховує інтерес до систематичних занять і змісту уроку фізичної культури.

Заняття на тренажерах різнобічно впливають на організм, що дозволяє віднести їх до важливих засобів фізичного вдосконалення. Проте специфіка фізичного навантаження (висока інтенсивність, натужування з підвищенням внутрішнього грудного і черевного тиску, локальне м’язове напруження тощо) і емоційний фон занять, який приховує об’єктивні ознаки втоми, може спричинити фізичне перенапруження і перевтому. Тому кожен, хто займається на тренажерах, повинен бути обізнаним із правилами їх використання, принципами регулювання навантаження і складання індивідуальних комплексів фізичних вправ, уміти здійснювати самоконтроль під час занять на тренажерах.

*Види тренажерів.*При проведенні досліджень фізіологічних реакцій у лабораторних умовах, необхідно контролювати величину фізичного зусилля випробуваного для того, щоб забезпечити визначену постійну інтенсивність роботи. Як правило, це здійснюється за допомогою ергометрів. Ергометр (грец. *ерго ‑* робота; *метр ‑* міра) являє собою прилад, що дозволяє контролювати (стандартизувати) і вимірювати кількість та інтенсивність фізичної роботи, виконуваної людиною. Розглянемо деякі приклади.

*Велоергометри.*

Тривалий час велоергометри були основними приладами, які використовували для тестування. Нині їх широко використовують як при дослідженнях, так і в умовах клініки, хоча в США намітилася тенденція до використання тредбанів. Виконувати роботу на велоергометрі можна або у вертикальному положенні, або в положенні лежачи на спині.

У велоергометрах звичайно використовується один з чотирьох видів опору: 1) механічне тертя; 2) електричний опір; 3) опір повітря; 4) гідравлічний опір рідини.

*Велоергометри мають низку переваг* порівняно з іншими ергометричними приладами. При роботі на велоергометрі верхня частина тулуба практично залишається нерухомою, що дозволяє з більшою точністю вимірювати тиск крові, а також полегшує процес узяття проб крові при фізичних навантаженнях. Окрім того, інтенсивність роботи при педалюванні не залежить від маси тіла. Це важливо при вивченні фізіологічних реакцій на стандартну інтенсивність роботи (вихідну потужність). Наприклад, якщо ви втратили 15 фунтів маси, результати, отримані при тестуванні на тредбані, виявляться непорівнянними з результатами, отриманими до того, як маса вашого тіла зменшилася, оскільки фізіологічні реакції на задану швидкість і нахил на тредбані змінюються залежно від маси тіла. Після втрати маси ви зможете виконати менший обсяг роботи, ніж колись, при сталій швидкості та нахилу. Що стосується велоергометрів, то тут зменшення маси тіла не настільки сильно змінює фізіологічну реакцію на стандартну потужність.

Варто зазначити, що *велоергометри мають і недоліки*. Якщо ви нерегулярно працюєте на велоергометрі, м’язи ваших ніг, імовірніше за все, стомляться раніше, ніж тіло. Крім того, пікові (максимальні) показники деяких фізіологічних перемінних, отриманих при роботі на ергометрі, часто виявляються нижче від цих же показників, отриманих при виконанні роботи на тредбані. Це може бути обумовлено локальною втомою ніг, скупченням крові в ногах (менша кількість крові повертається до серця) або тим, що при роботі на велоергометрі бере участь менше м’язів, ніж при виконанні роботи на тредбані.

*Тредміли (тредбани).*

*Тредміли* є ергометрами, які сьогодні користуються широкою популярністю серед дослідників і лікарів. Мотор і система роликів приводять у рух велику конвеєрну стрічку, на якій випробуваний може або йти, або бігти. Довжина і ширина її повинні відповідати розмірам тіла і довжині кроку. На занадто вузьких або коротких тредмілах практично неможливо здійснити тестування спортсменів високого класу.

*Тредміли мають ряд переваг.* На відміну від більшості велоергометрів інтенсивність роботи на тредмілах не потрібно контролювати: якщо ви не підтримуєте швидкість, рівну швидкості руху стрічки, ви попросту «зійдете» з нього. Ходьба на тредмілі є природним видом діяльності, тому пристосуватися до неї досить легко, для цього потрібно не більш 1-2 хв. Окрім того, пересічні люди майже відразу досягають максимальних для себе фізіологічних показників на тредмілі, у той час як деякі спортсмени досягають більш високих показників на ергометрах, що відповідають їх режиму тренувальних занять або змагань.

*Тредміли, однак, мають і низку недоліків.* Вони, як правило, коштують дорожче, ніж велоергометри. Крім того, вони більш громіздкі, для їхнього використання необхідна електрична енергія. Важко точно виміряти тиск крові під час виконання роботи на тредмілі, оскільки шум від його роботи утрудняє прослуховування за допомогою стетоскопа. Також важко точно виміряти тиск крові при збільшенні швидкості руху стрічки. Не менш важко взяти пробу крові в людини, що знаходиться на тредмілі.

Точно оцінити функціональний стан організму людини не можна, вивчаючи лише один функціональний показник. Необхідне комплексне вивчення функціонального стану організму, яке включатиме показники, що характеризують різні функції органів і систем організму. Проте комплексне вивчення функціонального стану організму вимагає реєстрації великої кількості різноманітних показників, застосування яких потребує досить складної апаратури і здійснення громіздких досліджень. При цьому в багатьох видах спорту не вдається забезпечити дослідження в умовах специфічних наванта­жень, що суттєво знижує якість оцінки. Для розв’язання цієї проблеми фахівці використовують різноманітні організаційно-методичні підходи, що дозволяють вивчати функціональні можливості спортсмена в специфічних умовах, наближених до його професійної діяльності.

Однак бігові й велоергометричні навантаження дають найточнішу інформацію при обстеженні бігунів і велосипедистів, оскільки для них таке навантаження є специфічним. Гарні результати вдається одержати і при обстеженні ковзанярів, лижників, футболістів. У видах спорту, де переважне навантаження пов’язане з роботою м’язів плечового пояса (плавання, веслування тощо), результативність досліджень із застосуванням велоергометричних і бігових навантажень знижується.

Тому поруч із дослідженнями в умовах роботи на велоергометрі чи бігу на тредмілі фахівці намагаються проводити дослідження і в умовах специфічних навантажень. Так, у плаванні застосовується дозоване плавання на прив’язі чи в гідродинамічному каналі; у веслуванні – у природних умовах чи спеціальному басейні; в різних видах боротьби використовуються навантаження з дозованою кількістю стандартних кидків манекена тощо.

Часто оцінку функціональних можливостей спортсменів здійснюють не за показниками, зареєстрованими під час роботи, а за реакціями найважливіших функціональних систем організму в найближчому відновному періоді. Після напружених і тривалих навантажень протягом першої хвилини відновного періоду реакції організму спортсменів, як правило, несуттєво відрізняються від тих, які реєструвались під час роботи.

Варто зазначити, що чим різноманітніший характер тренувальної та змагальної діяльності спортсменів (складнокоординаційні види спорту, спортивні ігри і єдиноборства) або умови, в яких вона здійснюється (гірськолижний спорт, бобслей тощо), тим складніші умови для збору різнобічної інформації, що відображає можливості енергетичного забезпечення роботи. В цих умовах до­водиться суттєво спрощувати програму досліджень, зменшувати кількість реєстрованих показників, що призводить до обмеження обсягу отриманої інформації.

*Відмінність оздоровчих тренажерів від спортивних і апаратів механотерапії.*Промисловість налагодила випуск різноманітних тренажерів для оздоровчих цілей. Вони істотно відрізняються від спортивних тренажерів і апаратів механотерапії, як за конструкцією, так і за методикою використання.

У спортивній практиці тренажери використовуються для вдосконалення тренувального процесу, розвитку фізичних якостей, досягнення рекордних спортивних результатів. Це тренажери, які дають інформацію про технічні характеристики рухів спортсмена, розроблені, головним чином, для вдосконалення його фізичної, тактичної, теоретичної та психологічної підготовки. Складні прилади дають можливість не лише створювати необхідні поєднання режимів роботи м’язів, умови для поєднаного розвитку фізичних якостей і вдосконалення техніки спортивного руху, але й цілеспрямовано впливати на окремі м’язи або м’язові групи. Фахівці розробляють тренажери для вдосконалення техніки й ритму спортивних рухів, для налагодження ритмів роботи м’язів і поліпшення міжм’язової координації.

На відміну від спортивних тренажерів, апарати механотерапії призначені для поглиблення, уточнення дії вправ. Різні модифікації апаратів, з використанням активних і пасивних рухів, вібрацією тощо, вибірково впливають на організм, ефективно допомагають хворим, у яких порушений опорно-руховий апарат.

Головним призначення оздоровчих тренажерів є підвищення ефективності фізичних вправ, чітка цільова спрямованість основної дії вправи на тренажері, вибір характеру і способу її виконання дозволяють керувати тренувальним процесом, не допускаючи перенапружень і перетренувань.

*Правила фізичного тренування на велотренажері.*

1. До початку тренування варто відрегулювати висоту сидіння так, щоб одна нога була повністю випрямлена, а середина її підйому торкалася педалі.

2. Висота керма встановлюється трохи нижче від рівня плечей. Найбільш зручна поза – трохи нахилившись уперед (поза велосипедиста).

Частота обертів педалей має становити 60 уд/хв. При інших швидкостях педалювання наведені розрахунки тренувальних навантажень не дійсні.

4. При навіть незначному підвищенні температури тіла внаслідок простудних та інших захворювань тренування на велотренажері протипоказані. Відновити заняття після перенесеного грипу можна не раніше, ніж через 2-4 тижні, ангіни – 3-4 тижні, бронхіту або ГРВІ – 2-3 тижні, запалення легень і гострих інфекційних захворювань – 1-2 місяці, гострого нефриту – 8-12 місяців, інфекційного гепатиту – 8-12 місяців, струску мозку – до 1 року. При цьому відновлювати заняття потрібно за програмою на ступінь нижче (наприклад, особи із середнім рівнем фізичного стану після перенесеного захворювання або тривалої перерви з інших причин починають тренуватися за програмою 2).

5. Після встановлення необхідної потужності навантаження її підвищують поступово: 1-2 хв – розминка з потужністю навантаження 50 % від необхідної; 1-2 хв – виконання роботи потужністю 75% від тренувальної; залишок часу відводиться на роботу оптимальної потужності.

6. Якщо навантаження виявиться занадто великим, його трохи зменшують. З появою під час роботи утрудненого дихання, болях у ділянці серця, нудоти, холодного поту, навантаження варто негайно припинити, лягти на кушетку, прийняти валідол. Якщо самопочуття поліпшиться, необхідно викликати лікаря.

Наприкінці тренування темп педалювання зменшується поступово протягом 1-2 хв.

Неприпустиме тренування в приміщеннях із температурою навколишнього середовища вище 25°С, вологістю понад 50 %, що містять пил, гази, шкідливі домішки, які перевищують норму.

9.  Перед тренуванням не рекомендується пити міцну каву, чай; неприпустимими є прийом спиртних напоїв, розумова або фізична перевтома, викурювання великої кількості сигарет.

10.  При задовільному стані той, хто займається, веде щоденник самоконтролю, в який записує дані тестування за однією з експрес-систем контролю і не рідше одного разу на 6 місяців консультується з лікарем. З появою будь-яких відхилень у стані здоров’я необхідно негайно звернутися до лікаря.

**? Питання для самоконтролю**

1. Назвіть основні чинники витривалості. Наведіть приклади.

2. З яких фракцій складається механічна робота, що здійснюється людиною при виконанні фізичних вправ?

3. Перелічіть способи підвищення економічності рухової діяльності.

4. Які рухові переключення можуть бути використані для підвищення економічності рухової діяльності та механічної продуктивності?

5. У чому полягає сутність принципу мінімуму енерговитрат?

6. Поясніть, яким чином взаємопов'язані силові та швидкісні якості?

7. Від яких основних чинників залежить сила тяги м'яза й сила, яку демонструє людина?

8. За якими критеріями обирається тренажер для розвитку швидкісних і силових якостей в конкретному виді спорту?

9. Які умови забезпечують стійкість тіла?