

Біомеханічні аспекти силових та швидкісно-силових якостей

1. Біомеханічні аспекти моторики спортсмена.
Параметричні та непараметричні залежності між показниками різних рухових якостей.

Моторикою називається сукупність рухових якостей людини. Різні рухові завдання (навіть в однакових рухових діях, наприклад, у спринтерському та марафонському бігу), висувають до організму спортсмена різні вимоги, викликаючи прояв різних рухових якостей. **Рухові якості** - це окремі, якісно різні сторони моторики людини. Поняття "Рухова якість" об'єднує ті сторони моторики, які проявляються в однакових характеристиках, однаково вимірюються і мають багато спільного.

Розрізняють наступні рухові якості: **силу, швидкість, витривалість, звучність і спритність.**

Рухові завдання - це рухові дії зі строго регламентованими умовами (параметрами) їх виконання, наприклад: не біг взагалі, а біг на 100, 400 м і т.ін. Якщо спортсмен поставить перед собою завдання показати максимально можливий спортивний результат у заданих умовах (при заданих параметрах), то зареєстровані при цьому результати (швидкість, сила, час, кількість спроб і ін.) називають **максимальною швидкістю, максимальною силою** і т.д. Звичайно, одержані результати залежать від параметрів виконання вправи: дистанції, маси спортивного приладу і т.ін., і при зміні параметрів змінюються і самі результати. Закономірності між максимальними значеннями мір рухових якостей, які показує конкретний спортсмен, та параметрами виконання фізичної вправи, називаються **параметричними**. Прикладом **параметричної залежності** може бути залежність сили тяги зміначів передпліччя спортсмена від швидкості його обертання довкола горизонтальної осі ліктьового суглоба (рис. 1).

Такі залежності практично є **функціональними**, так як параметри виконання конкретним спортсменом рухового завдання і результати цього завдання однозначно пов'язані. Параметричні (функціональні) залежності між показниками різних рухових якостей часто використовуються тренерами-педагогами з метою контролю за впливом тренувальних занять на окремі сторони моторики спортсменів, їх порівняння тощо. Параметричні залежності між руховими якостями визначаються для кожного спортсмена окремо.

При оптимальних параметрах виконання рухового завдання спортсмени можуть показати найбільші значення сили, швидкості і ін., які називаються **лімітними**. Часто цікаво знати, як залежать окремі результати рухових завдань в різних параметрами від лімітних величин (наприклад, залежність між максимальною силою розгиначів ніг і швидкістю відштовхування від опорної поверхні для стрибка вгору тощо). Подібні залежності називаються **непараметричними**; вони виз-

начаться для групи спортсменів і мають статистичний (імовірнісний) характер (рис. 2):

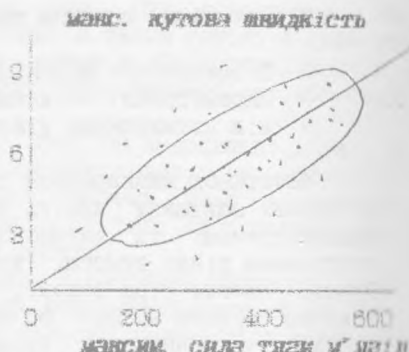
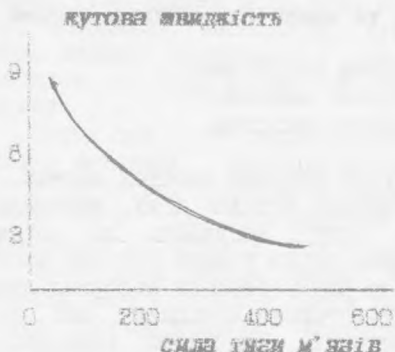


Рис. 1. Приклад параметричної залежності між силовими та швидкісними якостями для спортсмена К.

Рис. 2. Непараметрична залежність між силовими та швидкісними значеннями для групи спортсменів.

2. Власне силові якості. Максимальна сила дії людини. Топографія сили.

У біомеханіці *силою дії людини* називається міра його впливу на фізичне середовище, яка передається через робочі точки його тіла; сила дії людини визначається точкою прикладання, напрямком та модулем (величиною). Величина сили дії людини залежить від стану організму та її вольових зусиль (наміру проявити ту чи іншу силу).

Силові якості умовно можна розділити на власне силові та швидкісно-силові (прояв статичної сили при ізометричній роботі м'язів та прояв динамічної сили при їх долаючій та уступаючій роботі).

Сила дії людини безпосередньо залежить від сили тяги м'язів. Найбільшу силу м'язи можуть розвивати при значному скороченні і значно меншу - в розтягнутому стані. При відносному переміщенні біодянок плече прикладання сили м'язів може мінятися деколи у 3-4 рази. Враховуючи, що кожен рух відбувається при скороченні кількох м'язів, закономірності біомеханіки м'язів проявляються більш явувально, ніж у лабораторному експерименті з ізолюваним м'язом.

Сила дії людини залежить від положення її тіла, так як зі зміною кутів в суглобах змінюється довжина м'язів та плече їх дії. Особливо складна картина спостерігається при руках за участю багатосуглобових м'язів. Експериментальні дані щодо максимальної сили м'язів, що згинають та розгинають стегна і гомілки, приведені на рис. 3:

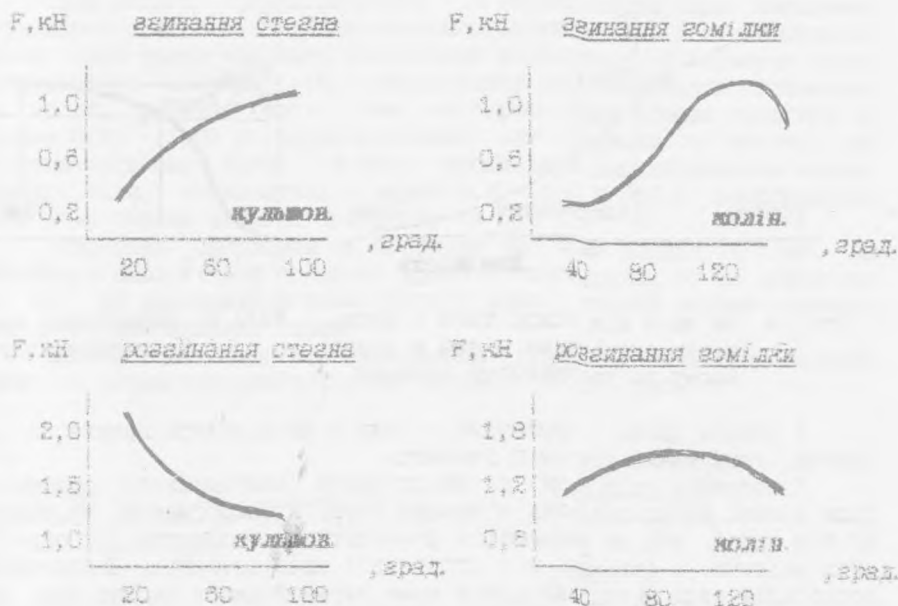


Рис. 3. Залежність максимальної сили згинання та розгинання стегна і гомілки від кута в суглобах

При прямому куті у ліктьовому суглобі його згиначі пропрацьовують в силі приблизно у 10 разів:

Суглобовий кут (град.):	180	160	140	120	100	80	60
Плече сили тяги довгої гол. двоголового м'яза плеча (мм):	11,5	16,8	26,9	37,4	43,6	45,5	39,2

Для кожного односуглобового руху існує певна залежність між суглобовим кутом і максимальною силою дії людини. Коли ж в русі беруть участь багатосуглобові м'язи (а в спорті так буває у більшості випадків), картина ускладнюється, оскільки довжина цих м'язів залежить від кутів у сусідніх суглобах. Наприклад, максимальна сила дії при згинанні у колінному суглобі залежить від кута не тільки у цьому суглобі, але й у кульшовому.

Виявляється, що в уступаючому режимі м'язи можуть розвивати силу, яка більша за максимальну статичну силу в 1,5 - 2 рази (див. рис. 4). Причому, більше значення сили спостерігається при швидкому русі м'язів.

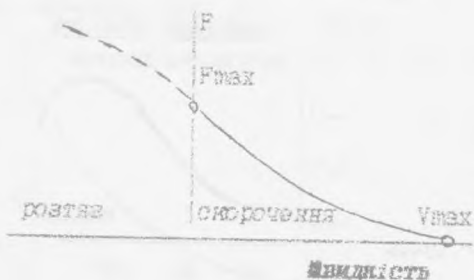


Рис. 4. Зв'язок між силою тяги і швидкістю скорочення м'яза в долаючому та уступаючому режимах

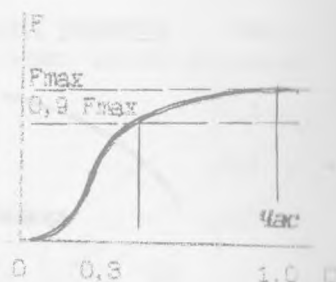


Рис. 5. Наростання сили з плином часу

У певних позах - аритмічних - сили м'язів можуть призвести до травми, тому таких поз слід уникати.

Топографія сили - це співвідношення максимальної статичної сили різних функціональних м'язових груп. У спортсменів, на відміну від людей, які не займаються фізкультурою і спортом, топографія сили змінена, і залежить від спортивної спеціалізації. Неправильна топографія сили у ряді випадків може передшляхувати оволодінню раціональної технікою. Найбільшою силою, як відомо, відрізняються м'яси кіт та свині, до її використовувати вельями-академісти, важкоатлети, санкарі і ін.

3. Біомеханічні аспекти швидкісно-силових якостей спортсмена та їх оцінка.

Цікава залежність сили дії людини від швидкості руху біологів, яка залежить від швидкості скорочення м'яза (див. рис. 5). Якщо дослідити силу та швидкість скорочення окремих м'язів людини, забезпечивши кровопостачання, еферентацію та аферентацію ізолюваного м'яза людини (що вдається здійснити лише на ампутантах), то прослідковується залежність Хілла "сила-швидкість", одержана експериментально на м'язах амфібій та розрахована теоретично методами термодинаміки. При реєстрації сили дії, обумовленої сукупною активністю багатьох м'язів, картина дещо складніша. І якщо при скороченні односуглобових м'язів залежність Хілла як правило зберігається, то при роботі багатосуглобових м'язів, особливо на "краях" залежності, її характер часто змінюється, що обумовлене рефлекторним прагненням запобігти травмам сухожилья і м'язів внаслідок інерційного удару (наприклад дії, що запобігають травмам кінцівок металників при метанні полегшених приладів).

Вираз "швидкість" вживається не лише для характеристики інтенсивності руху точки або тіла, а й як міра інтенсивності зміни інших показників, в тому числі і сили.

Сила певних функціональних м'язевих груп при виконанні будь-якого рухового завдання постійно змінюється, а від швидкості зміни сили часто залежить спортивний результат; у багатьох видах спорту (біг, метання і ін.) максимальну силу необхідно розвивати за малий проміжок часу, так як окремі фази вправи тривають не більше 0,25 - 0,09 с (відштовхування для стрибка в висоту або в спринтерському бігу), а час, необхідний для досягнення максимальної сили, коливається в межах 0,8 - 1,0 с (90 % максимальної сили м'яз людини досягає приблизно за 0,8 с).

Якщо один спортсмен за короткий час може розвинути силу, що перевищує аналогічний показник другого спортсмена, то не дивлячись на це, що максимальна сила другого вища, перший матиме перевагу при виконанні швидких вправ.

Математично швидкість наростання (градієнт) сили буде виражатися, як перша похідна від сили по часу: dF/dt (рис. 6):

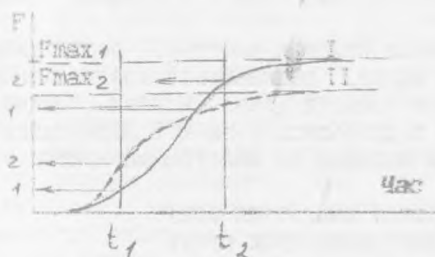


Рис. 6. Наростання сили тяги м'язів з плином часу у двох спортсменів

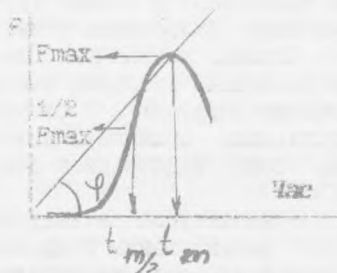


Рис. 7. Визначення швидкісно-силового індексу

Для чисельної характеристики швидкості наростання сили використовують три показники:

- час досягнення сили, рівної половині від максимальної: $t_{m/2}$ (нерідко власне цей показник називають градієнтом сили);
- частка від ділення F_{max}/t_{max} : цей показник називають швидкісно-силовим індексом. Він рівний тангенсу кута (див. рис. 7).
- коефіцієнт реактивності, що використовується при переміщеннях не спортивного приладу, а власного тіла (по Ю. В. Верхошанському):

$$K_{реакт.} = F_{max} / t_{max/2} \cdot M, \text{ де } M - \text{маса тіла}$$

4. Біомеханічні вимоги до спеціальних силових вправ.

При виборі силових вправ перш за все слід впевнитися в тому, що будуть активними саме ті м'язи, силові якості яких необхідно коректувати. Навіть невеликі зміни пози тіла можуть призвести до того, що активними стануть зовсім інші м'язові групи. В таблиці

наведено значення суглобових моментів (Нм) при виконанні присідань спортсменом масою 75 кг із штангою 50 кг (за даними Плагенкофа):

Кут у суглобах (градуси)		Моменти сил у суглобах (Нм)		
кульшовий	гомілковостопний	кульшовий	колінний	гомілковостопний
145	110	185	70	25
110	130	78	175	4
145	100	185	10	38
165	90	218	-22	22

Сьогодні у багатьох видах спорту складені електроміографічні карти активності м'язів при виконанні різних вправ.

Експериментально доведено, що менший приріст сили але більший перенос на вправи, що спеціально не тренувалися, спостерігається при тренуванні м'язових груп в розтягнутому стані, і навпаки - при тренуванні скорочених м'язів.

Вправи, призначені для використання силових якостей, необхідних при виконанні основних змагальних вправ, називаються спеціальними силовими вправами. З біомеханічних поглядів такі вправи повинні відповідати принципам динамічної відповідності за К. В. Беркманським, тобто відповідати змагальним вправам за наступними критеріями:

- амплітудою та напрямком робочої амплітуди руху;
- акцентованим відрізком робочої амплітуди руху;
- характером навантаження та його величиною;
- швидкістю скорочення м'язів (частотой рухів);
- режимом роботи м'язів.

Застосування для розвитку розгиначів ніг велосипедистів присідань на одній нозі або піднімання в положенні лежачи на похилій лаві вантажу, прикріпленого до стопи, з метою розвитку м'язів передньої поверхні стегна у бігунів-спринтерів та інші вправи, як виявилось, не відповідають зовсім або частково вище вказаним критеріям і тому не приводять до потрібних змін у м'язових групах, що тренуються, внаслідок слабого переносу досягнутого ефекту на змагальні дії.

Як спеціальні силові вправи, тренери часто використовують так звані "способи спрямованої дії" навантаження: виконуються змагальні вправи, але з штучними довантаженнями (або збільшеним опором рухові): метання більш масивних приладів, біг, стрибки чи ігри з додатковими вантажами на тілі, біг в гору, по піску, снігу та ін.

Дуже перспективним є використання у тренувальному процесі розроблених у Київському Державному університеті фізкультури спеціальних костюмів з вантажними, пропорційними масам окремих біологічних тіл та локалізованими можливо найближче до центрів їх мас. Ці вантажі пропорційно збільшують навантаження на м'язи, які долають інерцію біологічного у живих руках. У такому костюмі спортсмен працює в умовах, подібних до злидеранізації.