

БИОМЕХАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РУХОВИХ ЯКОСТЕЙ ЛЮДИНИ (ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ)

У статті розглядається, теоретично та практично обґрунтовується питання щодо біомеханічної характеристики рухових якостей і відповідно до цього запропоновано доповнення і зміни понятійного апарату основних термінів.

Ключові слова: біомеханіка, рухові якості, рухова підготовка, рухова культура, рухове виховання.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень та публікацій. До основних рухових якостей відносяться: сила, швидкість, витривалість, гнучкість і спритність. О.О. Тер-Ованесян до названих якостей додає: стійкість рівноваги, здатність до довільного розслаблення м'язів, ритмічність, стрибучість, м'якість рухів, координованість. Рухові якості – це окремі сторони моторики людини. Вони проявляються в однаковій формі рухів та енергетичного забезпечення і мають аналогічні фізіологічні і біомеханічні механізми, роботи м'язів [4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 18, 19, 23, 25, 29, 30, 41, 34, 35].

Результати дослідження. *Характеристика рухових (локомоторних) якостей:*

Сила. Силові якості. Силою називається фізична величина, що характеризує взаємодію тіл; вона визначає зміни руху тіла, або зміну форми тіла, або те й інше разом. Сила, що розвивається м'язом або пучком м'язових волокон, відповідає сумі сил окремих волокон. Чим товще м'яз і більше "фізіологічна" площа його поперекового перерізу (сума площ поперекових перерізів окремих волокон), тим вона сильніше. Наприклад, при м'язовій гіпертрофії її сила і товщина волокон зростають в однаковій мірі.

М'язова сила залежить не тільки від активуючого впливу ЦНС, але і в дуже високій мірі від зовнішніх механічних умов роботи м'яза.

В організмі людини скелетні м'язи передають силу частинам скелета за допомогою пружних, частково розтяжних структур – сухожилок. Під час розвитку сили у м'яза є тенденція вкоротити, а отже, розтягнути і напружити пружні структури, що прикріплюють її до скелету.

М'язове скорочення, при якому довжина м'яза зменшується по мірі збільшення розвитку нею сили, зветься ауксотонічним (ізотонічним). Максимальна сила в ауксотонічних експериментальних умовах (з розтяжним пружним зв'язком між м'язом і датчиком сили) називається максимумом ауксотонічного скорочення. Вона набагато менше сили, що розвивається м'язом при постійній довжині, тобто при ізометричному скороченні. [3, 24].

Механіка м'язового скорочення. У спокої м'язова тканина являє собою в'язко-пружний матеріал з самими звичайними властивостями. Справді цікава властивість м'яза – це його здатність до скорочення. Максимальна сила, яку може розвинути м'яз, при оптимальній її довжині складає близько $2 \cdot 10^6$ дин на 1 см^2 поперекового перерізу м'яза [3, 19, 20, 24].

Якщо протидіюча сила невелика, м'яз не тільки сильніше коротшає, але і швидше скорочується. Якщо скорочений м'яз має довжину в момент часу, то швидкість її скорочення: dl/dt ("мінус" означає зменшення довжини) визначається за формулою: $dl/dt = (F - F_1) \cdot b / F + a$: де F – сила, яку долає м'яз, F_1 – максимальна сила м'яза при тій довжині, при якій вимірюється швидкість її скорочення, d і b – константи. Константа d дорівнює приблизно 4 дин на 1 см^2 поперекового перерізу м'яза, а константа b для різних м'язів різна (А. Hill, 1956). Зауважимо, що навіть при відсутності сили, яка протидіє скороченню, м'яз коротшає з обмеженою швидкістю: якщо $F=0$, то $-dl/dt = F_1 \cdot b / a$.

Якщо закріпити нерухомо кінці м'яза і змусити його скорочуватися, то максимальна сила скорочення буде залежати від відстані між кінцями м'яза. Ця сила зменшиться, якщо відстань буде менше довжини м'яза у спокої. Сила скорочення зменшується і в тому випадку, якщо відстань між кінцями м'яза буде більше її довжини в спокої. Під силою скорочення мається на увазі різниця між загальною силою, яку розвиває м'яз при її роздратуванні, і пружною відновлювальною силою, зумовленою розтягуванням м'яза понад її нормальну довжину.

На рис. 1. наведено графік залежності між силою скорочення волокна і відстанями між сусідніми смугами. Поперекові смуги м'язового волокна розсуваються при його розтягуванні і зближуються при скороченні. В розслаблених волокнах ці відстані дорівнюють $2,1 \text{ мк}$ ($1 \text{ мк} = 10^{-4} \text{ см}$).



Рис. 1. Залежність сили скорочення поперечно-смугастого волокна від відстані між сусідніми пластинками (А.М. Gordon et al., 1966)

Сила скорочення досягає максимуму при відстані 2,0-2,2 мк, і ця сила прийнята за 100%. При відстанях 1,3 і 3,7 мк сила дорівнює нулю. Це можна пояснити на підставі "теорії ковзних ниток". Попереково-м'язове волокно являє собою клітину, що містить численні фібрили, які самі мають поперекону смугастість. Коли м'яз скорочується або піддається розтягуванню, нитки актину і міозину ковзають один відносно одного, так що межа їх перекривання стає довшою або коротшою [1, 15, 26, 37, 39].

Сила – величина векторна. Дві сили, що діють на тіло, складаються за правилом паралелограма (векторно). Сила м'язів вимірюється тією максимальною напругою, яку вона здатна розвинути в умовах ізометричного скорочення.

Максимальна сила залежить насамперед від кількості і товщини м'язових волокон, що утворює м'яз. Кількість і товщина м'язових волокон зазвичай визначаються по фізіологічному поперечнику м'яза, під яким розуміється площа поперекового розрізу м'яза (см²), що проходить через всі м'язові волокна. Товщина м'яза не завжди збігається з її фізіологічним поперечником. Наприклад, при рівній товщині, м'яза з паралельним і пір'ястим розташуванням волокон значно відрізняються по фізіологічному поперечнику. Пір'ясті м'яза мають більший поперечник і володіють більшою силою скорочення. Чим товщі м'язи, тим вони сильніше.

Важливим у прояві сили м'яза має характер прикріплення її до кісток і точка прикладання сили в механічних важелях, утворених м'язами, суглобами та кістками. Сила м'яза в значній мірі залежить від її функціонального стану – збудливості, лабільності та харчування. *Внутрішньом'язова координація* пов'язана зі ступенем синхронності скорочення рухових одиниць м'яза, а *міжм'язової* – зі ступенем координованості м'язів, приймаючих участь в роботі. Чим вище ступінь внутрішньої міжм'язової координації, тим більше максимальна сила людини. Спортивні тренування значно сприяють вдосконаленню цих координаційних механізмів, тому тренувана людина має більшу максимальну і відносну силу, тобто силу м'язів, віднесу на 1кг маси тіла. У цьому зв'язку в спорті є вагові категорії (важка атлетика, боротьба, бокс та ін.)

Регуляція м'язової сили в організмі людини. Рухова одиниця складається з одного мотонейрона і групи інервуючих їм м'язових волокон. Розміри таких одиниць широко варіюють. Оскільки кожне волокно підкоряється закону "все або нічого", сила, що розвивається руховою одиницею при одиночному скороченні, варіює слабо; або всі її волокна збуджуються і скорочуються, або всі розслаблені. Однак сила, що розвивається залежить від частоти стимуляції.

Сила і швидкість скорочення м'яза збільшуються також по мірі активації (залученню) все більшої кількості рухових одиниць. При цьому чим менше розміри (а, отже, і сила) кожної з них, тим тонше регулювання загального зусилля.

Співвідношення між швидкістю скорочення м'яза і силою (навантаженням). При ізотонічному скороченні м'яз коротшає тим повільніше, чим більше навантаження.

Невантажений м'яз коротшає з максимальною швидкістю, що залежить від типу м'язових волокон. Наприклад, кравецький м'яз жаби скорочується зі швидкістю всього лише 0,2 м/с (приблизно, 10 довжин м'яза в 1с). М'язи руки людини, які набагато довші, коротшають зі швидкістю 8 м/с. Швидко скорочуючись, м'яз розвиває меншу силу, ніж при повільному скороченні або після попереднього розтягування. Цим пояснюється той загальновідомий факт, що швидкі рухи можливі, якщо не потрібна велика сила, тобто коли м'язи не навантажені (вільно рухаються) і, навпаки, максимальна м'язова сила вимагає повільних рухів, наприклад, при пересуванні великих предметів або підйомі штанги. Велику вагу можна підняти або зіштовхнути з місця тільки дуже повільно. Це цілком сумісне зі здатністю людини довільно змінювати швидкість м'язового скорочення [1, 5, 6, 15, 36, 41].

Потужність м'язу дорівнює добутку між розвиваємою ним силою на швидкість скорочення. Наприклад, максимальна потужність (200 Вт) м'яза нашої руки буде досягнута при швидкості скорочення 2,5 м/с. Дослідження показують, що потужність вище при помірних навантаженнях і швидкостях скорочення, ніж в екстремальних умовах.

Вплив різних факторів на прояв сили м'язів. Сила скорочення м'язів залежить від багатьох причин, зокрема, від анатомічної будови м'язів (пір'ясті, веретеноподібні і м'язи з паралельними поздовжніми волокнами); збудливості ЦНС; гуморальних механізмів; оксигенації тканин і т. д.

При динамічній роботі максимальної інтенсивності організм забезпечується киснем всього лише на 10%. М'язова робота суттєво змінює гормональний фон. Так, після середнього та важкого тренування зміст норм адреналіна в крові може збільшитися в два рази, значно зростає вміст гормону росту. Рівень кортизолу підвищується тільки після важких тренувань, тоді як вміст інсуліну зменшується. На працездатність істотно впливають глюкокортикоїди і андрогени.

Взаємозв'язок сили м'язів і їх маси. Відомо, що чим більше м'язова маса, тим більше сила. Цю залежність можна виразити формулою: $F = a \times P \times 2/3$, де F – сила, a – деяка постійна величина, що характеризує фізичну підготовленість атлета; P – вага атлета. У провідних важкоатлетів м'язова маса становить 55 – 57% ваги тіла.

Значення положення тіла при виконанні силових вправ. Сила, яку може проявити людина, залежить від положення його тіла. Для кожного руху існують такі положення тіла, в яких виявляються найбільші і найменші величини сили. Наприклад, під час згинання в ліктьовому суглобі максимум сили досягається при куті 90° ; при розгинанні в ліктьовому та колінному суглобах оптимальний кут близько 120° ; при вимірі становий сили максимальні показники виявляються, коли кут близько 155° , і т. п.

Виникає питання: які положення треба вибирати при виконанні силових вправ? Нерідко використовують положення, коли власна сила активних м'язів максимальна, тобто коли м'язи напружуються в розтягнутому стані. Внаслідок посилення потоку пропріоцептивних імпульсів таке положення тіла викликає збільшення рефлекторної стимуляції і тим посилює вплив вправ.

Величина механічної роботи, яку здійснюють своїм скороченням м'язи виражається в кілограмометрах (кг/м), як добуток ваги вантажу, що піднімається м'язом, на висоту підйому. Сила, демонстрована м'язом, залежить від числа складових її м'язових волокон.

Довжина м'язового черевця обумовлює висоту підняття вантажу; в середньому, м'язи при повному скороченні коротшають приблизно на половину своєї довжини (довжина сухожилка, зрозуміло, не змінюється – воно тільки передає рух на певний пункт). Знайдено, що найбільший вантаж, який в змозі утримувати м'яз з поперечником в 1 см^2 , в середньому дорівнює 10 кг. Так звана абсолютна м'язова сила. Знаючи це, не важко визначити силу того чи іншого м'яза. Звичайно, обчислена таким шляхом величина лише в більшій чи меншій мірі наближається до істинної, так як не у всіх людей і навіть не у всіх м'язів одного і того ж суб'єкта м'язова сила однакова.

Швидкісні якості характеризуються, як здатність людини виконувати рухові дії в мінімальній для даних умов відрізок часу. Вони проявляються в "чистому" вигляді, коли без значних м'язових зусиль виникає дуже велике прискорення. Згідно з другим законом Ньютона це можливо, коли переміщувана маса невелика. Виділяють три основні (елементарні) різновиди прояву швидкісних якостей: швидкість одиночного руху; частоту руху; латентний час реакції. Між цими елементарними формами прояву швидкості кореляція дуже мала. Тим самим добрі показники швидкісних якостей в їх окремому різновиді, ще не гарантують такі же успішності в прояві інших різновидів швидкісних якостей. Зазвичай прояв швидкісних якостей є комплексним. Наприклад, при ловлі м'яча результат дії буде залежати від латентного часу реакції на рухомий об'єкт, швидкості одиночного руху руки, частоти руху в суглобах тіла, особливо коли м'яч проходить осторонь від того, хто ловить.

Прояв швидкісних якостей визначається швидкою зміною положення тіла або його частин у просторі (тобто швидкістю їх руху), швидкою зміною силових показників і т.д. Все це забезпечується функціонуванням м'язової системи тіла. Оскільки м'язи можуть працювати тільки на скорочення, рух в будь-якому суглобі забезпечується коактивацією (спільною роботою) м'язів-згиначів і м'язів-розгиначів. Розглянемо досить простий рух – згинання-розгинання в ліктьовому суглобі. Група основних м'язів-згиначів включає в себе біцепс брахії, брахіаліс і брахіорадіаліс, м'яз-розгинач – трицепс брахії. Для приведення в рух передпліччя в першій фазі рухової дії (для визначеності будемо вважати, що рух починається з положення повністю витягнутої руки) необхідно різко активувати згиначі. Результатом цього є розгін і рух передпліччя у напрямку до плеча. Через якийсь час передпліччя необхідно загальмувати, щоб воно зупинилося в положенні повного згинання в ліктьовому суглобі. Для цього треба активувати розгинач ліктьового суглоба, що створює гальмуючу силу (чи, точніше, гальмуючий момент сил). Друга фаза – розгинання в ліктьовому суглобі – супроводжується різким зростанням активності розгинача, а через деякий час – активністю згиначів для гальмування передпліччя, що рухається. Розгляд повного процесу згинання-розгинання в ліктьовому суглобі показує, що у вибраній нами послідовності руху спочатку активуються згиначі, потім розгиначі, а потім знову згиначі. Така картина активності м'язової системи називана "трьохпачковим паттерном" (типом, моделлю) активності, він спостерігається у всіх згинальних-розгинальних рухах в будь-якому суглобі. У цьому підрозділі вводиться поняття про "трьохпачковий паттерн" у зв'язку з тим, що в швидкісних рухах він проявляється найбільш яскраво. А для того щоб швидкісний рух було виконано на максимумі своїх можливостей, необхідна чітка координація в активізації м'язових груп, які обслуговують той чи інший суглоб тіла людини. Швидкісні можливості людини проявляються в природних локомоціях, що відносяться до циклічних рухів, в котрих виразно чергуються опорні і безопорні фази.

В процесі рухової дії м'язова сила надає необхідне прискорення ланкам, які, у свою чергу, забезпечують зміну швидкості руху, що керується. Тому при подальшому розгляді, з точки зору механіки, є логічним об'єднати швидкісні і силові якості, пов'язані з виконанням рухів, під назвою *швидкісно-силових*.

Біомеханіка швидкісно-силових якостей. Швидкісно-силові якості – це різновид силових якостей, вони характеризують здатність людини проявляти силу при різних швидкостях виконання руху. Прояв швидкісно-силових якостей на рівні м'яза або ансамблю м'язів зручно розглядати через що розвивається в процесі руху механічна потужність, яка обчислюється за формулою: $N=FV$; де: F – в даному випадку буде силою, яку розвиває м'яз, а V – швидкість скорочення м'язу.

Тим самим здатність м'яза розвивати потужність залежить від її можливості розвивати силу, а також від швидкості скорочення її довжини. Оскільки площа поперечного перерізу і швидкість скорочення у різних м'язів неоднакові, здатність розвивати потужність у різних м'язів також різна.

Н.Б. Сотський з співавторами [32, 33] розглядали особливості виконання суглобового руху на прикладі дволанцюгової моделі для системи важелів I і II класів (рис. 2).

Якщо для визначення закріпити одну з ланок даної моделі (наприклад, плече), тоді прискорення при русі іншого визначатиметься результирующим моментом сил відносно осі обертання суглоба (O). Такі моменти зазвичай утворюють: сили тяги м'язів, що забезпечують суглобовий рух (F_m), зовнішні сили, діючі на ланку з боку зовнішніх тіл ($F_{зов}$), і сили пасивного опору з боку опорно-рухового апарату (тертя в суглобі, сили в'язкості, що виникає при відносному русі м'язових волокон при пасивному розтягуванні м'язів-антагоністів та ін.). Сили пасивного опору, як правило, малі в порівнянні з силами м'язової тяги, і їх дія в цьому розгляді враховуватися не буде. Відмітимо лише, що вони в деякій мірі уповільнюють суглобовий рух.

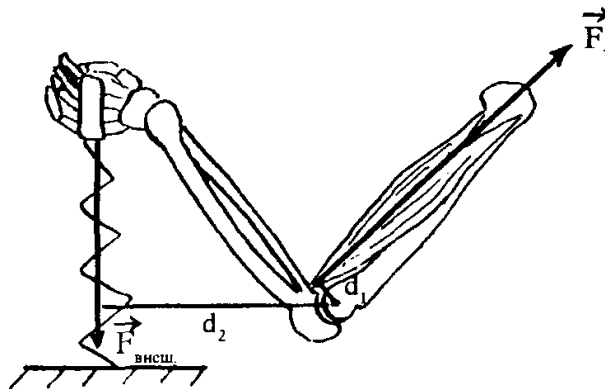


Рис. 2. Основні сили, діючі в ході суглобового руху

Рівняння, що описує закономірності суглобового руху для даного випадку, може бути представлено в наступному вигляді:

$$\varepsilon = (F_{\text{внш.}} d_2 - F_T d_1) / J ,$$

де ε – кутове прискорення; d_1 і d_2 – плечі відповідних сил відносно осі суглоба, J – момент інерції рухливої ланки.

З приведеного рівняння маємо, що прискорення при виконанні суглобового руху, окрім діючих моментів сил, залежить і від моменту інерції ланки відносно осі суглоба. При цьому чим більше значення має останній, тим меншим буде прискорення.

Обертаюча дія сили м'язової тяги при виконанні суглобового руху непостійна. Вона залежить від плеча вказаної сили відносно осі суглоба, яка може змінюватися у декілька разів залежно від величини суглобового кута. Наприклад, при виконанні згинального руху в ліктьовому суглобі максимальне значення плеча сили тяги двоголового м'яза спостерігається при суглобовому куті близько 90° і складає близько 4,5 сантиметрів, а мінімальне – при повністю випрямленому ліктьовому суглобі з чисельним значенням близьким до нуля.

Сама сила тяги м'яза в процесі її скорочення також змінюється. Її прояв залежить від потужності, що забезпечується м'язом, що скорочується, який, у свою чергу, визначається: фізіологічним поперечником, довжиною м'яза, станом його пружних компонентів і швидкістю його скорочення.

Найбільша сила тяги м'яза проявляється, як правило, при середніх значеннях довжини м'яза. Це пов'язано з особливостями роботи скорочувального елемента, можливості якого якнайкраще проявляються при відповідності довжини м'яза так званій довжині спокою (при цьому спостерігається максимальне перекриття активних ділянок актино – міозінових компонентів).

Залежність сили м'язової тяги від швидкості скорочення проявляється з моменту початку суглобового руху. Причому чим більша швидкість м'язового скорочення, тим меншу силу тяги може забезпечити працюючий м'яз.

У разі потреби прояву значної сили велике значення має вибір такого положення і пози тіла спортсмена, при якому діюча на нього зовнішня сила утворює оптимальні моменти відносно осей суглобів тіла. Наприклад, при виконанні класичного ривка штанги (рис.3, 4) остання розташовується так, що сила її тяжіння має можливо менші моменти (за рахунок плечей сили) відносно суглобів, забезпечених слабкішими м'язами (плечових, ліктьових, колінних) і вищі для сильних зчленувань (кульшових суглобів).

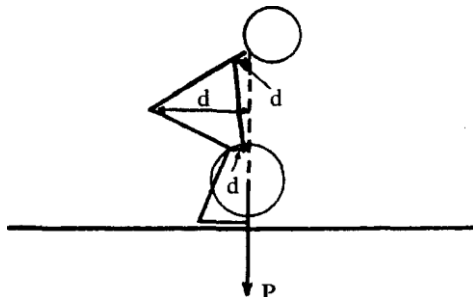


Рис. 3. Плечі сили тяжіння відносно суглобів тіла при ривку штанги

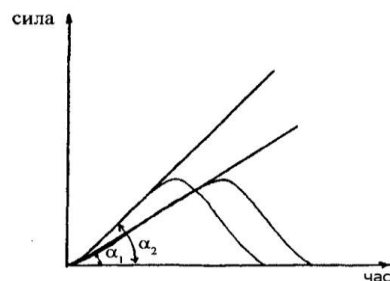


Рис.4. Вибухова сила, як кут нахилу до горизонталі дотичної графіка залежності сили від часу

Досягши високої швидкості руху найважливіше значення має питання, пов'язане із швидкістю наростання сили після вступу нервового імпульсу. Досягнення сили свого максимального значення відбувається протягом певного проміжку часу (0,1-0,3 с), який залежить від стану пружних компонентів м'яза. При цьому, чим більшою мірою напружений послідовний пружний елемент, тим швидше виникає зусилля на кінцях м'яза.

Швидкість наростання сили характеризує так звану "вибухову силу" спортсмена, що має найважливіше значення в багатьох рухах швидкісно-силового характеру. Вибухова сила визначається кутом нахилу до горизонталі дотичної графіка залежності сили від часу (рис. 4). Наприклад, якщо у двох спринтерів максимальна сила однакова, а швидкість її наростання різна ($\alpha_1 < \alpha_2$), в змагальній вправі перевагу отримає атлет з можливістю досягнення високої швидкості за коротший проміжок часу (дотична до графіка наростання його сили має кут нахилу α_2).

Якщо звернутися до кривої Хілла (див. рис. 5), яка встановлює зв'язок між силою, що розвивається м'язом, і швидкістю його скорочення, то можна прийти до наступної класифікації частин рухових якостей, ґрунтуючись на тому, що вони проявляються через м'язову діяльність у русі [1, 9, 10, 30, 32].

В межах кривої, де швидкість скорочення прагне до нуля, спостерігається максимум прояву сили м'яза. Цей режим скорочення є ізометричним, який відповідає прояву "чистих" силових якостей. Це те, що в спорті називають статичною силою. У тому місці, де на кривій Хілла швидкість прагне до максимуму, сила прямує до нуля. У цьому випадку виявляються "чисті" швидкісні якості м'яза. У всіх інших точках знаходять відображення швидкісно-силові якості м'язів людини (в спорті "динамічна сила"). Явно виявляються ці швидкісно-силові якості при виконанні пліометричних вправ, тобто ексцентрично-концентричної послідовності м'язової активності.

Силові якості проявляються через сили, які розвиваються окремим м'язом і групами м'язів. Виникнення сили м'язом пояснюється теорією ковзних ниток. В її основі ковзання товстого (міозин) і тонкого (актин) філаментів відносно один одного. Від товстих філаментів йдуть поперечні мостики, здатні прикріплюватися до тонких філаментів. В результаті при розтягуванні ниток містки розвивають силу пружності.

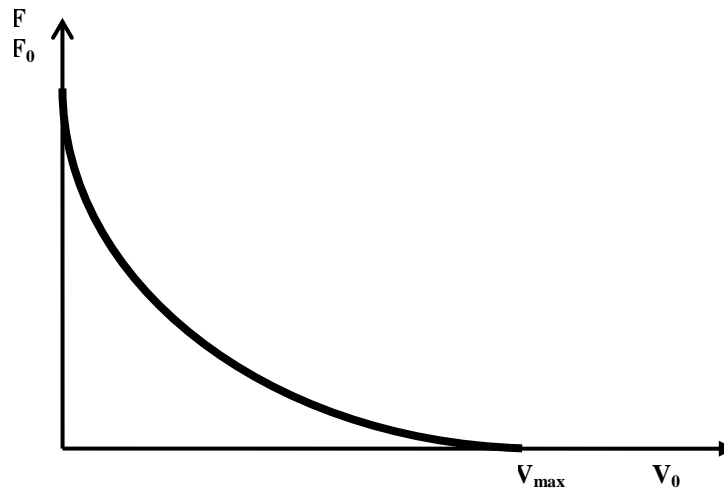


Рис. 5. Взаємозв'язок сили, розвинутою м'язом, при скороченні зі швидкістю при скорочення м'язу (крива Хилла): F_0 – величина статичної сили, при якій швидкість скорочення м'язу дорівнює нулю.

Коли обертаючий момент м'яза менше обертаючого моменту навантаження, довжина всього м'яза збільшується – це ексцентричний, або поступальний, режим скорочення м'яза. В цьому випадку момент, що обертає більше, ніж при ізометричному і концентричному скороченнях.

Цей факт використовують для освоєння такої силової вправи, як підтягування на перекладині. Саме підтягування являє собою більш важке завдання, ніж опускання з положення "руки зігнуті, підборіддя на рівні перекладини". Але відомо, що фізичне навантаження на активний м'яз викликає практично однакові адаптаційні реакції, незалежно від того чи виконує м'яз роботу в ексцентричному або концентричному режимі.

Тому збільшення силових проявів в ексцентричній частині підтягування позитивно впливає на силові можливості м'яза при виконанні концентричних скорочень. Будь-який рух завжди виконується в результаті активації рухових одиниць у певній послідовності. Подібну організацію активації рухової одиниці назвали *упорядкованим рекрутуванням*. Збільшення сили, утвореної м'язом, є ні що інше, як активація додаткових рухових одиниць. Кожна така одиниця залишається активною до зменшення сили у відповідності з тими командами, які надійшли до м'яза.

Якщо площа прикріплення м'яза значна (наприклад, у трапецієподібного, великого грудного м'язів) або м'яз має кілька головок (наприклад, чотириглавий м'яз стегна), м'язове зусилля може розвиватися по декількох лініях дії сили. Тому класифікація якостей за механізмом скоротливості проявляється в більш складному вигляді, швидше за все через синергізм працюючих груп м'язів. Розвиваємі при цьому сили будуть векторною сумою сил, що створюються окремими м'язами: вони визначають силові можливості людини в різних рухах. Якщо звернутися до питання оцінки максимальних силових можливостей м'язів, то необхідно згадати, що одним з широко розповсюджених підходів для оцінки м'язової сили є вимірювання площі поперечного перерізу м'яза в площині, перпендикулярній напрямку м'язових волокон. Здатність м'яза генерувати силу характеризується питомим натягом. Для конкретного м'яза конкретної людини – константа, яка показує величину сили, що припадає на одиницю площі поперечного перерізу м'яза, і чисельно рівна значенням від 16 до 40 Н/см². Співвідношення для оцінки м'язового зусилля визначається формулою:

$$F_m = H_y S_{nm}$$

де: H_y – питома напруга; S_{nm} – площа поперекового перерізу.

В результаті тренувань "на силу" поперечний розріз м'язового волокна може збільшитися в кілька разів. Чоловіки звичайно сильніше жінок (якщо сила визначається, як здатність генерувати зусилля при ізометричному скороченні) за рахунок різниці в м'язовій масі. Причина цих відмінностей гормональна: тестостерон (чоловічий гормон) ефективніше, ніж естроген (жіночий гормон), стимулює синтез протеїну, що веде до зростання поперечника м'язів. Сила різних м'язових груп розвивається з різною інтенсивністю [4, 17, 40]. Наприклад, сила м'язів, здійснюючих розгинання тулуба і підшовне згинання стопи, досягає максимуму в 16-річному віці, в 20-30 років відмічається максимум сили згиначів і розгиначів пальця, розгиначів передпліччя, плеча, шиї і розгиначів стегна, після 30 – 40 років починається падіння м'язової сили, особливо різко виражене після 60 років. Найбільшу працездатність зберігають м'язи, які найбільш часто вправляються в природних умовах. Фізичні вправи дозволяють зберігати м'язову силу навіть у порівняно пізньому віці.

Розвиток спритності. Спритність – це здатність швидко опанувати новими рухами і перебудувати рухову діяльність відповідно до вимог раптово мінливою обстановки. Критеріями

спритності служать координація і точність рухів. Для розвитку спритності використовують спортивні ігри, боротьбу елементи акробатики і спортивної гімнастики. Розвиток спритності потребує окремого розгляду, що пов'язано з віком, статтю, розвитком ОРА і т. д.

Розвиток витривалості. *Витривалість* – здатність людини виконувати роботу тривалий час без зниження працездатності. Основним фактором, що лімітує продовження роботи є стомлення. Раннє настання стомлення свідчить про недостатній рівень розвитку витривалості. Пізніше надходження втоми – наслідок підвищення рівня розвитку витривалості. Ступінь витривалості у спортсменів визначається за фізіологічними показниками: кардіореспіраторна система, біохімічні показники і т. д. Витривалість можна розглядати як здатність подолання стомлення, її слід вважати основним чинником, котрий визначає розвиток витривалості. Тільки робота до стомлення (до "не могу") і подолання наступаючого стомлення сприяє підвищенню витривалості організму. Витривалість краще виробляється, якщо робота виконується в середньому темпі. Розрізняють загальну і спеціальну витривалість. Загальна витривалість набувається при різнобічній руховій підготовці, але обов'язково повинні включатися тренування (біг по пересіченій місцевості, ходьба на лижах, академічне веслування і т. д.). Витривалість має специфічні особливості в тому чи іншому виді спорту. Наприклад, легкоатлети-стаєри (або лижники-гонщики) мають значно більшою витривалістю в бігу на довгі дистанції, ніж важкоатлети (або борці); в той же час легкоатлети в підйомі тягарів менш витривалі, ніж важкоатлети. М'язова діяльність у легкоатлетів-стаєрів відбувається в аеробному режимі, а у важкоатлетів – в близьких до анаеробних умов. Дослідження показують, що робота на витривалість (наприклад, біг на довгі дистанції, крос тощо) негативно позначається на розвитку сили, і навпаки, тренування "на силу" (підйом штанги, гир тощо) негативно позначаються на розвитку витривалості у бігунів-стаєрів. Спеціальна витривалість в різних видах спорту виробляється різними методами. Наприклад, спеціальна витривалість важкоатлета розвивається за рахунок збільшення кількості підйомів штанги на тренуванні. Витривалість зростає під впливом регулярних тренувань в більшій мірі, ніж сила і особливо швидкість.

При повторному виконанні рухів настає стомлення, що проявляється в зниженні швидкості. Така ситуація характерна для циклічних видів спорту, а також при повторному виконанні вправ різного характеру в ході тренування. Здатність протистояти стомленню зазвичай називають витривалістю. Відносно витривалості, пов'язаної з руховими діями спортсмена, можна сказати, що це – здатність збереження швидкості при повторному виконанні руху [29, 32].

Як було показано, що швидкість, яка досягається в суглобовому русі, залежить від потужності, яку здатний розвинути м'яз. Прояв потужності пов'язаний з витратою енергії, запас якої є в самому м'язі і в організмі.

При виконанні вправ циклічного характеру для підвищення витривалості важливе значення має можливість так званої "рекуперації" енергії [2, 3, 18, 30]. Так, при виконанні суглобових рухів, що припускають розгін, гальмування і потім знову розгін ланки у зворотному напрямі, це явище полягає в переході кінетичної енергії ланки, що гальмується, в потенціальну енергію пружних елементів м'язів, що розтягуються, і наступному її поверненні знову у вигляді кінетичної енергії. При цьому, природно, є втрати, пов'язані з переходом енергії в тепло і релаксацією м'язової напруги.

При виконанні рухових дій часто проявляється ще одна форма витривалості – витривалість до статичного силового навантаження. Тут визначальним чинником є здатність м'яза відновлювати свій енергетичний потенціал за рахунок аеробних процесів, хоча ця можливість обмежена послабленням кровообігу в м'язі при виконанні роботи статичного характеру.

Економніша техніка дозволяє домагатися необхідної швидкості переміщення тіла спортсмена в просторі з можливо меншими витратами енергії. Економізація спортивної техніки може здійснюватися декількома напрямками. Передусім, це зниження сил тертя і опору руху, що досягається прийняттям обтічної пози (плавання, гірськолижний спорт, велоспорт, ковзани), вдосконаленням інвентаря (різні аеродинамічні костюми, шоломи) і мастила (лижі). Іншим напрямом є зниження коливань ЗЦМ спортсмена в напрямках, перпендикулярних необхідному переміщенню, зниженню коливань швидкості переміщення, кінетичній енергії, пов'язаній з рухом ланок тіла відносно ЗЦМ. Тут найважливіше значення має правильне здійснення елементів динамічної постави і точне виконання управляючих рухів в суглобах.

Зниження вказаних втрат може бути здійснене раціональнішим синтезом рухової дії з елементів динамічної постави і управляючих рухів в суглобах. Зокрема, механіко-математичне моделювання показує, що утворення вертикальної швидкості ЗЦМ при відштовхуванні однозначно пов'язане з розгинальним рухом в гомілковостопному суглобі опорної ноги. При цьому незначне випередження за часом початку цього руху, в порівнянні з оптимальним, призводить до дуже істотного підвищення траєкторії ЗЦМ і відповідному збільшенню енерговитрат.

Таким чином, вдосконалення витривалості при виконанні спортивних рухів може здійснюватися двома напрямками, перший з яких – забезпечення максимального енергетичного потенціалу м'яза і усього організму, вдосконалення фізіологічних механізмів його раціонального використання; другий – вдосконалення техніки рухової дії у напрямі зниження енерговитрат на забезпечення необхідної швидкості руху і усунення рухових помилок.

За даними авторів [7, 15, 26, 29, 30, 37-39] під витривалістю розуміється здатність людини протидіяти наступаючій втомі при виконанні рухової діяльності. Втома – особливий вид функціонального стану

людини, тимчасово виникаючий під впливом тривалої або інтенсивної роботи і приводить до зниження її ефективності (В.М. Заціорський, Г.І. Попов) [7, 30]. Вона проявляється у зменшенні сили і витривалості, погіршенні координації рухів, зростанні витрат енергії при виконанні однієї і тієї ж роботи, уповільненні реакцій і швидкості переробки інформації. Фахівці виділяють наступні види втоми: локальне (наприклад, втомні явища в біоланці: кисті, стопи і т.д.); регіональне (втомні явища в біоланцюгах: ногах, руках і т.д.); глобальне (втомні явища у всій біомеханічній системі ОРА тіла людини при виконанні високоінтенсивної роботи, в якій беруть участь понад 2/3 обсягу м'язової маси студента – весь організм стомлюється). При виконанні спортивних вправ глобальне фізичне стомлення мають суттєвий вплив на просторово-часові, силові і ритмові характеристики виконання специфічних для кожного виду спорту технічних дій.

У циклічних видах спорту деяке порушення оптимальної структури виконання основного руху (зменшення довжини кроку в бігу або зменшення довжини гребка у плаванні) може бути компенсовано збільшенням частоти рухів, що в результаті не відображається на основному показнику спортивної майстерності – часу проходження змагальної дистанції. У спортивних єдиноборствах зміна індивідуального штампу виконання технічної дії, що спостерігається в разі фізичного стомлення борця, призведе до порушення звичної структури виконання прийому (міжм'язової координації) і в підсумку істотно знизить можливість його проведення в умовах реального поєдинку.

У баскетболі під впливом стомлення цільова точність по результатам попадання в кільце знижується на 10%. Показово, що стомлення відбивається на змінах технічної результативності в більшій мірі, ніж в рухових проявах, що характеризуються величинами сил, швидкостей і прискорень. Співставлення показників точності попадання в ціль ударів в волейболі і швидкості польоту м'яча як наслідку впливу втоми показало, що коефіцієнт варіації за показником точності в умовах втоми становить 40%, тоді як розкид у швидкості польоту м'яча не перевищує 5%.

Через ці обставини на тренуваннях вправи максимальної інтенсивності застосовують в малому обсязі. Постановка завдань на вдосконалення в техніці, коли спортсмен повністю виконує вправу змагального характеру, мало виправдана, так як протидія стомлення викликає серйозні порушення в міжм'язовій координації. Останні приводять не тільки до спрощення структури рухів (зменшення робочого ефекту основних м'язових груп), але і до таких зовнішнім прихованим формам цього спрощення, які маскують зниження робочих ефектів підвищеною активністю другорядних рухових компонентів системи рухів (І.П. Ратов). Тому силові акценти припадають не на ті моменти часу, в яких здійснення руху буде підтримуватися на необхідному рівні [7, 18, 19, 22, 23, 28, 30].

Стомлення в процесі м'язової або розумової діяльності, не переходить певних меж, фізіологічне, а не патологічне – явище, безперечно, корисне для організму. Робота до стомлення представляє собою важливий і необхідний фактор зростання тренуваності, особливо тоді, коли воно пов'язане з розвитком витривалості. Фізіологічний зміст цього явища полягає в тому, що, тренуючись до настання втоми, той що займається адаптується до підвищених навантажень. У випадках же, коли тренувальні вправи припиняються до початку виникнення втоми, розвиток тренуваності призупиняється. Те ж відбувається в тому випадку, якщо тренувальне заняття призводять до різко вираженого ступеня стомлення. При цьому може виникати стан перетренованості і навіть перевтоми. Тому слід уникати не стомлення "взагалі", а лише надмірного його розвитку, хоча межі надмірності строго індивідуальні і пов'язані не тільки з характером виконуваних вправ, але і з їх тривалістю і інтенсивністю.

Механічна ефективність рухів. У видах спорту з переважним проявом витривалості існує ряд факторів, що визначають ефективність рухових дій і кінцевий результат руху [2, 7, 30]:

1) кількість метаболічної енергії, що звільняється в організмі при пересуванні по дистанції

2) здатність використовувати якомога більшу частину звільненої енергії для виконання механічної роботи [2, 7, 30].

3) уміння пересуватися з більшою швидкістю, виконуючи при цьому меншу механічну роботу (тобто економічність техніки, пов'язаної перш за все з рекуперативними процесами в організм людини).

Розвиток гнучкості. Гнучкість, або рухливість в суглобах – важливий компонент фізичної підготовленості у багатьох видах спорту і особливо в спортивній гімнастиці, акробатиці і інших видах спорту. Гнучкість визначають як здатність людини виконувати рухи з більшою чи меншою за величиною граничною амплітудою. Погана рухливість в суглобах в багатьох випадках ускладнює сильне, швидке скорочення мускулатури. Якщо доступна велика амплітуда рухів, значить м'язи-антагоністи легко розтягуються і роблять менший опір потужним агоністам, скорочення яких забезпечує виконання вправи [30, 32].

Розвиток гнучкості, як і інших рухових якостей, має свої особливості, відповідно до вимог виду спорту, віку, статі і складу тіла. У кожному виді спорту для розвитку гнучкості спортсмени регулярно виконують комплекс спеціальних вправ. Відзначено, що з ростом м'язової сили значно змінюється рухливість в суглобах. У молодих атлетів звичайно більш високі показники. З віком гнучкість знижується, особливо у важкоатлетів із-за найсильнішого компресійного навантаження на хребетний стовп. Крім того, істотний вплив на гнучкість робить спадкова схильність до розвитку гнучкості. Не у всіх можна розвинути гнучкість. При відборі в спортивні секції (гімнастика, акробатика, балет) використовують тест на гнучкість. Не завжди вдається розвинути гнучкість, а при силовому варіанті її розвитку виникають різні захворювання суглобів.

Гнучкість – рухова якість, що проявляється в здатності людини виконувати рухи великої амплітуди (Н.Б. Сотський, 2005). Тут маються на увазі рухи, пов'язані зі зміною пози. Наприклад, при виконанні гімнастичних вправ (особливо в художній гімнастиці, синхронному плаванні, фігурному катанні) прояв цієї якості часто чинить вирішальний вплив на спортивний результат. Величезне значення гнучкість має в таких специфічних видах людської діяльності, як циркове мистецтво, балет. Цю якість можна оцінювати як показник стану опорно-рухового апарату в зрілому і літньому віці [32, 33].

Важливе значення гнучкість має у видах спорту швидко-силового характеру. Так, для забезпечення високої швидкості пересування в спринтерському бігу, а також під час відштовхування при стрибках в довжину велике значення має висока рухливість в суглобах, що забезпечують головні управляючі рухи – кульшових і гомілковостопних. Вона проявляється, з одного боку, в можливості більш повно використовувати вплив максимального діапазону суглобового руху на швидкість ЗЦМ і, з іншого боку, досягати оптимальних величин швидкості у вказаному діапазоні. Мати певний запас рухливості в суглобах корисно у видах спорту, пов'язаних з проявом витривалості. Тут техніка може бути оптимізована зниженням енерговитрат, пов'язаних з прийняттям робочої пози.

Суглобова рухливість має вирішальне значення в ігрових видах спорту і особливо для воротарів. Тут від цієї якості залежить зона, в якій воротар може упевнено відбити або упіймати м'яч.

В основі гнучкості, що проявляється на рівні рухів тіла людини як цілого, лежить рухливість його суглобів. Наприклад, якщо воротар відбиває м'яч ногою, відстань, до якої він може дотягнутися в горизонтальному напрямі (рис. 6), визначається відповідно до формули [32, 33]:

$$X = -(L_1 \sin \varphi_1 + L_2 \sin \varphi_2 + L_3 \sin \varphi_3 + L_4 \sin \varphi_4 + L_5 \sin \varphi_5 + L_6 \sin \varphi_6) \quad ,$$

де L_1, L_2, \dots, L_6 – довжини ланок, відповідно стопи, гомілки стегна опорної ноги і стегна, гомілки і стопи махової ноги; $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_6$ – відповідні перерахованим ланкам тіла кути орієнтації ланок в просторі.

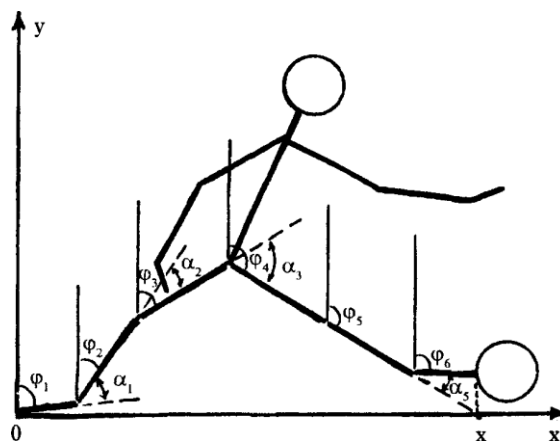


Рис. 6. Залежність переміщення кінцівки від суглобової рухливості

Кути $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_6$ виражаються через кут просторової орієнтації опорної стопи і суглобові кути $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_5$ (кут α_1 відповідає гомілковостопному суглобу опорної ноги, α_5 – гомілковостопному суглобу махової ноги). Наприклад, кут просторової орієнтації з індексом i починаючи з другого, може бути представлений у вигляді алгебраїчної суми:

$$\varphi_i = \varphi_1 + \sum_{k=1}^{i-1} \alpha_k \quad .$$

З приведених виразів можна укласти, що діапазон відстаней, на які може переміститися стопа людини, залежить від граничних значень, що досягаються суглобовими кутами ($\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_5$), і довжинами ланок. Наприклад, при виконанні описуваного елемента, коли воротар виконав позу шпагату, усі суглобові кути ніг займають, як правило, гранично допустимі значення. Очевидно, що максимальна відстань переміщення стопи по горизонталі помітно залежить і від зросту студента. Зменшення суглобової рухливості в кульшових суглобах всього на 10° у людини, що має середні антропометричні дані, зменшує горизонтальне переміщення пальців стопи приблизно на 22 см.

Ефективність рухових дій у випадках, подібних до описуваного, визначається не лише межами суглобових рухів, але і їх швидкістю. Диференціюючи попереднє вираження за часом і означаючи кутову швидкість ланок в просторі як $\dot{\varphi}$, отримуємо вираження для швидкості пальців стопи:

$$V_x = l_1 \dot{\varphi}_1 \cos \varphi_1 + l_2 \dot{\varphi}_2 \cos \varphi_2 + l_3 \dot{\varphi}_3 \cos \varphi_3 + \dots + l_6 \dot{\varphi}_6 \cos \varphi_6$$

Нескладне перетворення останнього рівняння з урахуванням цього вираження дозволяє представити швидкість руху крайньої точки кінцівки через швидкості при зміні суглобових кутів $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_5$:

$$V_x = \dot{\varphi}_1(l_1 \cos \varphi_1 + l_2 \cos \varphi_2 + \dots + l_6 \cos \varphi_6) + \dot{\alpha}_1(l_2 \cos \varphi_2 + l_3 \cos \varphi_3 + \dots + l_6 \cos \varphi_6) + \dots + \dot{\alpha}_5 l_6 \cos \varphi_6.$$

Кожне вираження в дужках в останній формулі є відстанню по вертикалі від відповідного суглоба до точки, швидкість якої нас цікавить. Аналіз останньої формули дозволяє укласти, що швидкість переміщення крайньої точки ланцюга залежить від швидкості суглобового руху цього суглоба в цьому ланцюзі і відстані по вертикалі від суглоба до точки, що цікавить. Очевидно, що відносно вертикальної швидкості даної точки можна також відмітити її залежність від тих же параметрів суглобового руху, що і для горизонтального переміщення, тільки відстані будуть горизонтальними.

Середня швидкість виконання суглобового руху визначається як відношення його амплітуди до часу виконання ($\Delta a / \Delta t$). Тому забезпечення високої швидкості може бути здійснене двома способами, перший з яких пов'язаний із зменшенням часу виконання суглобового руху, а другий – із збільшенням можливої амплітуди. У останньому випадку час виконання руху може залишатися незмінним. При виконанні суглобового руху максимальна його амплітуда залежить, в першу чергу, від анатомічних обмежень, пов'язаних з будовою суглоба. Анатомічні межі суглобового руху можна вважати його верхньою межею, досягнення якої теоретично можливе без порушення цілісності опорно-рухового апарату.

Реальний розмах суглобового руху залежить від стану і активності м'язових груп, а також від зовнішніх умов суглобового руху. Прояв активної або пасивної гнучкості рідко зустрічається в чистому вигляді. Як правило, при виконанні рухів великої амплітуди відбувається розгін відповідної ланки, і досягнення максимального розмаху здійснюється не лише під дією активних м'язових скорочень, але і завдяки інерції рухомої ланки. Виключенням є лише повільні рухи, коли сили інерції незначні.

Виконання суглобових рухів залежить від сили тяги м'яза і плеча цієї сили відносно осі суглоба. Сила тяги м'яза залежить від міри скорочення м'яза і швидкості її скорочення. Якщо припустити, що швидкість м'язового скорочення постійна, то сила тяги визначатиметься практично тільки за довжиною м'язів. Якщо врахувати, що при значному скороченні м'яза сила її тяги падає, знижуючись практично до нуля, можна зробити висновок, що активна гнучкість, як правило, буде менше пасивної. Дійсно, досягши максимально можливої активної амплітуди суглобового руху, діючи зовнішнім зусиллям, можна забезпечити додаткову зміну суглобового кута.

Зазвичай різницю між активною і пасивною гнучкістю називають дефіцитом активної гнучкості (М.А. Годік, 1988). Цей показник характеризує стан опорно-рухового апарату людини. У видах спорту, що вимагають високого розвитку гнучкості, із зростанням кваліфікації дефіцит активної гнучкості знижується.

Прояв активної гнучкості залежить не лише від сили м'язової тяги, але і від опору розтягання з боку м'язів-антагоністів, при цьому дія останніх залежить від швидкості виконуваного руху. При повільному розтяганні вони проявляють малу активність, і опір забезпечується завдяки розтягання пружних елементів м'яза. Тут слід враховувати ефект релаксації м'язового напруження, коли енергія пружних елементів розсіюється і опір розтягання зменшується.

Розвиток гнучкості з позицій біомеханіки може вестися за допомогою збільшення граничних значень, що досягаються суглобовими кутами за рахунок поліпшення еластичності пружних елементів м'язів, сухожилів і зв'язок. Це відбувається при виконанні вправ на розтягання з використанням досить повільних рухів (для усунення активної гальмівної дії з боку скорочувальних елементів м'язів-антагоністів).

Автори В. Б. Коренберг, 1979, Г.І. Попов [30], також вважають, що *гнучкість* – це фізична якість, що характеризує ступінь рухливості в основних суглобах. Вже з наведеного вище зрозуміло, що основний метод кількісної оцінки гнучкості – вимірювання кутів у суглобах або гоніометрія. Іноді використовують лінійні міри. Наприклад, визначають відстань, на яку перемістяться кінці пальців при максимально можливому нахилі вниз, якщо людина стоїть на деякій висоті. На прояви гнучкості впливає не тільки рухливість в суглобі, але і здатність розслабитися м'язів, що оточують суглоб. Так, якщо кут в суглобі змінюється за рахунок згинача, то осередком реципрокного гальмування повинен релаксувати (розслабитися) згинач.

Вважається, що сполучна тканина відіграє важливу роль в граничному діапазоні руху, тому вправи на гнучкість повинні бути спрямовані на зміну довжини її структур, для цієї вправи повинні обумовлювати пластичні, а не інші зміни сполучної тканини, тоді необхідні зміни тканини будуть більш постійними. Тривале пасивне розтягування при низькому зусиллі оптимізує пластичні зміни. Тканина найбільш розтяжна при більш високій температурі, наприклад, після хорошої розминки або наприкінці тренування. Довготривале подовження буде найбільшим, якщо розтягувати тканину після охолодження (А.А. Sapega et al, 1981). Встановлено, що показники гнучкості при пасивному розтягуванні більше відповідних показників гнучкості, що з'являється тільки за рахунок активної роботи м'язів. Якщо до відпочинку м'яза прикладають зовнішнє зусилля, то він спочатку розтягується легко, а потім навіть щоб здійснити невелике її розтягнення, знадобляться значні зусилля. При повторенні через невеликі інтервали часу розтягування м'яза його довжина збільшиться більше, ніж при однократному впливі. Ці адаптаційні властивості широко використовують у практиці для виконання вправ на гнучкість (пружність руху, багаторазові махи і т.п.).

Останнім часом забезпечений значний прогрес в методиці розвитку гнучкості. Він пов'язаний з впровадженням методики біомеханічної стимуляції м'язової діяльності [30-33, 42].

Висновки

1. Завдяки теорії та методиці навчання руховим діям людини забезпечуються раціональні методи рухового виховання населення, створюються міцні наукові основи сучасної системи підготовки студентів-спортсменів високої кваліфікації. Кожний вид спорту має цілі комплекси рухових вправ, котрі мають спеціальну рухову спрямованість. Тому проблеми підвищення рівня якості занять з рухового виховання, рухової активності, рухової (а не фізичної) працездатності та здоров'я студентства шляхом теоретичного і практичного застосування нових біомеханічних методик та реалізації науково обґрунтованих технологій навчання потребують їх вирішення.

2. Біомеханічний аналіз рухової діяльності є важливою передумовою раціоналізації процесу навчання рухів у руховій культурі та спорті. Все, про що йшлося – всього лише схема навчання руховим діям, яка побудована з урахуванням закономірностей засвоєння учбового матеріалу. Успіх залежить від цілеспрямованої діяльності, оптимізованої по багатьом характеристикам (пізнавальна, комунікативна, інформаційна, оціночна та ін.).

3. Сучасні уявлення про механізми м'язового скорочення і механічної роботи м'язів дозволяють стверджувати, що найважливішим у розвитку рухових якостей, як основи рухової підготовки є біомеханічні властивості м'язів (скорочуваність та розтягнення, жорсткість (пружність), міцність, в'язкість, релаксація) та комплексний прояв. Тому і сам розподіл рухових якостей на окремі компоненти є умовним і необхідним для їх кращого вивчення і застосування рухових вправ певної цільової спрямованості.

4. Перші нароби з понятійного апарату фізичної (рухової) підготовки, фізичних (рухових) якостей з'явилися в працях Ж Демені 100 років назад [13, 14].

Починаючи з робіт: М.О. Бернштейна (1947), В.М. Дьячкова (1960), З.І. Кузнецової (1967), В.М. Заціорського (1970, 2009), О.О.) Гужаловського (1978), В.Ф. Ломейко (1980) О.О. Тер-Ованесяна (1986) А.М. Лапутина (1986) – якості як різновид моторики називають руховими. В. М. Заціорський заради цього навіть тричі перевидавав свій посібник [5, 6, 7, 11, 12, 20, 22, 23, 25, 28, 34, 35].

Тому сьогодні настав час і фізичну підготовку називати руховою підготовкою, а доповнення до понятійного апарату [8, 28] до вище викладеного виглядає наступним чином:

Рухові якості – це окремі, якісно різні боки моторики людини, котрі виявляються нею в одних і тих самих біомеханічних характеристиках, мають один і той самий вимірювач та мають схожі анатомічні, біологічні та психічні механізми забезпечення та реалізації.

Рухова (а не фізична) вправа – це основний засіб рухового (а не фізичного) виховання – комплекс рухових дій, спрямованих на розв'язання певних окремих завдань фізичного виховання, рухової реабілітації або прикладної професійної рухової дидактики, спортивного тренування, виконуваних за суворої регламентації гравітаційних взаємодій організму людини, зокрема біомеханічних характеристик її рухів, зовнішніх умов з урахуванням геометрії мас її тіла статевих та вікових особливостей і загального стану її організму.

Рухова (а не фізична) культура – частина загальнолюдської культури, найважливішими цінностями котрої є здоров'я, фізична й духовна досконалість особистості.

Рухова (а не фізична) підготовка – специфічна форма організації процесу гравітаційного тренування, метою котрого є таке використання педагогічних засобів, що дозволяє спортсменам досягти заданого рівня розвитку своїх рухових (фізичних) якостей.

Рухове (а не фізичне) виховання – спеціально організований активний пізнавальний процес, що характеризується двосторонньою взаємопов'язаною діяльністю педагога (тренера) та учня (спортсмена) з передачі та засвоєння комплексу знань, рухових навичок та умінь, спрямований на зміцнення здоров'я людини, підготовку її до праці, професійної діяльності у нерозривному зв'язку з моральними, етичними та соціально патріотичними прагненнями суспільства й держави.

Використані джерела

1. Аруин А. С. Биомеханические свойства скелетных мышц и сухожилий / А. С. Аруин, В. М. Заціорский. – М. : ГЦОЛИФК, 1980. – 64 с.
2. Архипов О. А. Біомеханічний аналіз : [навчальний посібник, 2-ге вид]. / О.А. Архипов. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2014. – 242с.
3. Архипов О. А. Біомеханічні технології у фізичній підготовці студентів. Монографія / О. А. Архипов. – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2012. – 520 с.
4. Бальсевич В. К. Физическая активность человека / В. К. Бальсевич, В. А. Запорожанов. – К. : Здоров'я, 1987. – 224 с.
5. Бернштейн Н. А. О построении движений / Н. А. Бернштейн. – М. : Медиздат, 1947. – 436 с.
6. Бернштейн Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности / Н. А. Бернштейн. – М. : Медицина, 1966. – 349 с..
7. Биомеханические основы выносливости / [Заціорский В. М. и др.] – М. : Физкультура й спорт, 1982. – С.79–108.

8. Боген М. М. Методологические основы теории обучения двигательным действиям : [учеб. пособие для слушателей фак. усовер. и аспирантов ГЦОЛИФКа] / М. М. Боген. – М. : ГЦОЛИФК, 1985. – С. 5 – 53.
9. Вайн А. А. Новая биомеханическая модель мышц / А. А. Вайн. // Тез. докл. VII Всесоюз. науч. конф. – Пенза, 1991, С. 21-22.
10. Вайн А. А. Явление передачи механического напряжения в костных мышцах / А. А. Вайн – Тарту : Тартуский университет, 1990. – 34 с.]
11. Гужаловский А. А. Развитие двигательных качеств у школьников / А. А. Гужаловский. – Минск : Нар. osveta, 1978. – 88 с.
12. Гужаловский А. А. Этапность развития физических (двигательных) качеств и проблема оптимизации физической подготовки детей школьного возраста: автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра пед. наук. 13.00.04.– М., 1979. – 26 с.
13. Демени Ж. Общая педагогика и механизм движений [пер. с англ.] Ж. Демени. // Теор. и практ. курс ФВ. – М.: Изд. Собатниковых. – 1912. – С. 3-122.
14. Демени Ж. Теоретический и практический курс физического воспитания [пер. с франц.] / Ж. Демени, Т. Филипп, Г. Расин – М. : Изд. Собатниковых, 1912. – 347 с.
15. Дубровский В. И. Биомеханика. Учебник / В. И. Дубровский, В. М. Фёдорова – М. : Владос. Пресс. 2008. – 669 с.].
16. Дьячков В. М. Методы совершенствования физической подготовки (доклад на первой Всероссийской методической конференции тренеров по спорту) / В. М. Дьячков – М, 1960. – 120 с.
17. Жеков И. П. Биомеханика тяжелоатлетических упражнений / И. П. Жеков. – М. : Физкультура и спорт, 1976. – 192 с.
18. Зацюрский В. М. Физические качества спортсмена / В. М. Зацюрский. – М. : Физкультура и спорт, 1970. – 200 с.
19. Зацюрский В. М. Физические качества спортсмена : основы теории и методики воспитания / – [3-е изд.] – М. : Советский спорт, 2009. – С.3-45.
20. Кузнецова З. И. Критические периоды развития двигательных качеств школьников / З. И. Кузнецова. // Физическая культура в школе. – М., 1975. – № 1. – С. 7.
21. Кузнецова З. И. Развитие двигательных качеств школьников / З. И. Кузнецова. – М. : Просвещение, 1967. – 204 с.
22. Лапутин А. Н. Дидактическая биомеханика : проблемы и решения / А. Н. Лапутин // Наука в Олимпийском спорте. – К. – 1995. – № 2(3). -С. 42-51.
23. Лапутин А. Н. Обучение движениям / А. Н. Лапутин. – К. : Здоров'я, 1986. – 214 с.
24. Линець М. М. Основы методики розвитку рухових якостей / М. М. Линець. – Л. : Штабар, 1997. – 207 с.
25. Ломейко В. Ф. Развитие двигательных качеств на уроках физической культуры / В. Ф. Ломейко. – Минск : Высшая школа, 1980 – 220 с.
26. Меерсон Ф. З. Адаптація, стрес і профілактика / Ф. З. Меерсон. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 35 с.
27. Менхин Ю. В. Взаимосвязь двигательных качеств и двигательных навыков у гимнастов / Ю. В. Менхин // Теория и практика ФК. – 1975. – № 3. – С. 18-20.
28. Носко М. О. Рухові якості, як основні критерії рухової функції людини / М.О, Носко, О.А. Архипов // Вісник ЧНПУ. Випуск № 107, том II. Серія: педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. – Чернігів: ЧНПУ, 2013. – С. 67-70.
29. Платонов В. Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская литература, 1997. – 583 с.
30. Попов Г. И. Биомеханика. Учебник / Г. И. Попов. – Москва : Центр. Академия, 2007. – 256 с.
31. Попов Г. И. Биомеханика. Учебник / Г. И. Попов. – Москва : Центр. Академия, 2007. – 256 с.
32. Сотский Н. Б. Биомеханика. Учебник / Н. Б. Сотский. – Минск : БГУФК, 2005. – 193 с.
33. Сотский Н. Б. Практикум по биомеханике / Н. Б. Сотский, В. Ю. Екимов, В. К. Пономаренко – Минск : БГУФК, 2010. – 15 с.
34. Тер-Ованесян А. А. Педагогика спорта / А. А. Тер-Ованесян, И. А. Тер-Ованесян. – К. : Здоров'я, 1986. – 208 с.
35. Тер-Ованесян А. А. Педагогические основы физического воспитания / А. А. Тер-Ованесян. – М. : Физкультура и спорт, 1978. – 206 с.
36. Уилмор Дж. Физиология спорта и двигательной активности / Дж Уилмор, Д. Л. Костилл ; [перевод с английского]. – К. : Олимпийская литература, 1997. – 503 с.
37. Ухтомский А. А. Физиология двигательного аппарата. Собрание сочинений. Т. 3, гл. 7 / А. А. Ухтомский. – Ленинград : ЛГУ, 1951. – С. 140-161.
38. Фарфель В. С. Учение о тренировке / Д. Харре. – М. : Физкультура и спорт, 1971. – 328 с
39. Фарфель В. С. Физиология человека / В. С. Фарфель, Я. М. Коц. – М. : Физкультура и спорт, 1970. – С. 247-302.
40. Хартман Ю. Современная силовая тренировка / Ю. Хартман, Х. Тюннеманн. – Берлин : Штортферлаг, 1988. – 335 с.
41. Энока Р. М. Основы кинезиологии / Р. М. Энока. – К. : Олимпийская литература, 1998. – 408 с.

42. Seidel H. A method for the evaluation of the average muscles response to low-frequency sinusoidal whole-body vibration. / H. Seidel, M. Pietsehmann – Biomechanics VII-B, Polish Scientific Publishers, Warszawa, University Park Press, Baltimore, 1981. – P. 16-22.

Nosko M., Arkhypov O.

**BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE MOTOR QUALITIES OF THE MAN
(THEORETICAL ANALYSIS)**

In the article, theoretically and practically an issue concerning the biomechanical characteristics of motor qualities and according to this proposed amendment and change the conceptual apparatus of basic terms.

Key words: *didactic biomechanics, motor qualities, engine preparation, engine culture, the engine education.*

Стаття надійшла до редакції 15.09.2014 р.