

1. ЗАГАЛЬНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ

Костюкевич В. М., Лисенчук Г. А., Перепелиця О. А.

Питання управління підготовкою спортсменів пов'язані переважно з двома напрямками: це управління рухами і управління тренувальною та змагальною діяльністю.

1.1. Управління рухами спортсменів

Управління підготовкою спортсменів – це складний процес, який базується на багатофакторній структурі спортивної діяльності.

Спортивна діяльність різноманітна, наприклад, якщо ця діяльність відбувається у командних ігрових видах спорту, де головною рисою управління є необхідність термінового вирішення ситуаційних рухових завдань. У процесі гри гравець повинен: швидко визначати розташування своїх гравців і гравців команди суперника; передбачити дію партнерів і задум супротивника; швидко проаналізувати обстановку; вирішити яка дія є найбільш доцільною з різних варіантів рухових дій, і, нарешті, здійснити цю дію – удар по м'ячу, обведення суперника і т.п.

Отже, рух – це головна складова частина діяльності спортсмена, тому управління рухами – одне з основних завдань підготовки спортсмена.

Руховий апарат людини керується його центральною нервовою системою. Руховий апарат є керованою системою, а центральна нервова система – керуючою системою. Між цими системами існує подвійний зв'язок: прямий – здійснюється по еферентних (відцентрових, рухових) нервових шляхах, і зворотний – здійснюється по аферентних (доцентрових, рухових) нервових шляхах. Нервова система керує рухами на підставі сигналів, що надходять від рецепторів рухового апарату, а також від інших органів чуття (зору, слуху, вестибулярного апарату, рецепторів шкіри і, частково, внутрішніх органів) [31].

Управління рухами спортсмена Л. В. Чхаїдзе [36] пропонує розглядати як складний процес, що включає наявність двох основних кілець: зовнішнього, переважно будується на зовнішній аферентації, і внутрішнього, яке переважно побудовано на внутрішній еферентації.

Аферентація – це передача нервового збудження від периферичних чутливих нейронів до центральної нервової системи.

Зовнішнє кільце функціонує на базі «органів зовнішніх відчуттів», тобто аналізаторів, контролюючих зовнішнє середовище і взаємодію організму з нею, а внутрішнє – на базі пропріорецепторів і інтерорецепторів, тобто спираючись на роботу аналізаторів, контролюючих рух та внутрішнє середовище організму. Отже, зовнішнє кільце забезпечує контроль результату рухів, внутрішнє – контроль самих рухів (рис. 1.1).

Для розуміння системи управління рухами необхідне уявлення про ієрархічну будову психомоторної діяльності людини. Згідно з твердженням М. О. Берштейна [5] психофізіологічні механізми побудови рухів проявляються на різних рівнях (табл. 1.1).

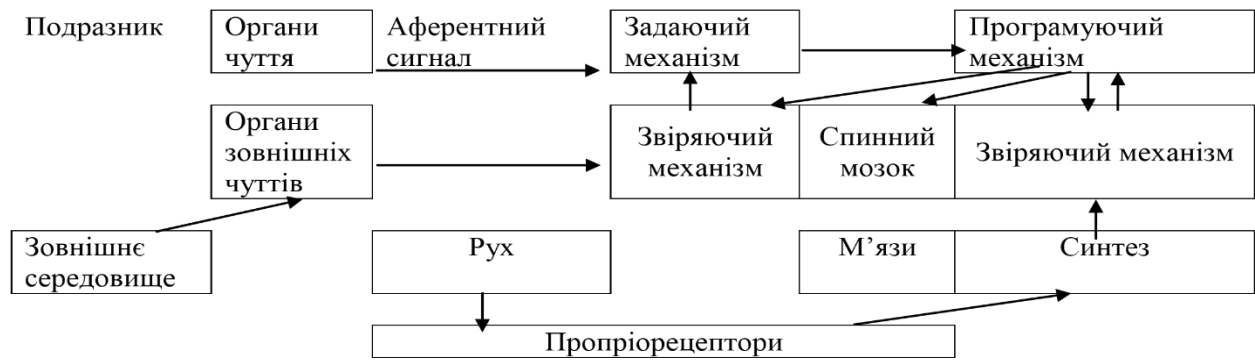


Рис. 1.1 Управління рухами (Л. В. Чхайдзе).

Таблиця 1.1

Рівні побудови рухів (Н. А. Берштейн [5])

Система	Позначення	Назва рівня	Основна функція	Аферентація	Роль	
					Як фонового	Як ведучого
Пірамідна (кортикальна)	Е	Вищий кортикальний	Управління вищими символічними координаціями (мова, письмо та ін.).	Складна смислова.	Мабуть, не мають.	Тільки провідні рівні.
	Д	Тім'яно-премоторна (предметної дії)	1. Розв'язання смислового завдання руху. 2. Складання зв'язкових ланцюжків руху. 3. Рух з предметом.	Теле-рецепторна.	Дуже незначна, лише як «понад вищий автоматизм», для символічних координацій.	Дуже широка. Охоплює майже всі смислові руху.
Екстрапірамідна (субкортикальна)	С	Пірамідно-стріальний (просторового поля)	1. Переміщення тіла в просторі. 2. Тимчасова організація рухів.	Синтетичне просторове поле (перероблена телеприйом-, прио-тангорецепторика)	Широка. Бере участь як фонові в смислових рухах, пов'язаних з переміщенням тіла.	Значна. Всі види локомоції, балістичні руху, наслідувальні рухи тощо.
Екстрапірамідна (субкортикальна)	В	Таламо-палмідарний (синергія)	1. Управління синергії м'язових груп. 2. Боротьба з реактивними силами. 3. Створення динамічно стійкого руху.	Пропріорецепторна і тангорецепторна.	Дуже широка.	Слабка (виразна міміка, пластика, вільні рухи).
	А	Ребро-спинальний (тону і хронаксії)	1. Регулювання тону м'язів.	Пропріорецепторна.	Основна.	Незначна (мимовільні рухи, пози).

Освоєння руховою діяльністю відбувається в кілька етапів.

На першому етапі освоєння складних навичок, рухи управляються кортикальними системами, функціонуючи практично незалежно від пропріорецепторів.

На другому етапі рухи багаторазово повторюються, і в управлінні ними включається рівень пропріорецепторів, що підвищує їх координацію і точність.

І, нарешті, на третьому етапі кортикальні системи поступово вирішуються, координація рухів здійснюється поза свідомістю, а управління ними передається на фонові рівні [5]. На цьому етапі рухи виконуються автоматизовано, у формі рухової навички. Такі рухи називаються довільними.

Загальні механізми управління довільними рухами розроблені П. А. Анохіним [1, 2]. П.А. Анохін виклав концепцію функціональних систем (рис. 1.2). Він визначає функціональну систему як динамічну, саморегулюючу організацію, вибірково об'єднуючу структури і процеси на основі нервових і гуморальних механізмів регуляції рухів.

Кожний закінчений рух складається з наступних послідовно змінюваних стадій: аферентний синтез, прийняття рішення, акцептор результатів дії, еферентний синтез, формування дії і, нарешті, оцінка досягнутого результату.

Вищий кортикальний рівень «Е», керуючий смисловою частиною акта письма, пов'язаний переважно з інтелектуальними функціями. Цей рівень типовий тільки для людини.

Рівень «Д» (тім'яно-премоторний) обслуговує координаційно тонко аферентні «ланцюжки» акта письма, прямо пов'язані зі змістом і вираженням того змісту, який втілюється в написанні букв та їх поєднань.

Аферентація цього рівня складається з узагальненого синтезу «якісного» характеру, який складається із зовнішніх і внутрішніх сигналів інформації, що циркулюють по зовнішньому і внутрішньому кільцю управління.

Рівень «С» (пірамідно-стріальний) – обслуговує клас таких психомоторних рухів, при яких перед людиною стоять завдання дифереціації рухів на окремі, значущі для вирішення завдання елементи.

Рівень «В» (таламо-паллідарний) обслуговує управління м'язовими синергіями.

Рівень «А» відповідає за організацію м'язового тону (рівня збудливості м'язу або групи м'язів).

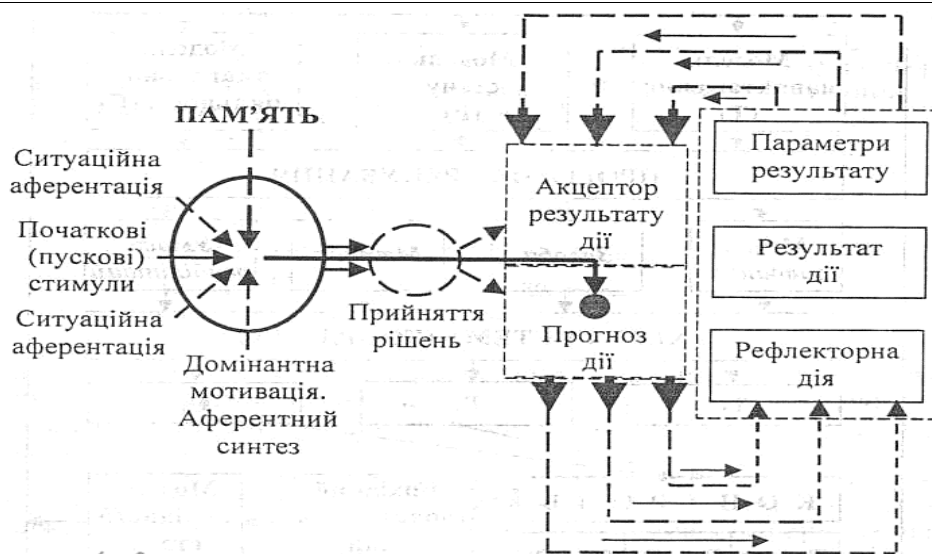


Рис. 1.2 Процес формування функціональної системи, що забезпечує раціональну рухову дію (П. А. Анохін).

З фізіологічної точки зору рухова реакція здійснюється за такою схемою:

- 1) сенсорні рецептори беруть сенсорний стимул;
- 2) сенсорний стимул передається по сенсорним нейронам в ЦНС;
- 3) ЦНС обробляє сенсорну інформацію, яка надійшла і визначає відповідну реакцію на неї;
- 4) сигнали реакції передаються з ЦНС по руховим нейронам і реакція здійснюється [40].

Окремі нервові клітини і їх відростки називаються нейронами. Нейрон складається з тіла (соми), дендритів і аксона. Основними функціями нейронів є сприйняття зовнішніх подразнень (рецепторна функція), їх переробка (інтегративна функція) і передача нервових впливів на інші нейрони або різні робочі органи (ефекторна функція).

У процесі управління рухами розрізняють такі поняття як «руховий акт» і «елементарний рух».

Руховий акт реалізується за допомогою рухової програми, яка управляється узгодженою роботою групи рухових нейронів (мотонейронів). Елементарний рух представлено скороченням або розслабленням рухових одиниць.

Рухова одиниця являє собою основний функціонально-структурний елемент нервово-м'язового апарату і складається з мотонейрона, його аксона і м'язових волокон, іннервованим цим аксоном. Аксони – це довгі відростки, які відходять від тіл мотонейронів і в складі периферичних нервів досягають м'язів. Всередині нього кожен аксон багаторазово розгалужується, утворюючи кінцеві гілочки. Кожна гілочка закінчується на одному м'язовому волокні, утворюючи нервово-м'язовий синапс (область передачі імпульсу з одного нейрона на інший). Один мотонейрон іннервує стільки м'язових волокон, скільки кінцевих гілочок має його аксон.

З функціональної точки зору рухові одиниці поділяють на повільні і швидкі. Повільні рухові одиниці включають повільні мотонейрони і повільні м'язові волокна (червоні). Повільні мотонейрони, як правило, низькопорогові. Вони здатні підтримувати тривалий розряд без помітного зниження частоти імпульсації протягом тривалого часу. Тому їх називають мотонейронами, що мало втомлюються. В оточенні повільних м'язових волокон багата капілярна мережа, що дозволяє одержувати велику кількість кисню з крові, що зумовлює використання повільними м'язовими волокнами більш ефективного аеробного окисного шляху енергопродукції і визначає їх високу витривалість.

Швидкі рухові одиниці складаються з швидких мотонейронів і швидких м'язових волокон (білі м'язові волокна). Швидкі високопорогові мотонейрони включаються в активність тільки для забезпечення відносно великих за силою статистичних і динамічних скорочень м'язів. Чим більша швидкість і сила руху, тим більша участь швидких рухових одиниць. Швидкі мотонейрони відносяться до стомлювальних, так як їх оточує менше капілярів, в клітинах менше мітохондрій, міоглобіну і жирів. Ці волокна не володіють великою витривалістю і більш пристосовані для потужних, але відносно короточасних скорочень, наприклад бігу на короткі дистанції.

Поряд з руховим актом і елементарними рухами, більше значення для розуміння сутності моторики має поведінковий акт, який починається зі стадії аферентного синтезу і визначається впливом декількох факторів: мотиваційного збудження, пам'яті, ситуативної і пускової аферентації [2, 8, 19].

Мотиваційне збудження з'являється внаслідок тієї чи іншої потреби. Воно є необхідним компонентом будь-якого руху і діє як фільтр, що відбирає найбільш потрібну для даної мотивації установку.

Пам'ять – це фундаментальна властивість живої матерії набувати, зберігати і відтворювати інформацію.

Ситуативна аферентація являє собою сукупність подразнень, що підготовлюють відповідну реакцію, і призводить до інтеграції нервових процесів.

Пускова аферентація являє собою безпосередню дію умовного подразника.

Аферентний синтез, підкоряючись домінуючій на даний момент мотивації і під корекцією пам'яті, підбирає можливі ступені свободи, при яких збудження спрямовується до м'язів, що чинять потрібну дію [30]. У аферентному апараті не відбувається рефлекторних дій до тих пір, поки не завершиться синтез усіх аферентних впливів на організм. Після цього слід прийняття рішення, засноване на виборі та визначенні ступеня активності всіх компонентів, які повинні забезпечити виконання рухової дії.

У ефекторних частинах нервової системи створюється особливий апарат зв'язування актуальною аферентацією і сенсорним чином формованої дії – акцептор результатів дії, який являє собою збудження, випереджувальну реальну подію [1].

Акцептор дії є постійним фактором управління, який встановлює відповідність виконаної дії первинного наміру. Якщо мета досягнута, то цикл завершено, якщо ні – викликається комплекс нових реакцій, які повинні привести до відповідності рухової дії.

Ю. В. Верхошанський [7] розглядає рухову дію як упорядковану в просторі та часі систему операцій, орієнтовану на досягнення конкретної мети. Згідно з його твердженням будь-яка цілеспрямована рухова дія завжди організовується усвідомлено, реалізується і коригується згідно її цільовим призначенням і з урахуванням моторних можливостей виконавця. Єдність цільового, змістового і моторного компонентів становить психомоторну структуру дії, виступаючи як механізм досягнення мети (рис. 1.3). Процес реалізації цілеспрямованого рухового завдання включає три послідовних фази: підготовчу, виконавчу і оцінну.

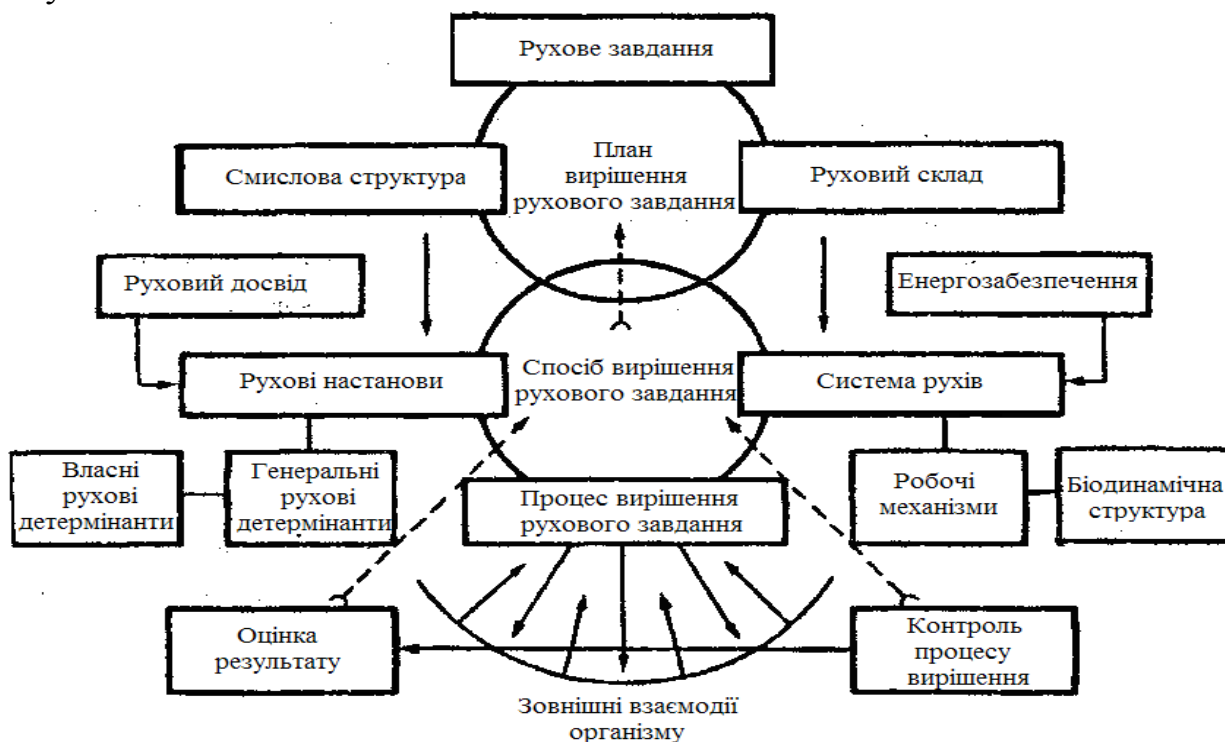


Рис. 1.3 Психомоторна структура складної рухової дії (Ю.В. Верхошанський).

Підготовча фаза передбачає ідеальне (уявне) моделювання (передбачення) процесу реалізації рухової дії, що включає формування уявного образу дії та визначення способу розв'язання рухового завдання.

Виконавча фаза рухової дії являє собою власне процес вирішення рухового завдання, тобто поведінковий акт, що має складну нейрофізіологічну організацію.

Оціночна фаза реалізації складної рухової дії передбачає контроль процесу вирішення рухового завдання, і в разі потреби в них вносяться корекції.

Вирішення рухового завдання можливе лише за умови цілеспрямованого формування рухових установок і системи рухів.

Систему рухів Д. Д. Донський [9] розглядає як упорядковану (на основі розв'язуваного рухового завдання) взаємодію одночасних і послідовних переміщень ланок тіла. Н. А. Бернштейн [4] вважав, що головний зміст поняття системи рухів укладений в цілісності, взаємопов'язаності окремих рухів, що перетворюють їх у монолітну освіту. Ця гіпотеза отримала різнобічну теоретичну розробку в працях Л. В. Чхайдзе [36], Д. Д. Донського [9], П. К. Анохіна [1], А. Н. Лурія [18], В. С. Фарфеля [31], які розглядають організацію рухів як таку, що здійснюється за рахунок вибіркового об'єднання робочих механізмів у системі з відносно автономним управлінням, взаємодією між собою за ієрархічним принципом.

Робочі механізми – це функціональні складові локомоторного апарату, що забезпечують організму механічну енергію руху і разом з тим ефективно використовують її відповідно до розв'язуваного рухового завдання і відповідними зовнішніми умовами. До числа основних робочих механізмів відносять:

1. Тягове зусилля м'язів – основне джерело механічної енергії руху тіла людини. Функція динамічно працюючих м'язів, в основному, полягає в тому, щоб наблизити один до одного дві точки скелета, які знаходяться на суміжних ланках, і тим самим виконати роботу.

2. М'язові синергії – узгоджені зусилля м'язів змінної дії на рівні окремого суглоба і робочого апарату в цілому, що викликають рух системи ланок у певному напрямку.

3. Елементарні рухові і позо-тонічні (настановні) рефлексивні являють собою найпростіші вроджені рухові механізми універсального призначення. У процесі руху вони реалізуються без контролю з боку свідомості.

4. Пружність м'язів – це властивість, яка забезпечує підвищення робочого ефекту за рахунок використання додаткової (не метаболічної) механічної енергії.

5. Раціональна послідовність – це включення в роботу м'язів з різними функціональними властивостями.

6. Тонус м'язової системи – це один з компонентів формування психологічної установки, що виражає готовність тіла людини до майбутнього руху.

1.2. Психомоторика

Для більш повного розуміння процесів управління рухами людини більше значення має психомоторика. Поняття «психомоторика» вперше ввів І. М. Сеченов*, більш поглиблено психомоторику людини вивчали А. Ц. Пуні [24], А.В. Запорожець [10], Л. Е. Любомирський [19], Є. П. Ільїн [13, 14], В. С. Келлер [15], Е. Н. Сурков [28], А. С. Ровний [26], А. S. Rovniy [39] та ін.

*Сеченов И. М. Физиология нервных центров, 2-е изд. / И. М. Сеченов. – М.: Медгиз, 1952. – 264 с.

Психомоторика – індивідуальна, конституційна, а також пов'язана з віком і статтю сукупність усвідомлено корегованих рухових дій людини.

Вище зазначеними авторами експериментально доведено, що психофізіологічний аналіз рухів (у тому числі і спортсмена) завжди виходить з мети, що досягається цими рухами.

Як зазначає Є.М. Сурков [28], одним і тим же рухом можна виконувати різні дії, тобто досягати різних цілей, а одна і та ж мета може бути досягнута різними рухами.

На думку К. К. Платонова, у сфері психомоторики людини як її підструктури виділяють не тільки складнокоординовані і багатопараметричні рухи, а й різноманітні види сенсомоторних реакцій людини. В клас сенсомоторних реакцій входять їх численні різновиди: проста сенсомоторна реакція; складна сенсомоторна реакція; сенсомоторна координація. У кожній з цих трьох реакцій розрізняють три типових психічних акти: процеси виявлення і сприйняття стимулу (сенсорний момент реакції); переробка інформації (центральний момент реакції); процеси, що визначають початок руху (моторний момент реакції) *.

Проста сенсомоторна реакція – це найбільш швидка відповідь заздалегідь відомим простим одиночним рухом на сигнал, який раптово з'являється, але заздалегідь відомий. Проста реакція оцінюється за латентним часом реакції, тобто часом від моменту появи подразника, до якого залучено увагу, до початку відповідного руху (якщо враховується і час виконання руху, тоді вимірюється і загальний час реагування).

Складна сенсомоторна реакція характеризується вибором дії, тобто необхідністю відповіді лише на певний сигнал. Така реакція називається реакцією вибору.

Сенсомоторна координація включає в себе психомоторні процеси реакцій людини, основані на передбаченні (антиципації) просторово-часових характеристик власних дій і дій, очікуваних від противника.

В цілому функції психомоторних проявів людини дуже різноманітні. Будь-який психічний акт, втілений в русі та дії, оснований на діяльності чуттєвих реєстрів – аналізаторних систем. До них відносять вимірювальні, власне-пізнавальні компоненти рухів людини, характерні для різних виробничих операцій. Вони відтворюються у просторі та часі в різноманітних формах і видах рухових реакцій, а також у складнокоординаційних техніко-тактичних діях спортсменів [28].

У багатьох видах спорту, в тому числі і командних ігрових видах спорту, визначальне місце займає така важлива якість психомоторики як «почуття часу», яка сприяє розвитку орієнтування спортсменів [14, 15]. У процесі тренінгу створюються передумови для формування у спортсменів системних зорово-рухових, зорово-слухових і рухово-словесних асоціацій, яка дозволяє точно і швидко здійснити рухові дії адекватні ситуації, що виникла [39].

*Платонов К. К. Теория функциональных систем, теория отражения и психология. Теория функциональных систем в психофизиологии и психологии. М.: Науки, 1978. С.62–85.ч

1.3 Формування рухового досвіду

Формування рухового досвіду є багатоступеневим процесом. Від елементарних умінь, що складають основу доцільної рухової діяльності людини і стали в результаті неодноразового повторення навичками, здійснюється перехід до синтезування цілого ряду навичок і умінь вищого порядку. Навичка в цій багатоярусній системі довільних рухів є не що інше, як освоєне вміння вирішувати те чи інше рухове завдання [33].

Процес формування навички умовно розбивається на кілька етапів. Єдиної думки про кількість цих етапів немає. Фізіологи стверджують, що стадій формування рухової навички має бути три. Відповідно до уявлень А. Н. Крестовнікова [16], Н. В. Зімкіна [12], В. С. Фарфеля [31] та інших перша стадія рухової навички характеризується іррадіацією нервового процесу і генералізованою зовнішнішньою відповіддю, друга – концентрацією збудження, поліпшенням координації і формуванням стереотипних рухів, третя – завершенням формування автоматизму і стабілізацією рухових актів.

Психофізіологи В. Д. Мазниченко [21], Є. П. Ільїн [13] та ін. розглядають п'ять стадій формування рухових умінь і навичок.

Рухове вміння являє собою досить примітивну форму освоєння прийомів і дії, що характеризуються відсутністю надійності, наявністю серйозних помилок, низькою ефективністю і т.ін. Це системно правильне виконання руху в біомеханічному відношенні вимагає активної участі свідомості.

Рухова навичка – це автоматизований спосіб управління рухами в цілісній руховій дії.

Перша стадія пов'язана з формуванням у спортсменів, поняття і зорового уявлення про вправу в цілому. Головні канали отримання інформації – зоровий (показ вправи) і слуховий (пояснення тренера).

Друга стадія пов'язана з початковим етапом виконання розучуваної вправи. Вона характеризується широкою іррадіацією збудження по нервовим центрам при недостатності внутрішнього гальмування і невпорядкованості центральної нервової системи. У русі беруть участь і непотрібні м'язові групи. Він супроводжується емоційною реакцією на новизну, надмірним збудженням вольового зусилля, наявністю невпевненості і скутості. Контроль за діями здійснюється за рахунок дистанційних аналізаторів (зір і слух), а м'язові відчуття, що виникають при виконанні вправи, диференціюються ще слабо. Тому на цьому етапі уявлення про вправу уточнюється за рахунок «зовнішнього» зворотного зв'язку.

Третя стадія характеризується концентрацією збудження в тих нервових центрах, які необхідні при управлінні даним руховим актом. Розвивається внутрішнє гальмування, що дозволяє точніше диференціювати сигнали про вчинення дії, особливо з пропріорецепторів. На цьому етапі екстероцептивний контроль («зовнішній» зворотний зв'язок) діє нарівні з пропріорецептивним контролем («внутрішнім» зворотним зв'язком). Починає формуватися динамічний стереотип, хоча помилки у виконанні ще можливі.

Четверта стадія – автоматизація дії. Техніка руху виконується стабільно. Контроль за рухами здійснюється переважно за рахунок пропріорецептивних сигналів, а зоровий зворотний зв'язок відходить на другий план. Відсутність на

цій стадії обмірковування способів виконання окремих елементів вправи, дозволяє виконати його разом, без зупинок. Внутрішня психологічна підготовка до виконання кожного наступного руху, відбувається вже в ході виконання попереднього руху (за рахунок ослабленої уваги при контролі за цим рухом). Таке випередження свідомістю цілого ряду пов'язаних між собою рухів або дій, називається антиципацією. Її наявність різко скорочує час виконання вправи в цілому.

П'ята стадія – спортсмен вчиться змінювати деталі спортивної вправи для того, щоб домогтися максимального результату при змінених умовах діяльності. Свобода володіння технікою (варіативність навичку) характеризує клас спортсмена.

У процесі спортивної підготовки формуванню рухової навички передують освоєння спортсменом рухового вміння (рис. 1.4).

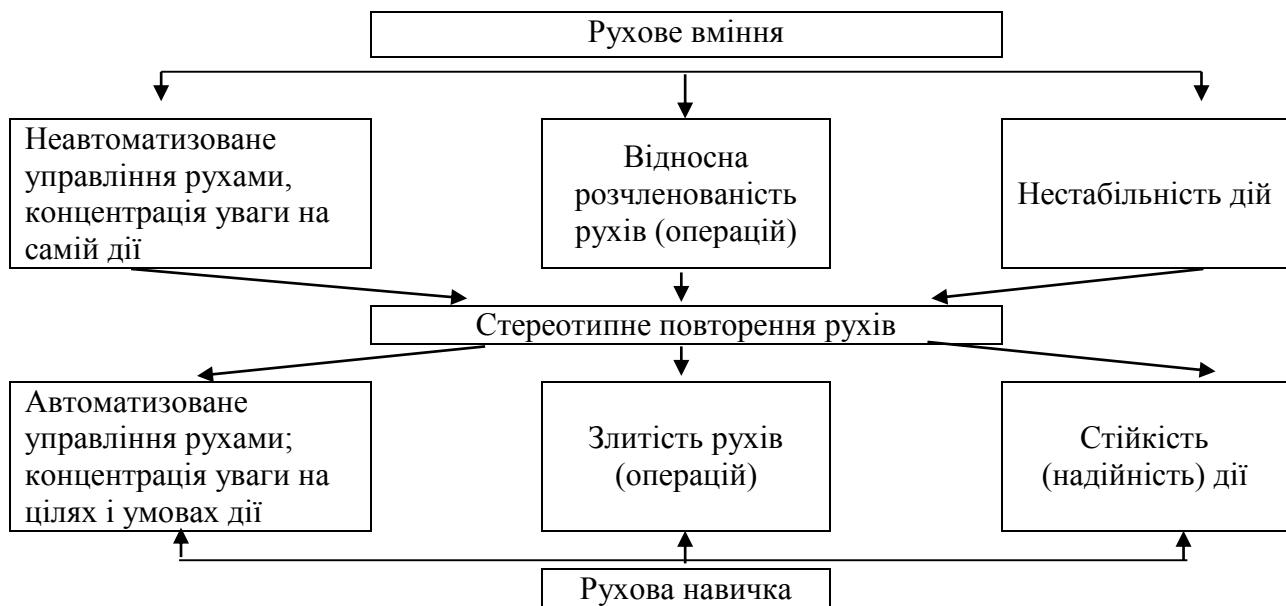


Рис. 1.4 Характерні особливості рухових умінь та навичок і перехід вміння в навичку (В. Д. Мазниченко).

У ході цілеспрямованого тривалого тренування спортсмен досягає вміння вищого порядку, яке характеризується ефективним виконанням цілісної рухової дії (рис. 1.5). При цьому він здатний його вміння виконати в різних умовах, у тому числі і при наявності несприятливих факторів внутрішнього і зовнішнього середовища [9, 17, 20, 21, 37, 38].

Оволодіння руховою навичкою відбувається відповідно до низки законів: закону зміни швидкості у розвитку навички, закону «плато» (затримки) у розвитку навички, закону відсутності межі в розвитку навички, закону згасання, закону переносу навички тощо. [22, 23, 34].

Закон зміни швидкості у розвитку навички. Навичка формується не тільки поступово, а й нерівномірно, що виражається в різній мірі якісного приросту в окремі моменти її становлення. Нерівномірність має два різновиди:

а) на початку навчання відбувається порівняно швидке оволодіння дією, а потім якісний приріст навички сповільнюється. Ця нерівномірність характерна для оволодіння порівняно легкими діями;

б) на початку навчання якісний приріст навички незначний, а потім він різко зростає. Як правило, подібне відбувається при оволодінні відносно складними діями.

Закон «плато» у розвитку навички. Оволодіння навичкою може бути досить тривалим. Це може бути обумовлено двома причинами:

а) внутрішньою, яка характеризується протіканням непомітних пристосувальних змін в організмі, що лише з часом переходять в помітні якісні покращення навички;

б) зовнішньою, викликаною неправильною методикою навчання або недостатнім рівнем розвитку фізичних якостей.

Закон згасання навички. Цей закон проявляється, коли тривалий час не повторювати дію. Згасання навички відбувається поступово. Однак, повністю навичка не зникає, її основа зберігається порівняно довго, і після повторень вона швидко відновлюється.

Закон відсутності межі в розвитку рухової навички. Згідно з ним рухові дії удосконалюються протягом усього періоду активного тренування в обраному виді спортивної діяльності.

Закон перенесення рухової навички стверджує, що в практиці фізичного виховання і спорту проявляється позитивний і негативний перенос навичок.

Позитивний перенос сприяє становленню нової навички. Як правило, це відбувається тоді, коли нові і старі рухові дії подібні в головній ланці техніки їх виконання.

Негативний перенос уповільнює розвиток нової навички. Це відбувається при подібності в підготовчих фазах рухів і в його відсутності в основній ланці. Найбільш типовий приклад – ведення м'яча в баскетболі і гандболі. Спортсмен, який опанував трикрокове ведення м'яча в гандболі, буде зазнавати труднощів при веденні м'яча в баскетболі, де необхідно застосовувати двокроковий ритм.

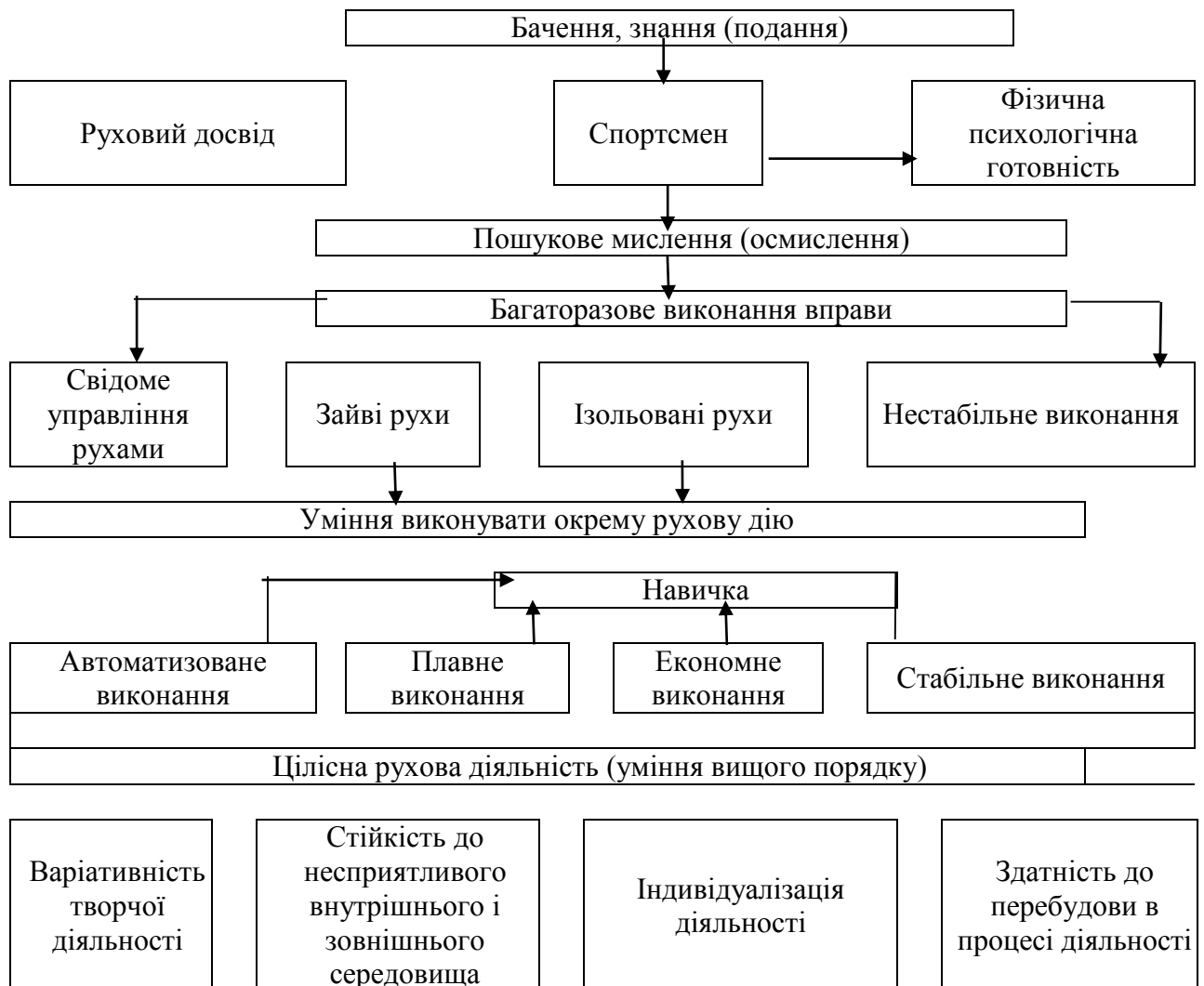


Рис. 1.5 Процес формування рухових умінь і навичок (Б. М. Шиян).

Згідно з твердженням М. М. Богена, рухова навичка асоціюється з руховою реакцією, яка формується при багаторазовому поєднанні умовного подразника і потрібної реакції – руху. У результаті багаторазових повторень формується динамічний стереотип в руховій зоні великих півкуль головного мозку. Формування проходить через три стадії: 1) іррадіації, що зовні виражається у виникненні «зайвих» рухів і напруг, в зайвому втручанні м'язів-антагоністів, що призводить до вираженого закріпачення; 2) концентрації, в якій збудження і гальмування накопичується до оптимальних розмірів; 3) стабілізації, коли формується стабільно існуюче і стабільно почергове поєднання вогнищ збудження і гальмування [6].

Ця концепція послужила методологічною основою теорії навчання руховим умінням і навичкам, які здійснюються впродовж трьох етапів: початкового розучування, деталізованого розучування, закріплення і подальшого вдосконалення [6].

Оволодіння необхідною кількістю рухових умінь і навичок є основою для спортивного вдосконалення в обраному виді спорту. Чим краще спортсмен володіє руховими навичками, тим багатшим буде його творчий арсенал, а значить ефективнішою буде його змагальна діяльність.

1.4. Біомеханіка рухових дій

Рух як моторна функція організму є зміна положення тіла і його частин [2].

Біомеханічна теорія рухів людини передбачає не просте з'єднання законів механіки і біологічних закономірностей, а їх органічне злиття. Основна особливість біомеханіки полягає в тому, що, розглядаючи будь-який процес (наприклад, ударний рух), вона не пасивно описує його, як це робить механіка, а відображає активний вплив управління на процес рухами. У зв'язку з цим біомеханіка розглядається як наука про управління рухами [11, 29].

Біомеханіка найбільш точно характеризує спортивну техніку, яка визначається як спеціалізована система одночасних і послідовних рухів, спрямованих на раціональну організацію взаємодії внутрішніх і зовнішніх сил (таких, що діють на тіло спортсмена) з метою найбільш повного і ефективного використання їх для досягнення високих спортивних результатів [9].

Спортивна техніка складається з різних рухів, які пов'язані між собою логічним ланцюгом цільової установки. Кожен такий цілісний рух має свою форму і характеристику [9]. Всі рухи відбуваються в часі і просторі і оцінюються кількісними характеристиками (рис. 1.6).

Рухи оцінюються кінематичними (переміщення, час, темп, ритм, швидкість, прискорення) і динамічними (маса, сила і похідні від них – момент інерції, момент сили, імпульс сили, робота, енергія та ін.) характеристиками.

Всі рухи виконуються в різних суглобах і всі суглобові рухи пов'язані між собою.

Характеристики		Найменування	Позначення	Рухається	Що характеризує
Кінем	Просторові	Переміщення	S g	Куди?	Форма руху
	Часові	Тривалість	t	Коли?	Характер руху

		Темп Ритм	$N = \frac{l}{t}$		
	Швидкісні	Швидкість Прискорення	$V \quad W$ $A \quad E$	Як?	
Динамічні	Масові	Маса Момент інерції	m Σmr^2	Що?	Механізм руху
	Силові	Сила Момент сили	f fr	Чому?	

Рис. 1.6. Кількісні характеристики руху (Д. Д. Донської [9]).

Для детальнішого аналізу спортивної техніки кожний суглобовий рух розбивається на окремі частини. Якщо ці частини руху виділяти за часом, то це будуть фази руху (фаза замаху, удару по м'ячу і т.ін.). Фази, з'єднані між собою дуже короткими проміжками часу, називаються моментами. Момент не має тривалості, він лише позначає завершення однієї фази руху і початок іншої.

Суглобові рухи і фази – це частини цілого руху або елементи руху, які подумки виділяються з цілого руху.

Кожен рух, що складається з багатьох елементів руху, з'єднаних між собою в певному порядку, характеризується таким поняттям, як структура руху [9].

Розрізняють внутрішню і зовнішню структуру руху. Внутрішня структура руху характеризується тими процесами, які відбуваються всередині організму людини під час рухової дії (нервово-м'язова координація, взаємодія моторних і вегетативних функцій, співвідношення різних енергетичних процесів і т.ін.) Зовнішня структура руху – це його видима форма, яка характеризується співвідношенням просторових, часових і динамічних параметрів.

Структура руху визначає його техніку. Розрізняють основу техніки рухів, її головну ланку і деталі.

Основа техніки рухів – це сукупність тих ланок і рис структури рухів, які необхідні для вирішення рухового завдання певним способом (порядок прояви м'язових сил, основні моменти узгодження в просторі та часі).

Головна ланка техніки рухів – це найбільш важлива частина даного способу виконання рухового завдання (робоча, виконавча фаза).

До деталей техніки рухів відносяться окремі складові, в яких виявляються індивідуальні несуттєві варіації [9, 11].

Для оцінки техніки рухів виділяють кінематичні і динамічні характеристики [9, 24, 34].

Кінематичні характеристики складаються з просторових, часових і просторово-часових характеристик.

До просторових характеристик відносяться: положення тіла і його частин (вихідне положення і оперативна поза в процесі виконання руху), напрямок, амплітуда, траєкторія.

Початкове положення служить передумовою для ефективного руху.

Оперативна поза допомагає підтримувати статичну і динамічну рівновагу тіла, доцільно координувати рух.

Напрямок руху здійснюється в тривимірному просторі. Прийнято розрізняти основні (вперед-назад, вгору-вниз, вправо-вліво) і проміжні напрямки.

Амплітуда (розмах) рухів залежить від будови суглобів і еластичності зв'язок і м'язів.

Траєкторія визначає форму руху. У зв'язку з особливостями анатомічної будови тіла людини, рух окремих ланок його рухового апарату в основному здійснюється по криволінійній формі траєкторії.

Тривалість і темп (кількість однакових за структурою рухів за одиницю часу) виконання руху складають його часові характеристики.

Просторово-часові характеристики визначаються швидкістю і прискоренням.

Кожен рух виконується з тією чи іншою швидкістю. Швидкість може бути постійна (рівномірний рух, в якому швидкість постійна величина) і змінна (нерівномірний рух, в якому швидкість – змінна величина). Швидкість рівномірного руху – величина, вимірювана довжиною шляху, пройденого за одиницю часу [3]. За одиницю швидкості приймається така швидкість, при якій матеріальна точка долає відстань в 1 м за 1 с ($\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$).

У практиці фізичного виховання і спорту швидкість характеризується таким поняттям, як «бистрота», під якою розуміються: кількісне вираження швидкості [3] – характер рухів і дій, здатність екстрено реагувати в ситуаціях, що вимагають термінових рухових реакцій і здатність забезпечувати швидкоплинність органозмінних процесів, від яких безпосередньо залежать швидкісні характеристики рухів [22].

Розрізняють рухи: дуже швидкі, швидкі, помірної швидкості, повільні, дуже повільні.

Для величини, яка визначається швидкістю і напрямом, застосовують назву «вектор».

Динамічні характеристики відображають взаємодію внутрішніх і зовнішніх сил у процесі рухів. Внутрішніми силами є сили активного скорочення – тяги м'язів; сили пружної, еластичної протидії розтягуванню м'язів і зв'язок; реактивні сили.

До зовнішніх сил відносяться сили реакції опори, гравітаційні сили (сила тяжіння), тертя і опору зовнішнього середовища (вода, повітря, сніг тощо), інерційні сили предметів, які переміщуються.

Поряд з кінематичними і динамічними характеристиками, які характеризують кількісні показники рухів, вони можуть оцінюватися і з якісного боку. У зв'язку з цим розрізняють – точні, економні, енергійні, плавні, еластичні рухи [5, 6, 9].

Економні рухи характерні відсутністю зайвих рухів і мінімально необхідними витратами енергії.

Енергійні рухи виконуються з яскраво вираженою силою, швидкістю, потужністю, завдяки чому долається значний опір.

Плавні рухи характеризуються підкреслено поступовою зміною м'язових напружень, з поступовим прискоренням або уповільненням руху.

**Похідне значення з основних одиниць вимірювання в Міжнародній системі SI: довжини (метр) і часу (секунда)*

Еластичні рухи – рухи з підкресленими амортизаційними фазами (або моментами), що дозволяє послаблювати силу поштовхів або ударів.

Кількісні та якісні характеристики рухів можна об'єднати в більш загальне поняття – техніка рухів, в якій розрізняють такі показники як обсяг, різнобічність, надійність, ефективність, освоєність [23].

Обсяг визначається загальним числом дій, які виконує спортсмен на тренувальних заняттях і змаганнях. Змагальний обсяг техніки варіативний і залежить від кваліфікації суперника, тактики поєдинку і багатьох інших факторів.

Тренувальний обсяг технічних прийомів свідчить про потенційні можливості спортсменів, а співвідношення змагального обсягу до тренувального – про їх реалізацію.

Різнобічність техніки спортсмена визначається ступенем різноманітності рухів, якими володіє спортсмен. Тренувальна різнобічність зазвичай вище змагальної.

Надійність техніки спортивних рухів характеризується точністю і доцільністю виконання рухів у тренувальній або змагальній ситуації.

Ефективність техніки спортивних рухів визначається мірою її близькості до індивідуально оптимального варіанту. Розрізняють абсолютну, порівняльну і реалізаційну ефективність техніки рухів.

Абсолютна ефективність техніки рухів визначається шляхом зіставлення біомеханічних, фізіологічних, психологічних та естетичних критеріїв досліджуваних рухів з еталонними.

Порівняльна ефективність техніки рухів оснований на зіставленні техніки руху спортсмена з технікою аналогічного руху, виконаного спортсменом вищої кваліфікації.

Реалізаційна ефективність техніки рухів визначається шляхом зіставлення результату, показаного в змагальній вправі, з тим досягненням, яке спортсмен міг би показати, якби мав більш ефективну техніку рухів.

Освоєність техніки рухів оцінюють за такими параметрами як стабільність і стійкість.

Стабільність техніки виражається в тому, що при повторному виконанні рухової дії ряд його параметрів відтворюється практично однаково, причому не тільки в стандартних, але й, при необхідності, в мінливих умовах.

Стійкість техніки характеризується сталістю структури руху, незалежно від факторів (стомлення, напруженість, поведінка глядачів, погодні умови тощо).

Біомеханічні аспекти техніки рухів у командних ігрових видах спорту (на прикладі футболу)

Техніка футболу надзвичайно різноманітна. Вона складається із способів переміщень без м'яча та ігрових прийомів, які виконує футболіст з м'ячем. Під технікою футболу прийнято розуміти способи виконання всіх рухів, які можуть бути застосовані в грі [35].

З усіх рухів, які виконує футболіст в грі, основними вважаються рухи з м'ячем. Виконання рухів з м'ячем, що має свої механічні властивості, являє певну складність. У процесі гри м'яч переміщається з певною швидкістю і траєкторією польоту. Траєкторію польоту розрізняють як низьку (м'яч котиться по ґрунту або

летить не вище колін), напіввисоку (м'яч летить вище колін, але не вище голови) і високу (м'яч летить вище голови і вдарити по ньому можна лише в стрибку).

Максимальну висоту траєкторії польоту м'яча розраховують за допомогою наступного співвідношення [35]:

$$Y_{\max} = \frac{h_0 + \sin^2 \alpha_0 V_0^2}{2g}, \quad (1.1)$$

де h_0 – висота вильоту м'яча, α_0 – кут вильоту м'яча; V_0^2 – початкова швидкість вильоту; $2g$ – прискорення вільного падіння.

Напрямок польоту м'яча визначається співвідношенням траєкторії польоту і поздовжньої осі поля. Напрямок польоту м'яча, який загалом, збігається з поздовжньою віссю поля, називається поздовжньою передачею, а напрямок м'яча, перпендикулярний до поздовжньої осі поля – поперечною передачею. Якщо м'яч спрямований під певним кутом до поздовжньої осі поля, то така передача буде носити назву діагональної [35].

Швидкість польоту м'яча пов'язана з силою опору середовища (F опору), яка залежить від її щільності (ρ), площі перетину тіла (S), половини квадрата швидкості ($\frac{V^2}{2}$) і аеродинамічного коефіцієнта (C_a).

$$F_{\text{опору}} = \rho S C_a \frac{V^2}{2} \quad (1.2)$$

Чим більша швидкість польоту м'яча, тим більша сила опору середовища. Так, на футбольний м'яч, що летить зі швидкістю $15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, діє сила опору, що дорівнює $0,14 \text{ кг}$, а зі швидкістю $30 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ – вже $0,52 \text{ кг}$.

Величина опору середовища зростає пропорційно квадрату швидкості, а з досягненням критичної швидкості (число Рейнольдса) вона різко збільшується (в результаті переходу від ламінарного на турбулентне обтікання предмета, який летить повітрям).

Це призводить до того, що траєкторія змінюється, і спадний відрізок польоту м'яча стає меншим, ніж висхідний (рис. 1.7).

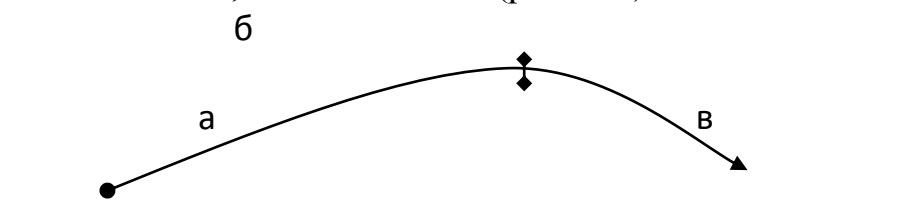


Рис. 1.7 Траєкторія польоту м'яча: а – висхідний відрізок; б – вища точка; в – нисхідний відрізок.

Якщо в момент удару м'ячу надати обертання, то в польоті він набуває підйомну силу (силу Магнуса), яка може подовжити його траєкторію або змістити його в бічному напрямку – це так звані «кручені м'ячі». Одним з варіантів крученого м'яча є «сухий лист» Валерія Лобановського.

М'ячу можна надати обертання по ходу поступального руху (кручений удар) і проти нього (різаний). Бічне обертання – це обертання навколо похилої осі. Для створення обертання, точка контакту стопи з м'ячем повинна бути вище, нижче або збоку від центру ваги м'яча. Різниця між траєкторією польоту м'яча з

обертанням і без нього пояснюється тим, що при великій кутовій швидкості утворюється різниця тиску повітряного потоку на протилежній поверхні м'яча через додавання швидкості зустрічного потоку повітря зі швидкістю потоку, захопленого поверхнею м'яча (рис. 1.8).

При ударах зі змішаним обертанням не тільки збільшується або скорочується довжина польоту м'яча, але він ще відхиляється убік.

Істотне значення має і відскок від поверхні поля. Кручений м'яч відскакує від ґрунту вище і з меншою швидкістю, ніж плоский або різаний. Відскок у різаного м'яча низький і стрімкий.

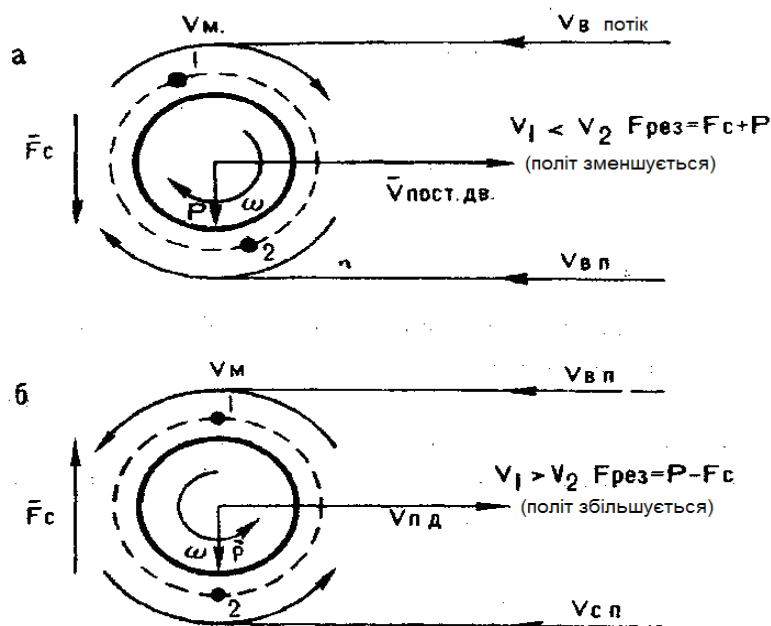


Рис. 1.8 Дія сил Магнуса при польоті м'яча з обертанням: величина результивної швидкості в точці 1 (рис. 4.8.а) дорівнюватиме V_1 зустрічного потоку + V потоку м'яча, а в точці 2 – V_2 зустрічного потоку + V потоку м'яча. Тиск у точці 1 більший, ніж у точці 2, і м'яч опускатиметься вниз, тому що при великій швидкості потоку тиск менший. Різаний м'яч летить далі.

Те ж явище спостерігається і при обертанні м'яча навколо вертикальної осі, але тоді м'яч відхиляється в напрямку обертання (рис. 1.8. б). Все це необхідно враховувати при прийомі м'яча, особливо воротарем.

Швидкість польоту м'яча залежить ще й від таких чинників: швидкості руху тулуба і його частин, що посиляють м'яч; швидкості замаху ногою, що надає м'ячу силу; твердості або пружності м'яча; швидкості наближення м'яча; точки опору сили, що впливає на м'яч, а також напряму прикладання сили; ваги м'яча та ін.

Усі рухи в футболі класифікуються за певними розділами. Таких розділів два – рухи без м'яча і рухи з м'ячем.

Техніка рухів без м'яча

Техніка рухів у футболі без м'яча складається зі стійок, старту, бігу, зупинок, поворотів, стрибків.

Стійки або вихідні положення футболіста в процесі гри дозволяють йому приймати оптимальний стан готовності до подальшого руху (удар по м'ячу, відбір або перехоплення м'яча і тощо). Найчастіше прийняття стійки означає

перехід у вихідне положення, що знижує центр ваги і переміщення його проекції до переднього краю опори. Головна умова ефективності стійки – оптимальні робочі кути в нижніх кінцівках при правильно обраній площі опори.

Залежно від ситуації використовують: високі і низькі стійки, стійки ноги на ширині плечей, стійки, що дозволяють швидше починати рухи в різних напрямках і стійки з виставленою вперед ногою, що забезпечують швидкий старт вперед або назад.

Старт – своєчасний і швидкий початок руху зі старту. Гравець повинен вміти стартувати з найрізноманітніших положень. Старт починається з нахилу тулуба в напрямку майбутнього руху. Втрата рівноваги викликає необхідність винести в тому ж напрямку зігнуту ногу. Перші кроки робляться ударними, після чого футболіст переходить на звичайний біговий крок (попередньо потрібно знизити центр ваги тіла і ставити ноги ніби під себе).

Біг – головний спосіб пересувань у футболі. За допомогою бігу здійснюються різні переміщення футболістів, які не володіють м'ячем.

У футболі застосовуються такі способи бігу: звичайний біг, біг спиною вперед, хресним кроком. Звичайний біг застосовується футболістами, які рухаються по прямій для виходу на вільне місце, під час переслідування суперника і т. ін. Звичайним його називають тому, що за системою руху (розподіл на фазу одиночної опори і фазу польоту), а також за структурою такий біг не відрізняється від легкоатлетичного. Є лише невелика різниця щодо довжини, частоти і ритму кроків. У футболіста частота кроків дещо більша і складає 5,1-5,5 за секунду. Довжина бігових кроків становить 1,3-1,5 м і це призводить до меншого періоду фази польоту, що дозволяє виконати швидкі зупинки і повороти, різні зміни напрямку бігу.

Під час бігу гравець рідко розслабляється в такій мірі, як легкоатлет, яким зовнішні подразники практично не заважають. Футболіст під час бігу підтримує в м'язах слабкий тонус для захисту від постійно очікуваних зовнішніх впливів (відбір м'яча, поштовх, зіткнення і т.ін.). Відрізняються від загальноприйнятих і рухи рук футболіста. Вони рухаються не поруч з тілом, а трохи навхрест, що дозволяє краще підтримувати рівновагу. Біля плеча рука злегка напружена, це пояснюється підсвідомою підготовкою до поштовху з боку суперника.

Біг спиною вперед використовується переважно гравцями для відбору м'яча. Цей біг також характеризується циклічністю (здвоєний крок). Йому притаманні короткі, але часті кроки і невелика фаза польоту. Це пояснюється тим, що під час відведення махової ноги назад розгинання стегна обмежено.

Умови гри нерідко змушують футболіста досить швидко бігти спиною вперед. При цьому швидкість зростає за рахунок збільшення частоти кроків, що більшою мірою пов'язано з активним рухом ноги назад.

Під час бігу спиною вперед футболіст іноді втрачає рівновагу і падає. Однією з умов стійкого становища є розміщення загального центру ваги в момент вертикалі опорної ноги над площею опори.

Біг хресним кроком застосовується з метою зміни напрямку під час ривка вправо або вліво, після поворотів. Цей специфічний спосіб пересувань гравців застосовується зазвичай лише в поєднанні з іншими способами бігу.

Біг приставним кроком обирається, щоб прийняти, з точки зору тактики, найоптимальніше рішення (наприклад, з метою закрити гравця суперника). Його використовують як попередню фазу пересування, після якої, залежно від ігрової ситуації, виконуються різні прийоми пересування.

Біг приставним кроком виконується злегка зігнутими ногами. Перший крок робиться в сторону ногою, близькою до напрямку руху. Другий – приставний. Акцент зусиль під час поштовхів і махових рухів повинен бути спрямований у бік, а не вгору.

Зупинки є ефективним способом зміни напрямку руху. Залежно від розміщення суперника, після несподіваної зупинки відбуваються ривки в ту чи протилежну сторону.

Застосовуються два прийоми зупинки: стрибком і випадом. Під час зупинки стрибком робиться невеликий короткий стрибок з приземленням на махову ногу, яка для стійкості трохи згинається. Часто приземлення виконується на обидві ноги.

Зупинку випадом здійснюють за рахунок останнього бігового кроку. Махова нога виноситься вперед з опорою на п'яту і подальшим перекатом на стопу. Зупинка випадом характеризується двоопорним положенням із значним згинанням ноги. Після зупинки здійснюється швидке переміщення в різних напрямках, тому кінцеве положення під час зупинки має бути стартовим для подальших рухів.

Повороти дозволяють футболістам з мінімальною втратою швидкості змінювати напрямок бігу. Після поворотів на місці, як правило, виконуються стартові дії. Повороти входять, так само як складова частина, до техніки виконання деяких способів ударів, зупинок, ведення, фінтів.

Застосовуються такі способи поворотів: переступанням, стрибком, поворотом на опорній нозі. Залежно від ігрових ситуацій застосовуються повороти убік і назад. Виконують їх на місці і в русі.

Поворот з переступанням здійснюється за рахунок 2-3 коротких кроків у потрібному напрямку. В умовах швидкого і несподіваного варіювання напрямку руху найбільш ефективним є поворот стрибком.

Стрибки футболіст здійснює у всіх випадках, коли необхідно зробити передачу або нанести удар по м'ячу. Футболіст може стрибати, відштовхуючись однією або двома ногами, з місця або з розбігу.

Для аналізу стрибків необхідно уточнити поняття біомеханічної опори. Під біомеханічною опорою якого-небудь вузла (наприклад, суглобові рухи ніг) розуміють цілісність і непорушність даного вузла щодо інших. З точки зору біомеханіки, опора являє собою часткове або повне виключення внутрішніх ступенів свободи окремих ланок біомеханічного ланцюга даного вузла [20].

При стрибкових рухах розглядаються нижня, центральна і верхня опори. Нижня опора здійснюється за рахунок створення і підключення кінетичної енергії тіла до загальної енергії руху тулуба. Механізм її полягає в попередньому згинанні ніг і подальшому їх випрямленні. У момент відштовхування від опори, ноги, випрямляючись, закріплюються в суглобах. М'язи стегна, гомілки і стопи

взаємодіють, проте вони залишаються нерухомими відносно один одного і тулуба.

Центральна опора пов'язана з довільною затримкою дихання, що сприяє закріпленню діафрагми і сусідніх з нею м'язів тулуба. Під час розбігу здійснюється вдих, в момент підсідання і відштовхування – затримка дихання, в момент ударного руху – видих.

Верхня опора в стрибках створюється в момент ударного руху.

З точки зору фазової структури біомеханіки, стрибковий рух складається з чотирьох фаз: попередньої – розбіг (якщо стрибок виконується з розбігу); підготовчої – підсідання (настрибування), відштовхування і вистрибування; виконавчої – ударний рух; заключної – приземлення.

Техніка рухів з м'ячем

Техніка рухів з м'ячем складається з ударів, зупинок, ведень, фінтів, перехоплень, відборів і вкидання м'яча. Воротар, крім цих прийомів, виконує також ловлю, відбивання і введення м'яча в гру.

При аналізі техніки рухів з м'ячем може застосовуватися фазова структура біомеханічного аналізу, яка розглядає своєрідність і послідовність окремих фаз руху.

У футболі майже всі рухи з м'ячем – це складно координаційні дії та їх аналіз за окремими фазами, що дозволяє глибше розглядати їх кінематичні і динамічні характеристики, визначити ключові моменти в техніці рухів.

Виходячи з фазової структури біомеханічного аналізу техніки рухів у футболі, розрізняють вихідні положення (стійки) і ряд фаз. Їх може бути від 2 до 4. Переважно ударні і кидкові (вкидання м'яча в гру воротарем) рухи з м'ячем виконуються в процесі 4 фаз.

Перша фаза – *попередня* (розбіг). Завдання попередньої фази полягає в оптимальному наближенні до м'яча, з урахуванням швидкості руху м'яча і власної швидкості футболіста. Якщо рух виконується по відношенню до нерухомого м'яча, то розбіг, як правило, здійснюється з рівномірним прискоренням. Останній крок розбігу трохи довший ніж інші.

Друга фаза – *підготовча* (постановка опорної і замах ударної ноги). Завдання цієї фази підготувати опорно-руховий механізм футболіста до основної фази виконання руху з м'ячем. При виконанні підготовчої фази важливо враховувати просторові і часові характеристики, від цього залежить виконання руху з м'ячем у основній фазі. Наприклад, неправильна постановка опорної ноги відносно м'яча призводить до неточного удару у ворота.

Третя фаза – *виконавча* (робоча) – виконання основної ланки руху: удар по м'ячу, зупинка м'яча, кидок м'яча рукою воротарем тощо. Завдання цієї фази – передача енергії від кінематичного ланцюга до м'яча. Наприклад, при ударі по м'ячу у момент контакту зміна кількості енергії м'яча дорівнює імпульсу всіх зовнішніх сил, що діють на нього. При цьому сам удар слід розглядати, як пружну взаємодію тіл. У момент контакту виникає деформація тіл. Тривалість ударного контакту становить у середньому 0,024 с [35].

При ударах виконавча фаза, як правило, починається зі згинання в колінному суглобі опорної ноги і закінчується в момент втрати контакту стопи з м'ячем; при

зупинках м'яча – виконавча фаза також починається з згинання в колінному суглобі опорної ноги, а закінчується після відведеної (у напрямку руху м'яча) амортизаційної дії ноги, що зупиняє м'яч.

Четверта фаза – *заключна* (прийняття вихідного положення після виконання руху з м'ячем). У цій фазі, залежно від ігрової ситуації, футболіст може рухатися за інерцією за напрямком м'яча до того моменту, поки не починається підготовка до наступного кроку. Під час зупинок м'яча *заключна фаза* буде тим проміжком часу, який є необхідний після виконання виконавчої фази зупинки м'яча і підготовчої для інших дій з м'ячем. У цьому випадку *заключна фаза* може носити назву проміжної фази між двома технічними прийомами, які виконуються поспіль через дуже короткий час. Наприклад, зупинка м'яча першим дотиком і удар по м'ячу другим дотиком.

На підставі фазової структури біомеханічного аналізу виконання рухів з м'ячем були розроблені алгоритмізовані програми навчання техніці гри в футбол*.

В цілому, біомеханічний аналіз техніки дій футболістів є складовою частиною всієї системи управління їх підготовкою.

1.5. Енергозабезпечення м'язової діяльності**

Спортивні дії вимагають від людини величезних м'язових напруг або повторного відтворення менших за величиною зусиль протягом відносно тривалого часу. Тому механізми енергозабезпечення – їх потужність і ємність – мають велике значення для організації та ефективної реалізації спортивної дії.

Безпосереднім джерелом енергії для м'язового скорочення служить аденозинтрифосфат (АТФ). Без АТФ поперечні містки позбавлені енергії та актинові міофіламенти не ковзають уздовж міозинових, тобто скорочення не відбувається.

Скорочення м'язового волокна відбувається послідовно:

а) мотонейрон виділяє ацетилхолін, який приєднується до рецепторів, що знаходяться на саркомі; якщо приєднується достатня кількість ацетилхоліну, в м'язовому волокні утворюється потенціал дії;

б) потенціал дії «включає» виділення Ca^{2+} зі саркоплазматичного ретикула (мережі поздовжніх трубочок) в саркоплазму (желатиноподібна рідина);

в) Ca приєднується до тропонину на актиновому філаменті і тропонин «відтягує» тропоміозин від активних ділянок, дозволяючи міозиновим головкам прикріпитися до актинової філаменти.

М'язове скорочення триває до тих пір, поки не виснажаться запаси кальцію. Потім кальцій «перекачується» назад в саркоплазматичний ретикул, де

*Алгоритмізовані програми навчання техніці гри в футбол викладені в навчальному посібнику для студентів вищих навчальних закладів: Костюкевич В. М. Футбол. – В.: ВАТ «Віноблдрукарня», 1997. – 260 с.

**Енергозабезпечення м'язової діяльності викладено на підставі робіт Я. М. Коца (1982, 1986), G. Neumann (1988), М. І. Калинського, В. А. Рогозкіна (1989), J. H. Wilmore, D. L. Costil, (1994), A. Weltman (1995), В. М. Платонова (1997), М. І. Волкова з співавт. (2000). та ін.

знаходиться до того часу, поки новий нервовий імпульс не досягне мембрани м'язового волокна.

1 ккал дорівнює кількості теплової енергії, необхідної для підвищення температури 1 кг води на 1 °С. Калорія – позасистемна одиниця кількості теплоти; дорівнює 4,1868 джоуля.

Для того, щоб м'язові клітини (волокна) могли підтримувати будь-яке тривале скорочення, необхідно постійне відновлення АТФ з такою ж швидкістю, з якою вона розщеплюється. Енергія для відновлення АТФ утворюється за рахунок поживних («горючих») речовин – вуглеводів, жирів, білків.

***Вуглеводи.** При повному згорянні вуглеводів виділяється певна кількість енергії, наприклад, з 1г $C_6H_{12}O_6$ (глюкози) виділяється 4 ккал енергії. Вміст вуглеводів в печінці і м'язах обмежений; їх достатньо для утворення не більше 200 ккал енергії. Тому заповнення запасу вуглеводів залежить від харчових джерел: крохмалів і цукрів.*

Вуглеводи, зрештою, перетворюються на глюкозу – моносахарид, який транспортується кров'ю до всіх тканин організму. У стані спокою вуглеводи, що поглинулись, потрапляють в м'язи і печінку, а потім перетворюються в більш складну молекулу цукру – глікоген. Глікоген знаходиться в цитоплазмі до тих пір, поки клітини не використовують його для утворення АТФ.

***Жири.** В організмі міститься значно більше жирів ніж вуглеводів. Запасів жирів достатньо для утворення більш 70000 ккал енергії. Однак, жири менш доступні для клітинного метаболізму, оскільки, насамперед, має бути розщеплена складна форма – триглицерид – на основні компоненти: гліцерин і вільні жирні кислоти, які використовуються для утворення АТФ. При згорянні 1г вільних жирних кислот, наприклад 1г $C_{16}H_{32}O_2$ (пальмітинової кислоти), виділяється 9 ккал енергії.*

***Білки.** Процес перетворення білків або жирів в глюкозу називається глюконеогенезом. В результаті серії реакцій білок може перетворитися на жирні кислоти. Це – ліпогенез.*

Білки забезпечують 5-10% енергії, необхідної для виконання тривалої фізичної праці. Для утворення енергії використовуються лише основні одиниці білка – амінокислоти.

АТФ відноситься до високоенергетичних фосфатних з'єднань. При розщепленні (гідролізі) АТФ, що відбувається за участю міозин-АТФ-ази, утворюється аденозиндифосфат (АДФ), відщеплюється фосфатна група і виділяється близько 10 ккал вільної енергії.

Для утворення і використання АТФ як безпосереднього джерела енергії в скорочуваному м'язі можуть діяти три хімічні (енергетичні) системи (табл. 1.2):

- 1) фосфагенна, або АТФ-КФ-система;
- 2) лактацидна, або гліколітична;
- 3) киснева, або окислювальна.

Таблиця 1.2

Енергозабезпечення м'язової роботи (Я. М. Коц)

Джерела	Шляхи утворення	Час утворення, с	Термін дії	Тривалість максимального виділення енергії
1	2	3	4	5
Алактатний анаеробний	АТФ, креатинфосфат	0	До 25 с	До 10 с
Лактатний анаеробний	Гліколіз з утворенням лактату	15-20	Від 25 с до 5-6 хв	Від 30 с до 1 хв 30 с

Продовження таблиці 1.2				
1	2	3	4	5
Аеробний	Окислення вуглеводів і жирів киснем повітря	90-180	До декількох годин	2-5 хв

Перші дві системи – фосфагенна і гліколітична – працюють за анаеробним шляхом, третя (окислювальна) – за аеробним.

Ці три системи відрізняються за енергетичною ємністю, тобто за максимальною кількістю утвореної енергії або максимальною кількістю АТФ, яка може ресинтезувати за рахунок енергії цих систем (табл. 1.3).

Ступінь участі трьох систем в енергозабезпеченні (ресинтезі АТФ) залежить від сили і тривалості м'язових скорочень, тобто від потужності і тривалості роботи, а також від умов їх забезпечення киснем.

У «стандартного» чоловіка вагою 70 кг м'язова маса становить близько 40% ваги тіла, тобто приблизно 30 кг. При найбільш типових видах м'язової діяльності (локомоціях) беруть участь не більше 2/3 всієї м'язової маси. Загальна маса м'язів, що скорочуються - активна м'язова маса - не перевищує зазвичай 20 кг.

Таблиця 1.3

Максимальна потужність і ємність фосфагенної, гліколітичної і кисневої систем: зразкові величини з розрахунку на 20 кг активної м'язової маси (Я. М. Коц)

Системи	Максимальна потужність, моль АТФ·хв ⁻¹	Ємність, загальне число молей АТФ
Фосфагенна (АТФ + КФ)	3,6	0,5
Гліколітична	1,2	1,2
Киснева (окислювальна): окислення глікогену і глюкози окислення жирів	0,8 0,4	80 6000

Фосфагенна енергетична система

Фосфагенна система володіє найбільшою потужністю порівняно з іншими системами. Відновлення (ресинтез, регенерація) АТФ здійснюється під час м'язових скорочень майже миттєво, як тільки він розщеплюється до АДФ (аденозиндифосфату). Воно відбувається за рахунок енергії іншого високоенергетичного фосфатного з'єднання КрФ (креатинфосфату). Енергія, що звільняється при розщепленні КрФ, використовується для ресинтезу АТФ (рис. 1.9). Вивільненню енергії при розщепленні КрФ сприяє фермент креатинкіназа, який діє на КрФ з метою відокремлення Рн від креатину. Звільнена енергія може бути використана для приєднання Рн до молекули АДФ і утворення АТФ.

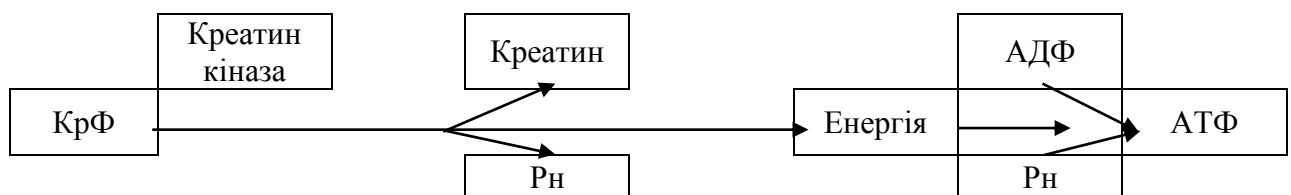


Рис. 1.9. Підтримання рівня АТФ за рахунок енергії, що міститься в КрФ (J. H. Wilmore, D. L. Costill).

При відщепленні фосфатної групи від КрФ звільняється велика кількість енергії – у середньому 10,5 ккал при розщепленні 1 моля КрФ.

Фосфагенна система відіграє вирішальну роль в енергозабезпеченні робіт граничної потужності (спринтерський біг, короточасні м'язові зусилля «вибухового характеру» – при підйомі штанги, метаннях, стрибках тощо) здійснюються з максимально можливими за силою і швидкістю (потужністю) скороченнями м'язів.

Ємність фосфагенної системи невелика, тому що запаси АТФ і КрФ в м'язі дуже обмежені. Ємність фосфагенної системи, оцінювана запасом АТФ в 20 кг м'язів і кількістю АТФ, яке може ресинтезуватися за рахунок КрФ, що міститься в цій же м'язовій масі, складає всього близько 0,5 моля АТФ, тобто близько 5 ккал. Тому робота з граничною потужністю, яка забезпечується майже виключно анаеробною фосфагенною системою, може тривати з енергетичної точки зору не більше кількох секунд. Наприклад, при спринтерському бігу енергетичний запит м'язів, які працюють, може досягти близько 1 ккал·с⁻¹. Оскільки максимальна кількість енергії, яку може забезпечити фосфагенна система, становить близько 5 ккал, така робота теоретично може тривати за рахунок фосфагенної системи не більше 5 с. Тому, якщо виконується робота більшої тривалості, її енергетичне забезпечення не може відбуватися тільки за рахунок наявних запасів м'язових фосфагенів (АТФ і КрФ).

Максимальна швидкість енергоутворення, виражена в кількості АТФ, ресинтезованого в одиницю часу за рахунок активності фосфагенної системи, приблизно в 3 рази перевищує максимальну потужність гліколітичної системи і в 4-10 разів – максимальну потужність кисневої системи.

Гліколітична енергетична система

В основі діяльності гліколітичної системи, що забезпечує ресинтез АТФ і КрФ, лежить ланцюг хімічних реакцій анаеробного (безкисневого) розщеплення глікогену (і глюкози). У результаті таких реакцій утворюється молочна кислота (рис. 1.10).

Енергетичними субстратами гліколітичної системи служать вуглеводи, переважно глікогени. Молекула глікогену – це ланцюжок молекул глюкози. При розщепленні молекули глікогену від неї послідовно відщеплюються молекули глюкози (глюкозні одиниці). У результаті анаеробного глікогеноліза з кожної глюкозної одиниці утворюється 2 молекули молочної кислоти і 3 моля АТФ.

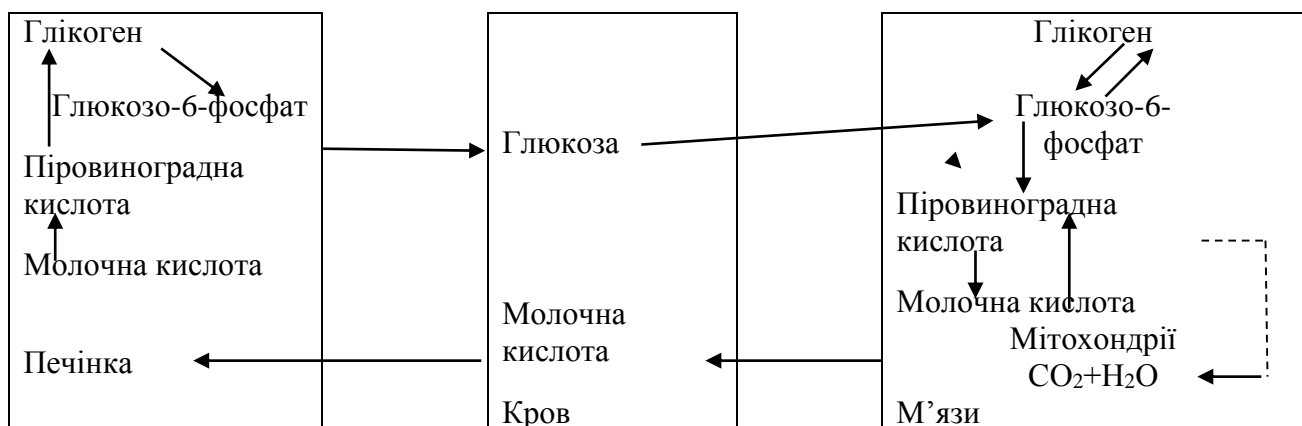


Рис. 1.10. Схема метаболізму молочної кислоти в організмі (I. N. Wilmore, D. L. Costill).

Молочна кислота і лактат – не одне і теж з'єднання. Молочна кислота має формулу $C_3H_6O_8$. Лактат являє собою будь-яку сіль молочної кислоти. Коли молочна кислота втрачає H^+ з'єднання, що залишилося при приєднанні з Na^+ або K^+ утворює сіль. В результаті анаеробного гліколізу утворюється молочна кислота, яка дуже швидко розкладається і утворює сіль – лактат.

Анаеробний глікогеноліз розгортається практично з початку м'язової роботи, але досягає максимальної потужності (найбільші концентрації молочної кислоти) лише через 30-40 с. Найбільші концентрації молочної кислоти в м'язах і крові виявляються лише при роботах, які тривають більше 20-30 с (рис. 1.11)

Максимальна концентрація молочної кислоти в м'язах, що задіяні, досягає у нетренованої людини $250\text{мг}\cdot 100\text{г}^{-1}$, або $2,5\text{ г}\cdot\text{кг}^{-1}$. У цьому випадку у всій масі активних м'язів (20 кг) загальний вміст молочної кислоти становить 50 г, а при обліку її молекулярної ваги (90) – близько 0,6 моль. При анаеробному розщепленні однієї глюкозної одиниці глікогену звільняється енергія, достатня для ресинтезу 3 молекул АТФ. При цьому утворюється 2 молекули молочної кислоти. Отже, при утворенні 0,6 моль молочної кислоти звільняється енергія, достатня для ресинтезу 0,9 моль АТФ (близько 9 ккал).

Потужність гліколітичної системи в 1,5 рази вище, ніж кисневої, але приблизно в 3 рази нижче потужності фосфагенної системи. Гліколітична система відіграє вирішальну роль в енергетичному забезпеченні роботи дуже великої потужності, яка може тривати від 20 с до 1-2 хв і пов'язана з сильними м'язовими скороченнями, які вимагають великої швидкості розщеплення і відповідно ресинтезу АТФ. До таких видів м'язової роботи відносяться, наприклад, біг на дистанціях від 200 до 800 м, плавання на дистанції від 50 до 200 м і т.ін.

Гліколітична система функціонує в тих випадках, коли скорочувані м'язи відчувають нестачу в постачанні кисню.

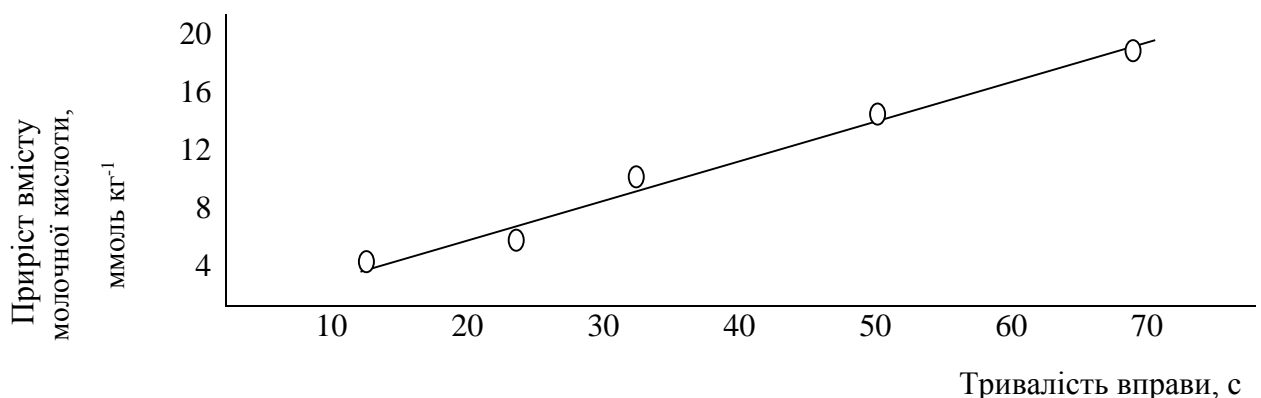


Рис. 1.11. Утворення молочної кислоти в процесі глікогенолізу залежної від тривалості вправи (Я. М. Коц).

Киснева енергетична система

При безперервному надходженні кисню в мітохондрії м'язових клітин, діє киснева система енергопродукції (ресинтезу АТФ). При роботах аеробного характеру, з підвищенням інтенсивності (потужності) виконуваного навантаження збільшується кількість O_2 , споживаного м'язами (і всім організмом в цілому) в одиницю часу. При певному, індивідуальному для кожної людини

навантаженні досягається максимально можлива для нього швидкість споживання O_2 – максимальне споживання кисню (МСК). Між швидкістю споживання O_2 ($л \cdot хв^{-1}$) і потужністю роботи (Вт) аеробного характеру існує прямо пропорційна залежність (рис. 1.12). Інтенсивність аеробної роботи можна характеризувати швидкістю споживання кисню.

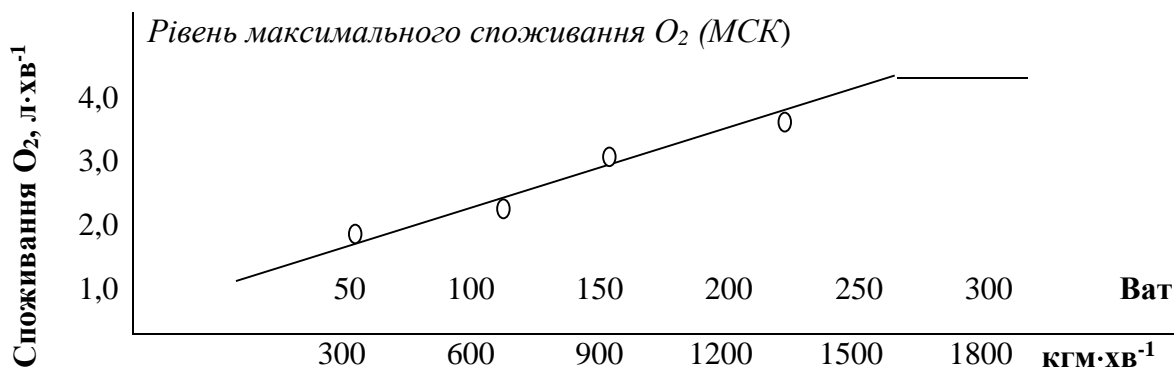
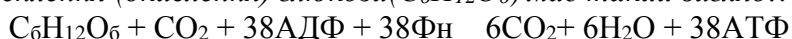


Рис. 1.12. Зв'язок між потужністю роботи на велоергометрі і швидкістю споживання кисню під час виконання роботи (Я. М. Коца).

Для енергетичного забезпечення м'язової роботи киснева система може використовувати як субстрат окислювання («пального») всі основні поживні речовини – вуглеводи (глікоген і глюкозу), жири (жирні кислоти) і білки (амінокислоти).

Під час виконання легкої м'язової роботи при споживанні O_2 до 50% МСК (з граничною тривалістю до декількох годин), велика частина енергії для м'язів, що скорочуються, утворюється за рахунок окислення жирів. Під час більш важкої роботи (при споживанні O_2 більше 60% МСК) значну частину енергопродукції забезпечують вуглеводи.

Аеробне розщеплення вуглеводів (глікогену і глюкози) аж до стадії утворення пірвіноградної кислоти йде тим же шляхом, що і при анаеробному гліколізі. В аеробних умовах пірвіноградна кислота не відновлюється до молочної кислоти, а окислюється. При цьому утворюються кінцеві продукти окислення – CO_2 і H_2O . Сумарне рівняння для аеробного розщеплення (окислення) глюкози ($C_6H_{12}O_6$) має такий вигляд::



*Отже, при повному аеробному розщепленні однієї молекули глюкози утворюються 38 молекул АТФ, з яких 2 молекули АТФ утворюються на гліколітичному етапі розщеплення глюкози до пірвіноградної кислоти, а 36 молекул АТФ – за рахунок кисневої системи.**

При розрахунку ємності кисневої системи (забезпечується вуглеводами) враховують запас глікогену в м'язах і печінці.

У чоловіків вагою близько 70 кг загальний запас глікогену в печінці дорівнює приблизно 70-80 г. Під час роботи його витрачається не більше 60 г. Це забезпечує при м'язовій роботі ресинтез близько 15 моль АТФ. Середня концентрація глікогену в м'язах $15 г \cdot кг^{-1}$. При окисленні глікогену киснева система в 20 кг активної м'язової маси продукує енергію, достатню для утворення приблизно 60 моль АТФ.

*Фізіологія м'язової діяльності: Підр. для ін-тів фіз. культ. / Під ред. Я. М. Коца. – М.: Фізкультура і спорт, 1982. – 347 с.

*Тому, ємність кисневої системи, що використовує як субстрат окислення вуглеводи, становить величину близько 80 моль АТФ, або 800 ккал. ***

Іншим найважливішим субстратом кисневої системи служать жири (ліпіди). Найбільша частина жирів в тілі людини знаходиться у формі тригліцеридів. Молекула тригліцериду складається з чотирьох частин - однієї молекули гліцериду (гліцеролу) і трьох молекул жирних кислот. Утворення АТФ відбувається за рахунок окислення молекул жирних кислот, які звільняються при розщепленні тригліцериду.

У середньому 1 моль суміші жирних кислот, характерних для людини, забезпечує утворення 138 молей АТФ.

Жири володіють найбільшою енергетичною ємністю із всіх інших м'язових джерел енергії. 1 моль АТФ дає близько 10 ккал, 1 моль КрФ - близько 10,5 ккал, 1 моль глюкози при анаеробному розщепленні – близько 50 ккал, при аеробному розщепленні (окисленні) - близько 700 ккал, а 1 моль жирів при окисненні забезпечує 2400 ккал. Жири становлять від 10 до 30% ваги людини, але тільки невелика частина жирів (до 5% всіх жирових запасів) знаходиться в м'язах у вигляді тригліцеридів, концентрація яких в м'язах складає від 5 до 15 г·кг⁻¹. Запасів жирів цілком достатньо для енергетичного забезпечення безперервної ходьби протягом 7-10 днів.

Киснева система, що використовує в якості субстратів окислення як вуглеводи, так і жири, володіє найбільшою енергетичною ємністю з усіх інших енергетичних систем. Її ємність у багато разів перевищує ємність гліколітичної і фосфогенної систем. Тому киснева енергетична система забезпечує виконання роботи великої тривалості від декількох хвилин до декількох годин і навіть днів.

Таким чином, рух спортсмена – це завжди цілісна реакція організму, що враховує біомеханічний, психологічний, педагогічний та фізіологічний аспекти.

Біомеханічний аспект характеризує основи рухів людини.

Психічні процеси в управлінні рухами і формуванні їх раціональної структури ґрунтуються на психологічному аспекті.

Фізіологічний аспект пов'язаний з основами м'язового скорочення і енергозабезпечення рухової діяльності.

Значення педагогічного аспекту полягає в знанні біомеханічних, біологічних і психофізіологічних закономірностей рухів спортсмена для того, щоб ефективно управляти його підготовкою.

Резюме: Управління підготовкою спортсменів пов'язані в основному з двома аспектами: управління рухами і управління тренувальною і змагальною діяльністю. Управління рухами здійснюється на основі функціональної схеми за П. К. Анохіним. Для більш повного розуміння процесів управління рухами людини більше значення має психомоторика, на основі якої здійснюється формування рухового досвіду. Важливою в процесі управління рухами спортсмена є біомеханіка, особливо при формуванні техніки рухів в обраному виді спорту.

Управління рухами спортсменів має розглядатися у поєднанні з енергетичним забезпеченням м'язової діяльності. Розрізняють три фізіологічних системи забезпечення м'язової діяльності: фосфагенну, гліколітичну і кисневу.

***Там само.*

Список використаних літературних джерел:

1. Зимкин Н. В. Анохин П. К. Двигатель. Очерки физиологии функциональных систем. М.: Медицина, 1975. 447с.
2. Анохин П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. В кн.: Принципы системной организации функции. М.: Наука, 1973. С. 5–61.
3. Белинович В. В. Обучение в физическом воспитании. М.: Физкультура и спорт, 1958. 262 с.
4. Бернштейн Н. А. О Ловкости и её развитии. М: Физкультура и спорт, 1991. – 288 с.
5. Бернштейн Н. А. О построении движений. М: Медгиз, 1947. – 255 с.
6. Боген М. М. Обучение двигательным действиям. М.: Физкультура и спорт, 1985. 192 с, ил.
7. Верхошанский Ю. В. Основы специальной физической подготовки спортсменов. М.: Физкультура и спорт, 1988. 331 с, ил.
8. Данилова Н. Н. Психофизиология: Учебник для вузов. М.: Аспект Пресс, 2001. 373 с.
9. Донской Д. Д. Биомеханика с основами спортивной техники. М.: Физкультура и спорт, 1971. 287 с.
10. Запорожец А. В. Развитие произвольных движений. М.: Просвещение, 1967. 178 с.
11. Зациорский В. М. Алешинский С. Ю., Якунин Н. А. Биомеханические основы выносливости. М.: Физкультура и спорт, 1982. 208 с. 208 сный навык. В.кн.: Физиология человека. 4-е изд., 1970. 496 с.
12. Ильин Е. П. Двигательная память, точность воспроизведения амплитуды движений и свойства нервной системы. Психомоторика. Л., 1976. С. 62–68.
13. Ильин Е. П. Двигательные умения и навыки. Теор. и практ. физ. культ. 2001. №5. С. 45-49.
14. Келлер В. С. Деятельность спортсменов в вариативных конфликтных ситуациях. К.: Здоров'я, 1977. 110 с.
15. Крестовников А. Н. Очерки по физиологии физических упражнений. М.: Физкультура и спорт, 1951. 147 с.
16. Лапутин А. Н. Обучение спортивным движениям. К.: Здоров'я, 1986. 216 с.
17. Лурия А. Р. Физиология человека и психологическая наука (к постановке проблемы). Физиология человека. 1975. №1. С. 18–37.
18. Любомирский Л. Е. Управление движениями у детей и подростков. М.: Педагогика, 1974. 232 с.
19. Лях В., Витковский З., Жмуда В. Спортивно-двигательные тесты для оценки специфических координационных способностей футболистов. Теор. и практ. физ. культ. 2002. №8. С. 51–55.
20. Мазниченко В. Д. Обучение движениям (двигательным действиям). Теория и методика физического воспитания. Учебник для ин-тов физ культуры. Под общ. Ред. Л. Матвеева и А. Новикова. 2-е испр. и дополн. изд. в 2 томах. М.: Физкультура и спорт, 1976. Т.1. Гл. 7. С. 141–168.
21. Матвеев Л. П. Основы общей теории спорта и системы подготовки спортсменов К.: Олимпийская литература, 1999. 317 с.
22. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения. К.: Олимпийская литература, 2004.

808 с.

23. Пуни А. Ц. Очерки психологии спорта. М.: Физкультура и спорт, 1959. 109 с.
24. Пшибыльски В., Мищенко В. Функциональная подготовленность высококвалифицированных футболистов: Монография. К.: Наук, світ, 2005. 161 с.
25. Ровний А. С. Формування системи сенсорного контролю точних рухів спортсменів: Автореф. дис. докт. наук з фіз. вих. і спорту. К.: 2001. 40 с.
26. Романенко В. А. Диагностика двигательных способностей. Учебное пособие. Донецк: Изд-во ДонНУ, 2005. 290 с.
27. Сурков Е. Н. Психомоторика спортсмена. М.: Физкультура и спорт, 1984. 126 с, ил.
28. Уткин В. Л. Биомеханические аспекты спортивной тактики / Под ред. В. М. Зациорского. М.: Физкультура и спорт. 1984. 128 с, ил.
29. Ухтомский А.А. Доминанта М.: Наука, 1996. 194 с.
30. Фарфель В. С. Управление движениями в спорте М: Физкультура и спорт, 1975. 208 с.
31. Физиология мышечной деятельности: Учеб. для ин-тов физ. культ. /Под ред. Я. М. Коца. М.: Физкультура и спорт, 1982. 347 с, ил.
32. Фомин Н. А., Вавилов Ю. Н. Физиологические основы двигательной активности. М.: Физкультура и спорт, 1991. 224 с, ил.
33. Холодов Ж. К., Кузнецов В. С. Теория и методика физического воспитания и спорта: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательский центр «Академия», 2001. 480с.
34. Чанади Арпад. Футбол. Техника. Пер. с венг. В. М. Полиевского. М.: Физкультура и спорт, 1978. 256 с, ил.
35. Чханадзе Л. В. Об управлении движениями человека. М.: Физкультура и спорт, 1970. 136 с.
36. Шиян Б. М. Теорія і методика фізичного виховання школярів. Частина І. Тернопіль: Навчальна книга. Богдан. 2001. 272 с.
37. Platonov V. N. El entrenamiento deportivo: Teoria y metodologia. Barselona: Paidotribo, 1995. 322 p.
38. Rovniy A. S Sensory Control of Movements in Sports. The Proceedings of the Modern Olympic Sports International Scientific Congress (May 16-19, 1997). Kyiv, 1997. P. 161.
39. Wilmor J. H. Psychology of sport and exercise. Costill. Champaign: Human Kinetics, 1994. 549 p.