

*Міністерство освіти і науки України  
Полтавський національний педагогічний університет  
імені В. Г. Короленка*

*Кафедра медико-біологічних дисциплін  
і фізичного виховання*

Павло Хоменко  
Інна Шапаренко

# **Основи спеціальної біомеханіки**

**Навчальний посібник**



ПОЛТАВА 2023

**УДК 612.76(075.8)  
О75**

*Рекомендовано до друку вченою радою  
Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка  
(протокол № 4 від 26.10.2023 р.)*

**Укладачі:**

**Хоменко Павло Віталійович** – доктор педагогічних наук, професор кафедри медико-біологічних дисциплін і фізичного виховання Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка;

**Шапаренко Інна Євгенівна** – кандидат біологічних наук, доцент кафедри медико-біологічних дисциплін і фізичного виховання Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

**Рецензенти:**

**Фастівець Анна Віталіївна** – доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін та фізичної терапії, ерготерапії Полтавського інституту бізнесу Закладу вищої освіти «Міжнародний науково-технічний університет імені академіка Юрія Бугая

**Корносенко Оксана Костянтинівна** – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри теорії й методики фізичного виховання, адаптивної та масової фізичної культури Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

**Основи спеціальної біомеханіки: навч. посібн. / уклад. :**  
О75 П.В. Хоменко, І.Є. Шапаренко. – Полтава : Сімон, 2023. – 112 с.

*Фахівець із фізичного виховання повинен володіти високим рівнем медико-біологічних компетентностей, що має забезпечити попередження перетренованості та перенапруження організму школярів, високу культуру рухової діяльності. Спеціальна біомеханіка розглядає конкретні питання технічної і тактичної підготовки в окремих видах спорту і різновидах масової фізичної культури. У навчальному посібнику висвітлено біомеханічний аналіз циклічних, ациклічних та нестандартних видів спорту, наведено їх детальну характеристику.*

**УДК 612.76 (075.8)**

© ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2023  
© Хоменко П. В., Шапаренко І. Є. 2023  
© Сімон, 2023

## Зміст

<b>Вступ</b>	<b>3</b>
<b>Розділ I. Біомеханічна характеристика циклічних вправ</b>	
1.1. Біомеханічна характеристика спортивної ходьби як системи вправ з циклічною структурою руху.	<b>5</b>
1.2. Біомеханічний аналіз легкоатлетичного бігу	<b>9</b>
1.3. Біомеханічний аналіз техніки плавання	<b>17</b>
1.4. Основні вправи в лижному спорті та їх біомеханічна характеристика	<b>21</b>
1.5. Ковзанярський спорт, як система вправ з циклічною структурою рухів	<b>27</b>
<b>Розділ II. Біомеханіка ациклічних фізичних вправ</b>	
2.1 Біомеханічна характеристика техніки виконання гімнастичних вправ	<b>34</b>
2.2. Біомеханічні особливості художньої гімнастики і акробатики	<b>40</b>
2.3. Біомеханічний аналіз техніки штовхання ядра	<b>45</b>
2.4. Біомеханічні показники техніки стрибків в довжину	<b>52</b>
2.5. Біомеханічний аналіз техніки стрибка у висоту	<b>55</b>
2.6. Біомеханічні особливості спортивної боротьби	<b>58</b>
<b>Розділ III. Біомеханічна характеристика рухових дій з нестандартною структурою рухів</b>	
3.1. Дослідження параметрів рухової діяльності футболістів	<b>63</b>
3.2. Біомеханічна характеристика тактичних і технічних дій у баскетбол	<b>69</b>
3.3. Біомеханічна характеристика тактичних і технічних дій у волейболі	<b>80</b>
3.4. Біомеханічні аспекти рухових дій у гандболі	<b>102</b>
<b>Використана література</b>	<b>110</b>

## ВСТУП

Здоров'я людини залежить від багатьох факторів. Більше половини з них пов'язані зі способом життя і, зокрема, з рівнем рухової активності. Вчитель фізичного виховання, тренер повинен володіти достатнім об'ємом знань, вмій і навичок, які б дозволили йому науково обґрунтовано вирішувати питання нормування фізичних навантажень учнів різного віку, рівня фізичної підготовленості, вмій контролювати і аналізувати реакцію організму учня на виконані ним фізичні навантаження з тим, щоб творчо скорегувати оздоровчий процес, не допускаючи в ньому перенапружень і перетренованості.

Вирішення вказаних завдань фізичного виховання значною мірою визначається тим, наскільки об'ємно і глибоко спеціаліст фізкультури володіє навичками оцінки рівня фізичної та функціональної підготовленості учнів. Адже ефективне використання одного з найпотужніших оздоровчих засобів — фізичних вправ, не можливе без врахування відповідності інтенсивності та об'єму фізичних навантажень функціональним можливостям організму. Встановлення чітких критеріїв оцінки фізичного стану організму, об'єму його функціональних резервів дозволить перейти від емпіричного дозування навантажень, яке, на жаль, ще сьогодні практикується, до застосування науково-обґрунтованих рухових режимів з найбільш об'єктивною енергетичною оцінкою.

У біомеханіці фізичні вправи поділяються на циклічні й ациклічні. До циклічних відносяться вправи, що передбачають багаторазове повторення тих самих рухів в одній і тій же послідовності. Закінчуючи вправу, виконавець виявляється в положенні, аналогічному вихідному. Сукупності рухів, що здійснюються між двома аналогічними положеннями, складають цикл рухів. До них відносяться: ходьба, легкоатлетичний і ковзанярський біг, плавання, лижний спорт та ін. До ациклічних відносяться вправи, що не передбачають багаторазового повторення тих самих рухів в одній і тій же послідовності. До них відносяться: гімнастика, акробатика, боротьба, стрибки, метання гранати, штовхання ядра.

## Розділ I. Біомеханічна характеристика циклічних вправ

### 1.1. Біомеханічна характеристика спортивної ходьби як системи вправ з циклічною структурою руху.

Ходьба виконується зі швидкістю близько 1,7 м/с. Цикл рухів складається з двох одиночних кроків (довжиною близько 85см. кожний) і відбувається протягом 1 с. Ходьба характеризується перемінною активністю ніг, чергуванням відштовхування (період опори) і переносу кожної ноги (переносний період). Період опори складається з фази амортизації, відштовхування і підйому. Тривалість періоду опори в порівнянні з переносним приблизно на 10% більше. У переносному періоді виділяють фази: розгону, гальмування й опускання ноги на опору

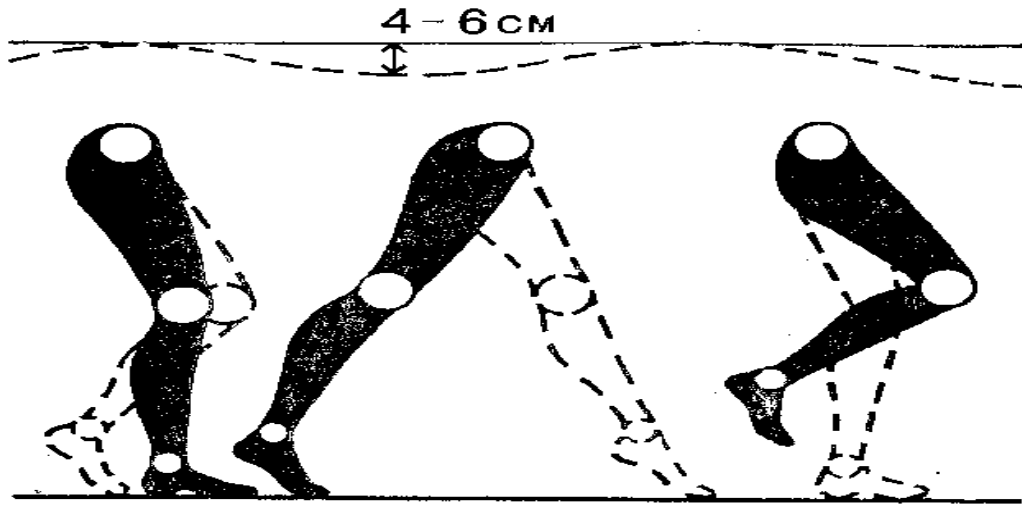
*Фаза амортизації* полягає в гальмуванні руху тіла в напрямку до опори. Вона починається з постановки ноги і закінчується в момент припинення руху тіла вниз, при якому м'язи розтягуються, здійснюючи від'ємну роботу. Амортизація опорної ноги здійснюється: а) розгиначами стопи, що затримують постановку стопи; б) розгиначами гомілки в гомілковостопному суглобі, що затримують ногу в колінному суглобі; в) згиначами стопи, що затримують нахил гомілки вперед.

*Фаза відштовхування* починається з розгинання опорної ноги в колінному суглобі і закінчується в момент відриву ноги від опори. При звичайній ходьбі кут постановки ноги на опору дорівнює в середньому  $83^\circ$ , максимально швидкої -  $79^\circ$ . Випрямлення відштовхуючої ноги відбувається завдяки згинанню стопи, розгинанню гомілки в колінному суглобі, розгинанню стегна в тазостегновому суглобі, збільшенню нахилу таза. Рух в суглобах ніг відбуваються в основному навколо фронтальної осі (згинання, розгинання). Більш складні рухи в тазостегнових суглобах (завдяки обертанням таза навколо головних осей суглоба опорної ноги). Основні рухи в тазостегновому суглобі в передньо-задньому напрямку відбуваються по постійно змінній проміжній осі, тобто згинання і розгинання сполучаються з відведенням і приведенням. Крім того, ці основні рухи супроводжуються поворотом обох тазостегнових суглобів убік, протилежну повороту таза: у махової ноги - назовні, в опорної - усередину.

Переміщення загального центра маси тіла (ЗЦМ) при ходьбі відбувається не прямолінійно і не рівномірно. ЗЦМ тіла рухається то прискорено, то уповільнено і крім постійного переміщення вперед робить вертикальні і поперечні коливання. Вертикальні коливання ЗЦМ тіла при кожному кроці під час ходьби приблизно дорівнюють 4-6 см. (рис. 1.1.).

Повороти таза здійснюються внаслідок роботи м'язів тазостегнового суглобу опорної ноги (група м'язів, що приводять, крайні пучки малого і середнього сідничних м'язів і косих м'язів живота). Відведення таза відбувається при роботі м'язів, що відводять тазостегновий суглоб опорної ноги (верхня частина великого сідничного м'яза, що напружує широку фасцію

стегна, середній і малий сідничні м'язи та ін.). Таким чином, при ходьбі всі основні м'язові групи тазостегнового суглоба у визначеній послідовності включаються в роботу. Переключення в роботі м'язових груп відбуваються перед початком кожної з фаз рухів ноги.



*Рис. 1.1. Траекторія ЗЦМ тіла при ходьбі.*

Прямий м'яз стегна має слабо виражену електричну активність. Незначне збільшення амплітуди біопротоків дії спостерігається в заключній фазі відштовхування і після його завершення - на початку фази переносу.

Електрична активність двоголового м'яза починається у фазі переносу після проходження моменту вертикалі. Струми дії м'яза дещо знижуються після постановки ноги на опору. Електрична активність литкового м'яза зберігається протягом всієї опорної фази зі значним її наростанням. На початку переносу відзначається короткий спалах слабо вираженої активності. Передній великогомілковий м'яз відрізняється двома спалахами електричної активності - на початку опорної фази й у середній її частині. Ще два набагато більш значні спалахи біопротоків відзначаються на початку і при завершенні фази переносу.

Найбільша амплітуда осциляції в опорний період спостерігається в литковому м'язі. Її електрична активність поступово збільшується після постановки ноги на опору і досягає максимуму в заключній фазі відштовхування. Осциляції переднього великогомілкового м'яза близькі за величиною до литкового на початку опорної реакції. Передній великогомілковий м'яз має найвищу електричну активність у фазі переносу. Біопротоків практично не загасають під час переміщення ноги після відштовхування і до постановки на опору. Проте спостерігаються два особливо інтенсивних сплески активності в першій і останній чвертях фази переносу.

Електрична активність двоголового м'яза стегна характеризується однією протяжною областю активності, складаючись ще й з коротких сплесків і знижень амплітудних показників. Прямий м'яз стегна має тривалий спалах електричної активності загасаючого характеру в першій третині фази переносу.

Короткий інтенсивний спалах активності цього м'яза відзначається перед постановкою ноги на опору.

Зі збільшенням швидкості ходьби значно зростає електрична активність м'язів нижньої кінцівки. Так, середня амплітуда осциляції прямого м'яза стегна в звичайній ходьбі - 2,2 мкВ, у швидкій - близько 6,5 мкВ. Середня амплітуда осциляції двоголового м'яза підвищується з 6,1 мкВ до 14,3 мкВ, литкового - з 15 до 30, переднього великогомілкового - з 25 мкВ до 60 мкВ. Слід зазначити, що в звичайній і максимально швидкій ходьбі порядок включення м'язів у роботу однаковий при різних фазах руху.

При ходьбі в динамічну роботу включаються також м'язи верхньої частини тулуба, плечового пояса і рук. Одночасно з поворотом тазу убік поштовхової ноги верхня частина тулуба і плечовий пояс повертаються убік махової ноги. Фронтальні осі плечей і тазу роблять зустрічні рухи. Завдяки цьому разом з маховою ногою виноситься вперед різнойменна рука. Руху в плечових суглобах аналогічні рухам у тазостегнових. Основну роботу виконують великий грудний, дельтоподібний і найширший м'язи спини.

Опорні реакції при ходьбі характеризуються значною варіативністю. Однак, незважаючи на різноманітність конфігурацій динамограм, можна виділити три типи опорних реакцій, що істотно відрізняються за характером розвитку зусиль (рис. 1.2).

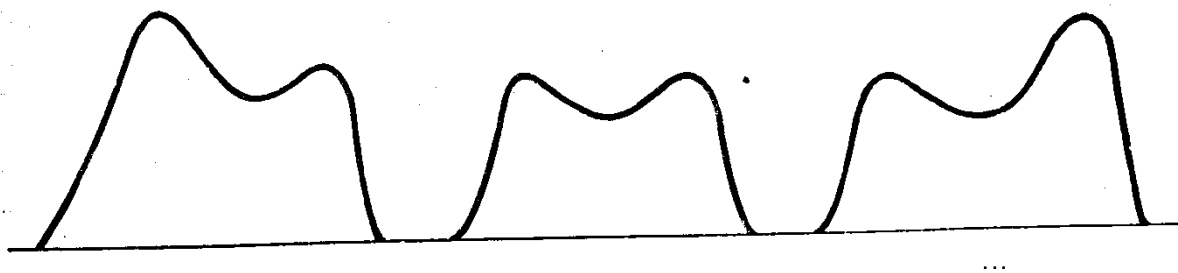


Рис. 1.2. Типи опорних реакцій при ходьбі.

Для першого типу кривих характерне підвищення максимуму першого піку (I) над аналогічною точкою другого. Інший різновид відштовхування (III) вирізняється вираженою перевагою величини другого максимуму в порівнянні з першим. Опорні реакції третього типу (II) майже не відрізняються від першого і других.

Фаза підйому переносної ноги починається з моменту відриву від опори, а закінчується в момент найбільш високого положення центра ваги ноги і з початком її руху вперед. Опорна реакція ноги спрямована вперед і нагору (Рис.1. 3). Сила тиску поштовхової ноги  $D_1$  викликає однакову за величиною і протилежну за напрямком реакцію  $R_1$ , вертикальна складова  $R_{п1}$ , якій протидіє ваги тіла, а горизонтальна  $R_{т1}$  забезпечує рух тіла вперед. При передній опорі сила тиску махової ноги  $D_2$  і реакція  $R_2$  спрямовані назад і вгору. Її вертикальна складова  $R_{п2}$  протидіє вазі тіла, а горизонтальна  $R_{т2}$  гальмує рух тіла вперед.

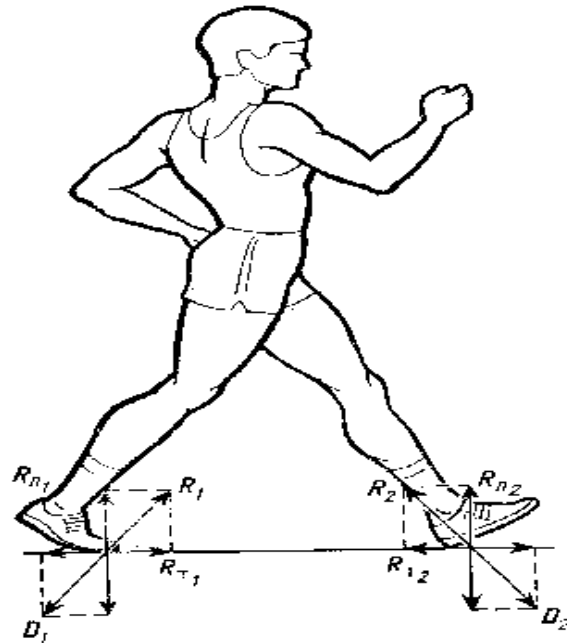


Рис. 1.3. Опорні реакції при подвійній опорі.

Ходьба складається з ряду коливальних рухів, зміна напрямків яких відбувається в моменти найвищого положення центра ваги ноги позаду і попереду тазу. Фаза розгону ноги починається зі згинання стегна в тазостегновому суглобі і закінчується в момент переносу ноги, фази гальмування й опускання на опору - у момент найбільш високого положення тазу.

У фазах амортизації і гальмування частина кінетичної енергії розсіюється, а частина її перетворюється в потенційну енергію пружної деформації м'язів. При відштовхуванні опорною ногою і розгоні переносної потенційна енергія переходить у кінетичну.

Зі збільшенням частоти кроків підсилюється відштовхування, підвищується швидкість і довжина кроків. Довжина кроку залежить від росту людини, довжини ніг, розміру стоп, амплітуди рухів ніг у тазостегнових суглобах, повороту тазу. З підвищенням темпу ходьби довжина кроку спочатку збільшується, а потім при темпі понад 150 кроків у хвилину зменшується, тому що завдяки короткочасності переходу маху нога не може бути винесена далеко вперед на опору. Збільшення темпу при звичайній ходьбі можливо тільки у межах 200 одиночних кроків у хвилину. При подальшому підвищенні темпу з'являється фаза польоту і ходьба переходить у біг. Зі збільшенням довжини й особливо частоти кроків підвищується тиск опорної ноги на опору і скорочується тривалість подвійної опори.

Гімнастична ходьба характеризується постановкою на опору стопи з носка. Це зм'якшує ходу, але укорочує довжину кроку і зменшує швидкість. При ходьбі на носках різко скорочується довжина кроку, зменшується швидкість. Пригибна ходьба - це ходьба на напівзігнутих ногах з нахилом тулуба вперед.



## 1.2. Біомеханічний аналіз легкоатлетичного бігу.

Біг на короткі дистанції починають з низького старту, а біг на середні і довгі - з високого. Стартове положення являє собою вихідну позу, що спрямована на те, щоб почати найбільш швидке пересування і забезпечує кращі умови для розвитку стартового прискорення ЗЦМ тіла в потрібному напрямку й активне відштовхування. Розташування всіх ланок тіла залежить від умов стартової дії і повинне відповідати індивідуальним особливостям співвідношення важелів і силової підготовленості бігуна.

При високому старті бігун ставить попереду поштовхову ногу, іншу відставляє на 2-3 стопи назад на носок. Після команди «На старт!» він згинає ноги в колінних суглобах, переносить масу тіла на ногу, що стоїть попереду, одночасно виставляючи вперед зігнуту в ліктьовому суглобі руку, іншу руку відводить трохи назад (в інших варіантах високого старту руки вільно розташовуються внизу). Після команди «Марш!» бігун розгинає ноги в колінних суглобах. При відштовхуванні від опори випрямляє тулуб і починає біг по дистанції.

Біг з низького старту починають зі стартового станка чи стартових колодок, що забезпечують бігуну надійний упор для стоп. Після команди «На старт!» необхідно стати перед колодками, опуститися на руки (долоні) попереду лінії початку бігу, створивши упор ногами об колодки. Після цього необхідно опуститися на коліно ноги, що стоїть позаду і, не згинаючи рук у ліктьових суглобах і не напружуючи їх, поставити кисті рук упиртул до стартової лінії на ширину пліч чи дещо ширше. Великі пальці повинні бути розгорнуті всередину, а інші - назовні, плечі розташовані над лінією старту, спина трохи заокруглена. Голову варто тримати прямо, м'яза шиї не напружувати, погляд спрямований уперед.

Після команди «Увага!» бігун розгинає ноги (трохи вище рівня пліч), розподіляючи масу тіла на спереду розташованій нозі і руках. Руки виправлені, ноги зігнуті під тупим кутом.

Після команди «Марш!» бігун спочатку відриває руки від опори й одночасно, розгинаючи ноги в колінних суглобах, відштовхується від колодок.

Стартові рухи - це руху зі стартового положення, що забезпечує нарощування швидкості і перехід до наступного стартового розгону. При старті ЗЦМ тіла має прискорення, обумовлене м'язовими зусиллями, спрямованими в протилежні сторони: уперед-прискорюють рухливі ланки, назад - притискають опорні ланки до опори.

Збільшення швидкості бігу забезпечується стартовим розгоном. У бігу на короткі дистанції за час стартового розгону швидкість збільшується до максимальної й утримується на більшій відстані, чим при бігу на середні і довгі дистанції, де необхідна швидкість досягається з перших же кроків.

Раціональна техніка стартового розгону характеризується: значним нахилом тулуба вперед на початку розгону і поступовим випрямленням під кінець; повним випрямленням ноги в колінному суглобі під час відштовхування; енергійним переміщенням стегна махової ноги нагору з

подальшим рухом назад; швидкими й активними рухами зігнутих рук з акцентованим рухом назад; плавним переходом від стартового розгону до бігу по дистанції.

Відомо, що рух виконується ефективніше при максимальному використанні сили скорочення м'язів. Сила ж залежить від вихідної довжини м'язів. Виходить, чим гостріше суглобовий кут на початку руху, тим більше довжина і сила м'яза, а також шлях прикладення його сили. При стартовому розгоні, особливо в його початку, кути у всіх суглобах опорної ноги при її постановці на опору приблизно рівні чи знаходяться в межах  $90-100^\circ$ , а робочий діапазон їхнього збільшення достатній, щоб м'язи виявили свою максимальну силу. Оскільки збільшення кута в тазостегновому суглобі дорівнює  $70^\circ$  (у колінному і гомілковостопному суглобах близько  $45^\circ$ ), то провідними в стартовому розгоні є м'язи тазостегнового суглоба.

Стартовий рух відбувається за рахунок переборюючої роботи м'язів ніг. На наступних кроках стартового розгону м'язи опорної ноги продовжують працювати в режимі скорочення, але вже починається використання їхнього попереднього розтягання. Приблизно з 5-7 кроку в міру випрямлення корпусу і постановки стопи перед проекції ЗЦМ тіла на опору починає з'являтися фаза гальмування з неминучими утратами швидкості і зовнішньої енергії. Вертикальні коливання ЗЦМ при біговому кроці рівні 18-20 см. (Рис. 1.4). Це приводить до появи амортизації в колінному суглобі і до подальшого збільшення її в суглобі стопи.

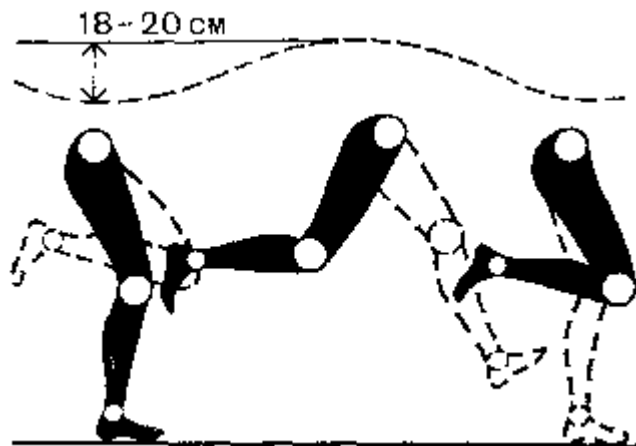


Рис. 1.4. Траєкторія ЗЦМ при бігові.

При стартовому розгоні найбільшу миттєву потужність розвивають м'язи-розгиначі тазостегнового суглоба - великий сідничний, двоголовий та ін. М'язи-розгиначі колінного суглоба і згиначі суглоба стопи розвивають меншу миттєву потужність, однак працюють більш тривалий час. На початку опори розгін спринтера відбувається переважно за рахунок м'язів тазостегнового суглоба, а в другій половині - за рахунок колінного суглоба і суглоба стопи. Таким чином, старт і перші кроки стартового розгону забезпечуються в основному роботою переборюючи м'язів опорної ноги.

Техніка бігу складається з періодів опори і періодів польоту. Опорний період починається з фази амортизації, що змінює свою діяльність у залежності від довжини дистанції і швидкості бігу. У спринтерському бігу вона менш тривала, чим відштовхування, а в бігу на довгі дистанції майже в півтора разу довше. Амортизація здійснюється в колінному, гомілковостопному і тазостегновому суглобах. М'язи здійснюють поступаючу роботу, напружуються й обумовлюють наступне могутнє відштовхування. ЗЦМ тіла переміщається по вертикалі вниз (Рис. 1.5).

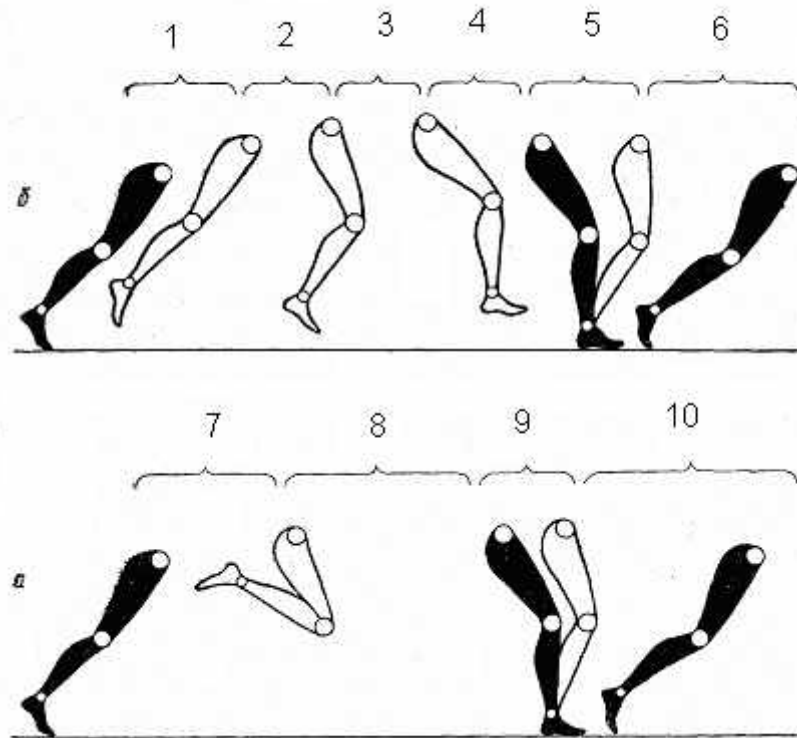


Рис. 1.5. Фази крокуючих рухів при бігові: а) за кінематичними даними (пози), б) за динамічними даними (зусилля).

1- підйом; 2- розгін; 3- гальмування; 4- опускання; 5- амортизація; 6- відштовхування; 7- задній крок; 8- передній крок; 9- передній поштовх; 10- задній поштовх.

Під час амортизації опорної ноги кути в дистальних суглобах під дією маси і сили інерції тіла спринтера зменшуються, а кут у тазостегновому суглобі збільшується.

М'язи-розгиначі стегна і гомілки, а також згиначі стопи виявляють одночасну і почергову активність. Найбільша активність великого сідничного м'яза спостерігається на фоні активності двоголового м'яза стегна. Одночасно виявляють активність і розгиначі колінного суглобу, однак після третини періоду опори продовжує працювати тільки прямий м'яз стегна. При постановці стопи на опору активізуються м'язи-антагоністи суглобу стопи, але

після першої третини періоду опори продовжує скорочуватися лише литковий м'яз.

Помітні розходження в просторовій побудові рухів відзначаються і при аналізі амортизаційного (тильного) згинання стопи. У починаючих бігунів на короткі дистанції стопа негайно ж після постановки опускається до опори, торкається або майже торкається її п'ятою і відразу ж починає розгинатися. У більш підготовлених вона плавно згинається і залишається майже притиснутою до поверхні опори аж до завершення амортизаційної фази.

Стегно опорної ноги безупинно переміщається навколо осі тазостегнового суглоба в напрямку, протилежному напрямку бігу. У підготовлених спринтерів швидкість руху стегна значно вище, ніж у початківців ( $7,5 \text{ c}^{-1}$  проти  $4,8$ ).

Махова нога до моменту постановки поштовхової на опору звичайно знаходиться у фазі розгону маху. У новачків своєї найбільшої швидкості вона досягає до завершення амортизаційної фази, у більш підготовлених - відразу послі її завершення. Характер прискорення махового руху значно впливає на інші параметри бігу.

Раціональна побудова рухів в амортизаційній фазі багато в чому залежить від того, наскільки вірно виконані рухи при опусканні ноги на опору. Основним показником ефективності виконання цієї частини поштовху є рівномірність у наростанні зусиль і нетривалий час їхнього розвитку. Такий характер протікання фази амортизації забезпечується специфічними особливостями структури рухів опорної ноги при постановці і відразу після неї. Головними з них є: активний рух, пружна постановка стопи на її передню частину, гарна погодженість рухів у суглобах опорної ноги, що виявляється в плавній зміні кутів згинання ланок ноги в колінному суглобі і суглобі стопи.

Основну амортизаційну функцію виконують суглоби стопи. Амортизаційне зменшення кута в колінному суглобі значно менше, ніж у суглобі стопи ( $4$  і  $38^\circ$ ). Кут у суглобі стопи у фазі амортизації гранично малий і складає близько  $90-100^\circ$ .

Таким чином, при бігові з максимальною швидкістю основним амортизатором і рушієм тіла спринтера є суглоб стопи. М'язи опорної ноги працюють в поступливо-долаючому режимі, при цьому одним з провідних факторів відштовхування є ресорна властивість стопи.

Амплітуда коливань ЗЦМ тіла в спортсменів під час бігу різна. Опускання ЗЦМ тіла в амортизаційній фазі більше в менш підготовлених бігунів. Так, амплітуда згинання опорної ноги в колінному суглобі в більш підготовлених бігунів складає  $30^\circ$ , в інших -  $40-45^\circ$ . Амортизаційне згинання ноги закінчується найчастіше в момент вертикалі, коли проекція ЗЦМ тіла бігуна проходить через точку опори. Іноді до і після цього моменту відзначається деяка стабілізація кута в колінному суглобі і суглобі стопи. З моменту постановки ноги на опору рух махової ноги вперед обумовлює просування вперед і позитивне прискорення ЗЦМ тіла бігуна. Фаза відштовхування починається з розгинання опорної ноги в колінному суглобі і суглобі стопи при триваючому розгинанні в тазостегновому. Від структури руху ноги

безпосередньо після моменту постановки значно залежить протікання процесу відштовхування. Важливу роль грають ступінь згинання ноги в суглобах, швидкість і амплітуда переміщення ноги щодо тазостегнового суглоба.

Характер і величина зусиль, що розвиваються в перші 10-15 мс після постановки ноги на ґрунт, залежать від особливостей взаємодії стопи з опорою і підготовляються оптимальним розташуванням окремих ланок тіла бігуна, зокрема ноги ще в польотному періоді. Не менш важливим є і підшовне згинання стопи у фінальній частині задньої опори. Якщо в литковому і камбаловидному м'язах електрична активність зникає ще до моменту зняття ноги з опори, то в довгому згиначі великого пальця вона зберігається протягом всього опорного періоду і продовжується якийсь час після завершення відштовхування. Фаза активного відштовхування характеризується широкою амплітудою і великою швидкістю кутового переміщення опорної ноги щодо тазостегнового суглоба. Зовнішнім показником ефективності рухів у цій фазі є величина кута відштовхування. Відштовхування під більш гострим кутом ефективно в тому випадку, якщо таке значення даного - параметра обумовлено могутнім зусиллям, забезпеченим раціональною структурою рухів.

Кут у колінному суглобі опорної ноги наприкінці відштовхування максимальний-160-165°. Він не змінює своєї величини, чому сприяє скорочення двоголового м'яза стегна. Поряд зі згиначами хребта і м'язами черевного пресу м'язи стегна напружуються, щоб протидіяти силам інерції тулуба, спрямованим у фазі відштовхування назад.

Двоголовий м'яз, сприяючи запиранню тазостегнового суглоба, створює тягу в проксимальному кінці стегнової кістки. Литковий м'яз виконує функцію згинання стопи, створює тягу в дистальному кінці стегнової кістки. У результаті стегно і гомілку виконують роль суглобного важеля. При досить великому куті в колінному суглобі тяга перерахованих м'язів без участі розгиначів коліна достатня, щоб створити максимум подовжньої і ще значні величини вертикальної складових сил реакції опори.

Таке чергування роботи м'язів підкреслює раціональність організації рухів спринтера при відштовхуванні і їхню економічність.

Вертикальна складова реакції опори в дітей 12-14 років, плавно наростаючи, досягає 270 % їхньої маси тіла, у майстрів спорту і спринтерів вищих розрядів - 300-360 %. Показник ритму бігу (відношення тривалості фаз польоту до тривалості опорної частини кроку) у майстрів спринту високий - 1,35. У дітей цей показник, що відображає рівень концентрації корисних зусиль, дорівнює лише 0,80.

Завершення відштовхування в підготовлених бігунів характеризується майже повним випрямленням ноги в колінному суглобі і гострим (47)° кутом відштовхування. Новачки найчастіше закінчують відштовхування під тупим кутом (60-70°) і зігнутою в колінному суглобі ногою.

Махова нога до моменту закінчення відштовхування завершує гальмування. При цьому висота підйому стегна махової ноги не завжди залежить від рівня технічної підготовленості. При оптимальному підйомі стегна

махової ноги вона складає майже прямий кут зі злегка нахиленим уперед тулубом. Наприкінці відштовхування спостерігається поворот таза (на  $45^\circ$ ), убік опорної ноги. У момент вертикалі найбільшої величини досягає відведення таза убік махової ноги (на  $20^\circ$ ), у результаті чого колінний суглоб махової ноги виявляється значно нижче колінного суглобу опорної ноги. Фаза відштовхування закінчується до моменту відриву поштовхової ноги від опори. Відштовхування досягається енергійним випрямленням опорної ноги й активним маховим рухом переносної ноги.

У періоді польоту ноги роблять рух позаду - піднімання і розгін, і попереду - гальмування й опускання на опору. Стопа ноги, що стоїть спереду виноситься вперед одночасно зі згинанням стегна і гомілки. Стопа позад розташованої ноги відстає від таза, цілком випрямляючи в польоті одночасно з відведенням стегна назад. У результаті відбувається розведення стоп у польоті до найбільшої відстані між ними. Розгін стегна ноги, що уперед виноситься, змінюється його гальмуванням, а згинання ноги в колінному суглобі - розгинанням її вперед. Після найбільшого розведення стоп відбувається розтягання м'язів, що починають зворотні рухи. Унаслідок виносу ноги, що стоїть позаду, вперед і прискореного опускання стопи передньої ноги вниз і назад, відбувається зведення стегон.

Збільшення швидкості виносу ноги вперед забезпечує енергійний мах ногою в опорному періоді, а підвищення швидкості опускання ноги на опору скорочує час польоту, підвищуючи темп бігу. Розгін маху - дуже відповідальна ділянка махового руху. Це обумовлено насамперед його істотним впливом на реакцію опори після того, як протилежна нога опустилася на опору. У бігу цей момент найчастіше збігається зі збільшенням значень прискорення махової ноги, максимуми яких розташовуються близько до моменту вертикалі. Величина прискорення прямо впливає на кількісні характеристики силового внеску махової ноги в опорну реакцію. Тому дуже важливим є момент досягнення максимуму прискорення м'яза. У підготовлених бігунів він спостерігається при завершенні амортизаційної фази чи після неї. Новачки найчастіше досягають максимального значення прискорення махової ноги задовго до завершення амортизації. Тим самим створюються додаткові перевантаження в першій половині опорної реакції, що збільшує її тривалість і, отже, не дозволяє розвивати високої швидкості. Фаза гальмування починається з моменту уповільнення швидкості кутового переміщення махової ноги. Стегно в цій фазі повинне бути підняте до рівня перпендикуляра стосовно тулуба.

Більш раннє гальмування стегна махової ноги викликає спряжений ефект роботи м'язів задньої поверхні стегна опорної ноги, що сприяє скороченню часу опорного періоду, наближаючи момент виносу ноги вперед після завершення відштовхування.

Вже в польотній фазі починається опускання махової ноги на опору. У спортсменів-розрядників цей рух здійснюється з великою швидкістю в напрямку прямо на опору, нога ставиться на доріжку плоско з носка. Швидкість

опускання ноги в починаючих спортсменів менше, напрямок руху - уперед з постановкою ноги гостро з чи носка на всю стопу.

Безсумнівний інтерес являють собою особливості зміни темпу бігу і тривалості періоду опори. Діти 7-8 років розвивають темп бігу в середньому 4,9 крок/з, що обумовлено відносно прискореним за часом періодом польоту. З 10 років темп бігу дітей різко знижується. У цьому ж віці зареєстрований і найбільший ріст довжини кроків - до 10 %. Показник темпу бігу в 4,8-5,2 крок/з незалежно від віку забезпечується тривалістю періоду опори, що складає 0,09-0,11 с. Швидкість бігу дошкільників і школярів обох статей збільшується нерівномірно. Найбільший ріст швидкості зафіксований у дошкільників від 4 до 5 років - хлопчиків на 24 %, дівчат на 23 % і в школярів від 14 до 15 років - хлопчиків на 17%, дівчат на 8 %.

Руху при фінішуванні виконуються двома способами. Перший спосіб називається «кидок грудьми», при якому бігун на останньому кроці різко нахилиється грудьми вперед на стрічку. Руки при цьому подаються назад.

При другому способі з одночасним нахилом тулуба уперед виробляється поворот тулуба; навколо вертикальної осі з торканням фінішної стрічки плечем.

Для того, щоб не допустити падіння при фінішуванні за-лінією фінішу, махова нога швидко виставляється вперед, тулуб випрямляється, таз виноситься вперед, плечі приділяються назад із продовженням бігу по інерції і поступовому зменшенні швидкості.

При бігу в гору тулуб нахилиється вперед у залежності від крутості гори, зменшується довжина кроків, збільшується їхня частота, нога ставиться на передню частину стопи. Короткі підйоми переборюються найчастіше на максимальній швидкості.

Під час бігу з гори тулуб знаходиться у вертикальному положенні чи відхиляється трохи назад у залежності від крутості схилу. При цьому зменшується довжина кроків, а ноги ставляться на всю стопу.

Біг по пересіченій місцевості являє собою біг, при якому дотримується загальна техніка бігових кроків. Різна опора, перешкоди, зміна рельєфу місцевості, що порушують ритм бігу, вимагають уміння добре координувати рух.

Високі результати в бігу, наприклад, на 400 м можуть бути досягнуті при різному співвідношенні довжини і частоти кроків. Ці співвідношення по середніх величинах коливаються в наступному діапазоні: темп 3,6-4,0 крок/с, довжина кроку 225-240 см. Зазначені величини цілком припустимі для бігунів слабкої підготовленості. Розходження між ними і добре підготовленими бігунами полягає в тому, що перші зазначені співвідношення можуть витримувати протягом 10-17 с бігу, а другі - па протязі 40-47 с.

Досвідчені бігуни володіють технікою вільного бігу (вільного ходу) і використовують його на окремих відрізках дистанції. Так, досягши максимальної швидкості, у визначений момент бігу вони знижують напруженість діяльності рухового апарата, намагаючись при цьому не

зменшувати швидкості, ефективно використовуючи інерційні сили. Пробігши таким способом визначений відрізок дистанції, знову переключаються з вільного бігу на звичайний. Вільний хід розцінюється як важливий компонент підготовленості бігуна, йому призначають велику роль у досягненні високих результатів у спринті і на середніх дистанціях.

У бар'єрному бігу розрізняють: старт, стартовий розбіг, відштовхування, перехід через бар'єри, біг між бар'єрами і фінішування. Біг починається з низького старту. Стартовий розбіг виконується звичайно протягом перших восьми кроків. Для успішної атаки бар'єру ногу на останньому кроці необхідно ставити на передню частину стопи, ближче до проекції ЗЦМ тіла, що дає можливість зменшити крок на 15-25 см. Бар'єри необхідно переборювати переступанням чи перебіганням, щоб зменшити вертикальне коливання ЗЦМ тіла. Атака бар'єра починається енергійним рухом зігнутої в колінному суглобі махової ноги стегном вперед і збільшенням нахилу тулуба вперед. Разом з маховою ногою швидко виноситься вперед і розгинається в ліктьовому суглобі різнойменна рука. Друга рука зігнута і подається назад. Після відштовхування настає фаза польоту, при якій виправлена нога швидко переміщається вперед з метою миттєвої постановки ноги за бар'єр на передню частину стопи. Потім нога опускається на всю стопу і трохи згинається в колінному суглобі. Ця фаза характеризується розведенням ніг у передньо-задньому напрямку. Кут розведення стегон у положенні бігуна над бар'єром досягає 117-123°. У момент, коли нога активно опускається вниз, поштовхова продовжує згинатися в колінному суглобі і також швидко виноситься вперед. Руки при цьому змінюють положення. Рука, однойменна маховій нозі, виноситься вперед, а різнойменна, зігнута як у звичайному бігу, просуваючи назад, пропускає під собою вихідну вперед зігнуту поштовхову ногу.

Приземлятися за бар'єром потрібно так, щоб не зменшувати швидкості просування і не порушувати ритму бігу між бар'єрами. Велику роль у цьому грає активне опускання махової ноги, за бар'єр, просування тазу вперед, перенесення поштовхової ноги й оптимальний нахил тулуба. Місце зіткнення стопи з доріжкою повинне бути ближче до проекції ЗЦМ тіла. Приземлення відбувається на передню частину стопи випрямленої махової ноги на відстані 145-160 см від бар'єра. Якщо на відштовхування перед бар'єром іде 0,14-0,15 с, то час опори за бар'єром коротше - 0,093-0,103 с. Як правило, максимальна швидкість бігу на дистанції 110 м з бар'єрами досягається до третього-четвертого бар'єра.

Відстань від місця приземлення за бар'єром до місця відштовхування на наступний бар'єр пробігається в три кроки. Довжина, цих кроків у кращих бігунів наступна: перший - 160-175 см, другий - 200-205, третій - 185-190 см. Рухи бігуна між бар'єрами повинні бути вільними, широкими й енергійними - без зайвих коливань ЗЦМ тіла.



### 1.3. Біомеханічний аналіз техніки плавання

Усі способи плавання засновані на взаємодії плавця з водою, при якому створюються сили, що просувають його у воді й утримують на її поверхні. Специфічні особливості біомеханіки плавання зв'язані з тим, що сили, що гальмують просування, значні, перемінні і діють безупинно. У плавця немає постійної опори для відштовхування вперед, вона створюється під час гребкових рухів. Крім того, тіло плавця знаходиться під дією сили, що занурює - сили ваги тіла, що спрямована вниз і прикладена до його ЗЦМ. Сила, що виштовхує, обумовлена різницею тисків води на нижню і верхню поверхні зануреного тіла і по величині дорівнює масі води в обсязі зануреної частини тіла. При більш глибокому і повному зануренні сила, що виштовхує, росте, а в міру піднімання над водою частин тіла (рух руки по повітрю перед гребком) зменшується.

Таким чином, занурююча сила постійна по величині, але змінює точку прикладення при зміні пози. Сила, що виштовхує, змінює і свою величину, і точку прикладення в залежності від занурення тіла у воду і його пози. Тіло плавця у воді урівноважено, що занурююча і врівноважуючи сили рівні по величині, і їхня дія спрямована по одній лінії.

Оскільки рушійна сила залежить від руху ланок тіла відносно води, поступальний рух плавця уперед викликають тільки ті складові цієї сили, що рівнобіжні поверхні води і спрямовані вперед.

Сила гребкових рухів залежить від факторів, обумовлених функціональними особливостями м'язів і опорно-руховим апаратом.

При гребку усередину виявляється найбільша результуюча сила завдяки прискореному руху руки в другій половині просування. Сила лобового опору руху кисті в основному спрямована убік і не протидіє руху тіла плавця, тому що ефективно компенсується парними рухами рук.

У гребку розрізняють підготовчий і робочий періоди. Підготовчий період у плаванні способом кріль на грудях включає фазу руху руки над водою і фазу занурення її у воду. Робочий період має три фази: розгінну, основну і завершальну.

Фаза руху руки над водою починається з моменту виносу кисті плавця з води і закінчується в момент опускання її у воду для чергового гребка. Фаза занурення кисті у воду має граничні моменти: від занурення кисті до початку активної взаємодії руки з водою. Перша фаза робочого періоду - розгінна фаза, вона характеризується наростанням швидкості руху руки. У цій фазі рука переміщається щодо горизонталі від  $10-15^\circ$  до  $40-50^\circ$ . Граничним моментом закінчення цієї фази служить момент переходу руху кисті із сагітальної площини у фронтальну при згинанні руки в ліктьовому суглобі. В основній фазі робочого періоду швидкість руки знижується, а потім збільшується в другій половині гребка. У цій фазі створюються основні сили, що просувають плавця вперед. Швидкість плавання при цьому зростає до максимуму. Основній фазі відповідає положення руки від  $45-50^\circ$  до переходу руки за вертикаль.

Завершальна фаза починається з моменту руху ліктя нагору і закінчується виходом кисті з води. Вона характеризується зниженням швидкості руху кисті щодо води. Це зв'язано з переміщенням руки за вертикаль і переходом на ковзні кути атаки.

Плавці зі слабкою підготовленістю виконують більш часті гребкові рухи з невеликим розмахом, підтримуючи тим самим відносно високу швидкість гребка. Плавці з гарною підготовленістю розвивають ту ж швидкість руки у воді на більш тривалій відстані за рахунок швидкого згинання руки в ліктьовому суглобі.

При всіх гребкових рухах, за винятком рухів ніг у кролі, гребні ланки рухаються щодо інших частин тіла назад і проходять у воді зворотний шлях від місця початку гребка. Таким чином, механізм динамічної взаємодії плавця з водою заснований на змінах опору води, викликуваних у першу чергу швидкістю руху ланок тіла щодо води.

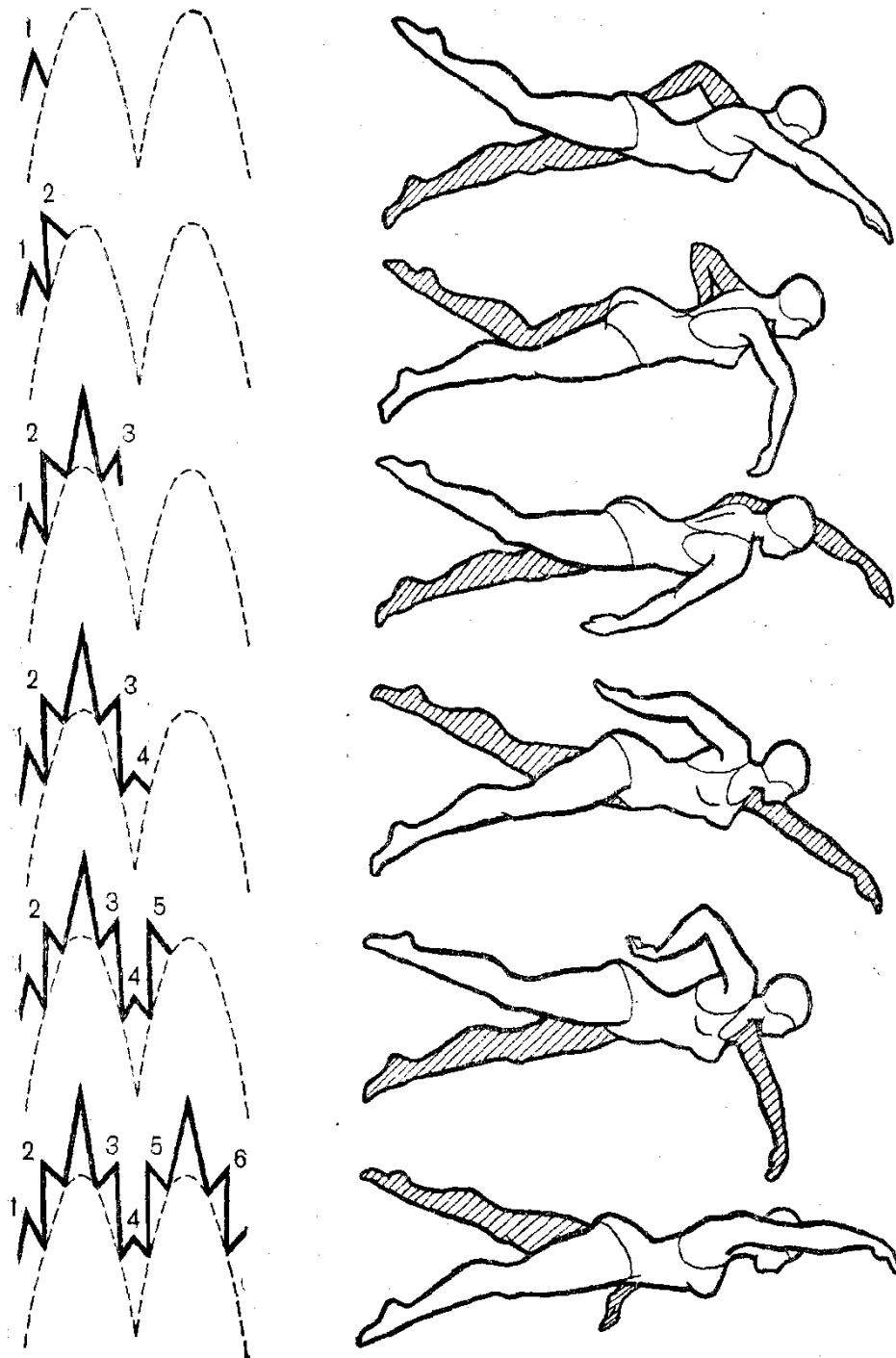
На ефективність гребкових рухів впливають також форма й орієнтація гребучи ланок, їхньої траєкторії і розподіл зусиль, що є основними рушіями людини у воді. Вигнута форма гребних поверхонь, і визначена кутова орієнтація їх до потоку підвищують ефективність гребка.

При виконанні гребкового руху активне випрямлення ніг починається в тазостегнових суглобах, а потім у колінних і суглобах стопи. Така послідовність рухів обумовлюється анатомічною будовою нижніх кінцівок, що утруднює розгинання гомілки при зігнутому стегні чи розгинання стопи при розігнутій гомілці. Гребкові рухи ніг супроводжуються активним поворотом стегна назовні (супінацією) і додають руху гомілки захлестуючого характеру. Слід зазначити, що наприкінці гребка після повного випрямлення ніг розгинання в тазостегнових суглобах продовжується. За своїм характером цей рух є вже не гребковим, а допоміжним, що повертає тіло в горизонтальне положення.

Згинання і розгинання стоп ніг має допоміжний характер. При згинанні поліпшується обтічність тіла, а при розгинанні збільшується опорна площа стоп. Аналіз динаміки внутрішньо циклової швидкості гребкового циклу дозволяє виділити три фази циклу: фазу прискорення, протягом якої завдяки активним гребковим рухам руками і ногами швидкість просування плавця збільшується і досягає максимуму; фазу уповільнення швидкості, протягом якої падає ефективність гребкових рухів і відбуваються підготовчі рухи руками до наступного гребка; фазу відносної стабілізації швидкості. Вона може бути зовсім відсутньою чи в період її виконання можуть спостерігатися мінімальні зміни як убік збільшення, так і убік зменшення швидкості.

Тривалість гребкового циклу збільшується після того, як середня швидкість стає нижче 1,42 м/с. Тривалість другої фази в міру зниження середньої швидкості плавання збільшується з 0,47 до 0,79 із з вираженим зниженням швидкості, що реєструється наприкінці цієї фази. Тривалість третьої фази коливається в діапазоні 0,10-0,18 с і тільки при значному зниженні швидкості плавання (до 0,93 м/с) різко збільшується до 0,39 с. На рис. 1.6.

представлено раціональне узгодження зусиль ніг із силою тяги рук при плаванні способом «кріль». Удари ногами (цифри 1 і 4) заповнюють фазу, коли тяга рук відсутня наприкінці гребка; удари (2 і 5) - посилюючі, вони підвищують ефективність першої фази гребкового руху рук; удари (3 і 6) підтримують швидкість у другій частині гребкового - руху рук.



*Рис. 1.6. Узгодженість рухів рук та ніг при плаванні способом кроль на грудях.  
На швидкість плавання впливають морфологічні особливості плавця - довжина тіла і ланок кінцівок, ширина кисті і стопи.*

Стартовий стрибок. Ефективність старту залежить у першу чергу від часу опори і часу ковзання (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Час стартових рухів.

№ п/п	Показник	Позначення	X,с
1.	Час опори	$t_1$	0,930
2.	Латентний час	$t_{1,1}$	1,156
3.	Моторний час	$t_{1,1}$	0,774
4.	Час підготовчих рухів	$t_{1,2,1}$	0,395
5.	Час поштовху	$t_{1,2,2}$	0,378
6.	Час польоту	$t_2$	0,378

Дії плавця на опорі повинні забезпечувати: а) мінімальний час опори (мінімум  $t_1$ ) б) горизонтальну швидкість вильоту (максимум  $v_{гор}$ ); в) вертикальну швидкість вильоту (оптимум  $v_{вер}$ ). Час опори  $t_1$  залежить від латентного часу реакції, а також від моторного часу і часу підготовчих рухів. Таким чином, підвищити ефективність старту можна за рахунок зменшення латентного часу реакції  $t_{1,1}$  і часу підготовчих рухів -  $t_{1,2,1}$  Час польоту  $t_2$  залежить від висоти польоту і положення тіла в момент зіткнення з водою. Горизонтальна швидкість польоту у значній мірі залежить від горизонтальної складової сили реакції опори та її градієнта.

Повороти. Існують різні варіанти поворотів, але в кожному з них можна виділити наступні фази: підпливання до стінки басейну, угруповання і поворот, вихідне положення перед поштовхом, поштовх і ковзання, перші плавальні рухи після повороту. Техніка повороту повинна відповідати таким основним вимогам: поворот необхідно зробити швидко; наприкінці повороту плавцю потрібно виявитися в положенні, у якому він може виконати сильний поштовх у правильному напрямку; поштовх варто робити потужним, щоб забезпечити швидке прослизання в потрібному напрямку; поворот повинний бути економічним, виконуватися без зайвої витрати енергії і забезпечувати можливість вдиху під час повороту. Таким чином, ефективне виконання повороту припускає: своєчасний початок угруповання й обертання; установку ніг на поворотному щиті й орієнтацію плавця стосовно поверхні води і напрямку доріжки; могутній поштовх, ковзання і своєчасний початок перших плавальних рухів.

Підпливаючи до поворотної стінки, плавець не повинний знижувати швидкість і змінювати напрямок просування тіла.

Для зміни напрямку руху плавцю, що підпливає до поворотної стінки, потрібно повернутися на  $180^\circ$ . Швидкість повороту залежить від величини моменту обертання і радіуса обертання: чим менше радіус обертання, тим

швидше буде довершений поворот. Радіус обертання залежить від того, наскільки частини тіла спортсмена вилучені від ЗЦМ тіла. Найменший радіус обертання буде в тому випадку, коли плавець щільно згрупується - зігне ноги у всіх суглобах, наблизить коліна до грудей, а п'яти до таза. Потім зігне руки і наблизить їх до тулуба. Групуються на самому початку повороту, і залишаються в цьому положенні до середини його. До кінця плавець небагато розгруповується, що допомагає йому зупинити обертання і зайняти вихідне положення перед поштовхом.

Для створення моменту обертання плавець використовує опір води й інерцію руху тіла. Якщо відвести руку назад - убік і зробити нею гребок уперед, то гальмування не тільки зупинить просування тіла, але і поверне його убік цієї руки. При швидкому опусканні на повному ході плечового пояса вниз тиск води на поверхню спини загальмує рух плавця і поверне його навколо поперечної осі. Якщо підплисти з достатньою швидкістю до поворотної стінки і покласти на неї руку вище поверхні води, то гальмування створить момент обертання навколо поперечної осі убік спини. Момент обертання у всіх цих випадках можна підсилити рухом голови і плечового пояса убік повороту.

Перед поштовхом тулуб плавця повинен бути занурений під воду так, щоб спина чи груди були нижче рівня води на 35-50 см. Подовжня вісь тулуба майже горизонтальна, руки разом і витягнуті вперед, голова між руками, ноги зігнуті, стопи поставлені на поворотну стінку так, щоб підстави пальців знаходилися на одному рівні з тазостегновими суглобами. Найбільшої сили поштовху досягають, починаючи його з положення, коли тазостегнові і колінні суглоби зігнуті до прямого кута.

Поштовх починається порівняно м'яко. Могутнє, енергійне розгинання суглобів ніг здійснюється в той момент, коли кут згинання ніг у тазостегнових і колінних суглобах наблизиться до прямого кута. На початку поштовху уточнюється положення тіла і рук так, щоб напрямок поштовху збігся з напрямком подовжньої осі тіла.

Після поштовху слідує ковзання. При правильному виконанні поштовху плавець спочатку сковзає майже горизонтально, поступово зміщаючись нагору. Якщо поштовх виконаний не зовсім чи точно положення тулуба під час поштовху було не зовсім правильним, то на початку ковзання рух плавця буде спрямовано вперед і небагато вниз чи нагору.

#### **1.4. Основні вправи в лижному спорті та їх біомеханічна характеристика**

Сила тертя залежить в основному від сили нормального тиску між ковзними тілами. Якщо лижник сковзає по горизонтальній лижні, то сила тертя  $T$  лиж по снігу прямо пропорційна силі нормального тиску  $N$  лиж на сніг:  $T = k_c N$ .

Коефіцієнт пропорційності  $k_c$  між силою тертя і силою нормального тиску (коефіцієнт тертя ковзання) - величина для даних умов постійна. Він показує, у скількох разів сила тертя менше сили нормального тиску (рис. 1.7).

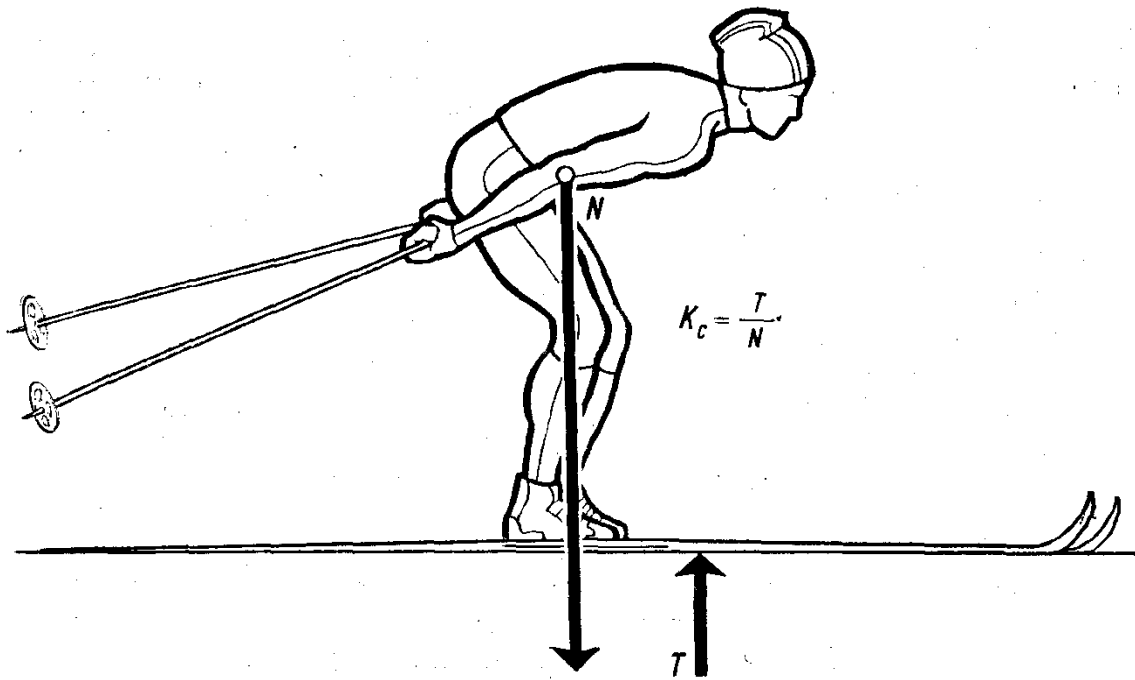


Рис. 1.7. Взаємодія зовнішніх сил при пересуванні лижника.

При постійному коефіцієнті тертя величина сили тертя залежить від сили нормального тиску. При русі тіла з прискоренням по вертикалі діють інерційні сили, спрямовані протилежно прискоренню. Це особливо помітно в одночасних ходах, де опора на палки позад тіла не зменшує сили нормального тиску. У попереми́нних ходах опора на палки дозволяє зняти частину ваги тіла з лиж.

Сила тертя не залежить від площі ковзної поверхні - такий закон тертя для незмінних поверхонь. Але він застосовний для лиж у дуже вузьких межах, тому що поверхня лижі занадто мала.

Сила тертя гальмує рух і завжди спрямована проти руху. Якщо лижник сковзає по інерції, то в залежності від його швидкості змінюється кінетична енергія руху. В міру руху ця енергія витрачається на роботу з подолання сили тертя.

При взаємодії лиж зі снігом виникає динамічна сила тертя, що сповільнює ковзання, і статична сила тертя, що утримує лижу нерухомо на місці при відштовхуванні нею.

У лижних ходах лижник збільшує швидкість, відштовхуючи цілим комплексом рухів.

При відштовхуванні ногою лижник випрямляє її в суглобах, унаслідок чого таз віддаляється від місця опори ноги. Руху відштовхування ногою виконуються розгинанням ноги в тазостегновому і колінному суглобах. Усі ці рухи починаються в різний час, але закінчуються практично одночасно. Швидке розгинання опорної ноги в тазостегновому суглобі починається раніш, ще до зупинки ковзної лижі. Також відбувається згинання ноги в колінному суглобі (підсідання), що продовжується і після зупинки лижі. Далі випрямляється нога вже в колінному суглобі. З зупинкою лижі гомілка нахиляється вперед, швидше, ніж п'ятка стопи піднімається над лижею, у

результаті чого стопа розгинається в тильну сторону. Це рух ще продовжується після початку розгинання ноги в колінному суглобі. Отже, коли в нижче розміщених суглобах ще проходить підготовка до відштовхування, то у вищерозміщених воно вже почалося. Лише в останній момент розтягнуті м'язи гомілковостопного суглоба протягом сотих доль секунди виконують завершальний рух відштовхування стопою. У результаті відштовхування таз віддаляється від опори і рухається зі швидкістю, спрямованою вперед.

Махові рухи лижника при відштовхуванні являють собою швидкі переміщення вільних ланок тіла, що мають напрямок в основному однакове з напрямком відштовхування ногою від лижні (вперед і нагору). Перша фаза кожного махового руху - розгін. Швидкість ланки при цьому збільшується до максимуму. Друга фаза - гальмування, при якій швидкість ланки знижується до зупинки маху. Протягом обох фаз центр мас ланок і ЗЦМ тіла лижника зміщуються убік відштовхування.

Мах виконується виправленими руками і ногами, що збільшує переміщення їхніх центрів мас і, отже, дуже впливає на переміщення і прискорення ЗЦМ тіла. Виникаючі при прискореннях ланок їхні сили інерції через ланки тіла передаються назад-вниз. Ці сили інерції сприяють притисканню лижі до снігу, збільшенню напруги м'язів поштовхової ноги, уповільненню випрямлення поштовхової ноги на початку відштовхування. Одночасно виконується кидок тіла вперед, що також має значення махового руху.

Кидок тіла вперед містить у собі: поворот таза і невелике відведення його убік махової ноги в тазостегновому суглобі опорної ноги; скручування поперекового відділу хребта, коли верхня частина тулубу не змінює орієнтацію щодо лижні; поворот стегна махової ноги щодо таза назовні, коли лижа зберігає орієнтацію щодо лижні. Ці рухи спрямовані на прискорення ЗЦМ тіла лижника, оскільки в кидку переміщуються значні маси тіла. Рух виконується порівняно повільно, з відносно невеликою амплітудою, але при великій напрузі м'язів. Характерною рисою кидка тіла служить момент його виконання - до початку випадку махової ноги.

Відштовхування палкою у поперемих ходах складається з відштовхування рукою, одночасного нахилу тулуба і передачі зусиль з палки на ковзну лижу.

Перша зона відштовхування рукою (ковзання лижі)- від постановки палки до моменту зупинки ковзної лижі. Рука розгинається з плечовому суглобі, трохи згинається в ліктьовому; і відводиться в променево-зап'ястному. В міру нахилу палки збільшуються нахил тулуба і натиск рукою на палку.

Друга зона відштовхування рукою (акцент кидка) - від моменту зупинки лижі до максимуму швидкості при кидку вперед. Використовуючи опору максимально напруженої руки на палку, лижник робить кидок тілом уперед, одночасно виконуючи махи рукою і ногою.

Третя зона відштовхування рукою (довідштовхування) - заключний рух кистю і завершальне випрямлення руки в ліктьовому суглобі.

Відштовхування двома палками відразу в одночасних ходах включає відштовхування руками, а також енергійний нахил тулуба і передачу зусиль на лижі.

При відштовхуванні палками руки спочатку розгинаються в плечових суглобах і злегка згинаються в ліктьових. Далі відбувається розгинання рук у ліктьових суглобах, що завершується рухом кистей. Найбільше зусилля виникає в момент, коли м'язи ліктьових і променево-зап'ясних суглобів закінчили уступаючи рухи і максимально напружилися. У цей момент спостерігається акцент зусиль. Рух тулуба до горизонталі підсилює натиск на палки і зменшує кут відштовхування. У той же час майже виправлена опорна нога трохи вислизає стопою вперед, у результаті чого зусилля передаються на лижу.

Напругою м'язів лижник як би підтягується до верхнього кінця нахиленої палки, а потім рухом руки вже позад тіла відштовхується від опори. Значна частина прикладеної сили дозволяє збільшити горизонтальну швидкість, коли кут нахилу палки гостріше. Значно складніша робота ніг при відштовхуванні. Протягом відштовхування увесь час змінюються величина сили відштовхування і кут її прикладення.

Загальний тиск складається з маси тіла лижника і дії інерційних сил ланок тіла, що віддаляються від опори при відштовхуванні. Робота м'язів спрямована на підтримку і прискорення маси тіла.

Співвідношення довжини і частоти кроків відіграє важливу роль в техніці пересування на лижах. Довжина кроку залежить від сили і тривалості відштовхування. Вона варіює від 1,5 до 3,5 м. Частота кроків залежить від того, як довго сковзає лижник протягом одного кроку. Для одержання високої швидкості необхідно домагатися досить великої довжини кроків при досить високій їхній частоті. Особливості зміни довжини і частоти кроків при підвищенні швидкості пересування дозволяють відзначити, що існують визначені швидкості, при яких спостерігається максимальна довжина ковзного кроку (табл. 1.2).

*Таблиця 1.2. Швидкість руху лижника, м/с*

№ п/п	Рельєф місцевості	I розряд	II розряд	III розряд
1.	Рівнина	5,0	4,5	4,0
2.	Підйом 1-3 <sup>0</sup>	4,5	4,0	3,5
3.	Підйом 4 - 6 <sup>0</sup>	4,0	3,5	3,25
4.	Підйом 7 - 8 <sup>0</sup>	3,75	3,25	3,0

Пересування з оптимальним темпом характеризується максимальними величинами горизонтальних і вертикальних складових зусиль при



відштовхуванні ногою і рукою, а також дозволяє більш економно підтримувати швидкість.

*Спуск.* На досить довгих схилах опір повітря обумовлює межу максимальної швидкості. У цьому випадку перед лижником стоять задачі утриматися в стійкому положенні і досягти великої швидкості. Стійкість поліпшується при збільшенні площі опори в необхідних межах у передньому и передньо-задньому напрямку. На стійкість впливає висота розташування ЗЦМ тіла лижника.

Швидкість спуску залежить від висоти стійки (площі поперечного перерізу тіла) і пози (обтічності). Недоцільно занадто згинати ноги, велика напруга м'язів заважає амортизації. З урахуванням цих факторів найбільш ефективні середня стійка і стійка відпочинку.

У середній стійці з невеликим висуванням однієї лижі забезпечується достатня стійкість у всіх напрямках, запас можливостей для амортизації на нерівності, невеликий опір повітря, помірна напруга м'язів. Стійка відпочинку застосовується на більш довгих спусках.

У природних умовах крутість схилів непостійна. У зв'язку з цим і нормальний тиск лиж на сніг змінюється. Коли крутість наближається до нуля, нормальний тиск наближається до статичної маси тіла. При збільшенні крутості до 5° воно дорівнює 99,6 % маси тіла, а при 35°-тільки 8,2 %. У таким же співвідношенні змінюється і сила тертя.

Лижнику на спуску увесь час грозить утрата рівноваги, насамперед у передньо-задньому напрямку, а також і в бічні сторони. При цьому вертикальні поштовхи утрудняють збереження рівноваги. Лижник прагне збільшити кут рівноваги у відповідну сторону. За допомогою уступаючої роботи м'язів він амортизує поштовх і утримує тіло в межах зони збереження рівноваги. Якщо поштовх загрожує попереду, лижник робить рух тілом назад униз, згинаючи ноги головним чином у колінних суглобах. При різкому уповільненні спуску він м'яко пригальмовує. Коли грозить падіння назад, лижник переміщає тіло вперед рухом у гомілковостопних суглобах. Тоді м'язи амортизують рух тіла назад щодо лиж у момент збільшення швидкості.

*Поворот переступанням.* Дуже простий і може бути виконаний двома способами - навколо задників чи навколо носків лиж. У першому випадку лижник повертається за рахунок перестановки в бажаному напрямку носків лиж, а в другому - шляхом перестановки задників. Цей поворот може бути виконаний і на положистому схилі. Переступання повинне виконуватися швидко і широко.

*Поворот махом* дозволяє повернутися відразу на 180°. Він теж виконується різними способами. Переносячи масу тіла на одну з лиж, лижник закидає іншу носком нагору і ставить її на сніг у зворотному напрямку. Після цього, повертаючи навкруги, приставляє до неї першу лижу. Варіантами цього повороту є повороти махом через лижу вперед чи назад. У цих випадках махова лижа переноситься через задник чи носок опорної лижі і ставиться з зовнішньої сторони в зворотному напрямку. Після переносу на неї маси тіла

колишня опорна лижа піднімається, розвертається і ставиться на сніг. Останні два варіанти найбільше доцільно виконувати на схилах гір (при підйомах).

*Поворот стрибком* дає можливість швидко повернутися в будь-якому напрямку. Виконується він як з опорою, так і без пори на палки. Лижник, підстрибуючи, ривком повертається в бажаному напрямку й опускається на сніг. За принципом виконання повороту поєднуються в наступні групи: повороти переступанням (із внутрішньої і зовнішньої лижі); повороти «упором», «кутом», «ножицями», випадом; повороти махом (з «плуга», з «упора», на рівнобіжних лижах, з опорою на палку).

У виконанні повороту можна розрізнити наступні фази:

- розгін - досягнення відомої швидкості руху;
- вихід у поворот - початок виконання повороту;
- виконання повороту до необхідної крутизни;
- вихід з повороту - перехід у прямолінійний рух чи зупинка.

Поворот «напівплугом» є найбільш простим із групи поворотів. Він застосовується на схилах середньої крутості з пухким неглибоким сніжним покривом. Лижник, переносючи масу тіла на одну лижу, іншу (зовнішню стосовно пропонованого повороту) висуває носком вперед і ставить її на внутрішнє ребро під кутом (задником назовні). У цьому положенні маса тіла злегка переноситься на плугуючу лижу. Крутість повороту буде залежати від кута постановки лижі і переносу маси тіла.

Поворот «плугом» характерний утратою швидкості руху. Його виконують на схилах середньої крутості з пухким неглибоким сніжним покривом, на незнайомих, небезпечних схилах і при поганій видимості, коли необхідно навмисне сповільнити рух. Найбільше застосування цей поворот знаходить у туризмі, при русі з вантажем і при первісному навчанні техніці пересування на лижах.

Техніка поворотів у русі побудований на постановці однієї чи обох лиж під кутом до напрямку первісного руху лижника, на постановці лиж на відповідні ребра, на переміщенні маси тіла лижника, на використанні обертального руху тіла лижника і розвантаження лиж. Усе це здійснюється м'язовою силою лижника з використанням реакції пори, сил інерції і форми лиж. Сам поворот здійснюється унаслідок виникнення (від перерахованих умов) пари сил, тобто двох рівнобіжних сил, розташованих на деякій відстані (плечі) і спрямованих у протилежні сторони по відношенню друг до друга.

При гальмуванні «плугом» лижник розводить задники лиж, рухаючи носки разом і ставить лижі на внутрішні ребра за рахунок зведення колін «Плуг» застосовується для гальмування на пологих схилах.

Гальмування «упором» полягає в тому, що переносючи масу тіла на одну лижу, іншу ставлять під кутом до напрямку руху, задником назовні і на внутрішнє ребро. Застосовують його звичайно при спуску по діагоналі.

Гальмування бічним зіскользуванням здійснюється різким, крутим поворотом, у результаті якого обидві лижі ставляться поперек схилу і кантуються на верхні ребра. Цим способом можна швидко досягти повної

зупинки, навіть на крутому схилі і великій швидкості спуска. Ряд повторних поворотів з невеликим боковим зіскользуванням є найбільш ефективним способом зниження швидкості спуска.

У підйомі підсідання значно менше і вертикальні складові зусиль нижче, ніж на рівнині. Унаслідок великої сили опору ковзна нога зупиняється значно раніш, ніж махова нога встигає розігнутися, що є істотною відмінністю від пересування на рівнині. Незважаючи на силу опору, що збільшується, імпульси горизонтальної складовий, сили поштовхів ніг при підйомі і на рівнині приблизно однакові. У підйомі і по рівному місцеві імпульси прикладених сил з ростом швидкості зменшуються. Це говорить про те, що крива швидкості ЗЦМ тіла лижника має менші перепади при великих швидкостях.

Створення опори для лижі забезпечується меншим кутом нахилу лижі до горизонту і постановкою лиж на ребра. В міру збільшення крутості схилу на нього піднімаються навскіс, при цьому починається кантування лиж. Відставляючи нижню по схилі лижу в горизонтальне положення, одержують більш надійну опору через один крок («напівялинку»). Постановкою обох лиж горизонтально переходять до косої драбинки (із просуванням; уперед) чи прямої (із просуванням нагору). Можливий також підйом по крутому схилу не боком, а обличчям уперед («ялинкою»), переставляючи одну лижу вперед через п'яту іншої. В усіх способах підйому створюється також надійна опора на палки, що підвищує стійкість і попереджає зіскользування вниз.

### **1.5. Ковзанярський спорт, як система вправ з циклічною структурою рухів**

Ковзаняр при русі по біговій доріжці знаходиться в посадці у вихідному положенні - специфічному для швидкісного бігу на кониках. Від форми посадки багато в чому залежить швидкість і результативність бігу. Насамперед посадка повинна сприяти зменшенню гальмуючих сил - опору середовища. Тому вона повинна бути оптимально низкою, щоб зустрічний потік повітря добре обтікав тіло. Посадка ковзаняра повинна також забезпечити оптимальні умови для підвищення працездатності м'язів.

Висота посадки залежить від довжини бігової дистанції. На коротких дистанціях вона, як правило, низька, на довгих - більш висока. Рівень посадки залежить від конфігурації тулуба і від його положення стосовно лінії горизонту, а також від кутів згинання ніг у колінних і гомілковостопних суглобах. Найбільш вигідним є таке положення тулуба, коли воно знаходиться під кутом до горизонтальної площини від 5 до 20°. При кожному кроці тулуб повинен бути спрямований уздовж основного руху вперед. При цьому верхня частина тулуба не повинна переміщатися зі сторони в сторону чи підніматися й опускатися.

Кут нахилу гомілки складає від 50 до 60°, а кут нахилу стегна стосовно горизонтальної площини - 65-80°. Кут у колінному суглобі між стегном і

гомілкою змінюється в межах 85-120°. Величина кутів у суглобах ніг залежить від сили м'язів, технічної підготовленості і гнучкості ковзаняра.

Важливе значення при бігу на ковзанах має правильне положення ЗЦМ тіла. Проекція ЗЦМ тіла повинна знаходитися на рівні 1/3 довжини коника від його задньої частини. Якщо ж вона буде приходиться на першу третину довжини коника від його передньої частини, то це буде викликати надмірні напруги м'язів гомілки й Ахіллового сухожилля, а передня частина коника буде сильно урізатися в лід, що загальмує рух ковзаняра вперед. Також неефективно і розташування проекції ЗЦМ тіла на задній частині коника. При бігу на довгі дистанції ЗЦМ тіла переміщається трохи вперед у порівнянні з бігом на короткі. Після поштовху проекція ЗЦМ тіла на опорній нозі переміщається трохи назад через зсув ковзаняра вперед і постановки вільного ковзана поперед поштовхового. Потім, у фазі ковзання, проекція ЗЦМ тіла, переміщаючи злегка вперед, займає оптимальне положення.

Специфіка прикладення сили в бігу на ковзанах полягає в тому, що ковзаняр відштовхується від льоду під гострим кутом до площини льоду; під час руху (ковзання) поштовхового ковзана; поштовх виробляється не в напрямку руху, а під кутом до нього. Це зв'язано з тим, що ковзаняр розвиває швидкість пересування майже в 2 рази перевищуючу швидкість поштовху. У кінцевому рахунку відштовхування тим ефективніше, чим більше величина відштовхувального зусилля і триваліше його дія. Відштовхувальне зусилля  $F_{\text{повинне}}$  бути безупинним і зростаючим від початку до кінця відштовхування. При цих умовах відштовхування буде оптимальним (рис. 1.8.).

На характер відштовхування впливає також рух вільної махової ноги. Чим менше друга (вільна) нога використовується для опори у фазі відштовхування поштовховою ногою, тим більше опорне значення має поштовховий ковзан.

Ведучими елементами в техніці ковзанярів є ранній зсув маси тіла у бік вільної ноги з пізнім початком махового руху, що додає всьому руху більш динамічний характер і сприяє розвитку максимального зусилля в другій половині відштовхування, збільшуючи при цьому реакцію опори.

Завершують відштовхування більшість ковзанярів дуже різко, випрямляючи гомілковостопний суглоб за рахунок підошовного згинання і розвороту стопи в самому кінці відштовхування. Це рух стопою збігається з закінченням випрямлення ноги в колінному суглобі, що включається в поштовхове зусилля раніш гомілковостопного, але пізніше тазостегнового. Розворот стопи збільшує амплітуду відштовхування.

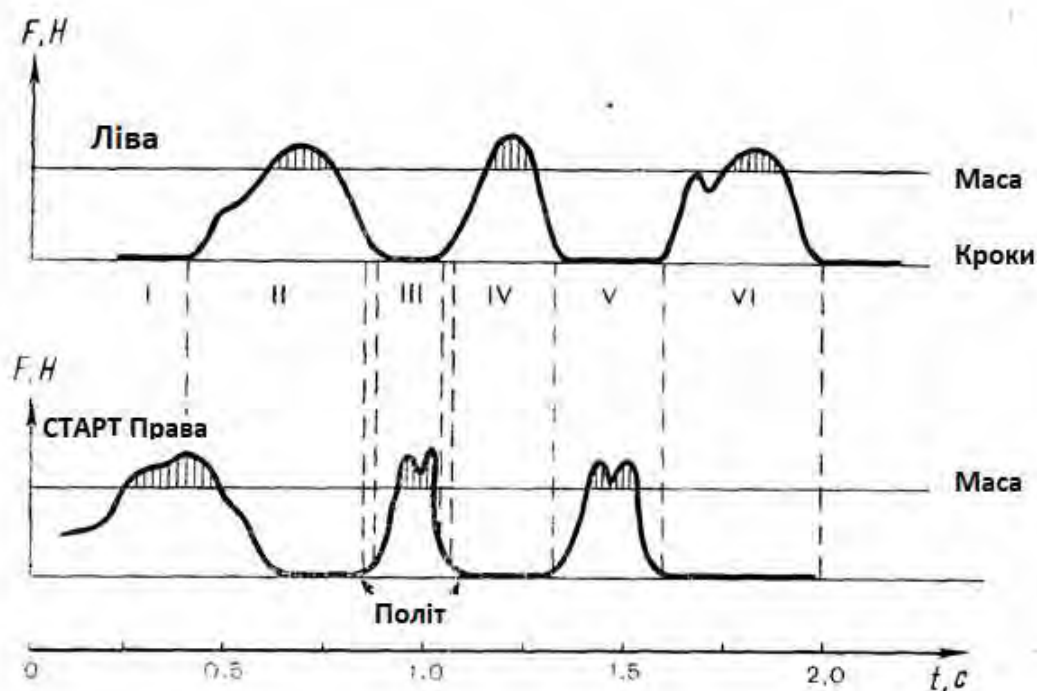


Рис. 1.8. Імпульси зусиль, прикладених до льоду в стартовому розбігу на ковзанах.

Аналіз тензограм за характером наростання зусилля під час відштовхування дозволяє виділити два види розвитку зусиль при відштовхуванні - концентроване (імпульсне) і малоконцентроване (жимове). На тензограмі видно початок і кінець опорних реакцій ковзанярів: а - момент постановки ковзана на лід; б - момент відриву коника від льоду після відштовхування (рис. 1.9).

Дослідження фазової структури бігу дозволяє виділити в кожному кроці циклу рухів ковзаняра чотири макрофази, що містять у собі дрібні структурні підрозділи - мікрофази. Мікрофази охоплюють рухи, виконувані протягом десятих часток секунди. У макрофазах може бути кілька мікрофаз зі своїми тимчасовими і силовими характеристиками.

Перша - фаза амортизації; друга - вільного ковзання і відштовхування в одноопорному положенні; третя - відштовхування в двоопорному положенні; четверта - переносу ноги. Непарні фази відповідають відштовхуванню й амортизації в двоопорному положенні, парні - вільному ковзання і відштовхуванню в одноопорному. Відмінною рисою першої фази є м'яка постановка ковзана на лід і поступове завантаження його масою тіла до 100 % під час відштовхування лівою ногою. У цій фазі відсутній активний рух правою ногою, що забезпечує просування ковзаняра вперед. Границі фази: момент постановки правої ноги на лід і момент відриву лівої ноги від льоду після поштовху.

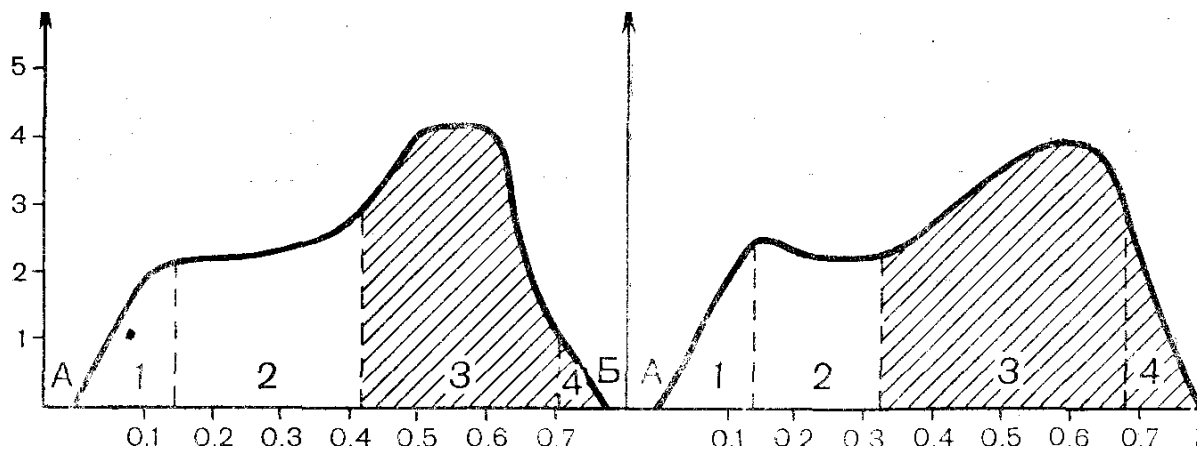


Рис. 1.9. Тензограми опорних реакцій при швидкісному бігові на ковзанах:  
 а) концентроване (імпульсне) зусилля при відштовхуванні;  
 б) менш концентроване (жимове) зусилля.

Друга фаза може мати три різновиди: перша характеризується безупинним підвищенням опорної реакції і пояснюється відштовхуванням без вільного прокату; друга - вільним прокатом в одноопорному положенні (нога в колінному суглобі не розгинається, ЗЦМ тіла ковзняка поступово переміщається убік за опору для забезпечення наступного відштовхування); третя - вільним прокатом (нога трохи згинається в колінному суглобі, ЗЦМ тіла незначно знижується і переміщається за опору). У цей час тиск на лід трохи зменшується. Границі фази: момент відриву ковзана лівої ноги від льоду і момент постановки ковзана лівої ноги на лід. У цій фазі крива опорної реакції досягає свого максимального значення.

У третій фазі нога інтенсивно розгинається в колінному суглобі і маса тіла поступово розподіляється з правої поштовхової ноги на ліву, що знаходиться у фазі амортизації. У зв'язку з перерозподілом маси тіла крива опорної реакції знижується до нульового значення. Границі фази: момент постановки ковзана лівої ноги на лід і момент відриву правої ноги від льоду.

Границі четвертої фази: момент відриву правої ноги від льоду після відштовхування і момент її постановки на лід.

*Біг зі старту.* Розрізняють три види старту: ковзний, біговий і стрибковий. Стрибковий старт підрозділяється на старт із постановкою й упором ковзанів на носки і старт із постановкою й упором ковзанів на п'яту. Вибір того чи іншого виду старту залежить від розвитку фізичних якостей спортсмена, ступеня координації рухів, оволодіння технікою бігу на кониках, спортивного стажу і кваліфікації і т.п..

При старті з лівосторонньої стійки ковзнярі стають лівим боком уперед під кутом до напрямку бігу. Спочатку в лінії старту у вихідне положення встановлюють лівий ковзан, а потім правий. Відстань між ковзанами складає 35-45 см. Існує кілька варіантів розташування ковзанів на старті. Як правило, лівий ковзан ставиться під кутом  $30^\circ$  до лінії старту, а правий - під кутом  $15^\circ$ . Ковзняр згинає ноги в колінних і гомілковостопних суглобах, нахилиє тулуб

уперед, трохи опускає голову вниз. Права рука спрямована назад - убік - нагору, ліва опущена вниз і злегка зігнута в ліктьовому суглобі. Проекція ЗЦМ тіла знаходиться між ковзанами, ближче до їхніх носових частин. Злегка присідаючи, ковзаняр може змістити ЗЦМ тіла трохи назад на праву ногу. Потім по сигналу до початку бігу ковзаняр швидко розгинає праву ногу, виконуючи відштовхування. Ліву ногу він швидко розвертає носком ковзана назовні. Лівою рукою робить мах назад - убік , а правої вперед - убік . При виконанні перших кроків зі старту ковзаняр згинає руки в ліктьових суглобах. Під час першого кроку він розпрямляє тулуб і піднімає його нагору.

Техніка рухів при ковзному старті полягає в тім, що ковзаняр відразу ж починає, біг з дистанційною технікою рухів. Техніку ковзного старту в більшості випадків застосовують новачки і ковзанярі з поганою координацією рухів. При ковзному старті біг починають з нахиленим уперед тулубом, що дозволяє зменшити опір повітря при розгоні.

Основна перевага бігового старту полягає в тому, що ковзаняр може за 3-4 швидких і могутніх кроків протягом короткого часу набрати необхідну дистанційну швидкість бігу. Біговий старт приносить гарні результати тоді, коли ковзаняр навчиться виконувати швидкі кидки тіла вперед. Біговий старт вимагає великої сили м'язів ніг. Ковзанярам, у яких м'язи ніг недостатньо сильні, при біговому старті приходиться надмірно випрямлятися і витягатися вперед, щоб полегшити виконання перших кроків і швидше набрати потрібну швидкість.

Якщо прийняти довжину кроку під час бігу по дистанції за 100 %, то в першому кроці зі старту ковзаняр переборює шлях рівний 1 % (10 см). Довжина другого кроку складає близько 3 % (30 см), а третього - біля метра 10% (1 м). Якщо довжина кроку при бігові зі старту не перевищує 10 % дистанційного бігового кроку, то ця частина бігу зі старту називається кроковою фазою. Як правило, крокова фаза складається з 3-4 кроків, а потім ковзаняр переходить у фазу крокового ковзання що також триває 3-4 кроки. У цій фазі ковзаняр при кожному кроці переборює в середньому від 1 до 3 м. Стартовий розгін закінчується ковзною фазою. Ковзаняр поступово переходить на дистанційну техніку бігу, і довжина кроку збільшується від 3 м до максимально можливої на даній дистанції. У кроковій фазі ЗЦМ тіла ковзаняра знаходиться попереду ковзанів (ковзаняр ніби падає вперед), що полегшує виконання відштовхування і сприяє більш швидкому набору швидкості бігу. З переходом у фазу розгону проекція ЗЦМ тіла ковзаняра поступово переміщається назад і до кінця стартового розгону знаходиться в районі задньої половини ковзанів. Під час перших кроків зі старту ковзани ставлять на лід з великим розворотом носків назовні, але вже через 3-4 кроки розворот поступово зменшують.

Під час перших кроків тулуб виправлений і піднятий нагору. В міру збільшення швидкості бігу тулуб опускається вниз, спина приймає округлу форму. Від прямого піднятого тулуба до округленого й опущений униз ковзаняр переходить поступово від одного кроку до іншого в ковзних фазах розгону. Одночасно він зменшує розворот носків назовні і відштовхування

виконує усе більш убік. При цьому довжина кроків збільшується. Руки при махових рухах поступово виносяться більше вперед, чим у сторони. Збільшується амплітуда рухів і менше стає кут згинання в ліктьових суглобах.

Старт із постановкою й упором ковзанів на носки по стилю виконання схожий в основному на біговий старт, але тільки перші кроки виконують з упором на носки ковзанів. Ковзаняр відштовхується точно назад і швидко просувається вперед у напрямку бігу. При такому старті м'язи ніг зазнають дуже великого навантаження, ковзаняр змушений різко переходити від кроків з відштовхуванням носками до ковзного бігу.

При виконанні стрибкового старту з постановкою й упором ковзанів на п'яту перші кроки виконують стрибками, а ковзани ставлять на лід з п'яти. Поставивши ковзан на п'яту, ковзаняр переходить в упор на все лезо ковзана і закінчує відштовхування передньою його частиною. Носки ковзанів при стрибку вперед розвертаються назовні, як при біговому старті. Даний старт дуже ефективний для досягнення максимальної швидкості бігу, але він вимагає, щоб м'язи ніг були досить сильні.

*Біг на короткі дистанції* характеризується низькою посадкою, енергійними рухами, великою частотою кроків і силою відштовхування. Руки рухаються у вперед і в сторону. Вони допомагають ковзаняреві виконувати могутні відштовхування і забезпечують використання реактивних сил маху для прискорення руху тіла вперед. Рух руками вниз починається одночасно з замахом ноги і зсувом ЗЦМ тіла в сторону, при цьому махова нога знаходиться поруч з поштовховою.

З крайнього заднього положення рука, виправлена у всіх суглобах, під дією сили ваги опускається вниз. У момент, коли вона досягає положення перпендикулярного до льоду, рух плеча припиняється, а передпліччя продовжує рухатися вперед. При цьому кисть руки не слід наближати до протилежного плеча, вона повинна знаходитися перед обличчям ковзаняра. Зворотний рух починається з розгинання передпліччя в ліктьовому суглобі. Коли передпліччя займе положення перпендикулярне до льоду, пряма рука піднімається нагору і відводиться в сторону.

*Біг по прямій на середні і довгі дистанції* здійснюється з маховими рухами однією правою рукою. Висота посадки практично не міняється в порівнянні зі спринтерським бігом. Усі рухи виконуються з більшою амплітудою, ніж у спринті. Права рука рухається в трохи іншій формі, чим при бігові на короткі дистанції з рухами двома руками. Ковзаняр виконує нею розслаблені махові рухи назад, піднімаючи стосовно лінії горизонту приблизно на 30 %. Рука рухається вперед доти, поки передпліччя не буде паралельно льоду. У момент проходження вертикальної площини вона злегка згинається в ліктьовому суглобі. Рух уперед здійснюється не лише передпліччям, але і плечем. Маховий рух правою рукою виконується паралельно напрямку руху ковзаняра. Амплітуда руху рукою залежить від швидкості бігу і довжини кроку. Якщо крок довгий і швидкість відносно невелика, то рука рухається плавно і з більшою амплітудою.



*Техніка бігу по повороту* відрізняється від техніки бігу по прямій тим, що ковзаняр виконує перехресні кроки, тобто переступає правою ногою через ліву. Відштовхування правою і лівою ногою здійснюються в одну сторону - назовні від повороту. Винос і постановка ковзана вперед трохи менше, ніж при бігові по прямій, тому що ЗЦМ тіла зміщається в основному вліво в напрямку центра повороту. Кут загального нахилу залежить від швидкості бігу і радіуса заокруглення.

Ковзаняр на дузі повороту активно відштовхується усередину дуги зовнішнім коником. За рахунок постановки ковзана під кутом до напрямку руху, виникає горизонтальна складова реакції опори, спрямована усередину повороту. З початком руху по дузі ковзаняр нахилиється усередину повороту. Відцентрові сили частин тіла, що розміщені вище діють на нижче розміщені по радіусу від центра. Створюються моменти сил, що перекидають їх назовні повороту. При нахилі тіла усередину повороту виникають спрямовані в протилежну сторону моменти сил ваги частин тіла. Ті й інші моменти врівноважуються, і ковзаняр сковзає по дузі в динамічній рівновазі.

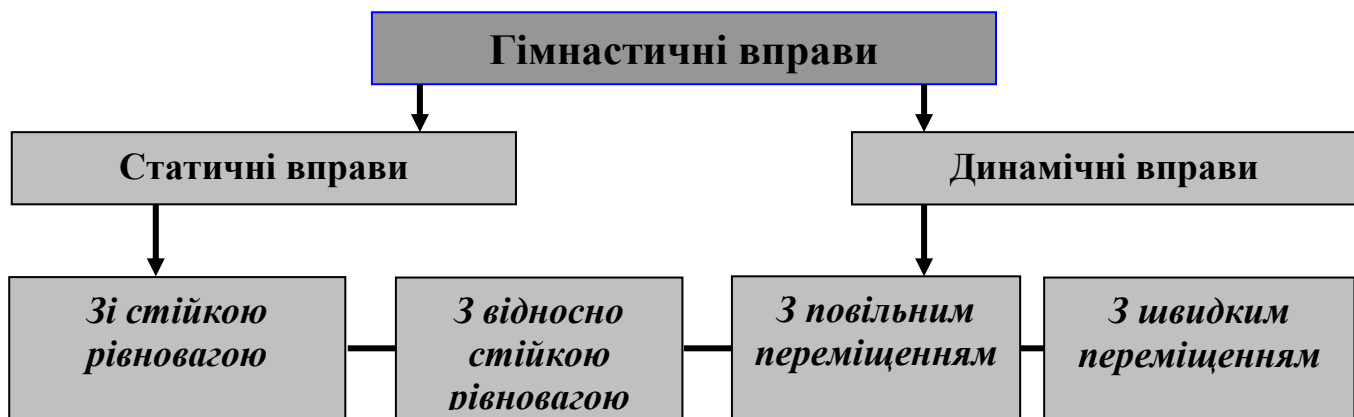
Обидва ковзана всякий раз ставляться в напрямку руху, тобто по дотичній до повороту: лівий - на зовнішнє ребро полоза, правий - на внутрішнє. Відштовхування здійснюється так само, як і при бігу по прямій. Слід правого ковзана являє увігнуту лінію, а лівого - більш пряму. Ліва нога цілком випрямляється при відштовхуванні і складає з тулубом пряму лінію. Темп рухів вище, ніж у бігу по прямій.

## Розділ II. Біомеханіка ациклічних фізичних вправ

### 2.1. Біомеханічна характеристика техніки виконання гімнастичних вправ

У сучасній гімнастиці використовується велика кількість вправ, що відрізняються зовнішньою формою, технічною складністю, мірою доступності, умовами виконання, що мають загальні біомеханічні закономірності.

В основі запропонованої класифікації вправ лежать умови, у яких виконується рухова діяльність.



До статичних відносяться елементи, пов'язані зі збереженням визначеного положення тіла на гімнастичному снаряді чи опорі. Положення тіла визначається позою людини, тобто взаємним відносним розташуванням ланок тіла незалежно від орієнтації і місцезнаходження його в просторі, а також по відношенню до опори.

Вправи зі стійкою рівновагою вимагають значних зусиль. Ступінь напруги м'язів залежить від величини обертового моменту і величини плеча сили тяги м'язів. Чим ближче до суглоба знаходяться м'язи, тим більшу напругу вони повинні розвивати, щоб забезпечити необхідну величину моменту, що врівноважує.

Вправи з хиткою рівновагою без великих м'язових зусиль вимагають опору порушенню рівноваги і його відновлення.

Гімнастичні вправи, пов'язані зі збереженням стійкості на малій площі опори, являють собою складні координаційні акти, у яких беруть участь різні аналізатори і центральна нервова система, що забезпечують роботу м'язового апарату.

Вправи з хиткою рівновагою і великою м'язовою напругою характеризуються тим, що для збереження пози необхідно зберігати рівновагу і максимально розвивати м'язові зусилля. Вправи з повільним переміщенням тіла характеризуються переміщенням без використання сили інерції. Величина м'язових зусиль залежить від часу напруги м'язів.

Вправи зі швидким переміщенням характеризуються переміщенням як усього тіла щодо опори чи снаряда, так і його окремих ланок по відношенню

одна до одної чи до опори. При виконанні швидких рухів необхідно раціонально, економно і вчасно розподіляти м'язові зусилля.

*Рівновага.* Руховий апарат людини з погляду механіки являє собою систему різноманітних важелів, рівновага яких, а отже, і рівновага всього тіла можлива тоді, коли сума моментів сил, що діють на нього щодо осі обертання, дорівнює нулю. Якщо рівність моментів сил порушується, то система важелів починає обертатися в напрямку того моменту сили, що більше, і людина втрачає рівновагу.

Регуляція поз і рухів у повсякденному житті здійснюється рефлекторним шляхом - автоматично. Як відомо, усі наші органи і тканини мають чуттєві нервові закінчення - рецептори. Основними регуляторами рівноваги є м'язові і вестибулярні рецептори.

Розтягання і скорочення м'язових волокон викликає подразнення м'язів. А зміни положення голови і всього тіла в просторі уловлюються рецепторами вестибулярного апарата, що знаходиться в області внутрішнього вуха. З рецепторів подразнення передається по нервових волокнах у центральну нервову систему. Сигнали, що постійно надходять у головний мозок, приносять інформацію про зміну положення нашого тіла. Кора великих півкуль головного мозку переробляє її і негайно посилає імпульси в зворотному напрямку - до м'язів, що і відновлюють рівновагу тіла.

Вид рівноваги тіла визначається по дії сили ваги у випадку навіть малого відхилення в положенні тіла: стійке - повернення тіла в колишне положення при будь-якому відхиленні; обмежено-стійке - повернення тіла в колишне положення тільки при відхиленні у визначених границях.

Стійка рівновага характерна для верхньої опори, коли тіло до неї підвішене. Нижня опора забезпечує тілу обмежено-стійку рівновагу. У цьому випадку тіло може відхилитися доти, поки лінія ваги (чи проекція ЗЦМ на горизонтальну площину) не дійде до границі площі опори. В міру відхилення тіла його ЗЦМ піднімається нагору, що вимагає витрати енергії тіла. Якщо ж продовжувати перекидати тіло, перейшовши цю границю, потенційна енергія почне зменшуватися.

Нестійка ж рівновага зустрічається тільки при нижній опорі у виді точки опори чи лінії. Досить відхилити тіло в будь-яку сторону, як його ЗЦМ опускається нижче, потенційна енергія зменшується, момент сили ваги виявляється перекидаючим. Такої рівноваги в природі не існує - це абстрактна модель. У реальних умовах найменше відхилення припиняє таку рівновагу.

*Виси.* Положення тіла у висі відноситься до стійкої рівноваги, тому що ЗЦМ тіла утримується увесь час під опорою. Сила ваги, яка протидіє напрузі м'язів, що оточують суглоби, діє на них розтягуючим чином. Відбувається перерозподіл навантаження на м'язи і весь руховий апарат. Вона збільшується на верхні кінцівки, плечовий пояс і зменшується на нижні кінцівки і тазовий пояс.

Звичайний вис на витягнутих руках виконується в такий спосіб: кисті розставлені на ширину пліч, руки виправлені в ліктьових суглобах, грудна

кривизна хребта випрямлена, поперековий вигин збільшений, таз нахилений у більш вертикальне положення, ноги виправлені в колінних суглобах.

Для збереження такого положення напружуються м'язи всього тіла. Поверхневі і глибокі згиначі пальців, довгі згиначі пальців утримують тіло на опорі. Ступінь напруги їх залежить від маси тіла, ширини хвата. Більш сприятливі умови відповідають положенню рук на ширині пліч. При широкому хваті потрібно підсилювати стискання попередини, тому що руки в цьому положенні прагнуть зблизитися. Напруга двоголового і триголового м'язів плеча, плечових м'язів, згиначів і розгиначів кисті залежить від положення кісток передпліччя. Злегка зігнуте положення в ліктьовому суглобі вимагає більшої напруги м'язів, ніж положення розігнуте. В останньому зміцненню суглоба сприяють і пасивні сили кістки (ліктьовий відросток кістки міцно утримується в ліктьовій ямці плечової кістки), і м'язи - розгиначі.

Велике навантаження приходить на м'язи плечового пояса і плечового суглоба. Найширші м'язи спини, великі грудні м'язи, передні зубцюваті, трапецієподібні й інші м'язи плечового пояса підтягують тулуб до лопаток, напружуючись при цьому незначно. Випрямлення спини забезпечується частково механічною дією сили ваги нижніх кінцівок і тулуба, частково напругою загального розгинача спини. М'язи передньої стінки живота допомагають фіксувати таз.

М'язи тазостегнових суглобів, розгиначі і згиначі фіксують суглоби. Колінні суглоби фіксують переважно чотириглаві розгиначі гомілки. Нерідко при висі спостерігається деяке згинання колін. Це зумовлено тим, що згиначі гомілки, беручи участь у розгинанні стегна, неминуче тягнуть гомілку нагору. Відтягування носків забезпечують подошовні згиначі стопи і згиначі пальців (триголовий м'яз гомілки, довгий малогомілковий м'яз, довгий згинач великого пальця).

Підтягування виконується звичайно повільно. Один цикл рухів відбувається протягом 2,5 с, фіксація положення - 0,3 с, опускання у вихідне положення вису-1,2 с, власне підтягування - 1,0 с. Рух нагору відбувається швидше (0,7 м/с), а повернення вниз - повільніше (0,5 м/с). ЗЦМ тіла піднімається й опускається вертикально.

При підтягуванні роботу, що переборює, виконують м'язи верхніх кінцівок і плечового пояса: згиначі передпліччя, розгиначі плеча і м'язи, що повертають лопатку нижнім кутом усередину. Кістки передпліччя в цій вправі розташовані майже паралельно, що вигідно для роботи згиначів передпліччя і двоголового м'яза плеча.

Високі амплітуди потенціалів дії двоголового м'яза плеча підтверджують її активність. Велику електричну активність виявляють також найширший м'яз спини і триголовий м'яз плеча. Активність великого грудного м'яза обумовлена участю його в підтримці маси тіла.

Електрична активність прямих м'язів живота вказує на статичну роботу цих м'язів по відношенню ланок тіла, що розміщуються нижче. Під час

компенсаторних рухів у поперековій області переважає активність прямого м'яза живота.

Повернення у вихідне положення (у вис на витягнутих руках) відбувається під дією сили ваги та при роботі м'язів. Розгинання рук у ліктьових суглобах супроводжується розтягуванням напружених згиначів передпліччя. Згинання в плечовому суглобі супроводжується розтягуванням напружених розгиначів плеча. Електрична активність двоголового і триголового м'язів плеча і найширшого м'яза спини значна. Випрямлення рук супроводжується компенсаторним переміщенням нижніх частин тіла назад шляхом розгинання хребетного стовпа в поперековій області при роботі м'язів живота. Електрична активність чотирьохголового м'яза стегна дуже велика. Цей м'яз фіксує колінний суглоб, виконуючи статичну роботу. Рухи, спрямовані вниз, виконуються при роботі зазначених м'язів.

При виконанні вправ на поперечині для спортсменів дуже важливо уміти використовувати сили інерції при мінімальній витраті м'язових сил.

Техніка виконання вправ на поперечині являє собою складну координаційну структуру руху, що характеризується строго регламентованим узгодженням у просторі і часі зусиль махових і опорних ланок тіла гімнаста. При виконанні вправ махом з пружним згинанням ведучим елементом координації є «замах» у тазостегнових і плечових суглобах, що здійснюється в умовах пружної-твердої взаємодії махових і опорних ланок тіла. Він служить засобом нагромадження в робочих групах м'язів потенційної енергії деформації. При цьому спостерігається зміна зовнішньої форми руху в плечових суглобах у зв'язку з особливостями роботи м'язів рук і плечового пояса.

Одним із принципів керування взаємодією махових і опорних ланок тіла в процесі виконання кидкових рухів ногами є попередня підготовка біокінематичного ланцюга ланок тіла гімнаста, що характеризується напругою м'язів, опорних ланок тіла, що спрямовано на протидію виникаючим реактивним силам.

*Упори.* Упори - положення спортсменів на снарядах, при яких плечі розташовані вище точок хвата. Руки при цьому прямі, тулуб і ноги складають майже пряму лінію.

Розмахування в упорі являють собою маятниковоподібні переміщення тіла.

При виконанні ряду махів в упорі на руках важливо утримувати плечі в піднятому положенні, що особливо важко під час руху тіла в нижньому положенні. Напівзігнуте положення рук на опорі треба зафіксувати, щоб плечі не впливали за рухом ніг уперед та назад, і не торкалися жердин.

При виконанні підйомів махом уперед ноги випрямлені і складають з тулубом прямий кут (Рис. 2.1.). У колінних і тазостегнових суглобах м'яза утримують ноги від опускання вниз під дією на них моментів сил ваги у відповідних суглобах.

*Опорні стрибки.* Для полегшення аналізу і вивчення основ техніки опорні стрибки умовно поділяють на наступні фази: розбіг, наскок на місток, поштовх

ногами, політ до поштовху руками, поштовх руками, політ після поштовху руками і приземлення.

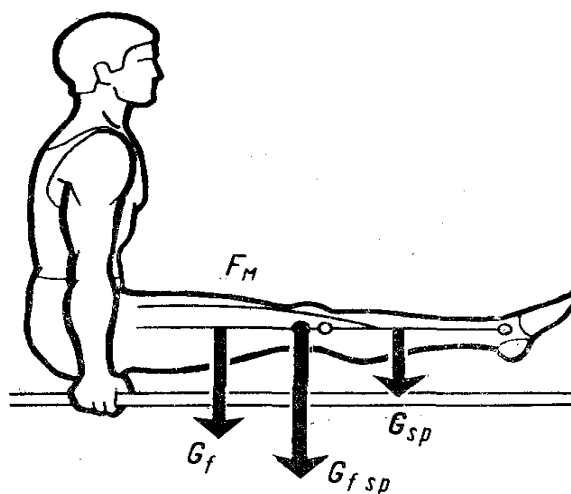


Рис. 2.1. Врівноваження сил при верхньому упорі.

Швидкість розбігу поступово підвищується і досягає найбільшої величини на останніх кроках - 7,5-8,5 м/с.

Техніка бігових кроків принципово нічим не відрізняється від техніки легкоатлетичного бігу на короткі дистанції (виконання розбігу на передній частині стопи, рівнобіжна постановка стоп при біг, перехресні рухи рук).

Наскок на місток виконується в момент придбання найбільшої горизонтальної швидкості. Додаток горизонтальної швидкості до вертикального унаслідок відштовхування ногами утворить необхідну траєкторію і швидкість переміщення тіла після відштовхування від містка. Наскок, рівний 1,5-2,5 м, виконується поштовхом найсильнішої ноги. У момент наскоку тулуб трохи нахилиється вперед - від 5 до 23°. При наскоку зігнута в тазостегновому і колінному суглобах поштовхова нога підтягується до махової, потім ноги з'єднуються і майже прямі виносяться вперед. При виконанні стрибків поштовхом об ближню частину коня місток установлюється на 3-6 ступні далі, ніж для стрибків поштовхом об далеку частину. У момент торкання ногами містка руки розташовані внизу.

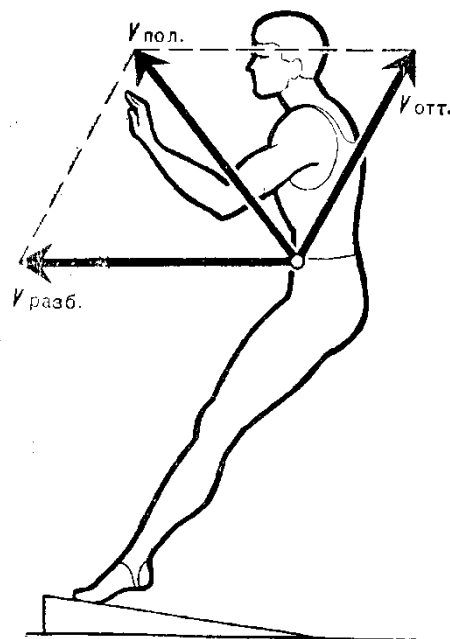
Ноги ставляться на місце акцентування поштовху. З цією метою ноги починають розгинатися для відштовхування ще наприкінці стрибка на місток, що роблять тільки на напружених носках, майже випрямлених ніг. Стопи ніг на містку розташовуються паралельно, приблизно на ширині стопи.

В амортизаційній фазі поштовху ноги згинаються в колінних суглобах до 15-20°. Поштовх ногами супроводжується махом рук. Поштовх ногами виконується в межах 0,09-0,12 с

Кут вильоту після поштовху ногами дорівнює приблизно 75-83°. Попередній замах ногами виходить назад в результаті розгинання тіла в тазостегнових суглобах до злегка прогнутого положення при крутій і високій траєкторії польоту. Він виконується до опори руками і сприяє збільшенню швидкості руху ніг по дотичній нагору і створенню умов для різкого згинання в

тазостегнових суглобах у момент поштовху руками (так названого ривкового руху тіла).

Додаток горизонтальної швидкості до вертикального при відштовхуванні від містка, площа опори і гальмування швидкості руху ніг. Усе це впливає на ефективність наступного поштовху руками.



*Рис. 2.2. Додаток горизонтальної швидкості до вертикального при відштовхуванні від містка*

Руки ставляться на снаряд перед тулубом під тупим кутом до нього. Завдяки цьому забезпечується момент, що стопорить, у поштовху. Кисті рук ставляться паралельно. Поштовх руками виконується назустріч руху тіла за рахунок розгинання рук у плечових і ліктьових суглобах, і згинання в ліктьових. Він завжди повинний сполучатися з ривковим рухом тулуба, що зовні виражається в деяким згинанні тіла в тазостегнових суглобах, причому таз завжди переміщається нагору. Це дозволяє збільшити тиск на площу опори й ефективніше відштовхнутися. Енергійний і короткий (0,16-0,19 с) поштовх руками повинен закінчитися до моменту, коли плечі перетинають вертикаль, що проходить через площу опори. Висота розташування ЗЦМ тіла в цьому випадку найбільша, отже, можна досягти більшої абсолютної висоти стрибка.

Положення тіла в польоті після поштовху руками визначає вид стрибка. Від якості виконання цієї фази найбільшою мірою залежить оцінка стрибка в цілому. Чим довше зберігається чітко зафіксоване положення, тим вище якість стрибка.

Амортизація при приземленні відбувається внаслідок еластичності суглобних хрящів, зв'язок, роботі м'язів.

Приземлення відбувається на носки напружених і випрямлених ніг. Треба опуститися на всю стопу і трохи зігнути ноги. У цьому положенні п'яти повинні бути разом, носки і коліна - нарізно, тулуб злегка нахилений уперед,

руки - назовні. Не затримуючись в цьому положенні, необхідно випрямитися й опустити руки.

Учні виконують також стрибки: ноги нарізно через козла, через коня, у ширину і довжину. Після торкання руками снаряда відбувається активне відштовхування від нього. Одночасно розводяться і незначно згинаються ноги в тазостегнових суглобах. За рахунок піднімання плечей і рук вгору відбувається розгинання в грудній частині хребта. Готуючись до приземлення, необхідно злегка зігнути ноги і з'єднати ноги.

## 2.2. Біомеханічні особливості художньої гімнастики і акробатики

Художня гімнастика має свої специфічні сторони, що полягають в особливій техніці виконання вправ без предмета і з предметом з урахуванням особливостей жіночої моторики, здатності виконувати м'які і плавні рухи, а також у використанні елементів танцю й в особливій методиці застосування музики.

Вправи, що складають зміст технічної підготовленості: без предметів - спеціальні види ходьби і бігу, рівноваги, повороти, нахили, стрибки; із предметами – м'ячем, обручем, стрічкою, скакалкою, булавами, вимпелами.

Ходьба і біг у художній гімнастиці мають як загальне, так і спеціальне значення. Різноманітність елементів структури ходьби і бігу (довжина кроку, сила поштовху, швидкість перекаату стопи, величина вертикальних коливань, спосіб опори й ін.) сприяє фізичній підготовленості, а також оволодінню рухами різного характеру (плавним, енергійним, м'яким, різкими) і основами спортивної техніки.

У художній гімнастиці, насиченої великою кількістю стрибків, поворотів, рухів тулубом і кінцівками, пред'являються підвищені вимоги до постави, стійкій рівновазі. Регуляція специфічних положень утрудняється виконанням вправ із предметами, що збільшують амплітуду рухів і тим самим тіла, що знижують стійкість гімнастки. При цьому увага гімнастки повинна бути рівномірно розподілена на виконанні визначеного руху і володінні предметом.

Рівновага тіла зберігається при фіксації положень різної складності (статична рівновага), а також у момент зміни положення тулуба, рук, вільної ноги як на місці, так і в русі (динамічна рівновага). Виконується в різних стійках, найчастіше після кроку, бігу, стрибка, повороту.

Повороти - динамічні вправи, характерною рисою яких є створення моменту обертання зі збереженням стійкості. Повороти виконуються як на опорі (на носку, носках), так і в безопорному положенні з різними положеннями вільної ноги, тулуба і рук. Їхня техніка полягає в умінні правильно розрахувати силу і напрямок, щоб повідомити тілу обертальний рух.

Стрибки відрізняються великою амплітудою рухів, точним положенням усіх ланок тіла гімнастки в польоті і швидкому переході до чіткої зупинки.

Вправи з предметами є засобом для оволодіння спеціальною координацією рухів. З їхньою допомогою удосконалюються функції рухового,



тактильного і зорового аналізаторів, а також біокінематичні характеристики. Переміщення предмета сполучаються з рухами тіла.

Предмети, які застосовують в художній гімнастиці, різні за формою, масі, фактурі матеріалу, і в залежності від цих розходжень визначаються характеристики рухів і техніка вправ з кожним з них. Так, вправи зі скакалкою різні по характеру, швидкості і ритмічними сполученням.

Основними елементами техніки вправ зі скакалкою є: стрибки з обертаннями скакалки вперед, назад, убік; стрибки з обертанням скакалки вперед та назад петлею; махи і кола скакалкою в різних площинах, а також скакалкою складеною вдвічі, учетверо; перекладання і кидки. Стрибки зі скакалкою ускладнюються зі зміною сили поштовху, положення і рухи ніг і тулуба в польоті, напрямки і швидкості обертання скакалки, з поворотами після кіл і махів і т.д. Стрибки зі скакалкою складаються з фаз підготовки, поштовху, польоту і приземлення.

У підготовчій фазі, ноги зігнуті у всіх суглобах, тобто виконується напівприсід. При виконанні напівприсіду м'язи ніг розтягуються, а потім скорочуються. Особлива увага звертається на розгинання в гомілковостопному суглобі, тому що саме воно забезпечує найбільшу ефективність виконання фази поштовху.

Поштовх повинний бути енергійним, коротким. Він характеризується розгинанням ніг у суглобах, що надає тілу поступальний рух. Рух руками зі скакалкою починається вже в момент підготовки до поштовху.

Політ характеризується висотою і тривалістю. У фазі польоту спина повинна знаходитися у вертикальному положенні (що вимагає значної сили цієї групи м'язів), ноги можуть бути прямими, зігнутими вперед чи назад.

Основне призначення приземлення - поступово зменшити дію сили ударної взаємодії. У момент приземлення відбувається переكات з носка на п'ятку з наступним згинанням ніг у колінних суглобах.

Основні елементи техніки вправ зі стрічкою - махи, кола, змійки, спіралі. Безупинне чергування махів, кіл стрічкою зі спіраллю, змійкою вимагає швидкого переключення дії з одного суглоба руки на інший. Переміщення стрічки повинні постійно супроводжуватися рухами тулуба. Це виражається в ледь помітному повороті голови, пліч і інших ланок тіла.

Основа техніки рухів зі стрічкою полягає в безупинній підтримці інерції польоту стрічки при послідовному виконанні різних малюнків. Швидкість руху стрічки може бути різною, однак політ її повинен бути рівномірним.

Основні елементи техніки вправ з обручем - повороти навколо горизонтальної і вертикальної осей, обертання, кидки, ловля, стрибки в обруч і через нього, махи і кола обручем (у різних площинах). Форма обручів і його конструкція дозволяють застосовувати рухи стрибкового характеру.

### ***Акробатика.***

У фізичному вихованні школярів використовуються наступні акробатичні вправи: угруповання, переكاتи, перекиди, напівшпагати, шпагати, мости, стійки і перевороти.

Угруповання являє собою таке положення тіла, у якому зігнуті в колінних суглобах ноги хватом за гомілки сильно притягнуті до грудей, спина округлена, голова нахилена вперед, лікті притиснуті до тіла. Угруповання може виконуватися в положенні сидячи і лежачи на підлозі, у присіді.

Переكاتи - це послідовне торкання підлоги окремими ланками, тіла без перекидання через голову. Вони можуть виконуватися вперед, назад, у сторони, в угрупованні і прогнувшись.

Переكاتи виконуються з послідовним торканням підлоги окремими ланками тіла з перекиданням через голову. Можуть виконуватися вперед, назад, в угрупованні, прогнувшись, поодинці, удвох, утрюх, з місця і стрибком (польотом).

Напівшпагат виконується з упору на колінах. Спираючись руками об підлогу, необхідно висунути вперед одну ногу і відвести назад іншу, торкнутися тазом її п'ятки, випрямитися, руками відштовхнутися від підлоги.

Шпагат - присід із гранично розведеними ногами. З основної стійки, відставляючи одну ногу назад і нахилиючи вперед, обпертися руками об підлогу. Ноги і руки тримати прямими і погойдувати тулубом. Відразу ж виконати шпагат на іншу ногу, повільно, не змінюючи положення ніг, повернутися навкруги.

Крайнім видом упору лежачи позаду є положення «міст», при якому тулуб дугоподібно вигнутий, ноги злегка розведені і зігнуті в колінних суглобах, руки випрямлені. Ступінь вигину хребетного стовпа залежить від рухливості його в поперековій області. При виконанні вправи дугоподібність вигнутої фігури досягається в результаті наступних рухів: тильного згинання в гомілковостопній і деякі згинання в колінних суглобах; граничного розгинання тазостегнових суглобів; граничного повороту таза вертикально; граничного розгинання хребетного стовпа (випрямлення грудної кривизни, збільшення поперекової і шийної кривизни); піднімання плечового пояса, що супроводжується поворотом лопаток нижнім кутом зовні; крайнього розгинання в плечових і ліктьових суглобах; крайнього тильного згинання в променево-зап'ясних суглобах, що обумовлює деяке згинання фаланг пальців. Таке розташування ланок може підтримуватися лише за умови сильного розтягування одних м'язів і скорочення інших.

У край розтягнутому стані знаходяться: прямі м'яза живота, великі і малі грудні м'язи, двоголові м'язи плеча, нарешті, довгі згиначі пальців. Розтягування зазначених м'язів відбувається з подоланням дуже великого опору їхніх пружних сил. Такий же опір чинять пружні м'язи міжхребцевих хрящів і суглобних зв'язок. Протидію пружним силам роблять активні сили м'язів-антагоністів. При вигинах сили тертя перешкоджають виконанню вправи.

Основне навантаження при виконанні «моста» приходяться на м'язи задньої поверхні гомілки, задні м'язи тазостегнових суглобів, широкі м'язи спини, трапецієподібні і ромбовидні м'язи, згиначі кисті і пальців.

Навантаження на пальці наростають від поперекової області до кінцівок. У зв'язку з цим найбільше навантаження несуть м'язи кінцівок, діючи при периферичній опорі. М'язи спини менше навантажені, причому саму незначну роботу виконують м'язи нижньо-грудного відділу хребетного стовпа. М'язове навантаження знаходиться в залежності від величини сили тертя, рухливості суглобів (розтягування м'язів і зв'язок, їхньої еластичності) і величини вигину тіла. Остання залежить від еластичності м'язів, рухливості суглобів.

Стійки - це обмежено-стійкий вид рівноваги. Можуть виконуватися на опорній площині і гімнастичних снарядах. При стійці на кистях ступінь стійкості тіла дуже незначний, тому що площа опори невелика, лінія ваги перетинає її в середині, а ЗЦМ тіла розташований високо над опорою. Носок стопи відтягнуть камбаловидним м'язом і його синергістами. Лінія дії сили ваги гомілки і стопи проходить за колінним суглобом на деякій відстані, величина якого залежить від ступеня розгинання в тазостегновому суглобі й у хребетному стовпі.

На тазостегновий суглоб діє уже велика маса усіх вищерозміщених частин тіла (стопи, гомілки і стегна). Загальний центр ваги цих ланок розташований приблизно в дистальному кінці стегна. На суглоби поперекової частини хребетного стовпа діє маса ніг і таза, загальний центр ваги яких розміщується вище лінії, що з'єднує тазостегнові суглоби. Прямі м'язи живота знаходяться в розтягнутому стані завдяки вертикальному положенню таза, що, у свою чергу, обумовлено розгинанням тазостегнових суглобів. При більш вертикальній стійці напруга прямих м'язів живота значно знижується, а зрівноважування виробляється м'язами спини, тому що лінія ваги вищерозміщених ланок тіла проходить через поперекові хребці. Центр ваги вищерозміщених ланок, що діють на грудні хребці, розташований перед хребетним стовпом (як у звичайній стійці на кистях, так і при більш вертикальній стійці).

М'язова робота зводиться до фіксації плечового пояса і плечових суглобів. Її виконують усі м'язи, що оточують ці суглоби. Особливо сильно навантажуються м'язи задньої поверхні тулуба (найширші м'язи спини, великі круглі, задні частини дельтоподібних м'язів і ін.).

У звичайній стійці на кистях лінія ваги кожну мить злегка переміщується в ту, чи іншу сторону, через що, найширші м'язи спини і великих грудних м'язів напружені. Рівновага в сагітальній площині утримується спільною роботою великого грудного і найширшого м'яза спини кожної сторони. Якщо ЗЦМ тіла відхилиться вліво, підсилюється робота м'язів правої сторони, якщо вправо - лівої.

Основне значення при стійці на кистях мають м'язи плечового пояса. Сила ваги прагне перемістити тулуб униз, повернути нижні кути лопаток усередину. Утриманню лопаток сприяють і середні частини трапецієподібних м'язів, передні зубчасті м'язи, дельтоподібні м'язи, що діють при периферичній опорі.

Для фіксації ліктьових суглобів напружені розгиначі передпліччя, тому що лінія ваги проходить трохи вперед центрів ваги ліктьових суглобів.

У координаційному відношенні звичайна стійка має деякі переваги, тому що балансування відбувається шляхом компенсаторних рухів у тазостегнових і плечових суглобах, маса нижніх кінцівок може переміщатися по великих дугах без порушення загальної рівноваги. При більш вертикальній стійці компенсаторні рухи відбуваються переважно в плечових суглобах. Незначний зсув маси всього тіла може швидше викликати порушення рівноваги. Крім того, у першому випадку меншу масу переміщують великі м'язи, у другому велику масу - менш сильні.

Стійка на лопатках виконується з положення лежачи на спині. Тулуб піднімається до вертикального положення, лікті спираються на опору, а долоні великими пальцями в спину, ноги випрямлені.

Стійка на голові виконується з опорою головою і руками. Маса тіла рівномірно розподіляється на руки і голову. Тулуб з ногами складає майже пряму лінію. Умови виконання стійок описані вище.

Перевороти являють собою перекидання через голову з опорою руками чи головою. Можуть виконуватися вперед, назад і в сторони, повільно і швидко. Повільні перевороти, на відміну від швидких (темпових), можна виконувати, одночасно спираючись руками і ногами.

Переворот боком виконується на опорі з почерговою зміною опори ніг на одну і, іншу руку і знову послідовно на обох ногах. Вправа починається з енергійного руху руками і тулубом убік перевороту, відштовхуванням однойменною ногою і махом іншої. Створюється початковий рух у задану сторону. До моменту опори на обох рук у положенні «ноги нарізно» гальмується рух ноги, що почала рух, у її кінетичний момент передається тулуб, що продовжує рух у ту ж сторону. Позмінно ноги і руки роблять розгін убік перевороту, а потім при їхньому гальмуванні передають кінетичний момент іншим частинам тіла. При правильному виконанні перевороту убік рух варто виконувати по прямої лінії, руки і ноги по черзі ставити на одній лінії, рухатися точно убік, тулуб тримати прямим, не прогинаючись в попереку.

На початку перевороту вправо треба зробити мах правою ногою убік і підняти руки в сторони, зробити великий крок вправо, підняти ліву ногу, широко розставивши ноги, і, не згинаючи тулуба, поставити праву руку на опору подалі від себе. У положенні стійки на кистях і подальшому перевороті ноги повинні бути широко розведені в сторони.

Переворот убік можна виконувати з вихідного положення стоячи обличчям до лінії перевороту. У цьому випадку рух починається не убік, а махом ноги вперед і закінчується поворотом на  $90^\circ$  до вихідного напрямку.

### 2.3. Біомеханічний аналіз техніки штовхання ядра

Дальність польоту снаряда залежить від початкової швидкості вильоту, кута вильоту, висоти вильоту щодо місця приземлення, що збільшує дальність польоту снаряда, аеродинамічних особливостей снаряда, які можна використовувати для збільшення дальності польоту.

При відсутності опору повітря дальність польоту снаряда пропорційна квадрату швидкості вильоту. Зі збільшенням швидкості вильоту, наприклад, у 1,5 рази дальність польоту снаряда повинна зрости в 2,25 рази.

Збільшення швидкості снаряда при метаннях звичайно проходить у три етапи:

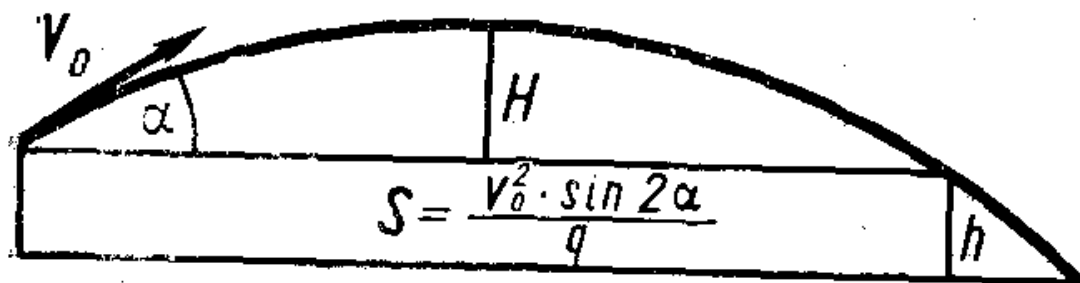


Рис. 2.3. Система польоту снаряда:  $H$  - висота злету;  $S$  - довжина польоту по горизонталі (до рівня висоти його вильоту);  $g$  - початкова швидкість вильоту;  $\alpha$  - кут вильоту;  $h$  - висота вильоту;  $V_0$  - прискорення вільного падіння

1. Швидкість повідомляється системі «людина-снаряд», від чого вона рухається (наприклад, при метаннях з розбігу) і збільшується;
2. Швидкість передається тільки тулубу і снаряду;
3. Швидкість передається тільки снаряду і руці, що метає, (при фінальному зусиллі).

Таким чином, швидкість вильоту снаряда являє собою суму швидкостей, придбаних їм на кожному із трьох етапів.

Політ снаряда залежить також і від кута вильоту. Насамперед, від кута між горизонталлю і вектором швидкості вильоту, що визначає рух снаряда у вертикальній площині (нижче). Далі, від кута вильоту в горизонтальній площині (правіше-лівіше), між вектором швидкості вильоту і подовжньою віссю снаряда. Поле снаряда залежить також і від величини початкової швидкості, і кута вильоту.

Від висоти випуску снаряда залежить дальність польоту. Для досягнення максимальної дальності кут вильоту повинний бути 38-45°.

Виконання рухів при метаннях засноване на тому, що проксимальний суглоб руки спочатку швидко рухається в напрямку метання, а потім різко гальмується. Це викликає швидкий обертальний рух дистальної ланки тіла.

Після максимуму м'язових зусиль ніг виникає імпульс сили, що потім з 0,02-0,03с досягає тулуба і потім через такі ж проміжки часу «переливається» по всіх ланках кінематичного ланцюга, що беруть участь у кидку снаряда. Кожна ланка повинна обов'язково гальмуватися, створюючи «тверду» опору для наступних ланок тіла, що прискорюються. Силова хвиля не тільки переливається по ланках, але і на основі позитивних зворотних зв'язків виникає за рахунок концентрованих м'язових зусиль у строго визначені моменти і фази руху.

Для збільшення швидкості вильоту снаряда прагнуть збільшити шлях впливу на нього у фінальному зусиллі. У рухах на місці завершується підготовка вихідної пози фінального розгону. При цьому доцільно, щоб снаряд був розташований якнайдалі від пункту його вильоту, а м'язи, у фінальному розгоні були якнайбільше розтягнуті і напружені. Така підготовка виконується в багатьох випадках поетапним обгоном ланок, розташованих ближче до опори.

Передачу руху переміщуваному тілу виконують, додаючи початкову швидкість польоту рухам з розгоном снаряда. Нагромадження тілом кількості руху і передача його снаряду відбувається одночасно. Тільки в різні фази металевих рухів і в різних умовах вони мають свої особливості. У метаннях відносно легких снарядів протягом усього попереднього розгону переміщуваний снаряд знаходиться звичайно трохи позад тіла. Снаряд, що прискорюється, завдяки своїм силам інерції, прикладеним до людини в робочому місці її тіла, протидіє руху робочих ланок щодо тулуба.

З початку фінального розгону металевик додає снаряду швидкість у заданому напрямку набагато більшу, ніж швидкість просування таза і тулуба. Так виконуються метання снарядів, вага яких невелика щодо маси тіла металевика.

Протягом фінального розгону металевик зі зручного вихідного положення за короткий час на обмеженому шляху прискорення створює значні напруги і докладає завершальних зусиль для підвищення швидкості снаряда до моменту вильоту. У фінальному зусиллі м'яза повинні працювати короткочасно і з найбільшою напругою. Рух кисті відбувається за рахунок активності м'язів - згиначів кисті і пальців, а також сил пружної деформації, що виникають у результаті розтягування цих м'язів силою, що діє з боку снаряда, що прискорюється.

У залежності від розв'язуваної задачі метання можуть бути розділені на метання в ціль і метання на дальність. Обидва види метання можна робити з місця і розбігу. Ефективність метання в ціль залежить від добре погоджених рухів, від точно розрахованих зусиль металевика. Розбіг звичайно утрудняє рішення задачі при метанні в ціль. Чим вище швидкість розбігу, тим більше різниця в результатах у порівнянні з метанням з місця. При метаннях на дальність металевик повинний використовувати свої рухові можливості, щоб

розвинути найбільшу швидкість руху снаряда, що метастеться, і випустити його в заданому напрямку під оптимальним кутом до горизонту.



*Рис. 2.4. Куты в основних біомеханічних ланках при метанні.*

Для аналізу техніки метання виділяються три фази. У підготовчій фазі метальник створює попередню швидкість руху снаряда і займає вигідне вихідне положення для кидка. Попередня швидкість руху снаряда при метанні легких снарядів створюється шляхом прискореного бігу. Вигідне вихідне положення для кидка метальник займає наприкінці розбігу. У заключній частині розбігу на останніх кидкових кроках таз і ноги як би обганяють снаряд, і метальник у кінці розбігу виявляється в положенні замаху.

У балістичних рухах (до яких відносяться метання): активність м'язів спрямована до початку переміщення, потім рух йде по інерції. У метаннях замахом досягається необхідне перед балістичним рухом розтягання і напруження м'язів. Замах як елемент метальної енергії бере участь у регуляції потужності балістичного руху. Негативним прискоренням снаряда перед кидком створюється протидіючий момент сили, в декілька раз перевищуючий реальну масу снаряда. Ці інерційні сили служать для розтягання і напруги м'язів, що потім рефлекторно скорочуються.

Особливості руху метальника наприкінці розбігу дають підставу виділити їх в особливу фазу, умовно названу «обгін снаряда». Одним з основних ознак правильної техніки метання з розбігу є збереження швидкості руху снаряда наприкінці розбігу (при «обгоні снаряда») і невинний перехід від розбігу до кидка.

Кидок є основною фазою метання. При кидку визначається напрямок, початкова швидкість польоту, кут вильоту і дальність польоту снаряда. Основні м'язові групи, що беруть участь у фінальному зусиллі, включаються в роботу послідовно, причому перед скороченням м'яза ретельно розтягуються. Останніми включаються в роботу м'язи дистальних ланок - кисті що метає руки і стопи різнойменної ноги. Закінчується робота всіх м'язів одночасно - у момент випуску снаряда. Висока техніка кидка характеризується великою амплітудою і різко зростаючою швидкістю рухів, оптимальним кутом вильоту

снаряда. У заключній фазі метання після випуску снаряда металник повинен погасити швидкість власного руху.

Віковий розвиток природних метань відбувається шляхом поступового оволодіння рухами в кінематичному ланцюзі від проксимальних ланок тіла до дистального. Так, діти 9-10 років неякісно виконують кидки з розбігу. Зупинка перед кидком обумовлена тим, що вони не можуть змалювати його дію, а також перепрограмувати його за короткий проміжок часу. Метання виконується в основному за рахунок зусиль великих (проксимальних) ланок при чіткій фіксації дистальних ланок тіла. У дітей виявляється здатність врівноважувати ланки тіла в просторі стосовно опори. При збільшенні маси й обсягу снаряда, що метається, спостерігаються більш значні компенсаторні переміщення тіла і зайва їхня фіксація, що вказує на виконання непосильної для даного віку задачі.

У 11-12-літніх дітей спостерігаються деякі взаємозв'язки між елементами структури. Структура рухів не відбиває поступового наростання балістичної хвилі зусиль, метання виконується без активної участі великих ланок тіла.

У 13-14-літніх підлітків при розгоні снаряда побудова рухів забезпечує наростання балістичної хвилі зусиль від реакції опори і до кисті руки з м'ячем, гранатою. Такий тип опорно-рухової реакції і переливу силової хвилі спостерігається при метанні з місця і з розбігу.

Для 15-16-літніх підлітків характерно незначне поліпшення всіх показників структури рухів у метанні, тобто зниження темпу прогресивних перебудов у системі керування рухами в цілому. У більшості підлітків спостерігається наростання балістичної хвилі імпульсу сили від проксимальних ланок тіла до дистальних.

Найбільший ріст прогресивних перебудов у системі рухів кидка при природному його розвитку спостерігається у віці від 11-12 до 13-14 років. У більшості випадків це залежить від індивідуальних рухових здібностей дітей.

Для виконання штовхання ядра з місця, стоять боком до напрямку поштовху, приймається таке вихідне положення, при якому ядро розташовують на основі другого, третього, четвертого пальців і тримають на рівні надключичної ямки, лікоть відводять вниз і убік. Ліва рука знаходиться попереду і вгорі, права нога розташовується на всій стопі. Виправлена в колінному суглобі ліва нога розташована попереду правої, стопи розгорнуті вправо, маса тіла переноситься на зігнуту праву ногу. Різким розгинанням у колінному суглобі правої ноги і випрямленням тулуба з поворотом його біля лівого плеча ядро виштовхується нагору. Виконавши поштовх, учень продовжує рухатися вперед.

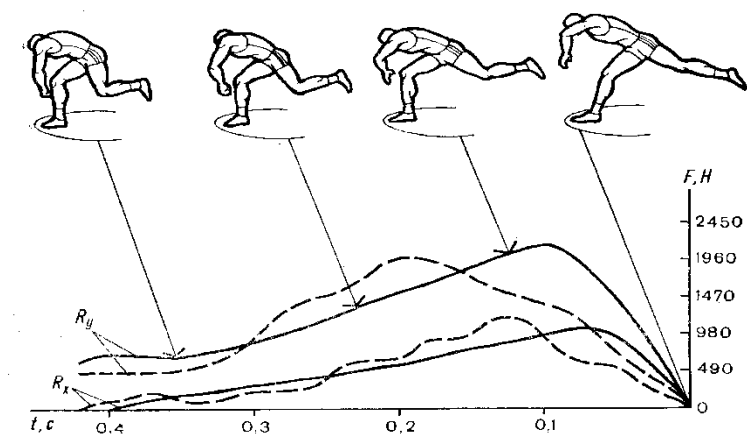
При штовханні ядра зі стрибка стають лівим боком до напрямку поштовху, маса тіла переноситься на праву ногу, ліва відставляється убік на носок, піднімаються на правий носок, роблять плавний замах лівою ногою убік і швидко виконується поштовх ядра.

Вихідне положення (групування) на початку стартового розбігу наближають її до зігнутої правої ноги. Тулуб нахиляють в сторону стрибка, напівзігнуту в ліктьовому суглобі ліву руку опускають униз.



Фаза стартового розгону починається з прийняття вихідного положення, якому передують вищеописані підготовчі рухи, що дозволяють ефективно виконати стартовий розгін за рахунок використання сили м'язів правої ноги і маху лівої ноги. При такому положенні проекція ЗЦМ тіла проходить через передню частину правої стопи. Динаміка вертикальної і горизонтальної складових сили: тиску правої ноги на опору, характеризується поступовим наростанням їхніх величин і наступним зниженням. Величина вертикальної складової: сили майже в 2 рази перевищує масу штовхальника ядра і знаходиться в прямої залежності від її. У добре підготовлених штовхальників спостерігається більш рівномірний приріст вертикальної і горизонтальний складових сил тиску правої ноги на опору і більш швидке їхнє падіння. Для новачків характерно хвилеподібна зміна сили тиску, що свідчить про асинхронну роботу ніг. Фаза стартового розгону закінчується в момент відштовхування правої ноги від опори і супроводжується перекатом через стопи чи п'яту, відштовхуванням з носка.

Після відриву правої ноги від опори починається безопорна фаза (стрибок), що характеризується швидким згинанням ноги в колінному суглобі і розгинанням її перед постановкою на опору, що дає можливість почати активний тиск на опору відразу з моменту постановки ноги. За 40-70 м/с до торкання ногою опори виникає електрична активність гомілкового і прямого м'язів стегна. Фаза фінального розгону починається з моменту постановки правої, ноги на опору. Відстань між ногами не перевищує 1 м, що дозволяє виявити силові можливості ніг за рахунок їхнього великого згинання і тривалого розгинання.



*Рис. 2.5. Динамограми вертикальної  $R_y$  і горизонтальної  $R_x$  складових сили дії правої ноги на опору у фазі стартового розгону: суцільна лінія - у спортсмена високої кваліфікації, пунктирна - низької кваліфікації*

Стопа правої ноги в момент торкання опори розгорнута на  $45-90^\circ$  до напрямку вильоту ядра. Це пов'язано з величиною повороту таза навколо фронтальної осі, що викликає компенсаторний поворот пояса верхніх кінцівок у протилежну сторону і сприяє попередньому розтягуванню м'язів тулуба до постановки правої ноги на опору. Активність прямого м'яза стегна зменшується чи зникає цілком до моменту початку розгинання ноги в

колінному суглобі. До того моменту максимальної активності досягає її антагоніст - двоголовий м'яз стегна.

Динамограми вертикальної і горизонтальної складових сили тиску правої ноги на опору, являють собою хвилеподібні криві зі значними розходженнями у величинах сил і часу їхнього прояву в штовхальників ядра з різною технічною підготовленістю. Вертикальної, складової сили, з ростом підготовленості збільшується і має двовершинну форму з поступовим падінням сили до моменту відриву ноги від опори, горизонтальна - змінює свій напрямок. Взаємодія правої ноги з опорою закінчується за  $51,5 \pm 1,5$  мс до моменту вильоту ядра. Кут у колінному суглобі при відриві ноги від опори дорівнює  $160,3^\circ \pm 8,1$ .

Динамограми сили тиску лівої ноги на опору також характеризуються визначеною складністю. Горизонтальна складова сили спрямована убік штовхання і гальмує його рух.

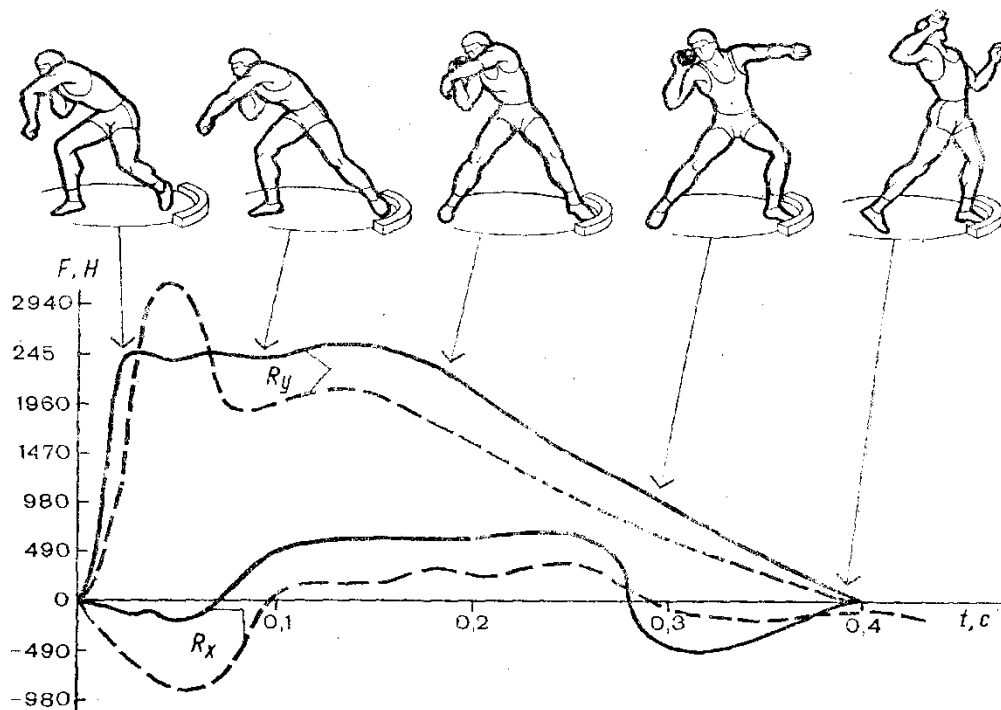


Рис. 2.6. Динамограми вертикальної  $R_y$  і горизонтальної  $R_x$  складових сили дії правої ноги на опору у фазі фінального розгону: суцільна лінія – у спортсмена високої кваліфікації, пунктирна - низькою кваліфікації

Дія лівої ноги має характер, що стопорить, і сприяє підйому ЗЦМ тіла і ядра нагору. Після торкання лівою ногою опори відбувається її згинання в колінному суглобі до  $120^\circ \pm 16,2$ .

Характер розгону ядра залежить від погоджених дій обох ніг. Права нога спочатку прискорює рух усієї системи штовхальник-снаряд, а потім разом з лівою ногою гальмує рух ланок тіла нагору, що в остаточному підсумку збільшує швидкість ланок тіла, що лежать вище, і ядра.

Фаза фінального розгону закінчується виштовхуванням ядра. Рух і швидкість робочої ланки при цьому є результатом суми рухів і швидкості окремих ланок тіла. Швидкість кисті і ядра при штовханні дорівнює сумі

швидкостей плечового суглоба і розгинача руки. Для досягнення максимальної швидкості робочої ланки необхідно визначене сполучення в часі рухів окремих ланок тіла.

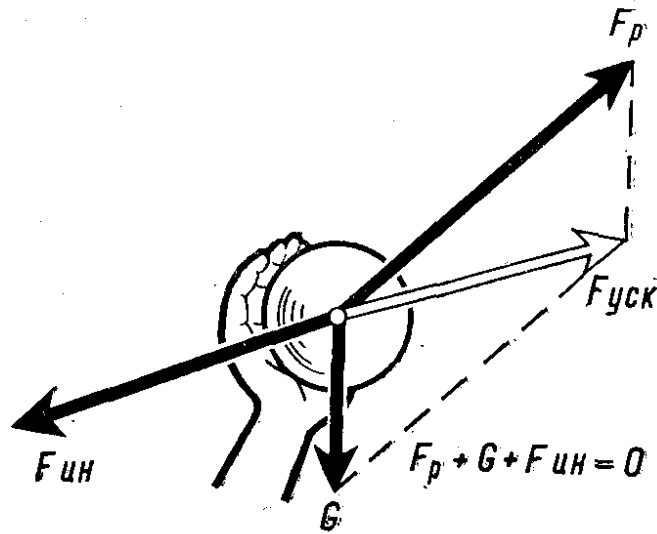


Рис. 2.7. Сили, що діють на ядро.

Дальність польоту тіл, кинутих під кутом до горизонту, залежить від початкової швидкості, кута і висоти вильоту. Дальність польоту ядра пропорційна квадрату його початкової швидкості. Початкова швидкість вильоту ядра залежить від довжини шляху переміщення руки, тривалості виконання руху, а також сили м'язів і сили ваги ядра. Оптимальний кут вильоту ядра складає близько  $45^\circ$ . Зі збільшенням висоти вильоту ядра збільшується дальність його польоту.

Повна енергія снаряда, що вилітає, дорівнює сумі кінетичної і потенційної енергій, і механічної (роботі з розгону і підняття ядра на висоту вильоту).

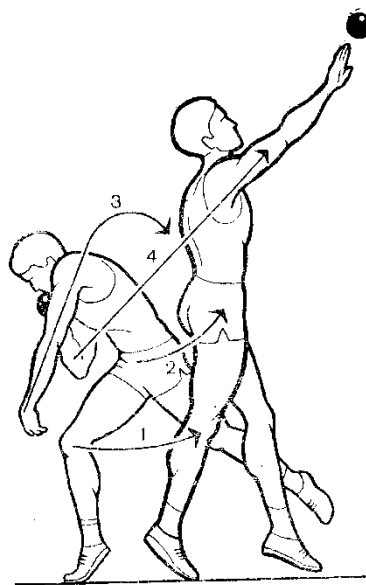


Рис. 2.8. Біомеханічна характеристика метання.

Процес повідомлення швидкості снаряду відбувається в три етапи. На першому етапі повідомляється швидкість усієї системі штовхальник-снаряд; на другому - повідомлення швидкості ядра здійснюється за рахунок роботи м'язів тулуба і передачею набраного на першому етапі кількості руху верхнім ланкам тіла від нижніх, для чого швидкість руху останніх гальмується; на третьому всі зусилля спрямовані на передачу швидкості снаряду. Отже, швидкість вильоту ядра максимальна в тому випадку, якщо після попереднього прискорення всієї системи «метальник-снаряд» проходить послідовне гальмування сегментів тіла нагору. Динаміка швидкості ядра в руці метальника і її величини в момент вильоту багато в чому визначається характером роботи ланок тіла, особливо у фазі фінального розгону.

Питання про послідовність роботи ланок тіла є основним у біомеханіці штовхання ядра. З ростом технічної підготовленості збільшуються абсолютні максимальні результуючі швидкості ланок тіла штовхальника: розгинання руки при поштовху продовжується 90-140 м/с, кут у ліктьовому суглобі змінюється на 80-140°.

#### **2.4. Біомеханічні показники техніки стрибків в довжину**

У структурі стрибка в довжину розрізняють періоди розбігу, відштовхування, польоту (власне стрибка) і амортизацію після приземлення. У періоді розбігу швидкість бігу наростає доти, поки дія гальмуючих сил буде менше дії рушійних сил.

Довжина розбігу звичайно складає 12-24 бігових кроку (20- 50 м) і залежить від підготовленості стрибуну. Техніка розбігу в початковій частині нагадує біг зі старту, але з трохи меншою інтенсивністю, Вона характеризується великим нахилом тулуба вперед - на 35-60°, енергійними рухами рук, високим підніманням стегон і енергійною постановкою ніг на передню частину стопи. У середній частині розбігу нахил тулуба поступово зменшується (5-10°).

Внутрішньо крокова ритміка розбігу має свої закономірності, що виявляються в наростанні темпу від початку до кінця розбігу й у різкому зменшенні часу передпоштовхового кроку. У школярів 17-18 років спостерігається тенденція до збільшення темпу розбігу від початку до його кінця, але час бігових кроків відрізняється різкими коливаннями в різних кроках розбігу. Внутрішньо крокова ритміка найбільш властива 11 - 12-літнім школярам, швидкість розбігу в який досягає 6 м/с.

Характерною рисою техніки розбігу стрибунів є збільшення часу контакту з опорою в передпоштовхового кроці і різке зменшення часу польоту. Зменшення часу польотного інтервалу передпоштовхового кроку створює передумови для виконання швидкої постановки ноги на брусок і активне відштовхування.

Останні 2-4 кроки розбігу спрямовані на підготовку до відштовхування шляхом подовження кроків, посилення відштовхування майбутньої поштовхової ноги й укорочення останнього кроку.

Період відштовхування складається з фази амортизації і випрямлення ноги. У фазі амортизації відбувається погашення спільної дії сил інерції і ваги. Стрибун згинає ногу в колінному суглобі і припиняє рух тіла вниз, зменшуючи горизонтальну швидкість ЗЦМ тіла. В міру просування тіла стрибун вперед у фазі амортизації, коли м'язи - розгиначі працюють у режимі, що уступає, відбувається вторинне наростання зусиль і згинання поштовхової ноги закінчується. Зусилля в цей момент досягає 3000-4000 Н.

Одним з основних елементів техніки стрибка в довжину є відштовхування. Ефективне відштовхування дозволяє змінювати напрямок руху ЗЦМ тіла на визначений кут (у межах 20-22°) зі збереженням початкової швидкості польоту, близької до кінцевої швидкості розбігу. Зміна напрямку на великій швидкості при короткому часі опори жадає від стрибуну прояву при відштовхуванні великих зусиль. Стопа фіксується на опорі нерухомо. На неї, як на опорну ланку з боку гомілки і стегна діє тиск ланок тіла, що прискорюються. Через стопу тиск передається на опору, протидією йому служить реакція опори.

Сили м'язових тяг поштовхової ноги випрямляють її. Гомілка і стегно передають вплив відштовхування через таз іншим ланкам тіла, здійснюють механічну роботу, що збільшує кінетичну і потенційну енергію при відштовхуванні.

Кут у колінному суглобі на початку періоду опори протягом перших 0,019с практично не змінюється. Ударні навантаження зм'якшуються в результаті амортизаційної дії стопи. Це відбувається при перекаці стопи з п'яти на всю її площину.

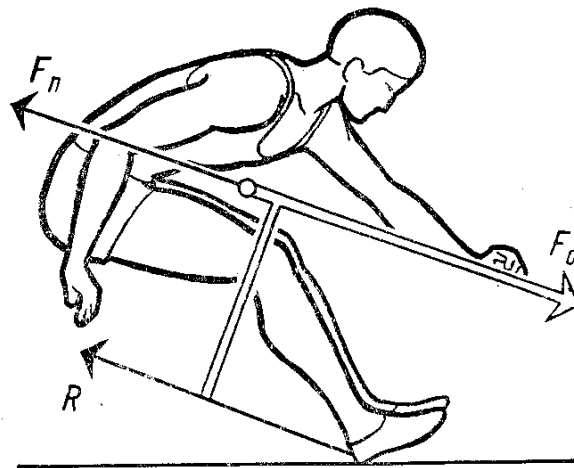
Величини суглобних кутів опорної ноги при постановці ноги в суглобі стопи рівні 108°, у колінному - 150°. При відриві від опори - відповідно 134° і 160°. Основне зниження подовжньої швидкості ЗЦМ тіла відбувається при відштовхуванні, а не під час опори махової ноги. Стрибун приходять на махову ногу й опускається вниз майже до закінчення опорного часу - вертикальна складова швидкості ЗЦМ тіла негативна. У той же час подовжня складова швидкості знижується від 9,38 до 8,98 м/с, а потім при відштовхуванні збільшується до 9,23 м/с. Таким чином, підсідання на маховій нозі не приводить до істотних втрат подовжньої складової швидкості при розбігу.

Поштовхова нога ставиться на опору з зігнутих колінним суглобом. Кут у колінному суглобі зменшується, а в суглобі стопи - збільшується, тобто відбувається опускання стопи на опору - перекаці з п'ятки на всю підошву. Перекаці стопи є амортизаційним механізмом поряд зі згинанням коліна.

Подовжня складова швидкості на початку опорного періоду дорівнює 9,03 м/с, а її зменшення триває в перших 2/3 опорного часу. На початку опори ЗЦМ тіла опускається вниз до моменту досягнення максимуму ударного піку прискорення й опорної реакції. Потім зі зменшенням подовжньої складової

швидкості вертикальна складова стає позитивною й ЗЦМ тіла піднімається до самого моменту вильоту. В останній третині опорного періоду (при випрямленні ноги) подовжня складова швидкості теж збільшується. У момент вильоту величини вертикальної і горизонтальних складових рівні відповідно 3,15 і 7,60 м/с.

Ефективність відштовхування характеризується здатністю змінювати горизонтальний напрямок руху стрибун нагору під кутом 18-22°. Тулуб у цей момент вертикальний чи відхилений назад на 3-5°. Під впливом сил інерції тіла поштовхова нога і частково тулуб згинаються. Як тільки опір розтягнутих м'язів починає перевищувати величину сил інерції тіла, вони починають скорочуватися, випрямляючи поштовхову ногу і тулуб. Махові рухи руками і маховою ногою сприяють збереженню рівноваги, зміщують ЗЦМ тіла, додають йому прискорення в напрямку маху і підвищують ефективність випрямлення поштовхової ноги. Відштовхування обумовлює підвищення вертикальної швидкості і зменшення горизонтальної. Кінетична енергія тіла стрибун, витрачена на підйом уперед, переходить у потенційну.



*Рис. 2.9. Біомеханіка основних сил, що визначають ефективність стрибка у довжину.*

Найбільші опорні зусилля розвиваються в момент постановки ноги на планку і можуть досягти значних величин. З цим моментом повинні збігатися максимуми прискорень рук і переносної ноги. У відштовхуванні стрибун змінює напрямок руху, створюючи кут вильоту 18-24°, що забезпечує необхідну висоту стрибка - 50-60 см. Зміна напрямку руху стрибун зв'язана з частковими втратами горизонтальної швидкості і проявом значних м'язових зусиль.

Зростання зміни абсолютних величин вертикальних складових зусиль відбуваються нерівномірно. Період найбільшого збільшення складових опорної реакції відзначений у підлітковому віці - від 11 до 14 років. Від 15 до 18 років цей приріст поступово знижується.

Вікові зміни тимчасових показників при опорі (тривалість опори, тривалість фази амортизації і відштовхування) різні. У віці 13-14 років виявляється деяке збільшення часу при опорі, головним чином за рахунок

збільшення тривалості фази амортизації. До 17-18 років тривалість відштовхування зменшується.

Найбільші зміни куткових значень при постановці ноги на планку і при відштовхуванні відзначаються у віці 15-18 років -  $72^\circ$ , причому максимальні значення спостерігаються у віці 17-18 років -  $78^\circ$ . Величина кута при згинанні ноги в момент вертикалі збільшується в 13-14-літньому віці, а до 17-18 років поступово зменшується. Найбільша участь у цьому приймають прямий і двоголовий м'язи стегна, передній великогомілковий і внутрішня голівка гомілкового м'яза.

Період польоту триває з моменту відриву від опори поштовхової ноги до приземлення. Стрибун виконує рухи, що сприяють більш далекому приземленню.

У стрибку способом «зігнувши ноги» стрибун пролітає в положенні кроку половину траєкторії, потім, опускаючи руки і трохи нахилиючи тулуб уперед, підтягує поштовхову ногу до махової, приймаючи положення угруповання.

При стрибку прогнувшись, рухи ніг у польоті спрямовані на збереження необхідного положення тулуба і підготовку до приземлення. Перед приземленням стрибун прагне підняти вище витягнуті вперед ноги, а руки відвести назад. Політ закінчується приземленням, після якого починається амортизація і слідом за нею вихід уперед з пози приземлення. Опора загальмовує тіло стрибуну, що рухається, і по інерції продовжує рух вперед і робить переكات над місцем опори.

Задачею амортизації є погашення швидкості тіла, повідомлення тілу протилежно спрямованого імпульсу сили. Ефективність приземлення характеризується дальністю винесення ніг стрибуну за проекцію ЗЦМ тіла - до 80 см. Приймавши в польоті положення угруповання, стрибун продовжує опускати руки, виставляє гомілки вперед, випрямляє ноги. Після торкання п'ятами опори ноги згинаються в колінних суглобах, а таз переміщується до п'ят. Закінчується приземлення виходом з місця чи приземлення падінням у сторону.

## **2.5. Біомеханічний аналіз техніки стрибка у висоту**

У стрибках у висоту розрізняють фази розбігу, відштовхування, польоту й амортизації після приземлення. У фазі розбігу створюються необхідна швидкість до моменту відштовхування й оптимальні умови для опорної взаємодії.

Розбіг здійснюється 7-9 біговими кроками. На місце відштовхування нога ставиться рухом, що стопорить, завдяки чому зменшується горизонтальна швидкість і збільшується вертикальна, що дозволяє зайняти вихідне положення при оптимально зігнутій поштовховій нозі. Розбіг виконується під кутом  $30-45^\circ$  при виконанні стрибка способом «переступання» і по прямій, під кутом до планки  $30-40^\circ$  при «перекидному» способі стрибка. У залежності від розташування місця відштовхування від планки, довжини кінцівок і способу

маху цей кут може змінюватися від 20 до 60°. Структура стартової частини розбігу відрізняється від звичайного бігу тим, що тулуб більше нахилений уперед, опорні фази переважають над польотними, а коливання ЗЦМ тіла менше.

Підготовчі дії до поштовху виконуються за 3-4 кроки до відштовхування. На цьому відрізку відбувається зниження ЗЦМ тіла в основному за рахунок зменшення кута в колінному суглобі. Кут нахилу тулуба щодо горизонталі збільшується з 57-68° у третьому кроці до 74-88° в останньому і з 60-71° до 99-116° у момент відриву від опори. Такі зміни кутів вказують на збільшення швидкості стрибун під час опорних фаз останніх трьох кроків. Зниження ЗЦМ тіла може бути великим, якщо ставити махову ногу в останньому кроці на 15-20см убік, однак це приводить до значного зниження швидкості розбігу.

Темп розбігу наростає на останніх 3-4 кроках. Темп виконання третього (від відштовхування) кроку дорівнює 3,10-4,08 кроки/с, а останнього - 3,70-4,50 кроки/с. Тривалість опорних фаз в останніх кроках більше, ніж тривалість польотних фаз. Максимальна швидкість розбігу досягається до кінця передостаннього кроку, складаючи в середньому 7-7,6 м/с. Але до моменту постановки поштовхової ноги вона знижується на 10 % і більш, що обумовлено зменшенням довжини останнього кроку. Для виконання маху стрибун, як правило, застосовують одночасну роботу рук. Фаза відштовхування складається з амортизації і випрямлення ноги. Відштовхування являє собою складний механізм рухів у зв'язку з його короткочасністю, що швидко змінюється силовим полем у період ударної взаємодії і максимальних м'язових напруг. При амортизації горизонтальна швидкість ЗЦМ тіла знижується. Випрямлення поштовхової ноги і махові рухи створюють прискорення ланок тіла нагору і вперед. Виникаючі при цьому сили інерції разом із силою ваги обумовлюють силу дії на опору і викликають відповідну реакцію опори. Зусилля спрямовані на забезпечення найбільшої вертикальної швидкості.

Значний вплив на кінцеву швидкість вильоту ЗЦМ тіла здійснюють рухи при амортизації. Ефективність передачі зусиль у ланках опорно-рухового апарата стрибун багато в чому залежить від координації рухів при відштовхуванні.

Раціональне розташування ланок тіла в момент постановки ноги, погодженість згинання і розгинання в суглобах у сагітальній площині істотно позначаються на виконанні відштовхування. У тазостегновому суглобі відбувається спочатку невелике згинання, а потім розгинання. У колінному суглобі (так само як і в гомілковостопному) спочатку відбувається розгинання, потім згинання і знову розгинання. Стрибуни повинні прагнути до мінімального згинання в тазостегновому суглобі під час відштовхування, тому що просування таза нагору без зупинки створює сприятливі передумови для махового руху. Зі збільшенням висоти стрибка кут згинання в колінному суглобі зменшується. Кут максимального згинання в колінному суглобі в момент закінчення амортизації складає від 125 до 165°.



Ефективність відштовхування визначається імпульсом сили, що дорівнює добутку середньої сили взаємодії з опорою на час цієї взаємодії. При постановці ноги на місце відштовхування сила реакції опори досягає 3500-6000 Н (вертикальна складова). Приблизно таких же значень досягає вертикальна складова і при амортизації. З ростом підготовленості стрибунів спостерігається збільшення значень вертикальної складової в момент випрямлення ноги. При амортизації на величину сили реакції опори впливає ряд показників. По-перше, горизонтальна швидкість стрибуна в момент торкання опори поштовховою ногою, збільшення якої на 0,1 м/с приводить до зростання сили на 10-160 Н. По-друге, зменшення цієї сили при маху зігнутою ногою. По-третє, маса тіла. У момент закінчення амортизації відбувається зниження величини вертикальної складової, що зв'язано зі згинанням поштовхової ноги.

При активному відштовхуванні зростання величини вертикальної складової сили реакції опори обумовлено створенням сили інерції за рахунок вертикального прискорення махових кінцівок. Швидкість махової ноги має максимальну величину на початку відштовхування - від 7,2 до 13,5 м/с. У момент проходження махової ноги мимо поштовхової її швидкість зменшується на 60-65% від початкової величини, а до кінця відштовхування дорівнює 40-45% від максимальної величини. Швидкість руху рук у момент постановки ноги досягає 6,5-9,2 м/с. У момент закінчення амортизації ця швидкість зростає на 15-21%, а до кінця відштовхування зменшується в порівнянні з початковою швидкістю рук на 25-28% (однойменної з маховою ногою) і на 62-73% (неоднойменної).

У момент постановки ноги на опору відбувається деяке розгинання кінцівки за рахунок скорочення великого сідничного м'яза і великого привідного м'яза. Чотириголовий і двоголовий м'язи стегна, напівсухожилльний і напівперетинчастий м'язи фіксують розігнуту гомілку в колінному суглобі. Розгинання ноги починається спочатку в тазостегновому, потім у колінному суглобі і продовжується в суглобі стопи. У заключний момент відштовхування за рахунок активності підошовних і гомілкових м'язів суглоб стопи жорстко фіксується, що сприяє передачі імпульсу сили вищим ланкам.

Махові рухи ногою виконуються за рахунок роботи прямого м'яза стегна разом з повздожньо-поясничним. Активність цих м'язів починається до постановки поштовхової ноги на опору. Після того, як коліно поштовхової ноги проходить вертикаль, чотириголовий м'яз стегна робить розгинання в колінному суглобі махової ноги. При маху руками передній пучок дельтоподібного м'яза разом з великим грудний здійснюють розгін рук, а задній пучок дельтоподібного м'яза їхнє активне гальмування.

Таким чином, швидкість і кут вильоту визначаються найбільш повноцінним використанням внутрішніх і зовнішніх сил, що діють на тіло стрибуна в момент поштовху. При цьому необхідна погодженість зусиль відштовхування і прискорень ланок махової ноги, а також послідовність включення окремих ланок ноги у виконання маху.

Зміна потенційної і кінетичної енергії в періоді опори поштовхової ноги протягом з перших 0,06с відбувається синфазно. При зменшенні кінетичної і потенційної енергії ЗЦМ тіла опускається на 3,3 см, а швидкість знижується на 1,40 м/с.

У фазі польоту при виконанні стрибка способом «переступання» махова нога, трохи зігнута в колінному суглобі, виноситься нагору. Поштовхова нога опускається вниз. На вершині злету махова нога випрямляється, тулуб нахилиється вперед, руки опущені вниз. Після проходження планки стрибун енергійно посилає вниз махову ногу. У цей час поштовхова нога, розгорнувши назовні, піднімається доти, поки не перетне планку. Тулуб розвертається до коліна поштовхової ноги і таз швидко проходить над планкою. Стрибун приземляється на махову ногу боком до планки, випрямляє тулуб і піднімає нагору руки, зігнуті в ліктьових суглобах.

При виконанні стрибка способом «перекидний» після відштовхування поштовхова нога підтягується нагору, згинаючи в колінному суглобі і суглобі стопи. Махова нога в польоті згинається в колінному суглобі. У верхній точці польоту вона (і однойменна їй рука) переноситься через планку, повертається носком вниз і випрямляється. Тулуб приймає горизонтальне положення. Однойменна маховій нозі рука і верхня частина тулуба опускаються за планку. Стрибун виконує активний поворот тазом і одночасно відводить зігнуту поштовхову ногу коліном у сторону-вверх. Пройшовши планку, стрибун приземляється на однойменну маховій нозі руку і робить переكات через плече на спину.

## **2.6. Біомеханічні особливості спортивної боротьби**

Спортивна боротьба містить у собі комплекс фіксованих поз і положень тіла (стійки - права, ліва, фронтальна, висока, низька; міст; напівміст; положення лежачи; небезпечні положення), а також систему прийомів (атакуючі дії, захист, контрприйоми, зв'язування, розвороти, накривання, випередження й ін.). Боротьба ведеться в стійці й у партері.

Всі основні технічні дії умовно розділяються на класи (прийоми в стійці чи партері); підкласи (кидки, перекади, звалювання, перевороти, утримання, виходи наверх, больові прийоми, удушення); групи (атакуючі дії при проведенні кидків, перекадів, звалювань, переворотів, больових прийомів, удушень); підгрупи (елементи прийомів).

Приймаючи різного роду стійки, знаходячись на мосту в положенні лежачи чи сидячи, борці, як правило, повинні піклуватися про те, щоб зберегти чи змінити стан рівноваги свого тіла і тіла суперника. Тому для прийняття будь-якого фіксованого положення борець повинен забезпечити такі біомеханічні умови взаємодії свого тіла із середовищем (опорою-килимом, суперником), при яких головний вектор і головний момент (геометричні суми, зовнішніх сил, що діють на тіло) кожний окремо дорівнював нулю.

Як відомо, існують три види рівноваги тіл - стійка, хитка і нейтральна. Практика показує, що під час боротьби спортсмени майже - ніколи не приймають положення нейтральної рівноваги. Найчастіше тіло знаходяться в хиткій рівновазі і досить рідко в стійкій. Усе це вимагає великих м'язових зусиль і значної витрати енергетичних ресурсів організму спортсменів. Причому напруга м'язової системи борців повинне бути тим більшим, ніж більш хитке положення вони приймають у різних фіксованих положеннях боротьби.

Біомеханічним критерієм ступеня стійкості тіла борців є місце розташування ЗЦМ тіла. Будь-які, навіть порівняно малозначні зміни чи пози положення тіла борця приводять до зміни місця розташування його ЗЦМ щодо опори. Найбільш стійке положення борець може прийняти в тих випадках, коли ЗЦМ його тіла буде знаходитися ближче усього до опори. Так, ЗЦМ тіла борця займе положення максимально (для стійки) наближене до опори, якщо він прийме низьку стійку, зігне ноги в тазостегнових і колінних суглобах, нахилить тулуб уперед, не буде високо піднімати руки.

Розташування ЗЦМ, однак, не цілком визначає ступінь стійкості тіла борця. Не менш важливим критерієм стійкості є величина площі опори тіла. Під площею опори тіла розуміють ту частину площі поверхні килима, що знаходиться між крайніми точками опори тіла борця. Ступінь стійкості тіла борця прямо пропорційний площі опори його тіла. Отже, борець повинний прагнути до збільшення площі опори і зниженню висоти розташування над нею ЗЦМ.

Наступним критерієм стійкості служить так названа лінія ваги тіла спортсмена (перпендикуляр, опущений з ЗЦМ). Для збереження рівноваги тіла спортсмена необхідно, щоб лінія ваги проходила через площу опори. Чим ближче до центра площі опори проходить лінія ваги, тим стійкіше тіло борця.

Для більш об'єктивної оцінки ступеня стійкості необхідно враховувати також величину кута стійкості його тіла (кут, укладений між лінією дії сили ваги і похилою лінією, проведеної з ЗЦМ до будь-якої точки границі площі опори). Величина кута стійкості залежить не тільки від величини площі опори тіла борця, але і від висоти розташування ЗЦМ над площею опори. Так, при одній і тій же площі опори кут стійкості тіла борця буде більше (менше), чим ближче (далі) від площі опори розташовується ЗЦМ. Приймаючи ту чи іншу чи стійку фіксоване положення, борець повинний регулювати величину кутів стійкості свого тіла. Швидкість зміни кутів стійкості залежить від конкретних умов рішення рухових задач і дозволяє досвідченому спортсмену вчасно прийняти найбільш стійке положення стосовно килима, тіла суперника і тим самим забезпечити проведення прийому.

Дати інтегральну оцінку ступеня стійкості борця, що прийняв конкретну позу, допомагає визначення так названого моменту стійкості його тіла. Момент стійкості дорівнює добутку сили ваги тіла на плече її додатка в області площі опори. Він визначається добутком маси тіла борця на величину перпендикуляра, проведеного від границі площі опори до лінії ваги і залежить

від двох величин: маси борця і величини площі опори на вимірюваній ділянці. У зв'язку з тим, що площа опори тіла борця рідко приймає обриси фігури правильної форми і, природно, лінія ваги майже ніколи не перетинає її по центру, момент стійкості того самого спортсмена, що знаходиться в одній і тій же чи позі положенні, не може бути однаковим у всіх напрямках простору. Чим більше момент стійкості тіла борця, тим більше його ступінь стійкості в обраному напрямку.

Критерієм стійкості тіла борця може служити ступінь розвитку його мускулатури, завдяки якій він доволно керує взаємною рухливістю окремих частин, а отже, і твердістю усього свого тіла. Регулюючи відносну рухливість сегментів свого тіла, можна значно впливати на ступінь стійкості займаної їм пози чи положення.

Усе тіло борця й окремих його сегментів знаходяться не тільки під дією сили ваги борця, але і деякої сили (чи системи сил), що утворить так названий момент сили (моменти сил). Якщо сила (сила суперника, що прагне вивести борця з рівноваги) діє на все тіло спортсмена, то вона утворить так названий перекидаючий момент.

Аналогічним образом розглядається і рівновага сегментів тіла борця. У будь-якій стійці сегменти його тіла приймають таке положення по відношенню один до одного, що сили їхньої ваги утворюють моменти обертання щодо відповідних суглобів. Для збереження рівноваги тієї чи іншої частини тіла спортсмен змушений зрівноважити ці моменти відповідними моментами сили тяги м'язів. З механічної точки зору тверді сегменти тіла спортсмена можна представити у виді кісткових важелів. Отже, і умови їхньої рівноваги можуть розглядатися як рівновага важелів, на плечі яких діють м'язові сили і сили ваги. Приймавши найбільш вигідне положення пліч того чи іншого кісткового важеля, борець може не тільки зберегти рівновагу свого тіла чи окремого його сегмента, але й одержати вигоду у силі чи у швидкості руху.

При виконанні борцем рухів без зміни місця на килимі ЗЦМ тіла може переміщатися по горизонтальній площині (паралельно площини килима) і по вертикальній осі (униз). У першому випадку одночасно переміщається проекція ЗЦМ на площу опори борця, що створює погрозу втрати рівноваги тіла. Щоб уникнути цього, борець змушений робити так названі компенсаторні рухи, тобто додаткові чи супутні основному руху переміщення, спрямовані на збереження рівноваги його тіла. Звичайно вони виконуються борцями при малій площі опори, утриманні суперника, захисних діях, відриві суперника від килима й в інших випадках. Часто ці рухи жадають від борців значної напруги багатьох груп м'язів.

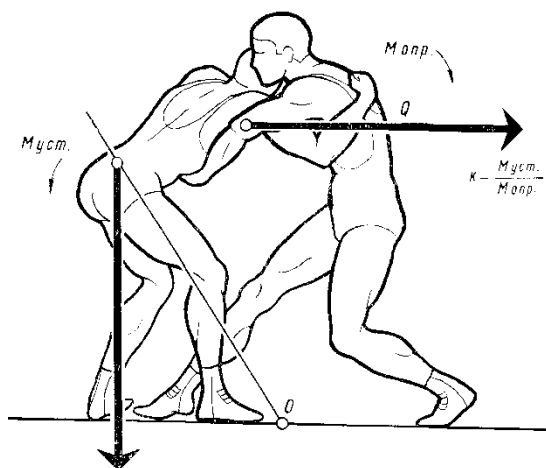


Рис. 2.10. Сили, що визначають стійкість борця.

В основі механіки компенсаторних рухів лежать закономірності прояву дії третього закону динаміки, відповідно до якого при взаємодії тіла борця з опорою-килимом, з тілом суперника й усередині самого тіла суперника між масами окремих його частин дія сили завжди викликає однакове по величині і протилежне по напрямку протидія. Компенсаторні рухи створюють своєрідний баланс сил взаємодії (дії і протидії), завдяки якому ЗЦМ тіла борця не виходить за рамки границь його площі опори, і спортсмену вдається зберегти рівновагу. Характерно, що при виконанні компенсаторних рухів найбільше навантаження приходить на ті суглоби і групи м'язів спортсмена, що у даному конкретному випадку ближче усього розташовані до опори. Наприклад, при боротьбі в стійці найбільше навантаження приходить на суглоби стопи і на колінний суглоб (природно і на м'язи стопи, гомілки і стегна).

Тиск на опору дорівнює масі тіла борця, якщо він знаходиться в будь-якій стійці у відносно нерухомому положенні. Коли спортсмен починає різко переміщати ЗЦМ свого тіла вниз, рухаючи з прискоренням, наприклад, при проведенні деяких атакуючих дій сили інерції мас окремих ланок його тіла будуть спрямовані в нагору. У цьому випадку тиск тіла борця на опору буде менше, ніж його маса (на величину, що відповідає силі інерції ланок тіла). Протилежна дія на опору робить борець, переміщуючи ЗЦМ тіла нагору, наприклад, при прискореному розгинанні колінних, тазостегнових і інших суглобів під час різкого вставання, підскакування нагору, підняття суперника під час кидків і т.д.. У таких умовах тиск його тіла на опору дорівнює масі тіла плюс сила інерції частин тіла, спрямована знову ж убік, протилежний руху всього тіла. При рівномірному русі ЗЦМ по вертикальній осі тиск спортсмена на опору дорівнює масі його тіла. Однак практично рівномірний рух ЗЦМ спортсменів у боротьбі не зустрічається. Перевірити ці біомеханічні закономірності можна на звичайних медичних вагах: з положенні коштуючи ваги будуть показувати масу борця; під час різкого вставання маса борця збільшиться.

Виконуючи технічні дії, пов'язані з активними широко амплітудними переміщеннями усього свого тіла і тіла суперника в просторі, кожен борець повинний керуватися визначеними біомеханічними закономірностями, що

дозволяють йому найбільш ефективно використовувати свої індивідуальні можливості і багато зовнішніх факторів. До останніх відносяться насамперед зовнішні щодо тіла спортсмена сили (сили ваги, реакція опори, інерції, опору суперника й ін.). Активна боротьба можлива тільки в тому випадку, якщо спортсмен може за допомогою своїх внутрішніх сил (сили власних м'язів) активно переборювати сили опору - зовнішні сили.

Багато особливостей техніки ведення боротьби визначаються здатністю спортсмена досить глибоко освоїти біомеханічні закономірності рухів, що лежать в основі першого закону динаміки (закону інерції).

У досконалості використовувати сили інерції - значить домогтися великої переваги в боротьбі при проведенні різних кидків, перекладів, збивань. Ефективно провести кидок суперника рівного по масі можна тільки, використовуючи інерцію руху його тіла. Повідомивши тілу суперника велике початкове прискорення, спортсмен надалі забезпечує його рух уже по інерції, коректуючи напрямку руху. В облудних рухах переходу спортсмен помилковим рухом викликає відповідну дію суперника, що приводить уся масу свого тіла в рух у визначеному напрямку. У цей момент його тіло вже набрало велику швидкість, для зміни напрямку руху буде потрібно великий час і частий надмірні (і іноді недоступні спортсмену) зусилля. Швидким і спритним рухом, правильним вибором місця додатка до тіла суперника своїх власних сил спортсмен, що атакує, ще більше збільшує швидкість уже некерованого руху обманутого суперника, чим виводить останнього з рівноваги.

Іноді інерцію руху суперника борець, що атакує, вигідно використовує при боротьбі в стійці, при виконанні різноманітних підсікань, зачепів і ін. У той час як суперник вільно чи мимоволі швидко переміщається по площині килима, атакуючий різким рухом сковує переміщення його ніг. Кількісний зв'язок між прикладеними до тіла спортсмена силами і зміною його рухів визначається другим законом динаміки, відповідно до якого зміна руху (прискорення) прямо пропорційно прикладеній силі і обернено пропорційна масі тіла.

Таким чином, борець для створення прискорення руху свого тіла чи тіла суперника повинний розвинути велику силу. Однак кінцевий ефект руху буде залежати також від маси того тіла, до якого прикладена сила.

## **Розділ III. Біомеханічна характеристика рухових дій з нестандартною структурою рухів**

### **3.1. Дослідження параметрів рухової діяльності футболістів**

За характером ігрової діяльності виділяють техніку польового гравця і техніку воротаря, що складаються, з конкретних прийомів гри і виконуються різними способами.

#### ***Біомеханічна характеристика техніки польового гравця.***

*Пересування* містять у собі біг, стрибки, зупинки, повороти. Доцільне і раціональне використання прийомів пересування, їхніх способів і різновидів дозволяє ефективно вести гру (рис. 3.1.; табл. 3.1.).

Біг - основний засіб пересування у футболі, що застосовується гравцями в основному для виходу на вільне місце, переслідування суперника і т.д. Біг спиною вперед, приставним і перехресним кроком є специфічними способами пересування і використовується в сполученні зі звичайним бігом.

Стрибки у футболі різноманітні: уперед, у сторони, нагору поштовхом однією і двома ногами. Вони використовуються при виконанні окремих способів ударів, зупинках м'яча.

Зупинки - ефективний спосіб зміни напрямку, виконуються стрибком і випадом.

Повороти - зміни напрямку руху футболіста з мінімальною втратою швидкості. Повороти виконуються переступанням, стрибком, на опорній нозі.

#### ***Біомеханічна характеристика володіння м'ячем у футболі.***

Удари по м'ячу є основним прийомом ведення гри і виконуються як ногою, так і головою. Удари характеризуються великою варіативністю техніки виконання. Футболіст повинен дуже точно диференціювати силу і точку удару по м'ячу, величину замаху ноги і швидкість її руху в залежності від напрямку і відстані, на яке йому потрібно послати м'яч.

При ударах по воротам з будь-якого положення вкрай необхідна точна координація рухів. Точність ударів також залежить від вибору місця постановки опорної ноги при ударі.

Удари по м'ячу ногою виконуються наступними основними способами: внутрішньою стороною стопи; внутрішньою, середньою і зовнішньою частинами підйому; носком і п'ятою. Можна виділити основні фази рухів, що є загальними для багатьох способів ударів.

Попередня фаза - розбіг, що сприяє попередньому нарощуванню швидкості ударних ланок.

Підготовча фаза - замах ударною ногою, що виконується під час останнього бігового кроку. У цій фазі часто спостерігається максимальне розгинання стегна і згинання гомілки, у результаті чого збільшується шлях стопи і попередньо розтягуються м'язи передньої поверхні стегна. Правильному виконанню цієї фази сприяє подовжений останній крок розбігу, що перевищує інші на 35-50 %. Трохи зігнута опорна нога ставиться збоку від м'яча.

Робоча фаза - ударний рух. Час зіткнення з м'ячем варто зберігати якнайбільше, тому що швидкість і напрямок польоту м'яча залежать від

прикладеної сили і часу її дії. Тому що швидкість руху кінцівки має відомі межі, то необхідно збільшити масу кінцевої ланки.



*Рис. 3.1. Класифікація прийомів пересування у футболі*

Це досягається послідовним закріпленням суглобів кінцівки і перетворенням її з м'якого кінематичного ланцюга у твердий важіль, що дозволяє підключити в момент зіткнення з предметом до маси кінцевої ланки масу проксимальних ланок ланцюга, а іноді і корпусу. Описуване явище викликає передударне гальмування кінцівки що розвивається при замаху-ударі в проксимальних ланках ланцюга і закінчується в дистальних.

Біомеханічний аналіз ударних рухів дозволив виявити два типи ударів по м'ячу - високошвидкісний і широко амплітудний. Перший тип удару дозволяє виконати прийом швидко і сильно, другий забезпечує точність удару. Виділяють два варіанти виконання ударів - відкритий і прихований. При прихованому варіанті виконання удару застосовуються різні прийоми для маскуванню намірів.



Таблиця 3.1.  
Характеристика техніки володіння у футболі

Техніка володіння м'ячем у футболі						
Удари	Зупинки	Ведення	Фінти	Відбір	Вкидання з-за бокової лінії	
Ногою	Ногою	Ногою	«Відхід»	Ударом ногою		
Головою	Тулубом			Зупинкою ногою		
Прямий	Головою	Головою	«Зупинкою ногою»	Поштовхом плеча		
				В випаді		
Різаний	З переводом	Головою	«Зупинкою тулубом»	В підкаті		
				«Зупинкою головою»		Повний
						Неповний

Удари на силу й удари на точність різні по своїй біомеханічній структурі і біоелектричній активності працюючих м'язів. Удар, що проходить через центр м'яча чи в безпосередній його близькості, називається прямим і виконується практично всіма способами.

Прямий удар на силу характеризується фіксацією ланок ноги, що б'є, у фазі удару, завдяки чому збільшується твердість цієї системи, що не дозволяє стопі амортизувати. У фазі замаху спостерігається активність м'язів задньої поверхні стегна і гомілки, зокрема, чотириглавого м'яза стегна, що додає прискорення гомілці і стопі. Прямий удар на точність характеризується меншою ударною масою. Удар виконується нижньою ланкою при активній участі стопи. Тому литковий і передній великогомілковий м'язи працюють одночасно без значного падіння електричної активності. чотириголовий і передній великогомілковий м'язи працюють асинхронно.

При різаних ударах напрямок руху ноги йде по дотичній до м'яча, що викликає його обертання, що впливає на траєкторію польоту. Коли вісь обертання м'яча горизонтальна і перпендикулярна площини його руху, траєкторія польоту нижче і коротше відповідної балістичної траєкторії тільки при обертанні верхньої поверхні м'яча в напрямку руху. Якщо вісь обертання буде не горизонтальна, то м'яч полетить поза площиною балістичної траєкторії, відхилиться вліво і вниз проти балістичної траєкторії; дальність його польоту скоротиться. Різаний удар зовнішньою частиною підйому нагадує прямий удар на силу і характеризується великим прискоренням гомілки в порівнянні з прямим. У різаних ударах на силу обертання м'яча відбувається за рахунок колінного і гомілковостопного суглобів ноги, а при несильних ударах на точність тільки за рахунок гомілковостопного суглоба.

З ростом кваліфікації футболістів збільшується швидкість переміщення при виконанні останнього кроку розбігу, змінюється характер розподілу

м'язової активності ноги, що б'є, збільшується діапазон кутових переміщень у колінному і тазостегновому суглобах.

Техніка виконання ударів має деякі специфічні особливості.

*Удар внутрішньою стороною стопи.* Виконується згинанням стегна і поворотом назовні ударної ноги. У момент удару стопа знаходиться строго під прямим кутом до напрямку польоту м'яча.

*Удар внутрішньою частиною підйому.* Має значну силу і точність. При виконанні цього удару тулуб трохи нахилено вперед - убік опорної ноги, у момент удару носок відтягнуть униз.

*Удар середньою частиною підйому.* Замах і ударний рух виконуються в одній площині. При ударі носок ударної ноги максимально відтягнутий назад. Тимчасова структура складається з розбігу - 0,29 с, замаху - 0,08 с, руху ноги, що б'є, до удару - 0,03 с, моменту удару - 0,04 с, руху ударної ноги після удару - 0,13 с.

*Удар зовнішньою частиною підйому.* Подібний за структурою рух ударам середньою і зовнішньою частиною підйому. У момент ударного руху гомілка і стопа повертаються усередину.

*Удар носком.* У момент удару носок трохи піднятий.

*Удар п'ятою.* Виконується різким рухом ноги назад. Стопа розташована паралельно землі.

*Удар з поворотом.* Опорна нога розвертається в напрямку удару, тулуб відхиляється убік опорної ноги.

*Удар з напівліта.* Виконується середньою зовнішньою частиною підйому по м'ячу відразу ж після його відскоку від землі. Опорна нога ставиться ближче до місця приземлення м'яча, гомілка в момент удару вертикальна, носок відтягнуть.

*Удари по м'ячу головою.* Виконуються без стрибка й у стрибку середньою і бічною частиною чола. При ударі середньою частиною чола без стрибка тулуб відхиляється назад, позаду розташована нога трохи згинається, маса тіла переноситься на опорну ногу. Ударний рух починається з розгинання ноги і випрямлення тулуба, а закінчується різким рухом голови вперед. Маса тіла переноситься при цьому на передню ногу.

При ударі головою в стрибку виконується поштовх нагору двома чи однією ногою. Вивчення вертикальної складової опорної реакції дозволяє виділити фази стрибка нагору поштовхом двома ногами: амортизації (починається в момент зменшення опорної реакції і закінчується у момент, коли кут згинання ніг у колінних суглобах найбільший, тобто коли площа фігури); відштовхування (закінчується в момент коли вертикальна складова опорної реакції приймає нульове значення); польоту (вертикальна складова опорної реакції дорівнює нулю).

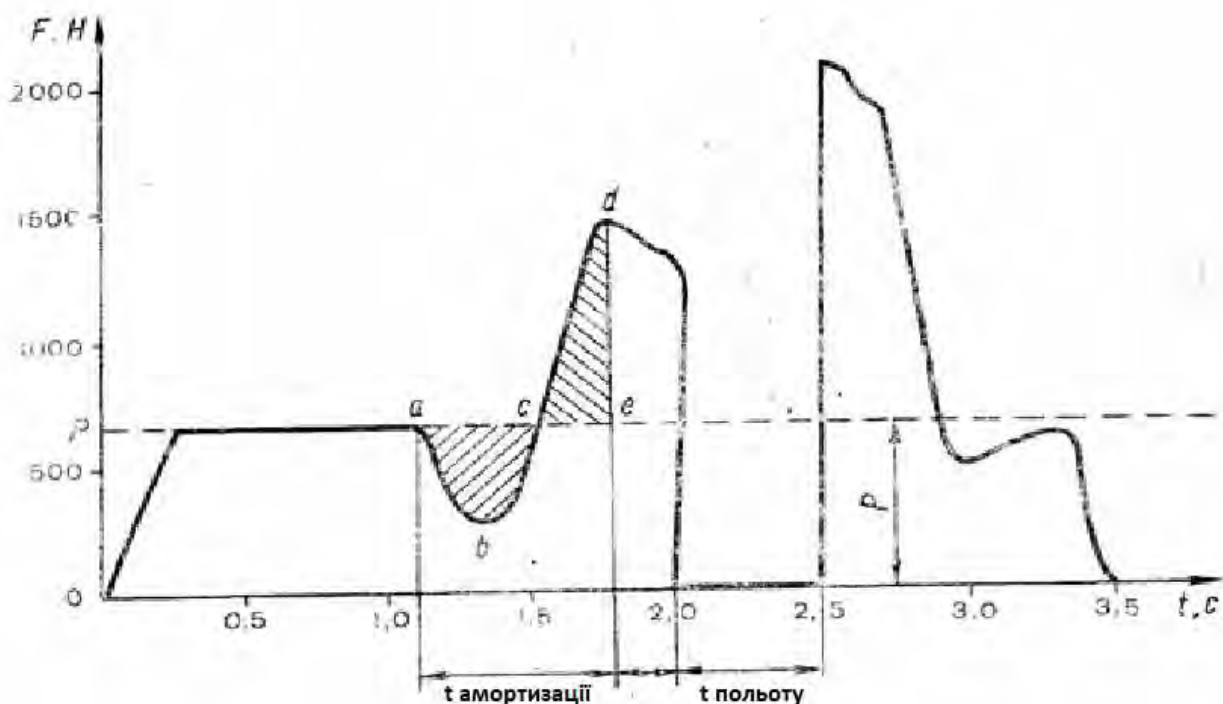


Рис. 3.2. Тензодинамограма вертикальної складової реакції опори при стрибку нагору поштовхом двома ногами.  $P$  - значення опорної реакції, рівній масі тіла спортсмена

При ударі бічною частиною голови ноги розташовані на ширині 30-50 см, тулуб відхиляється убік удару. Ударний рух виконується розгинанням ноги, випрямленням тулуба, маса тіла при цьому переноситься на опорну ногу.

*Зупинки м'яча.* Основні фази руху є загальними для різних способів зупинок ногою. У підготовчій фазі гравець приймає вихідне положення, що характеризується переносом маси тіла на опорну ногу; ногу, що зупиняє, він виставляє назустріч м'ячу. У момент зіткнення з м'ячем починається рух ноги назад з уповільненою швидкістю. У завершальній фазі ЗЦМ тіла переноситься убік ноги і гравець приймає необхідне положення для наступних дій.

При зупинці внутрішньою стороною стопи - нога виноситься назустріч м'ячу, стопа розгорнута назовні на  $90^\circ$ ; підошвою - нога виставляється вперед, носок піднятий нагору під кутом 30-  $40^\circ$ , м'яч накривається підошвою; підйомом - стопа ноги, що зупиняє, розташовується паралельно землі, і рух, що уступає, виробляється назад; стегном - стегно розташовується під прямим кутом до м'яча, що летить, ноги розташовуються на ширині пліч, грудьми виконується рух назад, плечі і руки переміщені вперед. Головою м'яч зупиняють переважно серединою лоба рухом вниз чи назад.

*Ведення м'яча.* При веденні використовується біг і ходьба, удари по м'ячу ногою виконуються в різній послідовності і різних способах.

*Обманні рухи (фінти).* У техніці виконання обманних рухів виділяють дві загальні фази: підготовчу і реалізаційну. У першій фазі інсценування обманних дій спрямовано на виклик відповідної реакції суперника і відповідає підготовчій фазі виконання того чи іншого прийому гри.

В другій фазі реалізуються реальні наміри гравця з подальшим відходом з м'ячем, прибиранням м'яча й ін.

Фінти «відходом» виконуються шляхом несподіваної і швидкої зміни напрямку руху, з переміщенням ЗЦМ тіла в потрібному напрямку. Фінти «ударом» по м'ячі виконуються при зближенні із суперником, веденні м'яча, зупинці його і т.п. Виконується обманний рух, наприклад удар вправо, а відхід гравця вліво.

Фінт «зупинкою» м'яча: усім своїм видом і діями гравець показує що він виконує зупинку м'яча. Суперник при цьому сповільнює рух, а гравець виконує прискорення в потрібному напрямку.

### ***Біомеханічна характеристика техніки воротаря у футболі***

Техніка воротаря істотно відрізняється від техніки виконання прийомів гри польовим гравцем (рис. 3.3.).

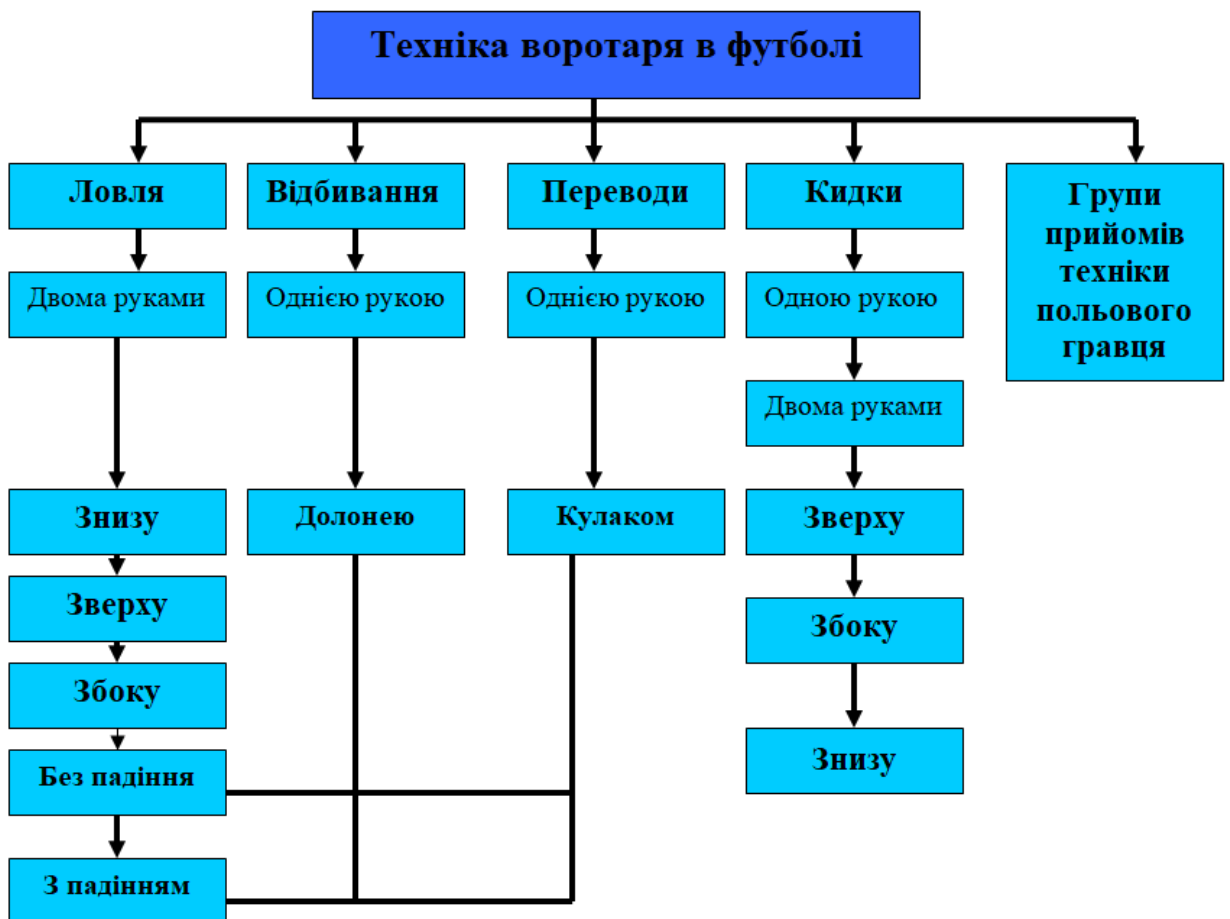


Рис. 3.3. Класифікація техніки гри воротаря

Ловля м'яча є основним засобом техніки воротаря і використовується для оволодіння м'ячами, що опускаються і низько летять назустріч воротарю. При виконанні ловлі м'яча знизу воротар нахиляється вперед, опускає руки вниз із трохи розставленими пальцями. Ноги зімкнуті і дещо зігнуті в колінних

суглобах. У момент ловлі м'яча воротар підхоплює його кистями знизу і піднімає до рівня грудей. При ловлі м'яча зверху руки виставлені нагору, долоні з розставленими і напівзігнутими пальцями звернені до м'яча.

У падінні ловля м'яча виконується двома варіантами: без фази польоту і з фазою польоту. При лові м'яча без фази польоту воротар виконує широкий крок убік, руки виставляє назустріч м'ячу. При падінні спочатку землі торкається гомілка, потім стегно і тулуб, витягнуті паралельно руки перепиняють шлях м'ячу. Ловля м'ячів, що летять на значній відстані, виконується в падінні - фазі польоту. Воротар робить один чи два швидких приставних кроки в напрямку польоту м'яча. Поштовх виконується ближньої до м'яча ногою, руки найкоротшим шляхом виносяться до м'яча. Падіння виконується з приземленням на передпліччя, плече і тулуб.

При відбиванні м'яча одна чи дві руки виносяться назустріч м'ячу. Відбивання виконується долонями, одним чи двома кулаками. Ці дії виконуються на місці, у кроці, після пересувань і в стрибку.

Кидки м'яча виконуються на місці, у кроці, після пересувань і найчастіше однією рукою зверху, збоку і знизу.

### 3.2. Біомеханічна характеристика тактичних і технічних дій у баскетбол

*Техніка виконання рухів.*

Рухи виконуються із різноманітних стійок з використанням ходьби, бігу, стрибків, зупинок і поворотів (табл. 3.2.).

Стілки. Виконання прийомів до баскетболі здійснюється з найбільш зручного, стійкого положення - стійки. Приймаючи її, баскетболіст ставить ступні ніг паралельно ширині пліч, на одній чи лінії виставляючи одну ногу вперед, ноги зігнуті в колінних суглобах, тулубі небагато нахилено, вага тіла розподілена на обох ніг, руки зігнуті в ліктьових суглобах перед грудьми. М'яч тримають широко розставленими пальцями без повного дотику з поверхнею долоні.

Таблиця 3.2. Класифікація рухів у баскетболі

ТЕХНІКА РУХІВ У БАСКЕТБОЛІ												
СТІЙКА		ХОДЬБА			БІГ		СТРИБКИ		ЗУПИНКА		ПОВОРОТИ	
Стопи на одній лінії	З виставленою вперед ногою	Приставним кроком	Кроком	Звичайна	Приставним кроком	Звичайний	Поштовхом двома ногами	Поштовхом однією ногою	Стрибок	Двома кроками	Вперед	Назад

Стійка при грі в захисті відрізняється від стійки при грі в нападі переважно положенням рук і ніг. При далекому розташуванні від нападаючого руки захисника вільні, зігнуті в ліктьових суглобах. При зближенні з нападаючим, що готується до прийому м'яча, захисник піднімає перед ним обидві руки нагору. Якщо нападаючий володіє м'ячем і ще не перейшов на ведення, захисник одну руку направляє до м'яча, а другу опускає вниз, убік можливого проходу. Якщо нападаючий використовував ведення, то обидві руки направляються убік м'яча. Положення ніг захисника також змінюється в залежності від ігрових ситуацій. При опіці гравця, що знаходиться ліворуч чи праворуч від щита, захисник виставляє вперед ногу, що може перешкодити проходу уздовж бічної і лицьової ліній. При опіці нападаючого, що знаходиться в центрі площадки, ноги ставляться на одній лінії чи виставляється вперед та нога, з боку якої він найчастіше виконує проходи. У захисті застосовуються всі ті способи пересувань, що використовуються при нападі.

*Ходьба* застосовується в грі рідше інших прийомів пересування. Вона використовується, головним чином, для зміни місця розташування гравця в період коротких пауз і для зміни темпу руху в поєднанні з бігом. На відміну від звичайної ходьби баскетболіст пересувається на злегка зігнутих у колінних суглобах ногах.

*Біг* є основним засобом пересування баскетболіста. На відміну від легкоатлетичного бігу в баскетболі гравець повинен вміти в межах майданчика виконувати прискорення в будь-якому напрямку, швидко змінювати напрямок і швидкість бігу. Особливість бігу по прямій полягає в тому, що зіткнення ноги з площадкою повинно здійснюватися перекатом з п'яти на носок чи м'якою постановкою ноги на повну стопу. Різке, несподіване для суперника збільшення швидкості бігу чи стартове прискорення виконується у виді ривка. Для здійснення ривка 4-5 кроків роблять короткими і дуже швидко з постановкою ноги з носка. Тулуб при цьому нахилено вперед, руки зігнуті в ліктьових суглобах і рухаються активно в такт крокам. Зміна напрямку бігу виконується за допомогою могутнього поштовху виставленою вперед ногою убік, протилежну наміченому руху. Тулуб нахилений убік обраного напрямку.

*Стрибки* в баскетболі здійснюються однією чи двома ногами. Вони виконуються найчастіше без попередньої підготовки. За гру баскетболіст застосовує в середньому до 130-140 стрибків з різних положень. Перед стрибком поштовхом однією ногою останній крок у русі подовжується, дещо зігнута нога. Якою відштовхуються ставиться з п'яти. Махова нога, зігнута в колінному суглобі до прямого кута, вільно виноситься нагору. Стрибки поштовхом ногами виконуються з розбігу і з місця. У першому випадку останній крок робиться так само, як і при стрибку поштовхом однією ногою. Махова нога приставляється до опорної на всю стопу, після чого виконується одночасне відштовхування. При стрибках з місця відштовхування виконується з ігрової стійки за рахунок енергійного розгинання ніг і руху рук нагору з приземленням на злегка розставлені і зігнуті в колінних суглобах ноги.

*Зупинки* виконуються стрибком і двома кроками. При першому способі гравець робить невисокий, ковзний стрибок по ходу руху, причому, відіпхнувши однією ногою, він відхиляє тулуб назад і приземляється або на обидві ноги одночасно, або спочатку на ногу, якою відштовхуються з наступним присіданням. При зупинці двома, кроками баскетболіст, не порушуючи ритму бігу, робить більш широкий останній крок і ставить стопу з п'яти. Потім сильно згинаючи опорну ногу і виставляючи махову вперед, гасить інерцію й утримує тулуб над опорою. При швидкому бігові під час зупинки ноги згинаються більше.

*Повороти* використовуються нападаючим для відходу від суперника, для укріття м'яча і виконання інших прийомів. Повороти можуть виконуватися на місці, у русі, з м'ячем і без м'яча. Вони поділяються на повороти вперед і повороти назад, і виконуються на нозі, що стоїть ззаду чи спереду. Гравець відштовхується однією ногою і, переставляючи її в потрібному напрямку повертається на передній частині стопи опорної ноги, не відриваючись її від підлоги. Ноги при цьому зігнуті. Маховою ногою виконуються кроки, що дозволяють гравцю видалитися від суперника. Виконуючи поворот у русі, гравець зближається із суперником і ставить стопу опорної ноги розвернутою в напрямку передбачуваного повороту. Потім він повертається по ходу руху на нозі, що стоїть спереду.

*Техніка володіння м'ячем.* Техніка володіння м'ячем містить у собі наступні прийоми: ловлю, передачі, ведення і кидки м'яча в кошик (табл. 3.3).

Таблиця 3.3.

Класифікація техніки володіння м'ячем у баскетболі.

ТЕХНІКА ВОЛОДІННЯ М'ЯЧЕМ В БАСКЕТБОЛІ																							
ЛОВЛЯ					ПЕРЕДАЧА					КИДОК				ВЕДЕННЯ									
Однією і двома руками					Однією і двома руками					Однією і двома руками													
На рівні грудей	Високого м'яча	Низького м'яча	М'яча, що котиться	З пів відскоку	Від грудей	Зверху	Знизу	Від плеча	Зверху	Знизу	Збоку	Від грудей	Зверху	Знизу	Зверху вниз	Добивання	Від плеча	Зверху	Знизу	Зверху вниз	Добивання	З високим відскоком м'яча	З низьким відскоком м'яча

Ловля м'яча - прийом, за допомогою якого можна оволодіти м'ячем і здійснити з ним подальші дії. Ловля м'яча виконується однією і двома руками. Розрізняють ловлю м'ячів, що летять на середній висоті, що летять високо і

низько, а також котяться і відскакують від майданчика. Оволодівши м'ячем, нападник виконує дії: ведення, передачі, кидки в кошик. Ловля м'яча може виконуватися на місці, у русі й у стрибку.

Основним способом є ловля двома руками м'яча, що летить на середній висоті. Гравець випрямляє злегка розслаблені руки назустріч м'ячу, розкриває кисті, утворивши ніби лійку, у якій великі пальці спрямовані один до іншого, а інші широко розставлені нагору. Як тільки м'яч торкнеться руки, він гасить швидкість польоту і наближає м'яч до тулуба.

Ловля високого м'яча виконується виправленими вверху, вперед-вверх чи вверху - в сторони руками з наступним їхнім згинанням. Напрямок руху рук залежить від висоти і траєкторії польоту м'яча. Найбільш складної є ловля м'яча в стрибку, що застосовується при навісних передачах і невдалих кидках м'яча в кошик. При ловлі м'яча, що відскочив від щита і летить зверху вниз, кисті рук більш виправлені і спрямовані до м'яча. Перед ловлею важливо визначити напрямок відскоку м'яча, після чого починати розбіг чи стрибок з місця.

Для ловлі м'яча, що летить низько гравець сильно згинає ноги, дещо нахилиється вперед, опускає прямі руки вниз і розкриває кисті назустріч м'ячу. Великі пальці направляє вперед і дещо в сторони, інші опускає вниз. При зіткненні м'яча з пальцями гравець захоплює м'яч і, згинаючи руки, піднімає його в положення перед грудьми.

Для ловлі м'яча після його відскоку від підлоги кисті із широко розставленими пальцями розкриті донизу так, що великі пальці знаходяться зверху і спрямовані один до іншого, інші виправлені в сторони. М'яч ловиться руками на початку відскоку. Захоплюючи його пальцями з зовнішніх сторін, гравець одночасно згинає руки в ліктьових суглобах, випрямляє тулуб і ноги до положення звичайної стійки.

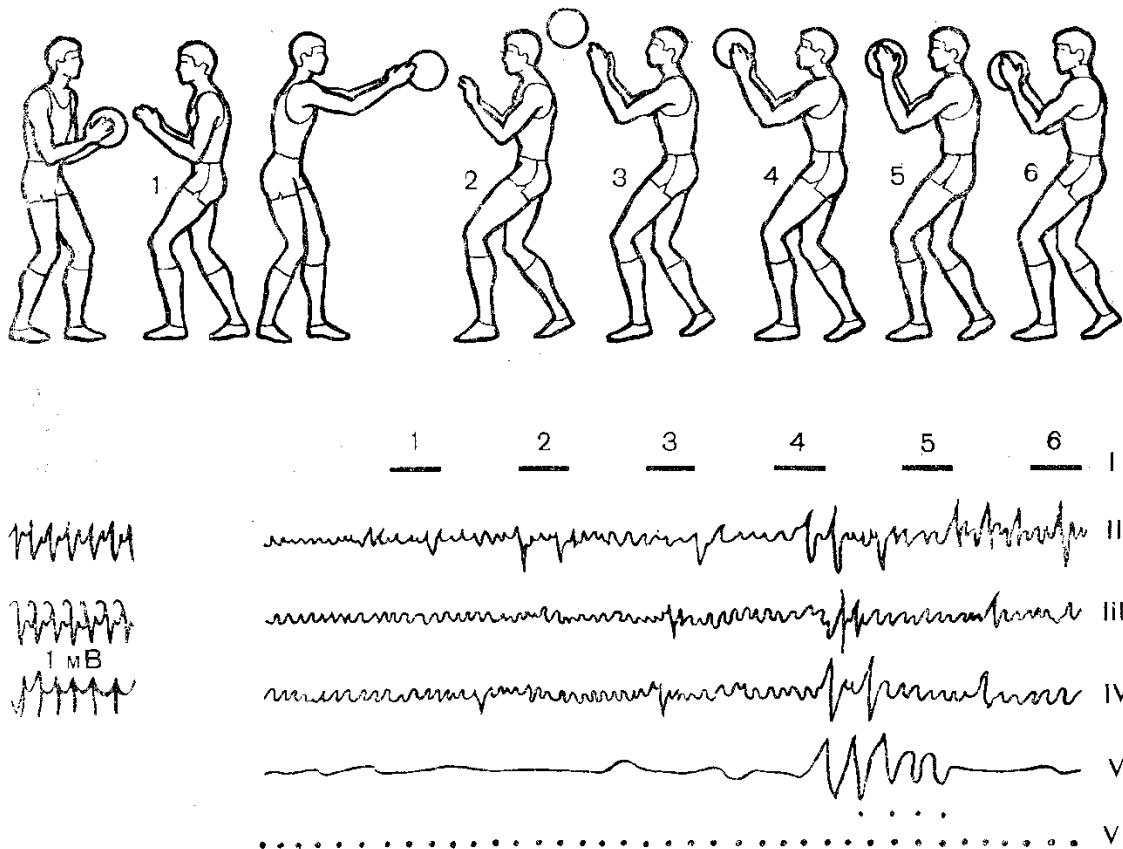
Ловля м'яча, що котиться по підлозі, здійснюється переважно збоку від гравця. Для її виконання гравець, сильно зігнувши, ноги, опускає руки вниз і направляє їхній назустріч м'ячу. Положення кистей таке ж, як і при ловлі м'яча, що низько летить.

Перевага ловлі м'яча однією рукою полягає в тому, що м'яч можна піймати в більш високій чи значно віддаленій від гравця точці. Цей спосіб застосовується для оволодіння м'ячем, що летить високо осторонь від гравця чи котиться по підлозі. Рух руки такий ж, як і при ловлі м'яча двома руками, що виконується двома способами з підтримкою м'яча іншою рукою і без підтримки.

В міру випускання і польоту м'яча відбувається поступове підвищення біоелектричної активності м'язів баскетболіста, що ловить м'яч. Найбільша амплітуда потенціалів до 1,5 мВ відзначається в той же час після дотику м'яча до долонь, в момент ловлі й утримання м'яча (Рис. 3.4.). Утримання м'яча супроводжується найбільшою біоелектричною активністю променевого згинача зап'ястя.



*Передачі м'яча* - основний технічний прийом, за допомогою якого здійснюється взаємодія між партнерами. У залежності від ігрової ситуації передачі виконуються з різних вихідних положень: з місця, у русі, у стрибку. Вони бувають різні за характером: короткі, довгі; з низкою і високою траєкторією; без відскоку і з відскоком м'яча від підлоги; по напрямку - подовжні, поперечні, діагональні. Раптовість, швидкість і точність при будь-яких протидіях захисників - такі вимоги до передач. Існують два способи передачі м'яча: двома руками й однією рукою. Основними є передачі двома руками від грудей і зверху.



*Рис. 3.4. Кінограма і осцилограма, зареєстровані баскетболістом при кидку м'яча і ловлі його іншим баскетболістом I – відмітки кінокадрів; II, III, IV - ЕМГ променевого згинача зап'ястя спортсмена, що ловить м'яч; V - сейсмограма, що реєструє рухи кисті, що ловить м'яч; VI - оцінки часу (20 мс). Цифри в кінокадрів відповідають цифрам, оцінок на осцилограм.*

Передача двома руками від грудей найчастіше використовуються на коротких і середніх відстанях. Для виконання її гравець, знаходячись у стійці, тримає м'яч перед грудьми. Руки зігнуті, кисті вільно опущені вниз. Пальці широко розставлені, великі спрямовані один до одного, інші – вгору-вперед. Замах виконується невеликим круговим рухом униз на себе - нагору до вихідного положення, після чого починається швидке розгинання рук уперед із завершальним активним рухом кистей. Для збільшення сили і швидкості польоту м'яча гравець розгинає ноги чи робить крок уперед.

Передача двома руками з відскоком м'яча від підлоги застосовується у будь-якому місці майданчика, коли необхідно обіграти захисника. Ця передача є варіантом звичайної передачі м'яча від грудей і нагадує її по техніці виконання. Передача звичайно виконується повним випрямленням рук вперед-униз зі значною роботою кистей, з одночасним виконанням кроку вперед. М'яч випускається на висоті пояса чи нижче і вдаряється об майданчик приблизно в метрі від приймаючого партнера.

Передача двома руками зверху доцільна при активному опорі суперника, що не переважає в рості. У вихідному положенні м'яч тримається зігнутими руками над головою. Виконуючи замах, гравець небагато згинає руки в ліктьових суглобах і злегка відводить їх назад. Потім енергійним розгинанням у ліктьових суглобах і різкому русі кистей вперед-униз м'яч посилається в потрібному напрямку.

Передачі однією рукою виконуються в основному від плеча, зверху і знизу. Однією рукою здійснюються і сховані передачі: за спиною, під рукою, над плечем, знизу назад.

Передача однією рукою від плеча є основною. Вона застосовується при взаємодії партнерів на будь-яких відстанях. Для виконання передачі правою рукою гравець, згинаючи руки, наближає м'яч до однойменного плеча так, щоб права рука була позад м'яча, а ліва підтримувала його попереду. Лікті при цьому вільно опущені вниз. Закінчуючи замах, гравець опускає ліву руку, після чого, швидко випрямляючи праву, завершальним різким рухом кисті посилає м'яч у потрібному напрямку. При передачах на далекі відстані прийом виконується з великою амплітудою замаху. Рука з м'ячем не зупиняється біля плеча, а виноситься над ним дещо назад.

Передача однією рукою зверху доцільна, коли необхідно направити м'яч через підняті нагору руки захисника, що знаходиться поблизу. Для виконання передачі правою рукою гравець розташовується лівим боком. Розгинаючи руки з м'ячем, він опускає їх, перекладає м'яч на долоню виправленої, здійснюючої кидок руки, і, відводячи її убік, круговим рухом піднімає до вертикального положення, після чого, активно згинаючи кисть, направляє м'яч партнеру.

Передача однією рукою знизу застосовується на близькій відстані, часто з рук у руки, проти захисника, який активно закриває верхні і середні напрямки для польоту м'яча. При виконанні цієї передачі гравець, розгинаючи руки, опускає м'яч вниз, перекладає його на випрямлену праву руку, яку відводить назад, до стегна ноги, що знаходиться позаду. Ліва рука, що підтримує м'яч, опускає його в середині замаху, далі він утримується кистю тієї руки, що кидає. Одночасно на ногу, що стоїть позаду переноситься вага тіла, тулуб трохи повертається в цю ж сторону. Потім зворотним рухом прямої руки з переносом ваги тіла на передню ногу, чи кроком уперед м'яч направляється під руками захисника.

У важких умовах інтенсивної протидії суперника гравці використовують приховані передачі м'яча, що дозволяють замаскувати справжній напрямок передачі. Такі передачі відрізняються більш короткою амплітудою замаху і

несподівані для суперника напрямком польоту м'яча, що утрудняє можливість його перехоплення.

Передача однією рукою за спиною доцільна при безпосередній атаці захисником нападаючого з м'ячем спереду. Для виконання її гравець відводить зігнуті руки в протилежну передачі сторону і, продовжуючи далі круговий рух опущеним униз передпліччям руки, що здійснює кидок, заносить м'яч за спину де і закінчує передачу різким рухом кисті.

Передача м'яча знизу назад партнеру, що супроводжує позаду, здійснюється також при зустрічі із суперником. Гравець опускає руки з м'ячем назад і одночасно перекладає м'яч на кисть руки, що здійснює кидок, повертаючи її назад. Потім прискорюється рухом передпліччя і кисті випускає м'яч біля стегна.

Крім зазначених способів, передачі можуть виконуватися з усіляких положень рук з м'ячем за рахунок різкого, направляючого руху кистей.

*Ведення* м'яча в баскетболі - важливий технічний прийом. Використовуючи ведення, баскетболіст може переміщуватися по майданчику, обігравати суперника, вибирати зручну позицію для атаки кошика чи для взаємодії з партнерами. Велике значення має ведення м'яча під час швидкого прориву, і особливо, у його завершальній стадії, при нападі проти різних систем захисту, в індивідуальних діях гравців; і при проходах під щит для атаки кошика (рис. 3.5.).

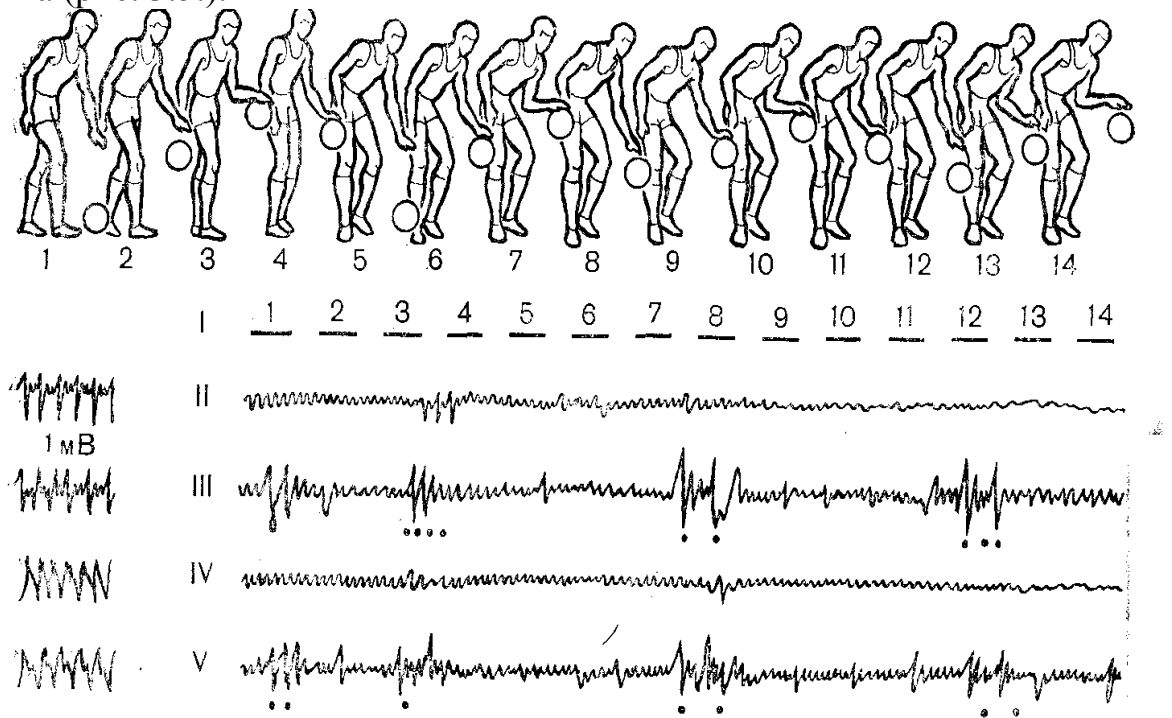


Рис. 3.5. Кінограма й осцилограма ведення м'яча. I - оцінки кінокадрів; II, III - ЕМГ правої і лівої дельтоподібних м'язів; IV, V - ЕМГ правого і лівого променевого згиначів зап'ястя; VI - оцінки часу (20 мс). Цифри в кінокадрів відповідають цифрам оцінок на осцилограмі

Розрізняють два різновиди ведення: високе і низьке. Високе ведення характеризується енергійним розгинанням руки в ліктьовому суглобі. Гравець зустрічає м'яч, що відскочив від опори, широко розставленими пальцями, передпліччя опущене. Згинаючи руку, він супроводжує м'яч нагору, а потім знову енергійно штовхає його вниз під визначеним кутом.

Найбільша біоелектрична активність дельтоподібного м'яза і променевого згинача зап'ястя спостерігається тоді, коли до м'яча прикладається м'язове зусилля, що посиляє його вниз (рис. 3.5.).

Ноги зігнуті до положення напівприсіду, тулуб дещо нахилений, голова прямо, погляд спрямований уперед. При низькому веденні ноги згинають сильніше. Ведення здійснюють частими поштовхами м'яча кистю з відскоком його не вище коліна.

Головне в техніку ведення - відсутність зорового контролю, синхронна робота рук і ніг, рівноцінність правої і лівої рук, висока швидкість пересування. Ведення м'яча виконується по прямій, дузі, колу; зі зміною напрямку, швидкості руху; зі зміною висоти відскоку м'яча; перекладами м'яча перед собою і за спиною.

*Кидки в кошик* - прийоми, від точності яких у кінцевому рахунку залежить успіх у грі. В даний час команди роблять у середньому за матч до 75 кидків у кошик із гри і до 25 штрафних кидків. Кидки можуть бути різними за характером: з місця, у русі, у стрибку. Можуть виконуватися з різних дистанцій: з коротких (до 3 м), середніх (3-5 м) і далеких (більш 7 м). Розрізняють кидки однієї і двома руками. Кидки в кошик часто виконуються при значній протидії. У зв'язку з цим значно впливає на точність здатність гравця поєднувати напругу і розслаблення окремих груп м'язів, що дозволяє зберігати рівновагу і виконувати координовані рухи в будь-якому положенні.

Розходження між середніми кутовими швидкостями рухів у суглобах руки (ліктьовому і променево-зап'ясному) при виконанні кидків різної дальності (3, 5, 7 м) незначні.

Спостерігаються зміни швидкості розгинання ніг (тазостегновий і колінний суглоби) при зміні дальності кидка. Швидкість вильоту м'яча в середньому на дистанціях 3, 5, 7 м складає відповідно 5,8; 8,6; 9,9 м/с. Значні зміни швидкості викиду м'яча можуть здійснюватися за рахунок більш активних дій ніг чи вибору моменту початку кидкового руху руки щодо швидкості руху тулуба. Руки ж визначають головним чином напрямок і незначні зміни швидкості вильоту м'яча.

Кидок однією рукою від плеча з місця - один з розповсюджених способів атаки кошика із середньої і далекої дистанцій. У вихідному положенні ноги зігнуті, однойменна руці, що здійснює кидок, нога спереду, стопи ніг паралельні. М'яч тримають двома руками перед правим плечем (при кидку правою рукою), приблизно на одному рівні з ним. Руки зігнуті, лікті опущені униз, передпліччя спрямовані вгору-вперед. Розгинаючи руки і ноги, гравець піднімає м'яч над плечем вище голови, перекладаючи його на руку, що здійснює кидок. Потім, опускаючи ліву руку, продовжує випрямляти праву з

м'ячем нагору, дещо вперед, завершуючи рух активним направляючим згинанням кисті.

Кидок однією рукою від плеча в русі застосовується для атаки кошика з близької відстані. Якщо кидок виконується правою рукою, то гравець ловить м'яч, роблячи крок однойменною ногою, потім лівою і, відштовхнувшись нею, стрибає нагору. Під час другого кроку і стрибка м'яч виноситься нагору і перекладається на руку, що здійснює кидок, яка продовжує повністю випрямлятися. У вищій точці стрибка в роботу включається кисть руки, спрямовуюча м'яч у кошик. Перший крок роблять широким, другий - вкороченим, стрибок виконують точно нагору. Приземлення після кидка здійснюють на поштовхову ногу, до якої відразу ж приставляється махова.

Кидок однією рукою в стрибку - основний спосіб атаки кошика з різних дистанцій. Виконується з місця і після ведення. При виконанні кидка гравець відштовхується двома ногами, одночасно піднімаючи руки з м'ячем вище голови, і перекладає м'яч на руку, що здійснює кидок. Вільна рука підтримує його. У вищій точці стрибка гравець, опускаючи підтримуючу руку, закінчує розгинання руки з м'ячем вгору, дещо вперед, завершуючи рух активною направляючою роботою кисті. Тулуб грудьми повернутий до кошика чи вертикально відхилений назад, ноги розслаблені. Приземлення відбувається одночасно на обидві ноги. При кидку після бігу чи ведення треба прийняти стійке положення перед поштовхом. У наступний момент починається активне розгинання ніг і рух рук з м'ячем нагору, що завершується відштовхуванням. Кидок виконується так само, як і кидок з місця.

Часова структура кидка і зв'язок її компонентів з результативністю варіює в залежності від умов виконання кидків. У кидках, виконуваних у стрибку, найбільше на результативність впливає час стрибка в безопорній фазі кидка.

На підставі експериментальних досліджень представляється можливим диференціювати структуру кидка, починаючи від моменту лову м'яча і закінчуючи прийняттям баскетболістом відносної рівноваги і готовності до початку нової дії. У свою чергу основну фазову групу підрозділяють на підготовчу і робочу фази. Граничним моментом між фазами служить прицілювання - математично виражений відрізок часу, рівний 0,02 с, що відноситься до робочої фази і характеризується сталістю швидкості кисті руки з м'ячем. Додаткова фазова група містить у собі повернення ланки руки і тіла баскетболіста в стан відносної рівноваги, тобто у вихідне положення для наступних дій.

З віком амплітудно-тимчасова структура кидка в стрибку істотно змінюється. При цьому найбільш значні зміни відбуваються у віковий період між 14 і 15-ти роками, коли зменшується час роботи ніг і збільшуються середня кутова швидкість їхнього руху, час стрибка, час безопорної частини кидка, час робочої фази й ін. У школярів 13 років відзначається найбільша варіативність амплітудно-часових характеристик кидка. В усіх вікових групах варіативність амплітудно-часових характеристик руху руки впливає на точність кидків.

Кидковий рух доцільний виконувати, коли рука включається в роботу на фоні руху ніг, а випуск м'яча відбувається в першій половині висхідної ланки траєкторії ЗЦМ тіла при стрибку.

Кидок однією рукою зверху («гаком») виконується стоячи спиною чи боком до щита. Роблячи крок лівою ногою з одночасним поворотом тулуба до кошика, гравець опускає вниз руки з м'ячем і перекладає м'яч на праву руку, що відводить убік. Потім, розгинаючи опорну ногу і відштовхуючись, він продовжує рух прямої руки через сторону до вертикального положення, де і випускає м'яч активним згинанням кисті. Зігнута махова нога вільно піднімається вгору.

Кидок однією рукою знизу виконується звичайно в русі на високій швидкості. Роблячи останній широкий крок і відштовхуючи вгору, гравець виносить нагору пряму руку з м'ячем і м'яким рухом кисті направляє м'яч у кошик.

Кидок однією рукою зверху-вниз і добивання м'яча застосовується безпосередньо з-під щита. Для виконання кидка зверху-вниз гравець з місця чи в русі робить максимально високий стрибок поруч з кошиком, під час якого найкоротшим шляхом виносить м'яч на повністю виправленій над кошиком руці, що здійснює кидок. Потім різким згинанням кисті направляє м'яч вниз. Кидок може виконуватися відразу ж після ловлі м'яча в стрибку. Для добивання гравець, стрибаючи нагору, зустрічає м'яч, що відскочив, від щита чи посланий з високою траєкторією розставленими пальцями ледве зігнутою в ліктьовому суглобі рукою і рухом кисті спрямовує його в кошик.

Кидки двома руками в сучасному баскетболі поширені значно рідше. Кидок двома руками зверху застосовується з місця й у стрибку для атаки кошика з далекої і середньої дистанцій. При виконанні кидка з місця положення рук аналогічно положенню рук при передачі цим способом, але характеризується великим згинанням їх і рухом переважно вгору, а не вперед. Кидки супроводжуються появою високо амплітудних осциляцій в дельтоподібному м'язі, променевого згиначі зап'ястя, прямого м'язі стегна (рис. 3.6.). При виконанні кидка в стрибку рух ногами і тулубом таке ж як і при кидку однією рукою. Кидки двома руками знизу, зверху-униз по техніці виконання збігаються з кидками однією рукою.

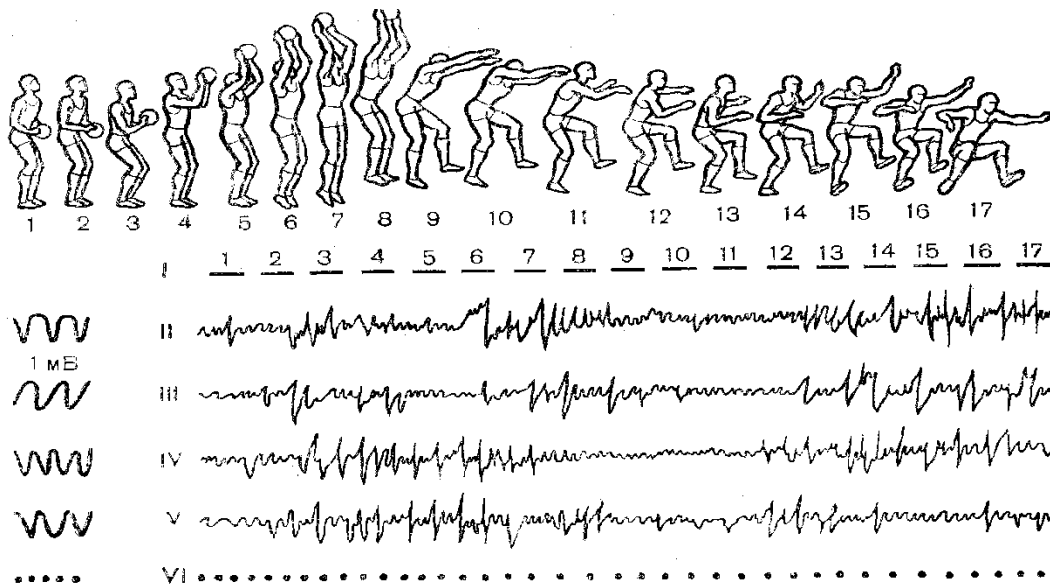


Рис. 3.6. Кінограма й осцилограма кидки м'яча через голову. I - оцінки кінокадрів; II - ЕМГ променевого згинача зап'ястя; III - ЕМГ дельтоподібної м'язи; IV - ЕМГ прямого м'яза стегна правої ноги; V - ЕМГ прямого м'яза стегна лівої ноги; VI - оцінки часу (20 мс).

Техніка протидії й оволодіння м'ячем. Класифікація техніки протидії й оволодіння м'ячем представлений на схемі (табл. 3.4.).

Таблиця 3.4.

Класифікація протидії та оволодіння м'ячем у баскетболі

Техніка протидії і оволодіння м'ячем в баскетболі										
Вибивання			Відбивання			Накривання	Перехват	Виривання	Оволодіння м'ячем	
Зверху	Збоку	Знизу	Вперед	Назад	В сторону				Однією рукою	Двома руками

Вибивання м'яча виконується з рук суперника і при його веденні. Здійснюється коротким різким рухом руки, розгорнутої до м'яча долонею чи ребром. Вибиваючи м'яч з рук, гравець ударяє по м'ячу вниз чи нагору, після чого прагне оволодіти ним. Для вибивання м'яча при веденні гравець пристроюється до суперника, продовжуючи рух в одному темпі з ним. Потім, вибравши момент, робить ближньою до суперника ногою більш широкий крок

у напрямку його руху й одночасно направляючи руку до м'яча, намагається вибити м'яч при відскоку від майданчика й оволодіти ним.

Оптимальним для відбивання м'яча з траєкторії польоту в кошик є момент, коли м'яч іде від фаланг пальців руки і не контролюється нападаючим. Захисник повинний стрімко виходити для протидії кидку в стрибку, тому що час від моменту відштовхування до моменту випуску м'яча дорівнює 0,18 - 0,20 с. Вистрибуючи убік нападаючого, виконуючого стрибок, захисник відбиває м'яч назад і уникає наступного зіткнення із суперником, прогинаючи тулуб у напрямку, зворотному руху. Відбивання можна виконувати убік коротким круговим рухом кисті. Цей круговий рух дозволяє уникнути зіткнення з нападаючим за допомогою повороту тулуба убік руху руки.

Накривання м'яча використовується при протидії кидку в кошик. У тих випадках, коли нападаючий має намір випустити м'яч з рук, захисник стрибає максимально вгору, повністю випрямляє руку і накладає розкрити кисть на м'яч позаду в залежності від розташування нападаючого. В інших випадках м'яч накривається в різних фазах польоту, найчастіше в початковій. Гравець ударом кисті змінює напрямок польоту м'яча.

Перехоплення м'яча можливе в тому випадку, якщо гравець уважно стежить за діями передаючого м'яч, угадує напрямок польоту м'яча і вибирає правильну позицію. Для перехоплення під час передачі гравець різко переміщається з місця в сторону передачі. Останній крок широкий, тулуб і руки спрямовані до м'яча.

Виривання м'яча доцільно, коли нападаючий послабить контроль за діями захисника і дозволить йому впритул наблизитися до себе. Для виконання виривання гравець глибоко захоплює м'яч, однією рукою зверху, другою знизу і робить різкий рух на себе.

Оволодіння м'ячем, що відскочив від щита, є одним з основних прийомів. Стрибаючи з чи місця з розбігу, гравець ловить м'яч і швидкий різкий рух укриває його. Щоб суперник не зміг зайняти місце під щитом, гравець під час приземлення розставляє зігнуті ноги в колінних суглобах у сторони, тулуб злегка нахилиє вперед, а руки витягає вперед-вгору.

### **3.3. Біомеханічна характеристика тактичних і технічних дій у волейболі**

Прийоми гри у волейбол відносяться до так званих точнісних дій. Цей тип дій поєднує кілька різних груп, що дозволяють вирішувати задачі безпомилкового приведення робочої точки кінематичного ланцюга до заданої точки іншого тіла, тобто просторової координації рухів (наприклад, підкидання й удари при подачі); безпомилкового зіставлення рухів за часом, тобто їхньої часової координації (при виконанні окремих фаз); тонкого дозування зусиль (при передачах, подачах), тобто просторової м'язової координації; сполучення рішень різних задач кінематичної, динамічної координації рухів і м'язових напруг (при виконанні нападаючих ударів, прийомів м'яча з подачі): надання



м'ячу визначеної швидкості й обертання для його вільного польоту з влучанням у задану зону площадки (при подачах, передачах).

Перш ніж здійснити той чи інший прийом гри, волейболіст повинний прийняти визначене положення, виконавши при цьому пересування.

*Техніка виконання пересування.* Пересування виконуються з різних стійок із застосуванням ходьби, бігу, стрибків, випадів.

*Стійки.* У залежності від ігрової ситуації волейболіст займає визначені вихідні пози і положення, що дозволяють виконати той чи інший вид дій. Оптимальне положення повинне відповідати індивідуальним особливостям співвідношень важелів волейболіста й умовам майбутнього дії. Стійка характеризується динамічністю і рухливістю опорно-рухового апарата, що досягається незначним нахилом тулуба вперед, переносом маси тіла на передню частину стопи, згинанням ніг у колінних, а рук у ліктьових суглобах (на рівні пояса).

Знаходячись у визначеній стійці, волейболіст може стояти нерухомо чи ж переміщатися, переступаючи зі сторони в сторону (переносячи масу тіла з однієї ноги на іншу), щоб бути готовим до швидкого пересування.

За ступенем згинання ніг у колінних і тазостегнових суглобах розрізняють високу стійку - кут у колінному суглобі в середньому дорівнює  $145^\circ$ , середню- $130^\circ$  і низьку- $115^\circ$ . У відповідності положенням стоп на опорі розрізняють діагональну (одна нога виставлена вперед) і фронтальну (ноги знаходяться на одній прямій, приблизно на ширині пліч) стійки (табл. 3.5.).

Таблиця 3.5.  
Класифікація технічних елементів пересування у волейболі

Техніка пересування у волейболі											
Стійки, вихідні положення		Ходьба				БІГ			Стрибок		Випад
СТАТИЧНІ	ДИНАМІЧНІ	Звичайним кроком	Нахиленим кроком	Приставним кроком	Подвійним кроком	ВПЕРЕД	НАЗАД	В СТОРОНИ	ВПЕРЕД	НАЗАД	В СТОРОНИ

*Пересування* здійснюються для вибору місця в момент прийому подачі, виконання передачі м'яча, прийому м'яча, що відскочив від блоку чи при нападаючому ударі, виконання нападаючих ударів, при блокуванні та ін.

Усі способи пересувань носять специфічний характер і відрізняються руховою структурою: тривалістю опорних і польотних фаз, ступенем згинання ніг, положенням тулуба і рук, швидкістю переміщення ЗЦМ тіла та ін.

Ходьба виконується пригінним, приставним і подвійним кроком. При прийомі м'яча, що летить на віддалі, волейболіст може зробити випад. Більш швидким способом пересування на невелику відстань є стрибок, що застосовується в більшій мірі при захисних діях. Від подвійного кроку він відрізняється більш широким кроком і безопорним положенням. Для бігу характерні стартові прискорення, різкі зміни напрямку з наступними зупинками. Останній крок виконується стопорним рухом.

*Подачі.* Техніка подач складається з вихідного положення і трьох послідовних фаз: підготовчої (замах, підкидання м'яча), основний (ударний рух) і заключної (опускання рук і перехід до наступних дій).

Перед виконанням нижніх подач тулуб волейболіста злегка нахилений уперед, верхніх - знаходиться у вертикальному положенні. Ліва рука зігнута в ліктьовому суглобі і винесена вперед, м'яч лежить на долоні. Права рука готується до замаху. М'яч підкидається плавним рухом руки якнайближче до вертикалі. Одночасно з замахом волейболіст переносить масу тіла на ногу, що стоїть позаду, у результаті чого проекція ЗЦМ тіла зміщується до задньої границі опори, обидві ноги згинає в колінних суглобах.

Для передачі руху м'ячу необхідно додати ланці, що б'є, необхідну швидкість. Швидкість, необхідна кінцевій ланці кінематичного ланцюга, зокрема кисті, досягається за допомогою прикладення погоджених зусиль ніг і тулуба на шляху прискорення цієї ланки.

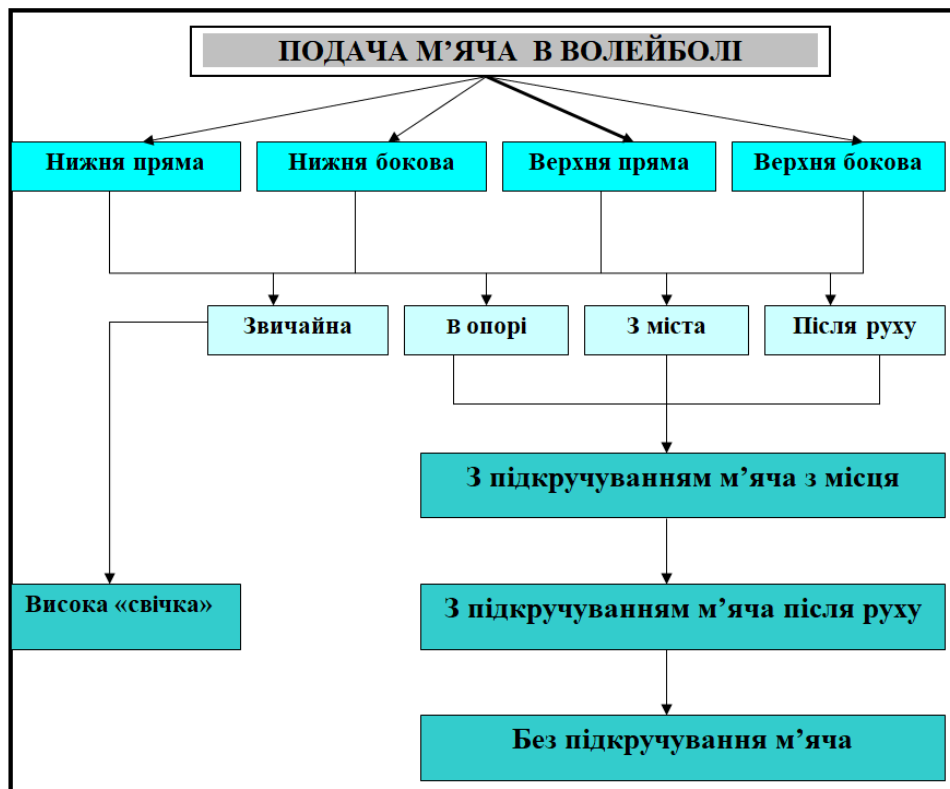


Рис. 3.7. Класифікація техніки подачі м'яча у волейболі

При підсумовуванні рухів ланок необхідно:

- з багатьох дуг різного і перемінного радіуса скласти потрібну траєкторію робочої точки;
- забезпечити необхідні прискорюючі зусилля, прикладені до ланок для надання їм необхідного збільшення швидкості;
- повідомити робочій точці до кінця її траєкторії необхідні швидкість і напрямок.

Замах являє собою рух убік, протилежну напрямку майбутнього удару. М'язи включаються по черзі, переміняючи уступаючу роботу на переборюючу, не зупиняючись в крайній точці і не втрачаючи часу на гальмування і розгін ланки. Вони розтягуються, створюючи запас шляху, на якому буде нарощуватися швидкість.

У фазі ударного руху відбувається нарощування і вибір напрямку швидкості. Від того, яка маса живої системи вкладається в удар, залежать швидкості взаємодіючих тел. Величина швидкості і точність звичайно знаходяться в суперечливому співвідношенні, а просторова точність знижується при занадто великій швидкості.

Під час фази ударної взаємодії спостерігається значна напруга всіх м'язів біокінематичного ланцюга, який наносить удар, що збільшує масу ланок передавальних рухів. Ефективність удару визначається величиною початкової швидкості-польоту м'яча після ударної взаємодії і точністю влучення м'яча у визначене місце площадки.

Післяударні рухи звичайно виконуються по інерції з гальмуванням м'язами-антагоністами. Рука, що б'є, продовжує рух у напрямку подачі, ноги випрямляються в колінних суглобах, волейболіст переміщається вперед.

Вивчення результативності і розподілу подач по зонах показує, що відсоток чистого виграшу подач знаходиться у межах 7-10%. Число подач, «утруднених» для прийому, залежить від співвідношення сил суперників і коливається від 35 до 60 %. Найбільша кількість «утруднених» для прийому подач приходиться на 1, 5, 6 зони - відповідно 21, 27, 34%.

Подачі направляються в основному в зону 6 - 53,3 %-60,7 %, у зони 1 і 5 - відповідно 12,3% -17,9% і 14,3%-20,5 %. Незначне число подач приходиться на 2-4 зони.

При виконанні нижньої прямої подачі гравець стоїть обличчям до сітки, ноги зігнуті в колінних суглобах, ліва нога виставлена вперед, маса тіла перенесена на праву ногу, що стоїть позаду, пальці лівої руки, зігнутої в ліктьовому суглобі, підтримують м'яч знизу, розташовуючи над правою рукою. Волейболіст відводить назад праву руку для замаху й одночасно підкидає м'яч на відстань витягнутої руки. Удар здійснюється зустрічним рухом правої руки позаду вниз-вперед приблизно на рівні пояса. Гравець одночасно розгинає праву ногу і переносить масу тіла на ліву ногу, що стоїть спереду. Після удару волейболіст виконує супровідний рух рукою в напрямку подачі, ноги і тулуб випрямляються.

При виконанні нижньої бічної подачі гравець стоїть лівим боком до сітки. М'яч підтримується лівою рукою біля пояса, маса тіла переноситься на праву ногу, тулуб трохи нахилено вперед. Підкинувши м'яч і зігнувши праву ногу, гравець робить замах вниз-в сторону - назад. Одночасно з розгинанням правої ноги робить удар по м'ячу позаду (збоку). Після удару маса тіла переноситься на ліву ногу, тулуб повертається до сітки.

При подачі з високою траєкторією м'яча гравець стає правим боком до сітки, праву ногу ставить уперед, м'яч підкидає трохи ближче до правої руки і тулуба. Замах виконується в площині, перпендикулярній опорі, права рука відводиться вниз-назад, ноги згинаються в колінних суглобах. Удар по м'ячу наноситься різким і швидким рухом знизу, по дальшій від сітки половині м'яча так, щоб після удару він одержав передньо-заднє обертання. Збільшення сили удару і висоти траєкторії польоту м'яча здійснюється за рахунок активного розгинання тулуба в тазостегнових і у колінних суглобах ніг. Після удару рука продовжує рух нагору, але амплітуда супровідного руху невелика.

Верхня пряма подача може виконуватися декількома способами: з обертанням м'яча з місця; з обертанням м'яча після переміщення; без обертання м'яча (планувальна). В усіх різновидах верхньої прямої подачі вихідні положення подібні, а підготовчі й основні фази відрізняються. У вихідному положенні гравець знаходиться обличчям чи у пів-обороту до сітки.

Підтримуючи м'яч на рівні плеча, він рівномірно розподіляє масу тіла на обох ногах, рука, що наносить удар зігнута в ліктьовому суглобі, підготовляється до замаху. М'яч підкидається майже над головою на висоту до 1 м і вище (при подачі в далеку зону). Рукою, що б'є, виконується замах вгору-назад, одночасно гравець прогинається, відводить назад і опускає плече руки, що б'є. Потім рука розгинається в ліктьовому суглобі і рухається нагору. Удар виконується трохи спереду гравця. При зіткненні м'яч і долонна поверхня, що вдаряє, деформуються, причому протягом цього часу ланка, що б'є, і м'яч разом переміщуються на деяку відстань.

Подача в далеку зону відрізняється від подачі в ближню великими періодом і амплітудою електричної активності м'язів ніг, а також амплітудою і частотою осциляції електроміограм рук. У зв'язку з цим подачі в зазначені зони можна розглядати як рухи з різними швидкісно-силовими структурами. Подача в далеку зону носить більш виражений силовий характер.

При аналізі електроміограм руки спостерігається активність м'язів, що випереджають удар - (променевого розгинача кисті, двоголового м'яза плеча, заднього пучка дельтоподібного м'яза), що є антагоністами м'язів, що роблять основні рухи з ударній фазі (розгинання в плечовому суглобі, ліктьовому суглобі, а також у променево-зап'ястних суглобах). Тим самим забезпечується корекція удару в контактній фазі.

Час контакту руки з м'ячем унаслідок великої деформованості тіл - величина кінцева (0,012-0,020 с), при відносній лінійній деформації м'яча складає 10-20%. Переміщення системи рука-м'яч у момент контакту в напрямку удару дорівнює 10-20 см.

За час контакту виключене внесення сенсорних корекцій у рух. Програма дій повинна бути закладена відповідно до відповідного руховій установці на всі рухи. В автоматизованих навичках подач реалізуються два варіанти таких установок: на проводжаючий м'яч уперед рух руки (подача в далеку зону); на коротке ударне з рухом нагору і гальмуванням руки відразу після удару (подача в ближню зону). Для 1-го варіанта характерно прискорений рух руки аж до удару, велика величина передударної швидкості руки - на 2-4 м/с і додатковій швидкості, що додається м'ячу - на 2-3 м/с, більша величина післяударної швидкості руки. Для другого варіанта характерно передударне пригальмовування руки (нерідко з негативним прискоренням), більш короткий час зіткнення, незначна частка прибавки швидкості м'яча, менша передударна швидкість руки. Ті ж установки приводять до розходжень у напрямках вильоту м'яча - до  $20^\circ$  і величинах швидкостей вильоту - до 3-6 м/с. Передударне гальмування руки при подачах у ближню зону є підсвідомим проявом прагнення зробити короткий удар.

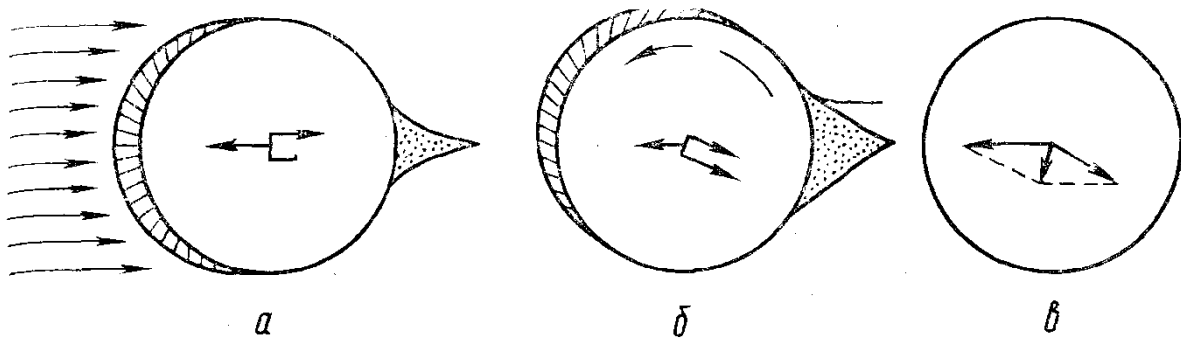


Рис. 3.8. Подача м'яча з підкручуванням.

Узгодження початку руху руки з польотом м'яча відбувається по зоровому сигналу про положення його в просторі. Стабільність визначення цього сигнального положення багато в чому визначає успішність подачі, тому що наступні рухи відбуваються без внесення корекцій.

Верхню пряму подачу можна виконувати після одного чи декількох кроків. Пересування варто закінчувати так, щоб з останнім кроком ноги прийняли вихідне положення, характерне для замаху. На останньому кроці м'яч підкидається і рука, що б'є, відводиться для замаху.

У вільному польоті перед м'ячем утвориться своєрідна подушка щільного повітря, а за м'ячем - розріджений простір (а) (мал.). Якщо м'ячу додати обертання, то поверхня його буде захоплювати частки повітря, збільшуючи одну зі сторін повітряної подушки і зменшуючи іншу. У результаті цього повітряна подушка трохи зміщується убік (б), протилежну обертанню. Напрямок рівнодіючих двох сил не буде збігатися з напрямком польоту м'яча (в).

Особливо помітна зміна траєкторії польоту м'яча при подачах з обертанням навколо вертикальної осі, коли зсув м'яча убік досягає 2-3 м (у

залежності від швидкості польоту й обертання, маси, обсягу м'яча і гладкості його поверхні). Обертаючи ж навколо горизонтальної осі, м'яч як би притискається до майданчика, траєкторія його польоту коротшає.

Щоб додати м'ячу обертання, необхідно в момент удару кисть руки накладати на поверхню м'яча так, щоб напрямок сили удару не проходило через центр ваги м'яча, тобто зміщати кисть руки убік чи нагору від середини.

В усіх випадках при подачі з великою початковою швидкістю м'яч повинен обертатися навколо горизонтальної осі. Тільки при цій умові м'яч залишається в межах майданчика, хоча і має першочерговий напрямок польоту вперед-вгору.

Якщо м'ячу не додавати обертання, то центр ваги  $o$  і центр геометричний  $O$  не збіжаться. Таким чином, плечі важеля від центра ваги до поверхні м'яча ( $a$  і  $b$ ) будуть мати різну довжину (рис. 3.9.). Сила опору повітря також буде різної, тому що площа поверхні м'яча перед плечем  $b$  буде більшою, ніж перед плечем  $a$ . У результаті цей м'яч устигає зробити одне-два коливань, що утрудняє точний прийом м'яча.

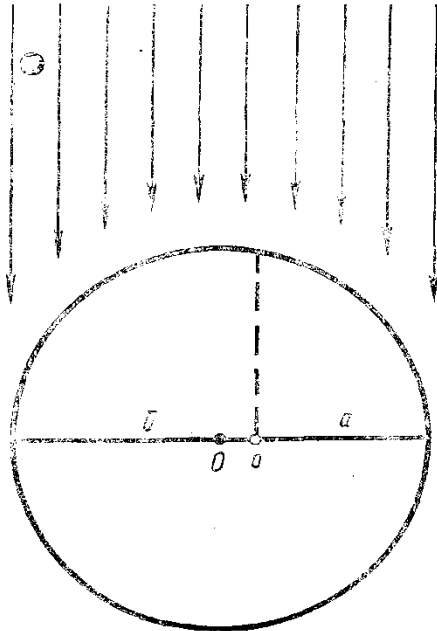


Рис. 3.9. подача м'яча без підкручування.

Розташували центр ваги і геометричний центр горизонтально, м'ячу додають коливання в горизонтальній площині (уліво - вправо). При вертикальному положенні центрів коливання будуть відбуватися вгору-вниз, що утруднить прийняття подачі.

Щоб виконати подачу без обертання і викликати коливання м'яча при ударі необхідно точно потрапити рукою проти центра ваги м'яча.

У підготовчій фазі планувальної подачі волейболіст підкидає м'яч так, щоб він не обертався. Одночасно відводить руку, що б'є, зігнутою в ліктьовому суглобі, назад - у сторону. Амплітуда руху при замаху значно менше звичайної. Рука, що б'є, з наростаючою швидкістю рухається назустріч м'ячу. Удар по центрі м'яча виконується швидко і різко кулаком чи напруженою кистю.

Ударний рух супроводжується миттєвим довільним м'язовим зусиллям, що фіксує дистальні ланки руки в положенні удару і гальмуючим зсув руки в просторі для зменшення контакту з м'ячем.

При цьому відбувається розгинання руки в ліктьовому суглобі навколо фронтальної осі - до  $23^\circ$ , згинання в суглобі кисті - до  $40^\circ$ . Збільшення напруги м'язів спостерігається в ті моменти руху, коли розганяються ланки руки, що б'є. Однак у наступну мить ланки рухаються вже переважно під впливом зростаючих сил інерції, що супроводжується зменшенням електричної активності м'язів до того моменту, коли потрібно загальмувати рух ланки.

Існує кілька варіантів верхньої бічної подачі. Удар по м'ячу наносять вище рівня плечового суглоба, стоячи боком до сітки. Виконуючи подачу з обертанням м'яча з місця, волейболіст підкидає його майже над головою на висоту до 1,5 м. Рукою, що б'є, робиться замах назад, плече руки, що б'є, опускається, маса тіла переноситься на відповідну ногу. Продовжуючи рух рукою вперед, удар по м'ячу виконується трохи позаду (кут нахилу витягнутої руки складає близько  $80^\circ$ ), тулуб повертається убік сітки.

Верхню бічну подачу можна виконувати після одного чи декількох кроків, що дає можливість збільшити ударний імпульс. Верхню бічну подачу можна також використовувати для виконання планувальної подачі.

*Передачі і прийоми м'яча.* По напрямку щодо передавального гравця розрізняють передачі: уперед, назад, над собою. По довжині: довгі, спрямовані через зону (наприклад, із зони 2 у зону 4), короткі - із зони в зону - (із зони 3 у зону 4) і укорочені - спрямовані у свою зону (із зони 2 у зону 2). По висоті: високі - вище 2 м, середні - до 2, низькі - до 1 м. По швидкості польоту м'яча: повільні - до 10 м/с, прискорені - до 16, і більш 16 м/с. Крім того, існують передачі: близькі до сітки - до 0,5 м і віддалені від неї більш ніж 0,5 м (рис. 3.10).

Техніка передачі м'яча складається з вихідного положення і трьох фаз - зустрічного руху рук до м'яча, фази амортизації і вильоту м'яча.

Передачі характеризуються напрямком м'яча однією ударною дією. При цьому важливими є напрямок руху м'яча, швидкість і відстань передачі.

У вихідному положенні тулуб волейболіста розташований вертикально, одна нога ставиться перед іншою, ноги зігнуті в колінних суглобах. Ступінь їхнього згинання залежить від висоти траєкторії польоту м'яча. До передбачуваного місця зустрічі з м'ячем переміщаються кроком чи стрибком. В останньому кроці стопи ставлять паралельно друг до друга чи одну трохи спереду, що дає можливість точніше передавати м'яч, ноги зігнуті в колінних суглобах. Руки виносять перед обличчям, великі пальці рук утворюють трикутник, кисті рук мають форму овалу й оптимально напружені.

При наближенні м'яча починається зустрічний рух з випрямленням ніг, тулуба і рук. Суглобні кути між плечем, передпліччям і кистю збільшуються, м'язова напруга зростає. Цей рух виконується одночасно протягом 0,1-0,15с.

Ударні рухи рук при передачі характеризуються наявністю амортизації і прискорення м'яча. Амортизація починається з моменту зіткнення м'яча з

пальцями рук до максимальної, утрати швидкості і триває близько 0,025-0,03с. ЗЦМ тіла волейболіста продовжує підніматися в результаті розгинання ніг, що не припиняється. Руки розгинаються в ліктьових суглобах, кут між передпліччям і кистю збільшується. Швидкість рухів рук поступово підвищується.

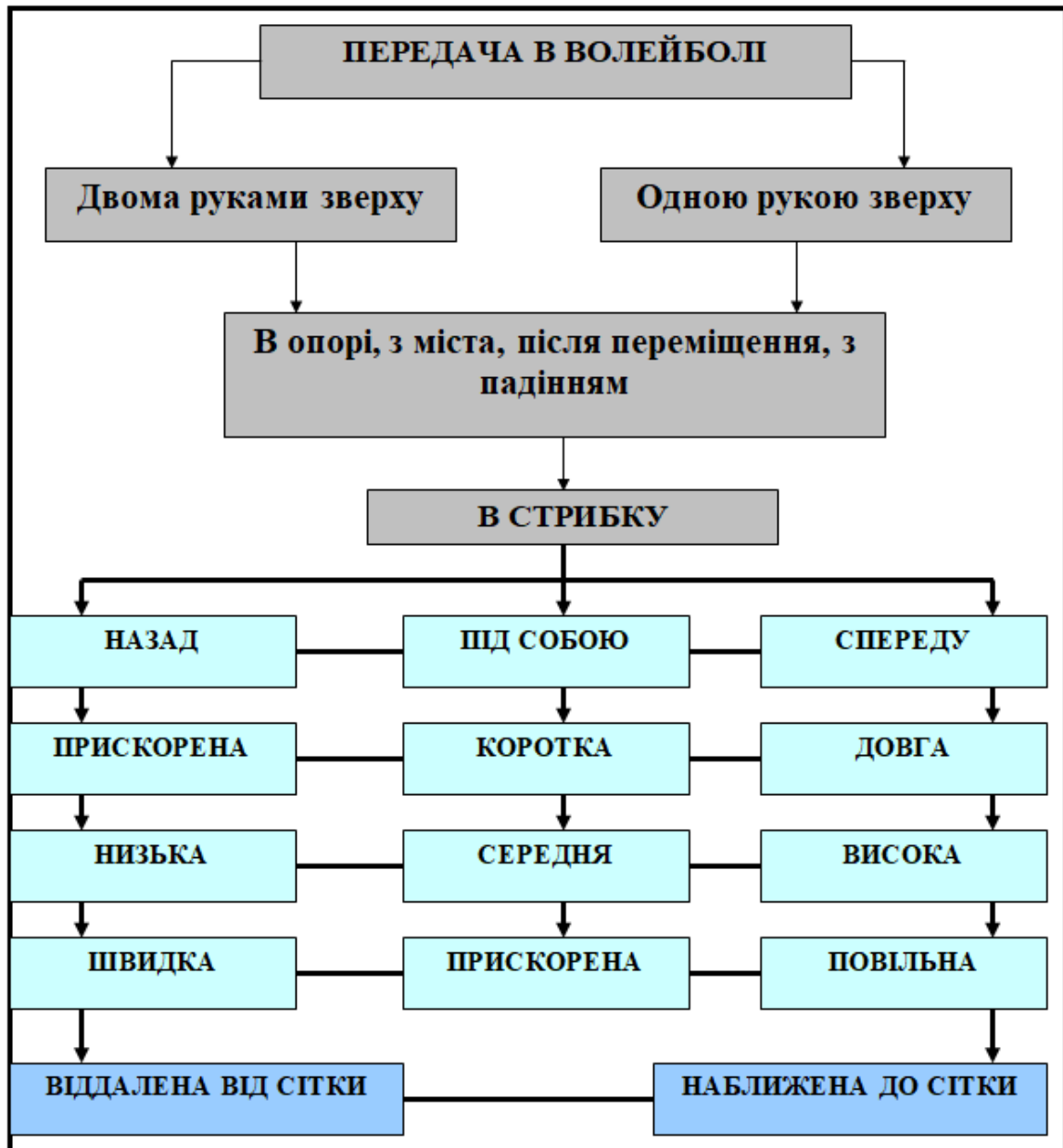


Рис. 3.10. Класифікація передач м'яча у волейболі

Якщо м'яч летить із прискоренням, амортизаційний рух також спочатку повинний бути швидким. Тому в ньому звичайно беруть участь одночасно кілька ланок біокінематичного ланцюга. Одні з головних труднощів амортизації - забезпечення вихідної напруги м'язів. Навіть невелика помилка в установці початкової напруги м'язів позначається на результаті дії.

При виконанні ударного руху великі пальці приймають на себе основне навантаження при амортизації, вказівні і середні пальці є основною ударною



частиною, безіменні пальці і мізинці утримують м'яч від руху в бічному напрямку.

Виліт м'яча з рук і надання йому нового напрямку триває близько 0,025-0,03 с. Надання м'ячу нового руху з визначеною траєкторією вимагає збільшення м'язових зусиль, що виявляється в погодженому русі ніг, тулуба і рук.

При цьому ЗЦМ тіла зміщається трохи вперед, маса тіла переноситься на носки обох ніг. Кисті і пальці рук пружно й еластично випрямляються, додаючи м'ячу новий поступальний рух.

У процесі супроводу м'яча руками відбувається активне розгинання ніг у колінних і рук у ліктьових суглобах. Ступінь м'язової напруги поступово знижується і приходить до вихідного рівня. Динамографічна крива реакції опори має поступово наростаючий і потім знижується хвилеподібний характер (рис. 3.11).

У випадку, коли м'яч летить високо, за гравця, виконується передача двома руками в стрибку. Стрибок може виконуватися як після розбігу з імітацією нападаючого удару, так і з місця без імітації і з імітацією останнього. Під час стрибка волейболіст виносить руки над головою трохи вище, ніж при передачі в опорі, повертає їх нагору і виконує передачу у вищій точці підйому ЗЦМ тіла за рахунок активної роботи рук.

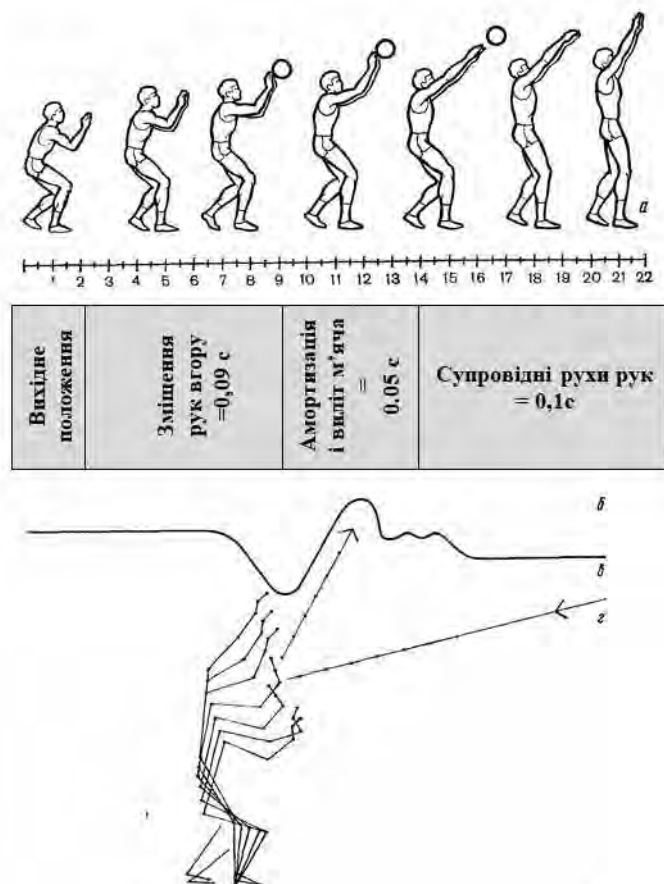


Рис. 3.11. Циклограма - а, хронограма - б, динамограма - в і контурограма - г при передачі м'яча двома руками зверху

Передача ближньому партнеру здійснюється коротким рухом кистей майже цілком випрямлених рук. При передачі на великі відстані амплітуда рухів значно збільшується.

При виконанні передачі назад волейболіст піднімає руки, розташовуючи їх тильною стороною кисті над головою, розгинає ноги, тулуб відхиляє вгору-назад. Передача виконується за рахунок розгинання рук у ліктьових суглобах і руху тулуба назад-нагору з одночасним прогинанням у грудній і поперековій частинах хребетного стовпа.

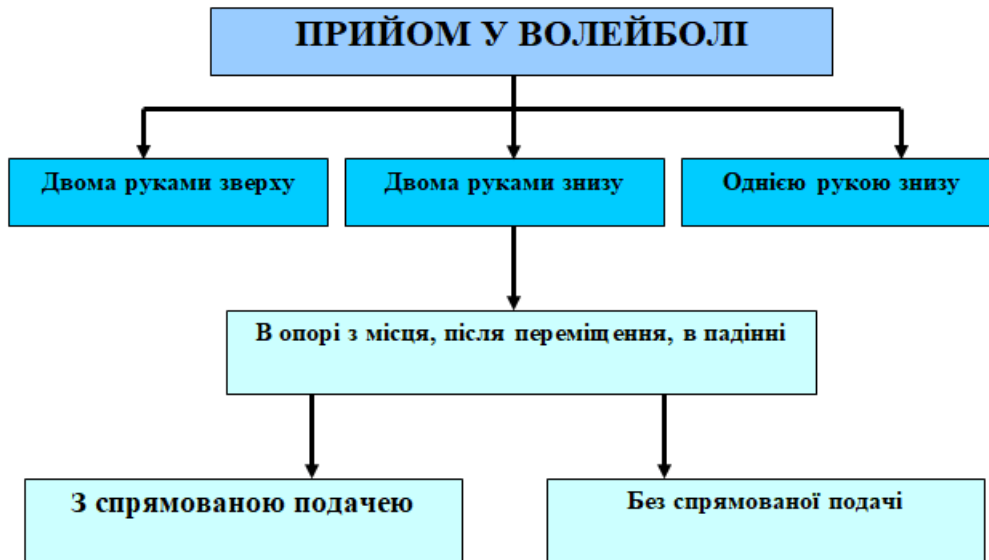


Рис. 3.12. Класифікація прийомів у волейболі

При передачах м'яча в стрибку назад - за голову техніка рухів рук така ж, як і при передачах з опорного положення.

Передача м'яча двома руками зверху в падінні застосовується тоді, коли м'яч летить прямо на гравця. Після попереднього переміщення гравець з останнім кроком приймає положення присіду, одну ногу (звичайно ліву) ставить трохи попереду, руки виносить до рівня обличчя. Тазостегновий суглоб знаходиться на рівні колінного, ЗЦМ тіла опущений вниз і зміщений за опору. При наближенні м'яча волейболіст активним рухом стопи починає відштовхуватися від опори нагору. Після виконання ударного руху він «сідає на п'яту» позад розташованої ноги. Тулуб, продовжуючи рух назад-нагору, утрачає швидкість і в результаті сили ваги зміщається назад-вниз. Після цього впливає угруповання і падіння-перекат на таз-спину (рис. 3.13.).

Різновидом даного способу є прийом з падінням на стегно-спину, що виконується в тому випадку, якщо м'яч летить осторонь від гравця. Після попереднього переміщення гравець з останнім кроком приймає положення випаду вправо чи вліво, одна нога зігнута в колінному суглобі, інша витягнута убік. Ударний рух протікає аналогічно описаному вище. Після удару волейболіст «сідає на п'яту», повертає тулуб убік витягнутої ноги і поступово опускається на майданчик, послідовно торкаючись її стегном, зігнутою ногою і

спиною. Перекат з наступним переворотом здійснюється завдяки інерції, що розвивається тулубом, одержуваної в результаті переміщення, швидкого зниження ЗЦМ тіла, виведення його убік за опору і відштовхування від неї в момент прийому м'яча.

При виконанні перекату на спину і стегно-спину можна виконати перекид через плече, використовуючи для цього інерцію руху, що дозволяє швидко вставати і займати необхідне вихідне положення.

М'ячі, що летять з великою швидкістю, приймаються і передаються, як правило, знизу двома руками. Після переміщення кисті з'єднують разом і витягають, напружені руки виносять уперед. При високій швидкості польоту м'яча кут між плечем і вертикальною віссю тулуба знаходиться в межах  $40^\circ$ , а після зіткнення рук з м'ячем він зменшується до  $10-12^\circ$ , тому що руки волейболіста, амортизуючи удар, зміщаються назад-вниз ЗЦМ тіла опускається, ноги незначно зігнуті в колінних суглобах ( $110-112^\circ$ ), тулуб трохи нахилений уперед. При наближенні м'яча ноги розгинаються в колінних суглобах, тулубі гравця піднімається нагору і трохи вперед, руки зміщаються вгору-вперед.

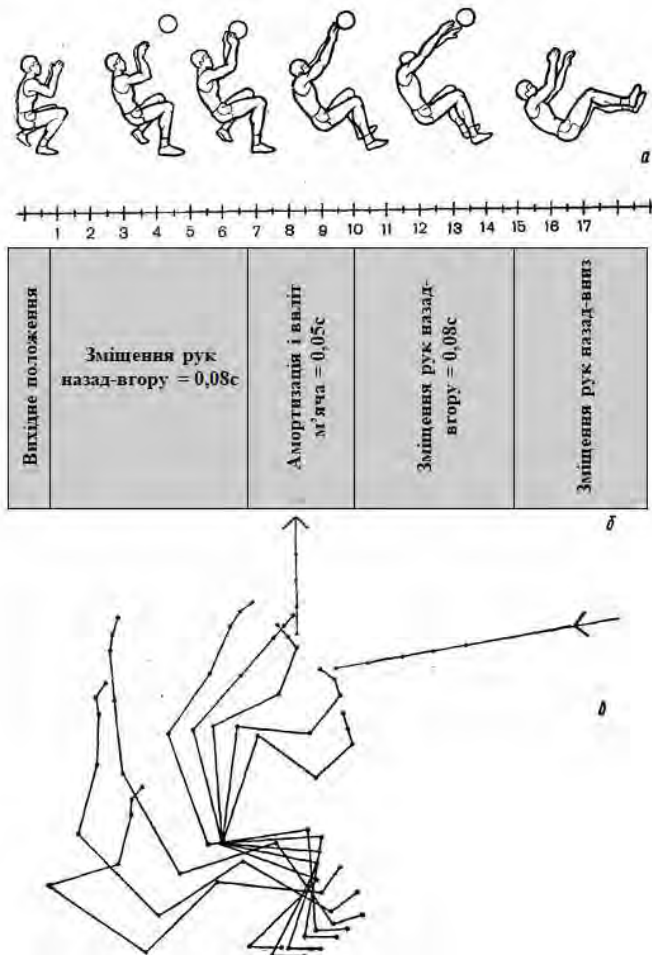


Рис. 3.13. Циклограма - а, хронограма - б і контурограма - в техніки прийому і передачі м'яча зверху з падінням і перекатом на спину.

Динамографічний запис зусиль, прикладених до опори, свідчить про активні рухи, спрямовані на відштовхування гравця від опори вгору-назад, при якому відбувається одночасне розгинання суглобів стопи. Цим забезпечується амортизація удару.

Удар по м'ячу виконується напруженими передпліччями протягом 0,03с. М'язова напруга двоголового і триголового м'язів плеча, загального розгинача пальців і кисті підвищується до моменту ударного руху і потім плавно знижується в післяударному русі. Після прийому руки зміщуються вперед-нагору за рахунок випрямлення тулуба і розгинання ніг (Рис. 3.14).

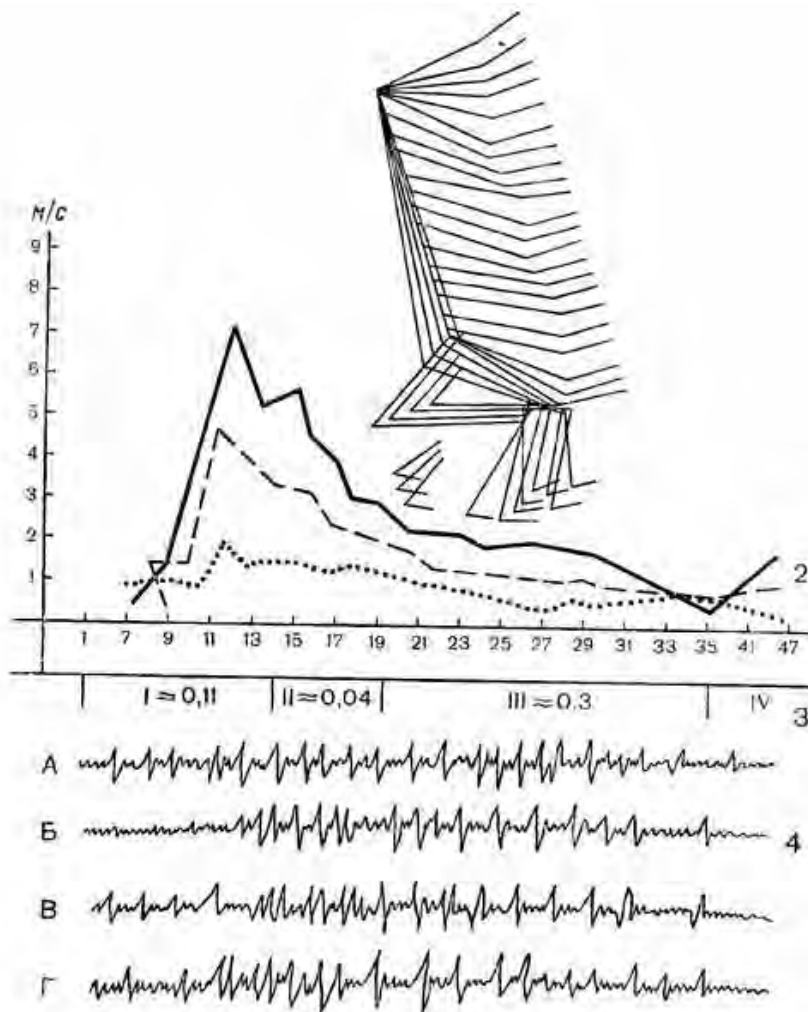


Рис.3.14 Передача м'яча знизу двома руками: 1- контурограма- 2 - графік швидкостей пересування суглобів: суцільна лінія – променево-зап'ястний суглоб, пунктирна - ліктювий, крапкова - плечової; 3 - хронограма руху по фазах; 4 -ЕМГ: А - двоголовий м'яз плеча; Б - триголовий; 5 - загальний згинач кисті і пальців; Г - загальний згинач кисті і пальців.

Однією рукою приймають м'ячі, що летять далеко від гравця, після попереднього переміщення чи випадку. Ударний рух виконується напруженою кистю.

Прийом м'яча знизу двома руками однією чи в падінні на стегно-спину виконується аналогічно описаному вище з тією лише різницею, що ударний рух по м'ячу здійснюється двома чи однією рукою знизу.

Велике значення для успішної гри в захисті має прийом м'яча знизу однією рукою (рідше двома) у падінні вперед на руки з наступним ковзанням на грудях-животі. Виконуючи останній крок пересування гравець робить випад уперед, а потім поштовхом передньої ноги, посилає тулуб уперед, руки для майбутнього махового руху трохи відведені назад. ЗЦМ тіла гравця зміщається, тулуб виноситься за опору і відхиляється уперед від вертикалі, руки виносяться вперед і готуються до прийому м'яча.

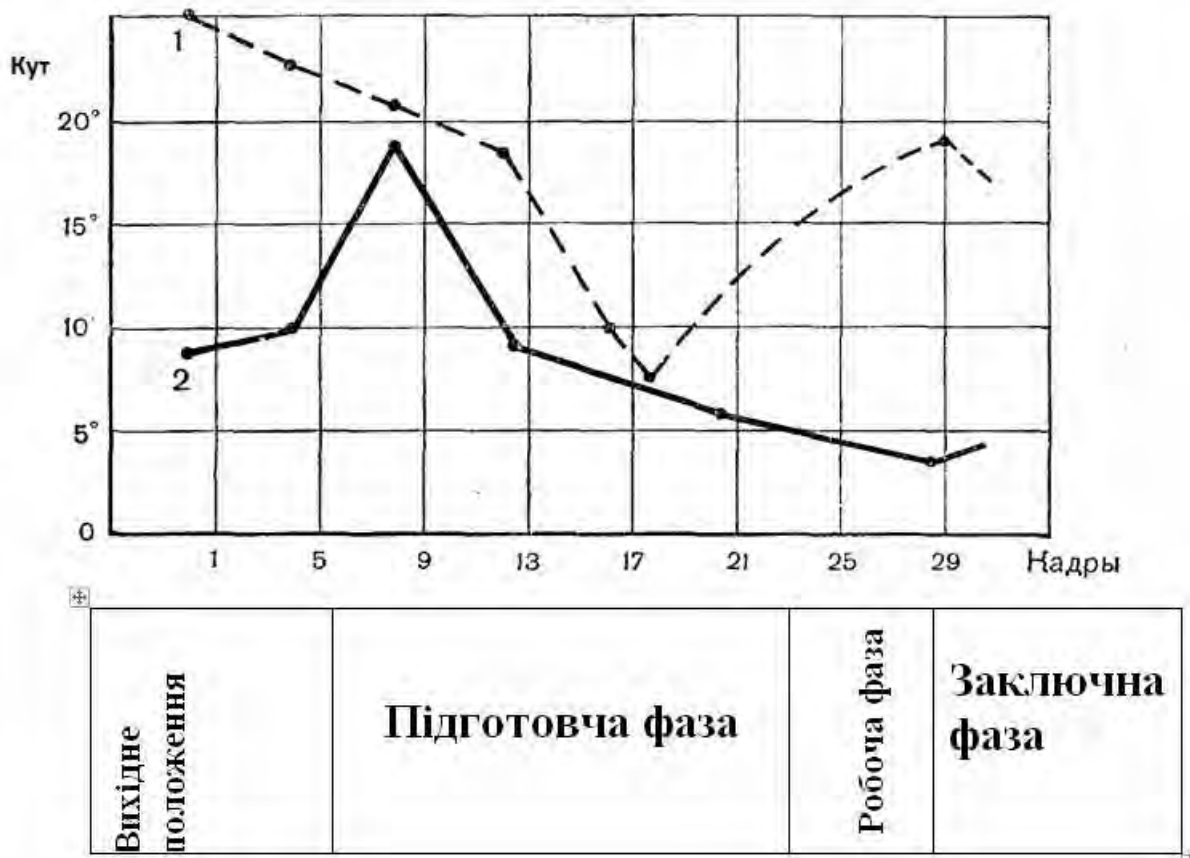


Рис. 3.15. Зміна кутів: 1 - між плечем і вертикальною віссю тулуба; 2 - між стегном і гомілкою при прийомі м'яча знизу

Одночасно з поштовхом ногу, що знаходиться позаду, маховим рухом виносять нагору, тулуб гравця переміщається в просторі вперед-нагору, кут його нахилу до горизонталі збільшується, удар по м'ячу здійснюється в польоті тильною стороною долоні або кулаком.

Після удару обидві руки витягають вперед і розводять у сторони трохи ширше плечей. Тулуб гравця продовжує знаходитися в безопорному положенні. ЗЦМ тіла зміщається вперед-вниз по дотичній до поверхні майданчика. При приземленні на руки амортизація здійснюється головним чином рухом пояса верхніх кінцівок. Тулуб прогинається в поперековій частині хребетного стовпа,

опускаючи вниз до зіткнення грудей і живота з майданчиком. Приземлення супроводжується ковзанням тулуба по майданчику, підборіддя при цьому відхиляється трохи назад.

**Нападаючі удари** характеризуються сполученням складних по координації рухів, виконуваних у короткочасних інтервалах з великою концентрацією м'язових зусиль, що з'єднують у собі силу, швидкість, спритність і точність. Нападаючий удар представляється як цілісна система, що складається з підготовчої фази (розбігу, стрибка, замаху, польоту), основний (ударного руху) і заключної (зниження і приземлення).



Рис. 3.16. Класифікація нападаючого удару в волейболі

Підготовка до виконання нападаючих ударів здійснюється за рахунок прискореної ходьби, що переходить на біг. Розбіг містить у собі 2-4 кроки. Це обумовлено початковим положенням при підготовці до атаки, а також тактичною спрямованістю другої передачі. Середні показники тривалості виконання першого кроку (0,54-0,58 с) свідчать про його високу варіативність. Для другого кроку розбігу характерно двохопорне, однопорне і безопорне (крок виконується у виді бігового) положення. Тут волейболіст визначає траєкторію польоту м'яча і коректує швидкість розбігу.

Третій крок розбігу, що передує стрибку, складається з одноопорного і безопорного положення. Елементом, що передує стрибку, є безопорне положення третього кроку – «стрибок». Домінуючим способом постановки ніг при відштовхуванні є почерговий (98,7%), при цьому в момент «стрибка» виноситься і стає на опору махова нога, потім поштовхова.

Загальна тривалість тимчасової організації рухів розбігу виражається формулою:  $T_0 = T_{\Pi} + T_p$ , де  $T_{\Pi}$  - час польоту м'яча при другій передачі,  $T_p$  - різниця в часі між початком розбігу і другою передачею. Значення величини  $T_p$  має позитивний знак, якщо розбіг починається з випередження моменту передачі, що спостерігається при так званих темпових нападаючих ударах і негативний, коли розбіг починається пізніше моменту передачі.

У рухах виходу до м'яча спостерігаються якісно різні напрямки пристосувальних змін. Вони можуть бути в часі початку розбігу або в часі переміщення. Відповідно до цього виділяють два способи дій: прогнозуючий, у якому змінюється лише час початку руху при збереженні сталості в часі переміщення, і корекційний, у якому адекватно тривалості передачі змінюється лише час пересування. При цьому момент початку розбігу залежить від способу передачі.

При нападі найчастіше змінюються початок розбігу щодо передачі і тривалість безпосереднього переміщення волейболіста (табл. 3.6. ).

Таблиця 3.6.

Фазово-часова структура подачі у волейболі

Передача	$T_0$ , с	$T_{\Pi}$ , с	$T_p$ , с
Коротка	1960 ± 60	540 ± 50	1420±32
Прострільна	2010±174	980 ± 41	1030+169
Середня - із зони 3 в зону 4	2030 ±72	1440±15	590 ± 70
Висока — із зони 3 в зону 4	2030 ±59	1630±16	400 ± 57
Із глибин майданчика в зону 4	1930 ±68	1640 ± 22	290 ± 64

Техніка виходу до м'яча може мати істотні розходження: загальна тривалість дії, тривалість відштовхування, горизонтальна швидкість розбігу та ін. З урахуванням цих кінематичних характеристик протилежні по своїй організації способи виходу до м'яча варто класифікувати на прогнозуюче-швидкісний і корекційно-уповільнений.

Довжина розбігу складає 2-4 м (2-3 кроки і настрибування). При настрибуванні стопа винесена вперед, нога ставиться на п'яту - крок, що стопорить, друга нога приставляється до першого, виправлені руки приділяються назад. Від злитості рухів у цей момент залежить ефективність використання сили інерції, утвореною горизонтальною швидкістю розбігу, що

перетвориться потім у вертикальну швидкість стрибка. Відштовхування від опори починається з махових рухів рук по дузі нагору ще до активного розгинання ніг. Подальший підйом тіла відбувається за рахунок енергії, накопиченої під час розбігу, по інерції. Чим коротше розбіг, тим більше повинна бути потужність, що розвивається біомеханічними ланцюгами. Якщо волейболіст на короткому шляху не в змозі виконати роботу, необхідну для підйому тіла на задану висоту, не може розвинути потрібну для нього потужність, то він повинний перебудувати рухову дію - збільшити потужність у фазі розбігу чи збільшити шлях (а значить і час) розбігу.

У волейболі стрибок нагору повинний бути максимально високим, тому волейболісту необхідно відштовхуватися якнайсильніше, щоб надати тілу до моменту припинення контакту з опорою найбільшу вертикальну швидкість. Відштовхування виконується за допомогою власне відштовхування ногами від опори і махових рухів руками. Ці рухи тісно взаємозалежні, і від їхньої погодженості значною мірою залежить вертикальна швидкість (Рис. 3.17.). Сили м'язових тяг, діючи як рушійні сили, обумовлюють прискорений рух рухливих ланок волейболіста.

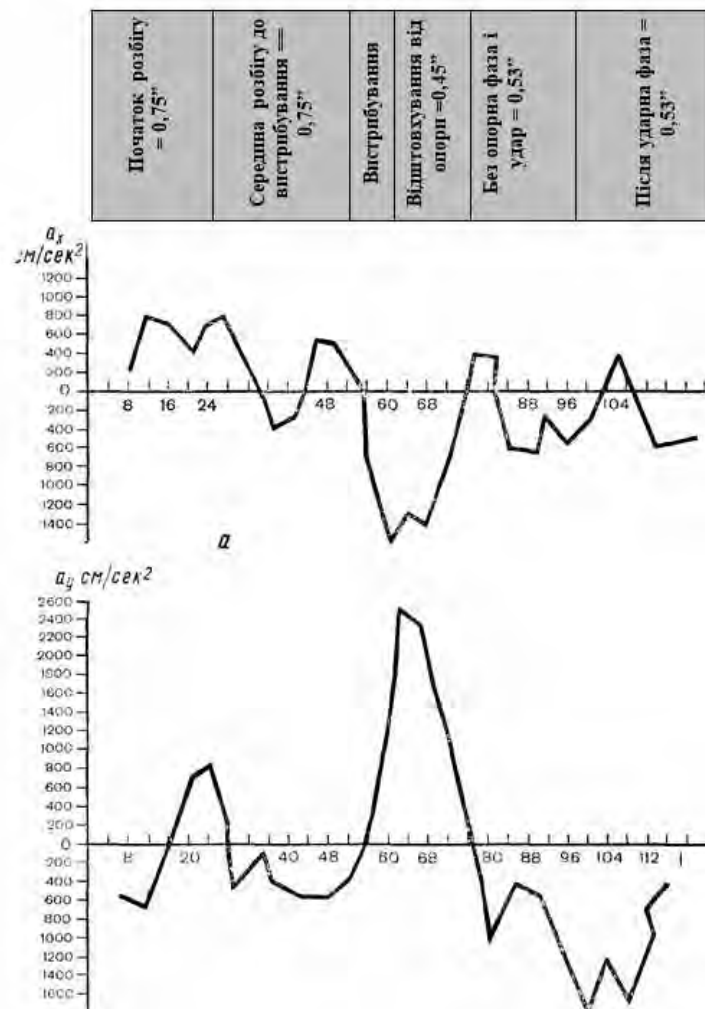


Рис. 3.17. Графіки горизонтального - а і вертикального - б прискорення ЗЦМ тіла волейболіста при нападаючому ударі



При контакті з опорою виникають сили взаємодії, що змінюють характер руху ЗЦМ тіла. Під час контакту з опорою тіло волейболіста переміщується в повній відповідності з накопиченою кількістю руху і діючими силами, насамперед силою ваги тіла і реакцією опори. У залежності від того, як спрямована рівнодіюча всіх прикладених до тіла зовнішніх сил, воно здобуває те чи інше прискорення, пропорційне величині рівнодіючої і маюче такий же напрямок.

Істотне значення для висоти стрибка має положення стоп при відштовхуванні. Найбільш раціональним є природне для гравця рівнобіжне положення стоп чи невеликий розворот їх назовні.

Максимальної сили відштовхування можна домогтися, якщо почати його лише злегка зігнутими ногами. Але при цьому час впливу на опору дуже малий, і імпульс сили виявиться невеликим. Час відштовхування буде великим, якщо волейболіст не поспішаючи («впівсили») розігне ноги. Але тоді вплив на опору і відповідно сила реакції опори виявляться малі, імпульс реакції опори лише ненабагато перевищить імпульс сили ваги тіла, і сумарний імпульс буде незначним.

Інакше обстоїть справа з розмахом суглобних рухів, що побічно визначають час відштовхування. Тут великого значення набуває плече моменту сили тяги м'язів, у зв'язку з чим одній і тій же величині сили впливу на опору може відповідати різне положення суглобів. Тому, прагнучи стрибнути якнайвище, волейболісти присідають занадто глибоко в міру своїх силових можливостей. У такому присіді момент сили реакції опори щодо загальної осі тазостегнових суглобів і момент сили ваги щодо поперечних осей колінних суглобів набагато більше ніж у неглибокому присіді (при тій же силі ваги і реакції опори). Плечі відповідних сил у першому випадку також більше. Тому що основне значення має перевищення сили реакції опори над силою ваги тіла, то глибоке присідання виявляється доцільним для більш сильного фізично (на кілограм маси тіла) волейболіста.

В міру збільшення швидкості суглобного руху гранична сила, що розвивається м'язами, зменшується. Унаслідок цього починати відштовхування з занадто глибокого (для даного волейболіста) присіду - не вигідно. У зв'язку з цим дуже важливо оптимізувати глибину попереднього згинання ніг перед відштовхуванням.

Велике згинання ніг (близько  $120^\circ$ ) сприяє збільшенню шляху «розгону» ЗЦМ тіла, але зменшує потужність відштовхування. У той же час згинання ніг у колінних суглобах ( $120-130^\circ$ ) збільшує потужність зусиль при відштовхуванні, але зменшує шлях ЗЦМ тіла. Тому при великій силі нижніх кінцівок варто згинати ноги в колінних суглобах у межах  $110-115^\circ$ . При відносно малій силі ніг і перевазі в рухах швидкісного компонента (у юних волейболістів) доцільно виконувати стрибок з кутом згинання ніг у колінних суглобах  $120-130^\circ$ . Якщо стрибок виконується з місця, то ноги згинаються в колінних суглобах до  $80-90^\circ$ . Це пов'язано з тим, що в даному режимі роботи м'язи нижніх кінцівок не

можуть виявляти максимальну силу. Тому для збільшення висоти стрибка варто значно збільшити шлях переміщення ЗЦМ тіла (рис. 3.18. ).

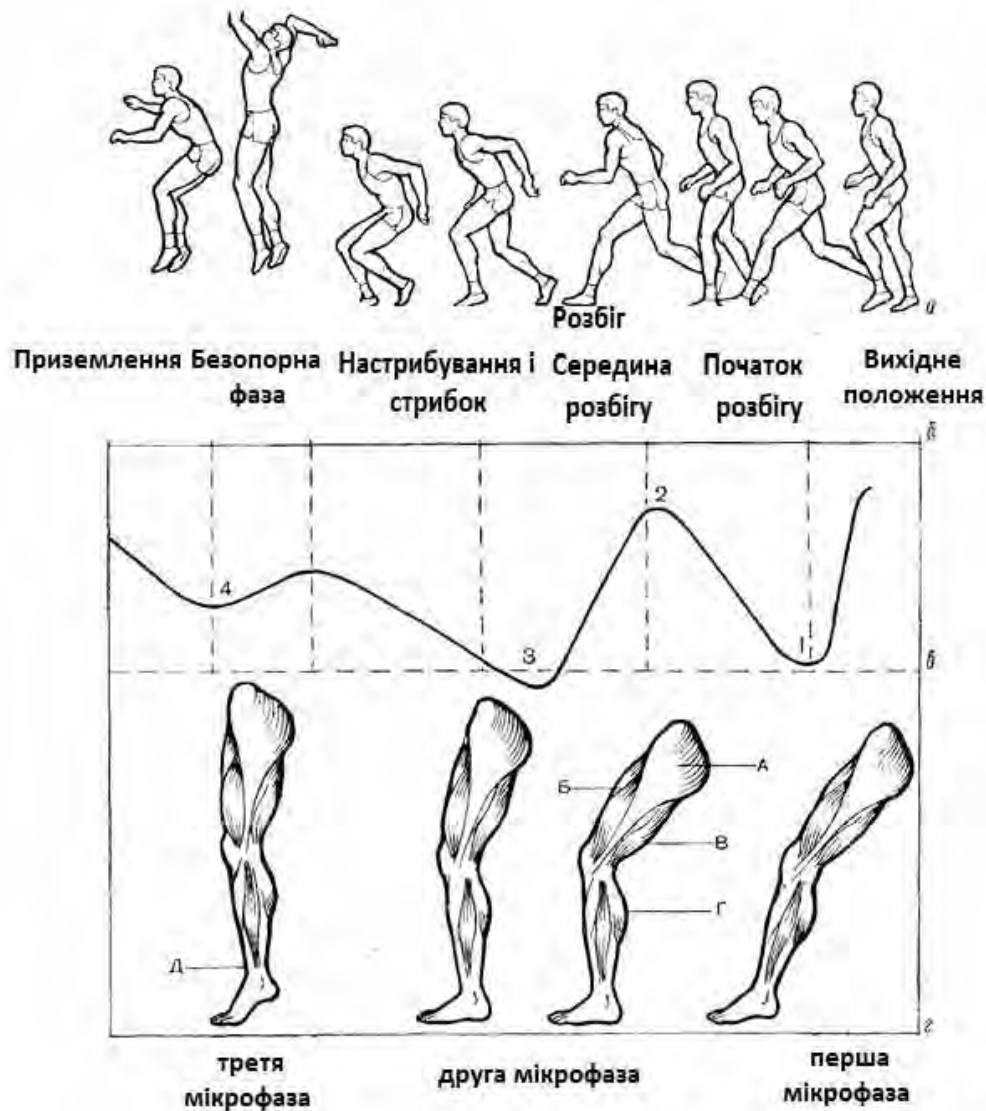


Рис. 3.18 Нападаючий удар: а - контурограма; б - хронограма; б - динамограма (зубець 1-сплеск динамографічної кривої в результаті постановки ноги на опору; 2 - падіння тиску при згинанні ноги; 3, 4 - збільшення тиску на опору при відштовхуванні); г - анатомічна структура. Фази відштовхування (А - великий сідничний м'яз; Б – чотириглавий м'яз стегна, В - напівсухожилковий; Г – триголовий м'яз гомілки; Д - довгий згинач великого пальця)

Розгинання ніг у колінних суглобах відбувається за рахунок різкого скорочення чотириголового м'яза стегна і триголового м'яза гомілки; розгинання тулуба - за рахунок роботи великого сідничного, напівсухожилкового, напівперетинчастого і двоголового м'яза стегна.

Аналіз електроміограм у зіставленні з динамограмою і зовнішньою формою руху показує, що біоелектрична активність у м'язах починає

з'являтися з моменту настрибування, потім амплітуда біопотенціалів поступово зростає, досягаючи найбільшої величини на м'язах гомілки в завершальному моменті відштовхування. За рахунок роботи триголового м'яза гомілки, заднього великогомілкового, довгого згинача великого пальця, довгого і короткого малоомілкового відбувається згинання стопи у заключний момент поштовху.

Цей рух сприяє завершенню відштовхування і супроводжується реактивним сплеском динамографічної кривої.

У момент відштовхування ноги з положення присіду розгинаються у всіх суглобах і відриваються від опори, тіло рухається нагору і трохи вперед.

У безопорному стані траєкторія тіла визначена в кожен момент вектором швидкості, величиною і напрямком.

Початкова швидкість польоту, тобто швидкість у момент припинення контакту з опорою у свою чергу цілком визначена тими впливами на тіло, що передували моменту переходу з безопорного стану. Доцільно розділяти швидкість тіла в безопорному стані на вертикальну і горизонтальну складові.

Час польоту визначається сумою часу підйому тіла (після припинення контакту з опорою) і часу його падіння (до приземлення). Співвідношення часу злету і зниження приблизно рівні (0,32-0,33), що свідчить про виконання удару по м'ячі у вищій точці підйому ЗЦМ тіла.

Згідно закону про збереження кінетичного моменту чи моменту кількості руху волейболіст може змінювати орієнтацію свого тіла і швидкість його обертання навколо кожної з трьох головних центральних осей: поперечної, подовжньої, передньо-задньої (сагітальної). Зміна пози в безопорному стані змінює не тільки взаємне розташування ланок тіла, але і їхню орієнтацію в просторі.

Одночасно зі злетом волейболіст робить замах рукою, яка наносить удар, назад, тіло прогинається в грудній і поперековій частинах, ноги злегка згинаються в колінних суглобах, праве плече подається назад. У цей момент ліва рука, незначно згинаючись в ліктьовому суглобі, подається в сторону.

Для забезпечення роботи м'язів у потрібному русі необхідно виконати активний, енергійний замах. Зворотний рух повинен слідувати одночасно за замахом, у протилежному випадку напруга м'язів спадає й ефект замаху втрачається. Енергетичний ефект роботи біомеханічного ланцюга визначається розмахом виконаного руху, величиною і напрямком впливу тіла, що розганяється. Швидкість м'яча після удару тим вище, чим більше швидкість ланки, що вдаряє, перед ударом.

Удар по м'ячу являє собою передачу значної швидкості ланки, що б'є, за дуже малий проміжок часу контакту. У момент удару по м'ячу рука, що б'є, випрямляється в ліктьовому суглобі, розтягнуті при замаху м'яза живота, грудей і руки різко скорочуються. Рука випрямляється, кисть накладається на м'яч у розслабленому стані позаду. Швидкість створюється не за рахунок поступального переміщення ланки, що б'є, а за рахунок обертання в суглобах.

Це дозволяє за більш короткий час розвинути найбільшу швидкість. У створенні швидкості останньої ланки беруть участь усі нижче розміщені ланки.

Передача кількості рухів у кінематичному ланцюзі відбувається в наступній залежності: швидкість проксимальної ланки починає знижуватися, а дистального з цього ж моменту зростати. Максимальна швидкість тулуба при ударі з місця - 3-4 м/с відповідає початку підйому кривої швидкості плеча, що доходить потім до 6 м/с. Потім зростають швидкість передпліччя - до 10 м/с і швидкість кисті - до 15 м/с.

Ударний рух руки здійснюється приведенням плеча в основному за рахунок його обертання навколо повздовжньої осі і розгинання передпліччя. Головним координаційним моментом ударного руху руки є передача кінетичної енергії обертального руху плеча розгинальному руху передпліччя. Таким чином, у процесі ударного руху плече, як ланка кінематичного ланцюга, здійснює передачу кінетичної енергій від ланки до ланки, а потім, будучи ланкою, що має більше ступенів свободи, чим передпліччя, виконує основну роль у виборі напрямку удару.

Велика швидкість руху кисті забезпечує достатню силу удару. Тому при удосконалюванні нападаючих ударів головним чином звертається увага не на силу удару, а на його своєчасність і напрямок.

При виконанні нападаючих ударів м'язи працюють у такій послідовності: спочатку напружуються більш сильні м'язи, потім з ростом швидкості ланок менш сильні і нарешті – м'язи кінцевих ланок.

Визначене значення при виконанні нападаючого удару має положення голови. Нахил голови вперед стимулює роботу м'язів передньої поверхні тіла, тобто дозволяє розвинути велику силу і потужність згинальних рухів тулуба. У той же час таке положення голови утрудняє прогинання тулуба, відведення ніг назад, рух руками назад з положення нагору. Нахил голови назад, навпроти, знижує функціональні можливості волейболістів у рухах, спрямованих уперед. Поворот голови ліворуч сприяє одночасному повороту тулуба, а також відведенню назад лівої руки, опущеної чи піднятої убік, утруднюючи симетричний рух правої руки.

Післяударні рухи виконуються звичайно по інерції з одночасним гальмуванням м'язами-антагоністами. Волейболіст приземляється на зігнуті в колінних суглобах ноги, вертикальна складова швидкості тіла падає до нуля, опускання вниз припиняється. При опусканні тіла його потенційна енергія частково переходить у кінетичну і частково гаситься роботою сил опору, обумовленими м'язовими напруженнями. Це дає можливість охоронити опорно-руховий апарат від ушкоджень, зберегти стійкість тіла і підготуватися до виконання наступної активної дії.

*Блокування.* До передбачуваного місця зустрічі з м'ячем на відстань до 2 м волейболіст пересувається стрибком чи приставними кроками, більш 3 м - звичайним бігом. При цьому ноги гравця злегка зігнуті в колінних суглобах, руки опущені вниз і трохи зігнуті в ліктьових суглобах, кисті знаходяться перед грудьми. У вихідному положенні волейболіст збільшує згинання ніг у колінних

і гомілковостопних суглобах, зігнуті в ліктьових суглобах руки знаходяться на рівні пояса чи голови, ступні розставлені на ширину пліч.

При відштовхуванні у вертикальному напрямку на опору діє гальмуюча сила ваги  $G$ . Сила  $F'_m$  передається через стопи на опору і викликає реакцію опори  $R$ . Внутрішня сила  $F''_m$  прикладена до інших ланок тіла і діє динамічно як зовнішня для них сила.

При нерухомому блокуванні нападаючих ударів, що виконуються з звичайних передач, волейболіст відштовхується від опори в той момент, коли нападаючий знаходиться в безопорній фазі. Це пояснюється тим, що шлях руху ЗЦМ тіла блокуючого коротше, ніж нападаючого. Відводячи для майбутнього махового руху зігнуті в ліктьових суглобах руки трохи назад, гравець опускає ЗЦМ тіла вниз, збільшуючи згинання ніг у колінних, гомілковостопних і тазостегнових суглобах. Різким розгинанням ніг, випрямленням тулуба й енергійним маховим рухом рук волейболіст приводить тулуб у вертикальне положення. Руки виносяться над сіткою так, щоб вони залишилися зігнутими в ліктьових суглобах, передпліччя при цьому мають невеликий нахил стосовно сітки, пальці рук розведені й оптимально напружені. При наближенні м'яча руки розгинають у ліктьових суглобах і переміщують нагору на сторону суперника. Одночасно кисті згинають у променево-зап'ясних суглобах і пальцями виконують рух униз. Кисті рук амортизують удар і направляють м'яч на сторону суперника. Після завершення блоку гравець приземляється на зігнуті ноги. Блокування відбувається за 2-2,5

с у три фази: розпізнавання дій суперника і визначення зони, де необхідно ставити блок - 0,3-0,5 с; пересування в зону блокування - 1-1,15 с; стрибок і винос рук над сіткою - 0,4-0,5 с.

Важливими елементами блоку є вибір місця і часу для стрибка і постановки рук над сіткою.

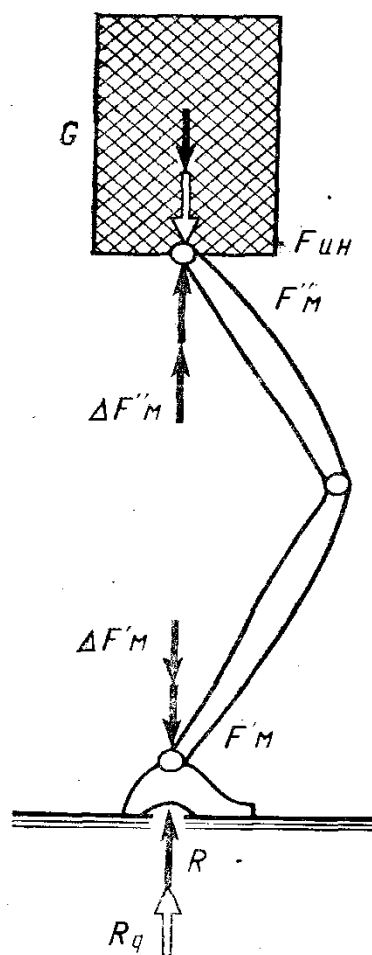


Рис. 3.19. Сили, прикладені при відштовхуванні:  $F'_m$  - тиск гомілки на стопу;  $F''_m$  - тиск стегна на таз;  $R$  - реакція опори на силу  $F'_m$ , прикладену до стопи;  $\Delta F'_m$  - тиск, обумовлений масою тіла;  $\Delta F''_m$  - тиск, що врівноважує силу тяжіння;  $F_{ин}$  - сила інерції;  $R_g$  - реакція опори на масу тіла

Рухомий блок аналогічний нерухомому. Після виносу рук над сіткою їх можна переміщати вправо чи вліво в залежності від напрямку польоту м'яча. При блокуванні нападаючих ударів із країв сітки долоня руки, ближню до краю, розвертають усередину так, щоб при ударі в блок м'яч відскочив на майданчик суперника.



Рис. 3.20. Класифікація блокування у волейболі

Техніка блокування ударів, виконуваних з різних передач, аналогічна описаній вище. Виключення складає момент відштовхування від опори, що співвідноситься з початком безопорної фази нападаючого гравця.

### 3.4. Біомеханічні аспекти рухових дій у гандболі

У гандболі пересування здійснюються тими ж способами, що використовуються в баскетболі. Кожен гравець повинен навчитися швидко стартувати і змінювати напрямок бігу, використовувати зупинки і повороти, вільно пересуватися спиною вперед і приставними кроками.

*Ведення.* Типовим для гандболу є одноударне ведення в сполученні з відволікаючими діями. Починаючи ведення, гравець виносить м'яч у сторону і рухом кисті посиляє його вниз. Відштовхнувшись від підлоги, м'яч зустрічається з пальцями і м'яким поштовхом знову направляється вперед. При обведенні суперника м'яч доцільно вести далекої від його руки й у більш низькій стійці, захищаючи м'яч від вибивання тулубом чи ногами.



Рис. 3.21. Класифікація техніки володіння м'ячем у гандболі

**Ловля м'яча.** У більшості випадків м'яч ловлять двома руками. Гравець повертається обличчям у бік польоту м'яча, напружені пальці розставляє в сторони, а іншими утворює воронку, трохи переважаючи розміри м'яча. У момент зіткнення з м'ячем пальці обхоплюють м'яч, руки згинаються в ліктьових суглобах, амортизуючи силу м'яча, що летить, і поступово приймають положення для наступних дій.

Використовують також і ловлю м'яча однією рукою. При цьому стикаючись з м'ячем, рука згинається в ліктьовому суглобі і подається назад для погашення швидкості м'яча.

**Передача м'яча.** Найбільше часто застосовується передача зігнутою рукою зверху, а при використанні заслонів - двома й однією рукою знизу.

Передачі м'яча повинні виконуватися з активною роботою кисті, але без зайвого обертання м'яча. Кистьові передачі дають вигравш у швидкості і точності. Вони подібні з кидками, але виконуються з меншими силовими витратами.

**Кидок м'яча.** Характеризується батоноподібним рухом руки, при якому кожна ланка, одержавши визначену швидкість від руху попередньої і власного м'язового зусилля активно прискорюється, а потім гальмується, створюючи тверду опору для ефективного прискорення чергових ланок тіла. Цей спосіб взаємодії елементів системи є оптимальним у кидкових рухах і пов'язаний з фізіологічними і біомеханічними закономірностями рухів.

Рух «робочої руки» під час кидкової дії здійснюється в наступній послідовності: спочатку плече і лікоть виводиться вперед, обганяючи передпліччя, потім випливає випрямлення руки вперед і кидок м'яча різким рухом кисті. Таким чином, спостерігається обгін ланок, при якому завдяки зсуву ланок розтягуються м'язи, що обслуговують рухи наступних ланок.

Кидки в гандболі можливі з попереднім відведенням м'яча і без відведення. У відведенні м'яча можуть брати участь у залежності від ігрової ситуації усі ланки тіла чи тільки ланки «робочої руки».

У підготовчій фазі кидка забезпечується оптимальне вихідне положення «робочої руки» гандболіста для початку кидкової дії.

В основній фазі відбувається наростання і передача балістичної хвилі імпульсу сили від нижче лежачих ланок тіла до кисті «робочої руки».

Між підготовчою й основною фазами може спостерігатися перепрограмування кидкової дії (у зв'язку зі зміною ігрової ситуації), під час якого відбувається коректування її програми, сформованої до початку кидка.

У заключній фазі кидка ланки кінематичного ланцюга «робочої руки» і тіло гандболіста повертаються у вихідне положення для наступних дій.

Точність кидка залежить у першу чергу від погодженості дій у багатьох суглобах біокінематичного ланцюга тіла гандболіста. Зокрема, рухи великих ланок задають загальний напрямок кидковій дії, а рух кисті позначається безпосередньо на точності кидка, оскільки саме кисть додає початкову швидкість м'ячу в його поступальному русі. Результативність кидків залежить також від уміння гандболіста правильно визначити момент і спосіб кидка.

Після ловіння чи тримання м'яча однією рукою на широко розведених пальцях при кидку зігнутою рукою рука приділяється в протилежному напрямку до кидка до рівня голови (суглобної кут між плечем і передпліччям складає 80-100) . При цьому тулуб дещо розвернуто убік кидка боком, протилежному «робочій руці», ЗЦМ тіла знаходиться ближче до ноги, що стоїть позаду. Уперед виставлена нога, різнойменна руці, що робить кидок.

Кидкова дія починається одночасно з випрямленням відставленої назад ноги і розворотом плечового пояса «робочої руки» убік кидка. ЗЦМ тіла переноситься на передню ногу. Рухом «робочої руки» закінчується основна фаза. Вільна від м'яча рука зігнута в ліктьовому суглобі і, знаходячись на рівні грудей при кидковій дії, різко подається назад.

Сукупність взаємодіючих ланок тіла забезпечує найбільш раціональне використання координаційних і енергетичних ресурсів організму і складає основний механізм кидка м'яча. Дія цього механізму приводить до наростання балістичної хвилі імпульсу сили від м'язового зусилля ніг до тулуба, плечу, передпліччю і кисті з м'ячем.

У процесі навчання кидкам у юних гандболістів розвивається здатність керувати ланками тіла від проксимальних до дистального. Це пов'язано з освоєнням найбільш ефективних траєкторій рухів, концентрацією м'язових зусиль у строго визначені моменти.



Розвиток системи рухів кидка відбувається за рахунок оволодіння просторовими, потім тимчасовими і динамічними характеристиками. В міру освоєння кидків стабілізується час дії і підвищується величина прискорення ланок тіла. Так, у новачків наростання величини поздовжнього прискорення від плеча до передпліччя і кисті при кидках з розбігу в опорному положенні складають відповідно:  $6,9 \pm 0,7$ ;  $5,4 \pm 0,6$ ;  $8,6 \pm 0,6$  м/с<sup>2</sup>, час прояву  $-0,20 + 0,04$ ;  $0,18 + 0,03$ ;  $0,19 \pm 0,04$  з.

У ході становлення структури рухів кидка найбільша стабільність характерна для рухів ланок «робочої руки» (по величині прискорення, гальмування і часу їхнього прояву), а найбільша варіативність - для рухів тулуба і ніг.

У процесі розвитку структури рухів кидка зменшується діапазон індивідуальної варіативності рухів і підвищується рівень пристосувальної варіативності, що розглядається як спосіб перебування раціонального варіанта рішення рухової задачі з визначеним рівнем ефективності в екстремальних умовах гри. Пристосувальна варіативність виникає при виборі стратегії і тактики керування елементами системи рухів у виді динамічних зв'язків, що забезпечують надійність даної структури рухів в умовах гри, що змінюються. Найбільший діапазон пристосувальної варіативності рухів відноситься до підготовчої частини рухів кидка, у якій виявляються допоміжні корекційні елементи рухів, що сприяють навмисному створенню вигідних положень для успішної реалізації швидко-силових якостей спортсмена. Надалі дію доповнюється допоміжними руховими зв'язками, куди входить індивідуальна і пристосувальна варіативність рухів, утворюючи цілісну варіативну систему рухів при кидку м'яча.

Кидок зігнутою рукою зверху в стрибку починається з розбігу, наприкінці якого гандболіст ловить м'яч і роблячи крок ногою, протилежній руці, що кидає, вистрибує нагору. У даному кроці горизонтальна швидкість розбігу перетворюється у вертикальну швидкість стрибка. При цьому поштовхова нога ставиться з п'яти на носок, після чого виконується стрибок. Інша ж нога згинається у колінному суглобі і виноситься вперед. У цей час здійснюється відведення «робочої руки», що аналогічно вищеописаному способу. Друга рука згинається в ліктьовому суглобі, виноситься нагору до рівня грудей, тулуб зберігає вертикальне положення. В момент досягнення гандболістом найвищої точки злету кидок. Спочатку тулуб розвертається убік кидка, а потім одночасно з випрямленням у колінних суглобах махової ноги назад виробляється рух «робочої руки», що закінчується випуском м'яча і вільним опусканням руки вниз.

Точність кидка обумовлюється місцем прикладення і напрямку діючої на м'яч сили. Тому вирішальними для точності кидка є тримання м'яча і правильний завершальний рух кисті в момент його випуску. Сила кидка багато в чому залежить від амплітуди рухів. Замах і випуск м'яча відбуваються в безопорному положенні. Поштовх виконується різнойменною ногою, на яку надалі виконується і приземлення. Кидок відбувається у вищій точці злету

разом з активним розгинанням махової ноги і поворотом тулуба грудьми до воріт. Після виконання кидка гандболіст приземляється спочатку на толчкову ногу, потім на махову.

Опорні і безопорні кидки зігнутою рукою збоку виконуються аналогічно, тільки рух «робочої руки» виконується з іншого вихідного положення.

Кидки з закритих позицій можна виконувати на висоті пояса, стегна і трохи нижче. Замах виконується як і в кидку зверху. Після другого кроку (перехресного) гравець виявляється у вихідному положенні для кидка: ноги широко розставлені, вага тіла перенесена на праву ногу, рука з м'ячем занесена назад, тулуб повернений лівим плечем до воріт і нахилений до лівої ноги. Повертаючись грудьми до воріт, він посилає зігнуту в ліктьовому суглобі праву руку вперед паралельно площадці. Потім випрямляє руку і рухом, що захльостує, у якому послідовно беруть участь плече, передпліччя і кисть, посилає м'яч у ворота. Наприкінці руху кисть розвертається долонею нагору.

Кидки з падінням бувають з опорного положення й у стрибку. Перші використовуються при атаці з лінії воротарського майданчика. У координаційному відношенні цей різновид кидків найбільш складний, тому що замах і кидок звичайно відбуваються в момент утрати рівноваги перед приземленням.

Кидок зігнутою рукою з падінням уперед виконується з опорного положення. Гравець стає боком до воріт, маса тіла цілком переноситься на задню ногу, стопи розгорнуті під кутом  $45^\circ$ . Передня нога зігнута в колінному суглобі, рука з м'ячем вільно опущена вниз. З початком замаху ЗЦМ тіла переноситься вперед. Гравець піднімається на носку опорної ноги і відводить іншу ногу убік. Рука з м'ячем виноситься за голову. У наступний момент починається падіння. Опорна нога розгинається, гравець зберігаючи верхню частину тулуба піднятою, розвертається грудьми до воріт і, стежачи за діями воротаря, виконує кидок. М'яч випускає в останній момент перед торканням площадки вільною рукою.

Перехоплення м'яча здійснюється різким виходом захисника встигаючого оволодіти м'ячем раніш атакуючого.

Вибивання м'яча можна робити ближньою до суперника чи дальшою від нього рукою. Удар по м'ячу потрібно наносити, коли він виявляється незахищеним і не контролюється нападаючим. Вибивання можна застосовувати і при кидку м'яча. Цей прийом потребує точного розрахунку і високої координації рухів.

Основним засобом у боротьбі з гравцями, що кидають м'яч у ворота, є блокування. Чим ближче блок до нападаючого, тим менше кут влучення у ворота. Тому захисник, готуючись до затримки м'яча, повинен уважно стежити за м'ячем і вчасно зробити крок назустріч гравцю, що здійснює кидок. Одночасно в напрямку можливого кидка виносяться виправлені і зближені руки. Блокування гравця, що здійснює кидок у стрибку здійснюється також у стрибку. Щоб вчасно вистрибнути, захисник, прийнявши стійку на зігнутих ногах, повинний визначити початок і напрямок кидка.

*Фінти* виконуються без м'яча і з м'ячем. Фінти без м'яча (прискорення, повороти, зупинки, стрибки, випадки й інші ігрові ситуації) звичайно виконують нападаючі, котрі прагнуть зайняти кращу позицію чи відвернути на себе увагу захисників. Фінти з м'ячем застосовуються при передачах, кидках, обведенні і т.п. Усі фінти складаються з двох взаємозалежних фаз: порівняно повільного виконання відволікаючого руху і швидкого проведення основної дії. Розрізняють фінти прості, що складаються з однієї відволікаючої дії і складні - із двох-трьох рухів.

При передачах використовуються фінти зі зміною напрямку, способу і затримкою моменту виконання. Найбільш розповсюдженим фінтом є помилковий кидок з наступною передачею (за спиною, над плечем, убік).

При кидках застосовуються найрізноманітніші сполучення прийомів: помилкова передача чи кидок зверху - кидок збоку чи знизу; помилковий кидок у стрибку, приземлення і відхід від захисника веденням; помилковий замах однією рукою, перекладання м'яча і кидок іншою рукою і т.д..

Особливо велика роль фінтів при обведенні суперника. Як відволікаючі дії тут використовуються кроки, випадки, помилкові передачі, кидки й ін.

**Заслони.** Заслони - ефективні засоби звільнення нападаючих від опіки захисників. Заслонами можуть користатися як гравці з м'ячем так і гравці без м'яча. Розрізняють заслони статичні і динамічні. Вони можуть ставитися одним чи декількома гравцями.

Внутрішній заслін ставлять так, щоб виявитися збоку чи трохи позаду від захисника. При цьому нападаючий звернений обличчям чи спиною до захисника. Останній, намагаючись наздогнати гравця, що іде в напрямку заслону, зіштовхується заслном і втрачає контроль над своїм підопічним.

При зовнішньому заслоні гравець займає місце між нападаючим і захисником, тим самим створюється можливість для кидка по воротам чи одержання м'яча. Заслін з м'ячем виконується одночасно з поворотом спиною до захисника, якого закривають, м'яч накривається і передається двома руками знизу.

Рухомий заслін використовується для того, щоб нападаючий більш тривалий час залишався без опіки. Груповий заслін застосовується головним чином при розіграші вільного 9-метрового кидка і полягає в тім, що два чи кілька нападаючих, розташовуючись впритул друг до друга, перепиняють захисникам вихід до гравця, що володіє м'ячем.

Стійка воротаря має велике значення для наступного виконання ігрових прийомів. Оптимальної вважається така стійка, при якій стопи ніг рівнобіжні і знаходяться на відстані не більш 25-30 см, руки значно зігнуті і спрямовані в сторони-нагору, кисті рук на рівні пліч (чи дещо вище) і розгорнуті долонями вперед, тулуб трохи нахилений уперед. Найбільш раціональним способом пересування воротаря є пересування приставними кроками вліво - вправо і вперед.

Відбивання м'яча, спрямованого у верхню частину воріт, здійснюється руками. Під час зіткнення м'яча з рукою долоня повинна бути незначно

розгорнута донизу. Це дозволить направити м'яч убік підлоги, не давши йому можливості відскочити в поле. Якщо ж м'яч кинутий дуже сильно, то найкраще париувати його передпліччям, намагаючись перекинути над штангою.

При кидку м'яча у верхній кут воріт воротар виконує поштовх ногою і виводить руку в сторону, прикриваючи кут воріт. Якщо ж м'яч спрямований у ворота низом, воротар перекриває йому шлях ногою, роблячи випад убік польоту м'яча. У залежності від висоти польоту м'яч відбивається відповідними ланками біокінематичного ланцюга ноги, але у всіх випадках випад здійснюється поштовхом протилежної ноги. Махова нога розвернута стопою назовні. Одноійменна рука завжди підстраховує ногу, що блокує.

При атаці з флангів воротар виходить уперед на 1-2 м від ближньої штанги. Ближня до штанги рука перекриває верхній і нижній кути, інша рука відведена нагору і трохи убік, закриваючи дальній верхній кут. Воротар робить випад у сторону-вперед назустріч м'ячу. Одноійменна з маховою ногою рука рухається вперед і відбиває м'яч.

Процес формування готовності до здійснення того чи іншого активного рухового акту, рішення конкретної ситуаційної задачі по захисту воріт у грі гандбол можна розділити на чотири фази: 1) вирішення; 2) ухвалення рішення і початок захисної дії з багатьма ступенями свободи; 3) скорочення ступенів свободи і визначення загального напрямку польоту м'яча, кинутого у ворота; 4) точний рух на перехоплення м'яча й оцінка результатів виконаної захисної дії.

Вибір позиції у воротах визначається ігровою ситуацією в даний момент, тобто дистанцією і кутом, під яким діє нападаючий суперників, що володіє м'ячем, а також розташуванням своїх гравців у захисті.

При виборі вихідної позиції у воротах для затримки м'яча воротар повинен зайняти місце на уявлюваній лінії (бісектрисі), що поділяє кут кидка навпіл. Перша фаза характерна: стійким положенням воротаря, що дає йому можливість у потрібний момент змінити свої дії. Триває вона 4-25 с.

Характерною рисою другої фази є ухвалення рішення і початок захисної дії з багатьма ступенями свободи в зв'язку з формуванням готовності воротаря до виконання активної дії. У цій фазі визначається подальший хід розвитку єдиноборства воротаря і нападаючого і вибирається найбільш ефективна програма. Воротар на підставі сприйнятої інформації про явну погрозу кидка м'яча у ворота уточнює вихідне положення і починає захищатися, залишаючись у досить стійкому положенні, щоб мати можливість вчасно змінити структуру рухів.

За умови виконання кидка м'яча у ворота із середньої зони з різних дистанцій початок захисного руху воротаря буде випереджати кидок м'яча, зроблений з відстані 6 м - на 0,14-0,15 с; 7 - на 0,13-0,14; 8 - на 0,07-0,08; 9 - на 0,03-0,04; 10 м - на 0,01--0,02 с. Друга фаза триває 0,2-0,4 с.

У третій фазі відбувається вибір захисної дії, найбільш відповідної даній ігровій ситуації. Для третьої фази характерне зменшення площі опори і збільшення тону м'язів воротаря, що приймають активну участь у виконанні

захисного руху. На підставі сприйманої інформації про початкову стадію кидка нападаючого воротар з безлічі можливих способів затримки м'яча відбирає найбільш оптимальні для даної ігрової ситуації, зіставляючи свої дії з діями захисників. За часом третя фаза триває 0,06-0,12 с.

З ухваленням рішення цілеспрямовано захищатися починається четверта фаза активної дії на кидок м'яча у ворота.

### Використана література

1. Адашевський В.М. Конспект лекцій з біомеханіки спорту. Харків: НТУ «ХП», 2019. 72 с.
2. Андреева Р. Біомеханіка і основи метрології: [навч.-метод. посібн.]. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2015. 224 с.
3. Архипов О.А. Біомеханічний аналіз: навч. посіб. Київ: Видавництво НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. 224 с.
4. Архипов О.А. Біомеханічні технології у фізичній підготовці студентів. Київ: НПУ, 2012. 520 с.
5. Архипов О.А. Інноваційні біомеханічні технології у фізичному вихованні і спорті студентства. Теорія і практика фізичного виховання. 2008. № 1/2. С. 253–266.
6. Архипов О.А. Концептуальні засади розвитку сучасної біомеханіки. Вісник Чернігів. держ. пед. ун-ту. 2008. Вип. 54. С. 22–28.
7. Архипов О.А. Практикум з біомеханіки: навч. посіб. Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2009. 115 с.
8. Ахметов Р.Ф. Біомеханіка фізичних вправ: навч. посіб. Житомир: ЖДПУ ім. Івана Франка, 2004. 124 с.
9. Ашанин В.С. Біомеханіка. Частина I: Загальна біомеханіка (конспект лекцій). Харків: ХаГИФК, 2000. 65 с.
10. Базилевич Н.О. Теоретичні основи біомеханіки (курс лекцій): навч.-метод. посібн. Переяслав: ФОП Домбровская Я.М., 2020. 150 с.
11. Беляев В.П. Біомеханічний аналіз техніки веслових видів спорту. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів. Дніпропетровськ: ДДІФКіС, 2009. 57 с.
12. Беляев В.П., Суріков В.Є. Локомоторні рухи. Дніпропетровськ: ДДІФКіС, 2015. 49 с.
13. Біомеханіка спорту / за заг. ред. А.М. Лапутіна. Київ: Олімпійська література, 2005. 320 с.
14. Біомеханіка спорту / за заг. ред. А.М. Лапутіна. Київ: Олімпійська література, 2001. 319 с.
15. Біомеханіка спорту: підручник / Рибак О.Ю. та ін. Львів: ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2021. 268 с.
16. Біомеханіка спорту: навч. посіб. / Лапутін А. М. та ін. Київ: Олімпійська література, 2004. 318 с.
17. Біомеханіка спорту: навч. посіб. для студентів ВНЗ з ФВ і С / за заг. ред. А.М. Лапутіна. Київ: Олімпійська література, 2005. 319 с.
18. Біомеханіка фізичного виховання і спорту: навч. посіб. / Носко М.О. та ін. Київ: МП Леся, 2012. 286 с.
19. Біомеханіка: навч.-метод. посібник / укл. Мединський С.В. Чернівецький нац. ун-т, 2004. 138 с.

20. Біомеханічні аспекти руховий якостей : вибрані лекції з кінезіології : метод. посіб. для студ. ЛДУФК. О. Ю. Рибак, Л.І. Рибак. Львів : ЛДУФК, 2012. Ч. 1. 72 с.
21. Богачук Л.П. Контроль стійкості тіла спортсмена. *Олімпійський спорт і спорт для всіх* : тези доп. ІХ Міжнар. наук. конгр. Київ : Олімпійська література, 2005. С. 221.
22. Бріскін Ю.А. Комп'ютерна діагностика в спортивній діяльності. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту* : зб. наук. пр. / за ред. С.С. Єрмакова. Харків, 1999. № 11. С. 5–9.
23. Вибрані лекції з біомеханіки : метод. посіб. для студентів ЛДУФК / розроб.: Рибак О.Ю., Рибак Л.І. Львів : [Б.в.], 2017. 131 с.
24. Гамалій В.В. Біомеханічні аспекти техніки рухових дій у спорті. Київ : Науковий світ, 2007. 211 с.
25. Драчук С.П., Богуславська В.Ю., Соколькова О.Г. Біомеханіка людини. Тлумачний словник-довідник. Вінниця : ТОВ «Твори», 2019. 400 с.
26. Кашуба В.О., Попадюха Ю.А. Біомеханіка просторової організації тіла людини: сучасні методи та засоби діагностики і відновлення порушень: монографія. К.: Центр учбової літератури, 2018. 768 с.
27. Кашуба В. А. Біомеханіка осанки : монографія. Київ : Олімпійська література, 2003. 279 с.
28. Кашуба В.О., Гамалій В.В., Хабінець Т.О. Біомеханіка : метод. посіб. для студ., що навчаються за індивідуальним графіком і ФЗН. Київ : НУФВіС, 2018. 52 с.
29. Козубенко О.С., Тупєєв Ю.В. Біомеханіка фізичних вправ : навч.-метод. посібн. Миколаїв: МНУ імені В.О. Сухомлинського, 2015. 215 с.
30. Костюкевич В.М. Спортивна метрологія : навч. посіб. для студентів факультетів фізичного виховання пед. університетів. Вінниця : ДОВ «Вінниця» ВДПУ, 2001. 183 с.
31. Лабораторний практикум з біомеханіки / П.О. Русіло та ін. / за наук. ред. П.О. Русіла. Львів : Військовий інститут, 2003. 127 с.
32. Лапутін А. М., Носко М.О., Кашуба В.О. Біомеханічні основи техніки фізичних вправ. Київ : Наук. світ, 2001. 201 с.
33. Мягченко О.П. Біомеханіка людини. Бердянськ: Азовпринт 2016. 115 с.
34. Невелика А.В., Козін С.В. Методичні рекомендації до практичних і семінарських занять з дисципліни «Біомеханіка рухової діяльності»: метод. рек. для студентів НФаУ спеціальності 227 «Фізична терапія, ерготерапія». Х. : НФаУ, 2021. 30 с.
35. Носко М.О., Архипов О.А. Біометрія рухових дій людини : монографія. Київ : Слово, 2011. 215 с.
36. Носко М.О., Бріжаний О.В., Гаркуша С.В. Бріжата І.А. Біомеханіка фізичного виховання і спорту: навч. посібн. К. : «МП Леся», 2012. 287 с.

37. Островський М. Відеокомп'ютерний аналіз рухів як засіб контролю за встановленням технічної майстерності атлета. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2003. № 1. С. 130–133.
38. Платонов В.Н. Система підготовки спортсменів в олімпійському спорті. Общая теория и ее практические приложения : учеб. тренера высш. квалиф. Киев : Олимп. литература, 2004. 808 с.
39. Рибак О.Ю., Рибак Л.І. Кінезіологія рухових якостей : метод. посіб. до виконання контрольних робіт з кінезіології : у 2 ч. Львів : ЛДУФК, 2013. 44 с.
40. Рибак О.Ю. Конспект лекцій з кінезіології : метод. посіб. Львів : ЛДУФК, 2002. 49 с.
41. Рибак О.Ю., Сапужак І.Я. Біомеханічний аналіз фізичної вправи за матеріалами кіно-відеозйомки : метод. вказівки до виконання контрольної роботи з біомеханіки для студентів ФЗН ЛДУФК. Львів : ЛДУФК, 1997. 21 с.
42. Рибак О.Ю., Сапужак І.Я. Біомеханічний аналіз фізичної вправи: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з біомеханіки для студентів ЛДУФК. Львів, 1997. 78 с.
43. Сергієнко Л.П. Спортивна метрологія: теорія і практичні аспекти: підручник. К.: КНТ, 2010. 776 с.
44. Соколова О.В., Омеляненко Г.А., Тищенко В.О. Біомеханіка фізичних вправ : навч. посібн. для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Фізична культура і спорт» освітньо-професійних програм «Фізичне виховання» і «Спорт». Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2020. 96 с.
45. Суріков В.Є. Біомеханіка рухових дій спортсмена. Дніпро: ПДАФКіС, 2018. 94с.
46. Суріков В.Є. Розрахунково-графічні роботи з біомеханіки спорту. Дніпро: Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту, 2017. 61 с.
47. Хмельницька І.В. Біомеханічний відеокомп'ютерний аналіз спортивних рухів : метод. посіб. Київ : Наук. світ, 2002. 56 с.
48. Язловецький В.С. Біомеханіка фізичних вправ : навч. посіб. Вид. 3-е, допов., переробл. Кіровоград, 2003. 138 с.
49. Язловецький В.С., Бріжатиї О.В. Біомеханіка фізичних вправ : навч. посіб. Кіровоград : КДПУ, 2002. 191 с.
50. Ячнюк М.Ю. Біомеханіка рухових дій : навч.-метод. посіб. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2023. 172 с.