

Дичко В. В., Шейко В. В., Дичко О. А., Дичко Д. В.,
Клименко Ю. С., Казначеев А. В.



БІОМЕХАНІКА

Навчально-методичний посібник
для студентів та викладачів закладів вищої освіти спортивного профілю,
тренерів, спортсменів, фізичних терапевтів

Дичко В. В., Шейко В. В., Дичко О. А., Дичко Д. В.,
Клименко Ю. С., Казначеев А. В.

БІОМЕХАНІКА

Навчально-методичний посібник

*для студентів та викладачів закладів вищої освіти спортивного профілю,
тренерів, спортсменів, фізичних терапевтів*



Дніпро-Слов'янськ – 2024

УДК 612.76:796(075)

Б 63

Рекомендовано до друку вченою радою
Державного вищого навчального закладу
«Донбаський державний педагогічний університет»
(Протокол № 4 від 28.11.2024 року)

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Цибулько Л. Г., професор, доктор педагогічних наук, в.о. завідувачки кафедри педагогіки Державного вищого навчального закладу «Донбаський державний педагогічний університет» (м. Слов'янськ) МОН України.

Гужва О., доцент, кандидат біологічних наук, в.о. завідувачки кафедри реабілітації і медичної діагностики ДЗ «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка».

Авторський колектив: д-р., біол. н., проф. В. В. Дичко, д-р., біол. н., проф. В. І. Шейко, к. біол. н., доц. О. А. Дичко, к. біол. н., доц. Д. В. Дичко, к. біол. н., доц. Ю. С. Клименко, А. В. Казначеев

Дичко В. В., Шейко В. В., Дичко О. А., Дичко Д. В., Клименко Ю. С., Казначеев А. В.

Б 63 Біомеханіка: навчально-методичний посібник. Дніпро-Слов'янськ: Видавнича група «Наукові перспективи», 2024. 141 с.

ISBN 978-617-95474-2-3

Навчально-методичний посібник «Біомеханіка» може бути корисний для студентів та викладачів закладів вищої освіти спортивного профілю, тренерів, спортсменів, фізичних терапевтів

ISBN 978-617-95474-2-3

© Дичко В. В., Шейко В. В., Дичко О. А., Дичко Д. В., Клименко Ю. С., Казначеев А. В., 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. БІОМЕХАНІЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІКИ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ У ВИДАХ СПОРТУ З ЦИКЛІЧНОЮ СТРУКТУРОЮ РУХІВ.....	5
1.1. Ходьба	5
1.2. Легкоатлетичний біг	10
1.3. Плавання.....	21
1.4. Лижна підготовка	26
1.5. Ковзанярський спорт.....	33
РОЗДІЛ 2. БІОМЕХАНІЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІКИ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ У ВИДАХ СПОРТУ З АЦИКЛІЧНОЮ СТРУКТУРОЮ РУХІВ.....	40
2.1. Гімнастика.....	40
2.2. Художня гімнастика.....	47
2.3. Акробатика.....	49
2.4. Метання м'яча, гранати	53
2.5. Штовхання ядра.....	57
2.6. Стрибки в довжину	63
2.7. Стрибки у висоту.....	67
2.8. Спортивна боротьба	70
2.9. Баскетбол.....	75
2.10. Волейбол	88
2.11. Ручний м'яч.....	113
2.12. Футбол	122
ВИСНОВОК	130
ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ З БІОМЕХАНІКИ	132
Лабораторна робота 1	132
Лабораторна робота 2	134
Лабораторна робота 3	135
Лабораторна робота 4	137
СПИСОК ПЕРШОДЖЕРЕЛ:	140

ВСТУП

В основних напрямках реформи загальноосвітньої та професійної школи зазначається, що суспільство кровно зацікавлене в тому, щоб усі покоління українців росли фізично розвиненими, здоровими, життєрадісними, готовими до праці та захисту Батьківщини. Ми наголошуємо на необхідності підвищення наукового рівня викладання кожного предмета, поліпшення фізичного розвитку та фізичної підготовленості школярів. У зв'язку з цим фахівці з фізичного виховання зобов'язані дати правильне уявлення про техніку виконання певної рухової дії, сформувати навички правильного виконання життєво важливих рухів.

Сучасне поняття про біомеханіку фізичних вправ базується на даних біології, механіки, фізіології, педагогіки, теорії фізичного виховання та інших галузей знань. Біомеханіка фізичних вправ вивчає рухову систему людини та її рухові акти (вправи) під час занять фізичною культурою та спортом. Біомеханіка розглядає спортивну техніку як складну динамічну систему дій, засновану на раціональному використанні рухових можливостей людини та спрямовану на вирішення конкретного завдання в тому чи іншому виді спорту з урахуванням дії внутрішніх та зовнішніх сил. Аналіз техніки виконання фізичних вправ з позицій біомеханіки є необхідною передумовою для наукового обґрунтування та раціоналізації методики навчання, удосконалення рухових дій, управління навчально-тренувальним процесом, а також для профілактичного, оздоровчого та лікувального застосування фізичних вправ.

Біомеханічний аналіз включає вимірювання, які дозволяють встановити біомеханічні характеристики вправи і складається з:

- 1) визначення конкретної мети біомеханічного аналізу;
- 2) встановлення точної назви вправи, що відповідає чинній спортивно-педагогічній та функціонально-анатомічній термінології;
- 3) визначення основних анатоμο-фізіологічних характеристик рухового апарату та інших найважливіших систем організму, що виконує певну фізичну вправу;
- 4) визначення механічних характеристик руху;
- 5) аналізу внутрішнього зв'язку між анатоμο-фізіологічними характеристиками руху, з одного боку, та механіко-математичними, з іншого, за допомогою методів математичної статистики.

6) Запропонований біомеханічний аналіз техніки виконання фізичних вправ у видах спорту з циклічною та ациклічною структурою рухів надасть допомогу при навчанні рухам та дасть можливість використовувати результати сучасних наукових досліджень та передового педагогічного досвіду.

РОЗДІЛ 1

БІОМЕХАНІЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІКИ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ У ВИДАХ СПОРТУ З ЦИКЛІЧНОЮ СТРУКТУРОЮ РУХІВ

У біомеханіці фізичні вправи поділяються на циклічні та ациклічні. До циклічних відносяться вправи, що передбачають багаторазове повторення тих самих рухів в одній і тій же послідовності. Закінчивши вправу, виконавець перебуває у становищі, аналогічному вихідному. Сукупності рухів, що здійснюються між двома аналогічними положеннями, становлять цикл рухів. До них відносяться: ходьба, легкоатлетичний та ковзанярський біг, плавання, лижний спорт та ін.

1.1. Ходьба

Ходьба виконується зі швидкістю близько 1,7 м/с. Цикл рухів складається з двох одиночних кроків (довжиною близько 85 см кожен) і триває протягом 1 с. Ходьба характеризується поперемінною активністю ніг, чергуванням відштовхування (період опори) та перенесення кожної ноги (переносний період). Період опори складається з фази амортизації, відштовхування та підйому. Тривалість періоду опори порівняно з переносним приблизно 10% і більше. У переносному періоді є фази: розгону, гальмування та опускання ноги на опору.

Фаза амортизації полягає в гальмуванні руху тіла до опори. Вона починається з постановки ноги і закінчується в момент припинення руху тіла вниз, при якому розтягуються м'язи, здійснюючи негативну роботу. Амортизація опорної ноги провадиться:

- а) розгиначами стопи, які затримують постановку стопи;
- б) розгиначами гомілки в гомілковостопному суглобі, які затримують ногу в колінному суглобі;
- в) згиначами стопи, які затримують нахил гомілки вперед.

Фаза відштовхування починається з розгинання опорної ноги в колінному суглобі та закінчується в момент відриву ноги від опори. При звичайній ходьбі кут ставлення ноги на опору дорівнює в середньому 83° , максимально швидкої – 79° . Випрямлення поштовхової ноги відбувається завдяки згинання стопи, розгинання гомілки в колінному суглобі, розгинання стегна в тазостегновому суглобі, збільшення нахилу тазу.

Рухи у суглобах ніг відбуваються переважно навколо фронтальної осі (згинання, розгинання). Більш складні рухи в кульшових суглобах (завдяки обертанням тазу навколо головних осей суглоба опорної ноги). Основні рухи в тазостегновому суглобі в передньо-задньому напрямі відбуваються по

прямій осі, що постійно змінюється, тобто згинання і розгинання поєднуються з відведенням і приведенням. Крім того, ці основні рухи супроводжуються поворотом обох кульшових суглобів у бік, протилежний повороту таза: у махової ноги – назовні, у опорної – всередину.

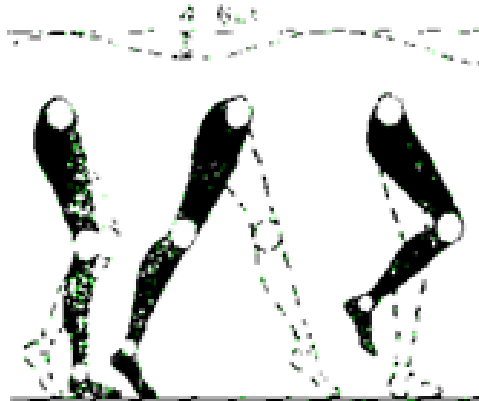


Рис. 1.1.1. Траєкторія ЗЦМ тіла під час ходьби.

Переміщення загального центру маси тіла (ЗЦМ) при ходьбі є прямолінійним і рівномірним. ЗЦМ тіла рухається то прискорено, то уповільнено і крім постійного переміщення вперед робить вертикальні та поперечні коливання. Вертикальні коливання ЗЦМ тіла при кожному кроці під час ходьби дорівнюють приблизно 4-6 см (рис. 1.1.1).

Повороти таза відбуваються внаслідок роботи м'язів тазостегнового суглоба опорної ноги (група м'язів, що приводять, крайні пучки малого та середнього сідничного м'язів і косих м'язів живота). Відведення таза відбувається при поступальній роботі відвідних м'язів тазостегнового суглоба опорної ноги (верхня частина великого сідничного м'яза, що напружує широку фасцію стегна, середня і мала сідничні м'язи тощо). Таким чином, при ходьбі всі основні м'язові групи кульшового суглоба в певній послідовності включаються в роботу. Перемикання у роботі м'язових груп відбуваються перед початком кожної із фаз рухів ноги.

Прямий м'яз стегна має слабо виражену електричну активність. Незначне збільшення амплітуди біострумів дії спостерігається у заключній фазі відштовхування та після його завершення – на початку фази перенесення.

Електрична активність двоголового м'яза починається у фазі перенесення після проходження моменту вертикалі. Струми дії м'яза дещо знижуються після встановлення ноги на опору. Електрична активність литкового м'яза зберігається протягом усієї опорної фази зі значним її наростанням. На початку перенесення відзначається короткий спалах слабкої активності. Передній великомілковий м'яз відрізняється двома спалахами електричної активності – на початку опорної фази і в середній її частині. Ще

два значно більші спалахи біострумів відзначаються на початку і при завершенні фази переносу.

Найбільша амплітуда осциляції в опорний період спостерігається у литкового м'яза. Її електрична активність поступово збільшується після встановлення ноги на опору і досягає максимуму в заключній фазі відштовхування. Осциляції переднього великогомілкового м'яза близькі за величиною литковому на початку опорної реакції. Передній великогомілковий м'яз має найвищу електричну активність у фазі перенесення. Біоструми практично не згасають під час переміщення стоп 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, що складається з коротких сплесків та зниження амплітудних показників. Прямий м'яз стегна має тривалий спалах електричної активності загасаючого характеру у першій третині фази перенесення. Короткий інтенсивний спалах активності цього м'яза відмічається 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 у 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 у звичайній і максимально швидкій ходьбі порядок включення м'язів у роботу однаковий за різних фаз руху.

При ходьбі в динамічну роботу включаються також м'язи верхньої частини тулуба, плечового пояса та рук. Одночасно з поворотом таза у бік поштовхової ноги верхня частина тулуба та плечовий пояс повертаються у бік махової ноги. Фронтальні осі плечей і тазу здійснюють зустрічні рухи. Завдяки цьому разом із маховою ногою виноситься вперед різноменна рука. Рухи у плечових суглобах аналогічні рухам у тазостегнових. Основну роботу виконують великі грудні, дельтоподібні і широкі м'язи спини.

Опорні реакції під час ходьби характеризуються значною варіативністю. Однак, незважаючи на різноманітність змін динамограм, можна виділити три типи опорних реакцій, які істотно відрізняються за характером розвитку зусиль (рис. 1.1.2).

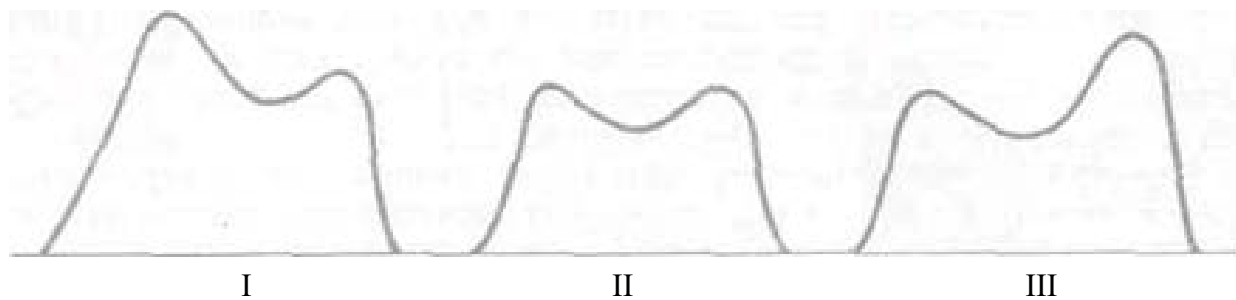


Рис. 1.1.2. Типи опорних реакцій під час ходьби

Для першого типу кривих характерне підвищення максимуму першого піку (I) над аналогічною точкою другого. Інший різновид відштовхування (III) відрізняється вираженою перевагою величини другого максимуму в порівнянні з першим. Опорні реакції третього типу (II) майже відрізняються від першого та другого. Динамограми вертикальних зусиль при відштовхуванні у максимально швидкій ходьбі за типом не відрізняються від цих динамограм звичайної ходьби. Однак є суттєва різниця в характері наростання та спаду зусиль, а також у загальному часі їх розвитку.

Характерні пункти кривої зусиль в опорних реакціях обмежують одні й ті самі фазові моменти як і звичайній, і максимально швидкій ходьбі. Перша динамічна хвиля відповідає амортизаційній фазі відштовхування. Сідловина, розташована між двома піками, відповідає фазі перенесення махової ноги. Друга динамічна хвиля є силовим виразом активного відштовхування.

Фаза підйому переносної ноги починається з моменту відриву від опори, а закінчується в момент найвищого положення центру тяжіння ноги та з початком її руху вперед. Опорна реакція ноги спрямована вперед та вгору (рис. 1.1.3). Сила тиску толчкової ноги D_1 викликає однакову за величиною і протилежну реакцію R_1 вертикальна складова Rn_1 якої протидіє вазі тіла, а горизонтальна Rm_1 забезпечує рух тіла вперед. При передній опорі сила тиску махової ноги D_2 та реакція R_2 спрямовані назад та вгору. Її вертикальна складова Rn_2 протидіє вазі тіла, а горизонтальна Rm_2 гальмує рух тіла вперед.

У середньому подвійному кроці при ходьбі з постійною швидкістю $Rm_{1cp.} = Rm_{2cp.}$, при ходьбі з прискоренням $Rm_{1cp.} > Rm_{2cp.}$, і з уповільненням $Rm_{1cp.} < Rm_{2cp.}$

Ходьба складається з низки коливальних рухів, зміна напрямків яких відбувається в моменти найвищого положення центру тяжіння ноги ззаду та спереду тазу. Фаза розгону ноги починається зі згинання стегна в тазостегновому суглобі і закінчується в момент перенесення ноги, фази гальмування та опускання на опору – в момент найвищого стояння тазу.



Рис. 1.1.3. Опорні реакції при подвійній опорі

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

Зі збільшенням частоти кроків посилюється відштовхування, підвищується швидкість та довжина кроків. Довжина кроку залежить від зросту людини, довжини ніг, розміру стоп, амплітуди рухів ніг у кульшових суглобах, повороту таза. З підвищенням темпу ходьби довжина кроку спочатку збільшується, а потім при темпі понад 150 кроків за хвилину зменшується, оскільки завдяки короткочасності переходу нога не може бути винесена далеко вперед на опору. Збільшення темпу при звичайній ходьбі можливе лише в межах 200 одиночних кроків за хвилину. При подальшому підвищенні темпу з'являється фаза польоту і ходьба перетворюється на біг. Зі збільшенням довжини і особливо частоти кроків підвищується тиск опорної ноги на опору та скорочується тривалість подвійної опори.

Гімнастична ходьба характеризується постановкою на опору стопи з носка. Це пом'якшує ходу, але вкорочує довжину кроку та зменшує швидкість. При ходьбі на носках різко скорочується довжина кроку,

зменшується швидкість. Пригинальна ходьба – це ходьба на напівзігнутих ногах із нахилом тулуба вперед.

Вивчення ходьби відбувається одночасно з прищепленням учням навичок правильної постави.

Постава – це звична поза людини, яка невимушено стоїть. Постава визначається: положенням голови, формою хребетного стовпа та грудної клітки, кутом нахилу тазу, станом плечового пояса, верхніх та нижніх кінцівок; якістю роботи м'язів, що зберігають рівновагу тіла. Правильне положення тіла є наслідком рівномірної м'язової тяги та тонусу м'язів плечового пояса, шиї, спини, тазу та задньої поверхні стегон.

Правильна постава – це взаємне розташування ланок тіла, зручне виконання майбутньої роботи та нормального функціонування внутрішніх органів. На тіло людини діють відносно спрямовані і постійні за величиною зовнішні сили. В утриманні заданого розташування ланок тіла переважно беруть участь одні й самі групи м'язів, що дозволяє визначити поставу як статичну. Навпаки, під час виконання фізичних вправ зовнішні сили змінюють як величину, і орієнтацію щодо тіла людини. Акт утримання взаємного розташування ланок тіла у змінному силовому полі – це динамічна постава.

У біомеханіці під правильною поставою розуміють так звану основну стійку, коли рівновага тіла довго утримується без значного м'язового зусилля, хребетний стовп зберігає нормальну фізіологічну кривизну і створюються сприятливі умови для дихання і кровообігу. Правильна постава добре сформованої людини характеризується зібраністю, підтягнутістю, при цьому голова тримається прямо, плечі розгорнуті, живіт підібраний, ноги розігнуті в кульшових та колінних суглобах, п'яти разом. Профіль хребетного стовпа утворює хвилеподібну лінію з рівномірними піднесеннями та поглибленнями однакової висоти. Досвід і спостереження показують, що домінуючу роль у формуванні правильної постави грають виховання і систематичне виконання фізичних вправ.

1.2. Легкоатлетичний біг

У легкій атлетиці біг посідає велике місце як самостійний вид і як складова багатьох інших видів.

Біг на короткі дистанції починають із низького старту, а біг на середні та довгі – з високого. Стартове положення є вихідною позою, яка спрямована на те, щоб почати найбільш швидко пересування і забезпечує кращі умови для розвитку стартового прискорення ЗЦМ тіла в потрібному напрямку та активне відштовхування. Розташування всіх ланок тіла залежить від умов

стартової дії та має відповідати індивідуальним особливостям співвідношення важелів та силової підготовленості бігуна.

При високому старті бігун ставить спереду 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 виставляє вперед зігнуту в ліктьовому суглобі руку, іншу руку відводить трохи назад (в інших варіантах високого старту руки вільно розташовуються вниз). Після команди «Марш!» бігун розгинає ноги у колінних суглобах. При відштовхуванні від опори випрямляє тулуб і починає біг по дистанції.

Біг із низького старту починають зі стартового верстата або стартових колодок, що забезпечують бігуну надійний упор для стоп. Після команди «На старт!» необхідно стати перед колодками, опуститися на руки (долоні) спереду лінії початку бігу, створивши упор ногами на колодки. Після цього необхідно опуститися на коліно позаду ноги і, не згинаючи рук у ліктьових суглобах і не напружуючи їх, поставити кисті рук впритул до стартової лінії на ширину плечей або трохи ширше. Великі пальці мають бути розгорнуті всередину, інші – назовні. Плечі розташовані над лінією старту, спина дещо заокруглена. Голову слід тримати прямо, м'язи шиї не напружувати, спрямований погляд вниз-вперед.

Після команди «Увага!» бігун розгинає ноги (трохи вище за рівень плечей), розподіляючи масу тіла на попереду розташованій нозі та руках. Руки випрямлені, ноги зігнуті під тупим кутом.

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

Стартові рухи – це рухи зі стартового положення, що забезпечує нарощування швидкості та перехід до наступного стартового розгону. При старті ЗЦМ тіла має прискорення, зумовлене м'язовими зусиллями, спрямованими в протилежні сторони: вперед – 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 та утримується на більшій відстані, ніж при бігу на середні та довгі дистанції, де необхідна швидкість досягається з перших кроків.

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

з подальшим рухом назад; швидкими та активними рухами зігнутих рук з акцентованим рухом назад; плавним переходом від стартового розгону до бігу дистанцією.

На початку відштовхування від стартових колодок підвищується біоелектрична активність в литкових м'язах, прямих і двоголових м'язах стегна до 1,5-2 мВ. У цій частині руху м'язи-антагоністи стегна виступають як функціональні синергісти – розгинаючи ногу в кульшовому та колінному суглобах, створюють просування тіла вперед. Активність прямого м'яза стегна позаду ноги у спринтерів дуже низька – 0,5 мВ. З відривом ноги, що стоїть позаду, від опори зменшується біоелектрична активність двоголового м'яза стегна і підвищується в прямій і литковій м'язах до 3 мВ. Після відриву ноги, що стоїть попереду, від стартової колодки (період польоту) на тлі різко зниженої активності литкового та прямого м'язів збільшується амплітуда біоелектричної активності двоголового м'яза стегна до 3 мВ. Тривалість цього спалаху у спринтерів – 0,10-0,14 с. Постановка ноги на опору викликає у прямому м'язі стегна максимальне збільшення амплітуди – до 3,5-4 мВ.

Відомо, що рух виконується ефективніше за максимального використання сили скорочення м'язів. Сила залежить від вихідної довжини м'язів. Значить, чим гостріший суглобовий кут на початку руху, тим більша довжина і сила м'яза, а також шлях докладання її сили. При стартовому розгоні, особливо на початку, кути у всіх суглобах опорної ноги при її постановці на опору приблизно рівні або знаходяться в межах 90-100°, а робочий діапазон їх збільшення достатній, щоб м'язи проявили свою максимальну силу. Оскільки збільшення кута в кульшовому суглобі дорівнює 70° (у колінному і гомілковостопному суглобах близько 45°), то провідними в стартовому розгоні є м'язи кульшового суглоба.

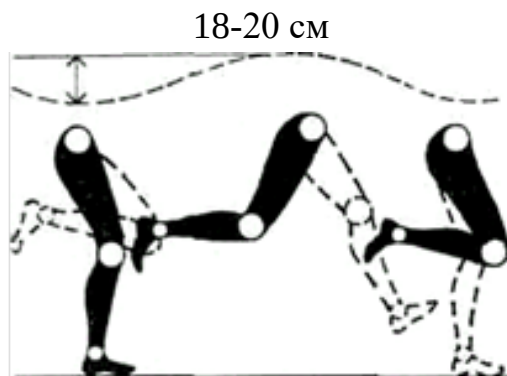


Рис. 1.2.1. Траєкторія ЗЦМ тіла під час бігу

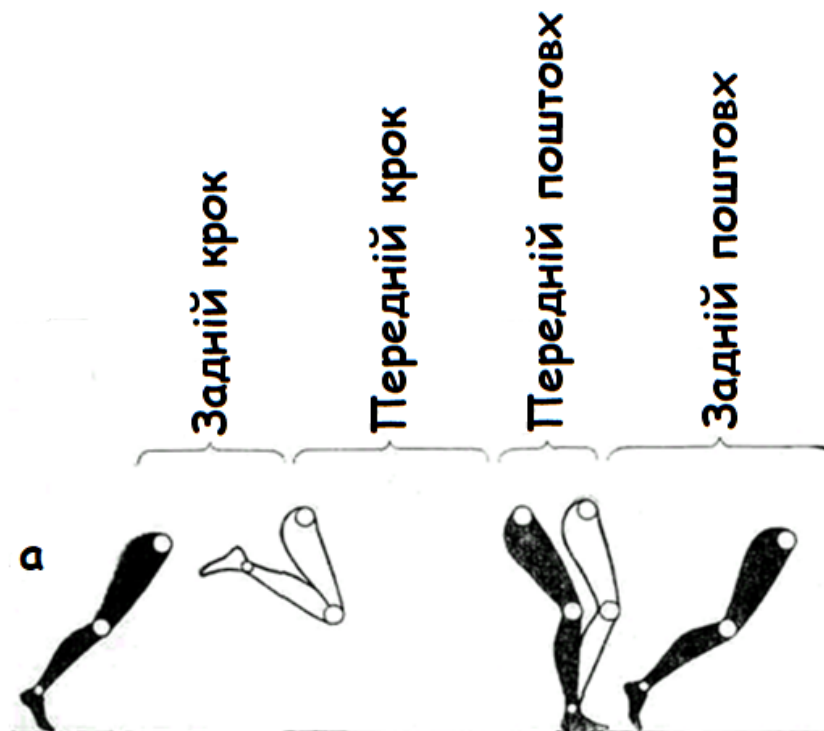
Стартовий рух відбувається за рахунок подолання роботи м'язів ніг. На наступних кроках стартового розгону м'язи опорної ноги продовжують працювати в режимі скорочення, але починається використання їх попереднього розтягування. Приблизно з 5-7 кроків у міру випрямлення

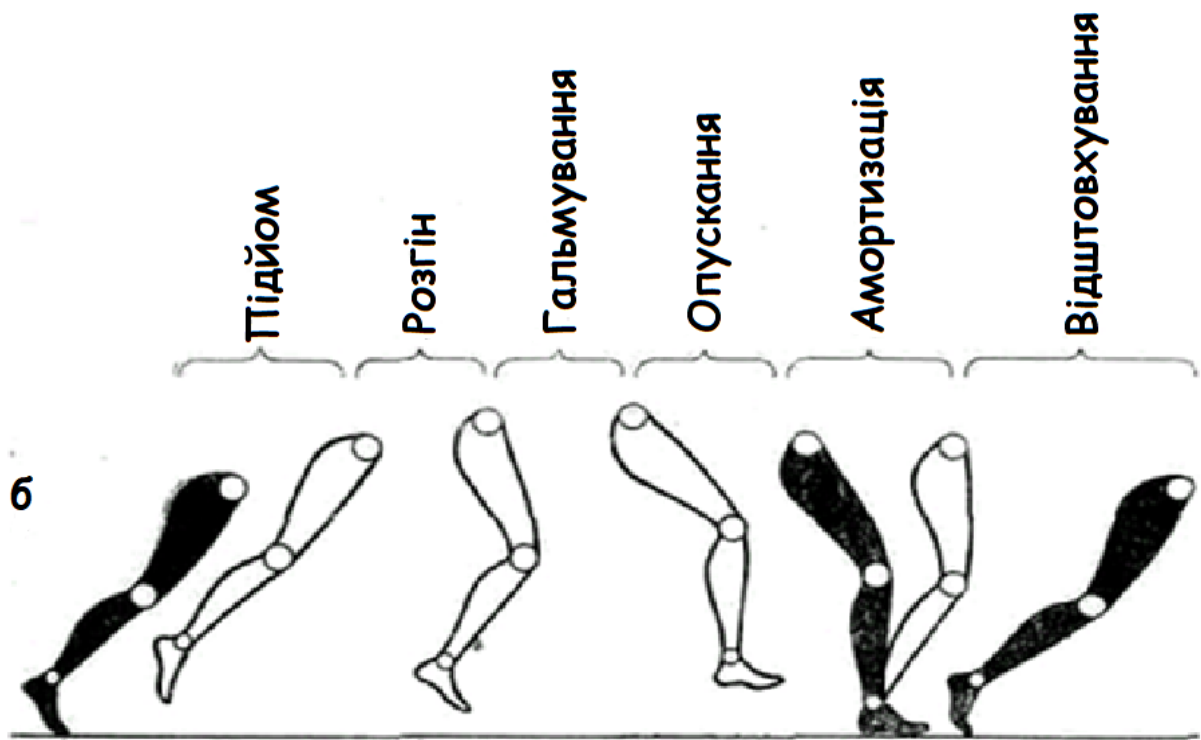
корпусу та постановки стопи попереду проєкції ЗЦМ тіла на опору починає з'являтися фаза гальмування з неминучими втратами швидкості та зовнішньої енергії. Вертикальні коливання ЗЦМ при біговому етапі дорівнюють 18-20 см (1.2.1). Це призводить до появи амортизації в колінному суглобі та подальшого збільшення її в суглобі стопи.

При стартовому розгоні найбільшу миттєву потужність розвивають м'язи-розгиначі тазостегнового суглоба – великий сідничний, двоголовий тощо. На початку опори розгін спринтера відбувається переважно за рахунок м'язів кульшового суглоба, а в другій половині – за рахунок колінного суглоба та суглоба стопи. Отже, старт та перші кроки стартового розгону забезпечуються в основному роботою з подолання м'язів опорної ноги.

Техніка бігу складається з періодів опори та періодів польоту. Опорний період починається з фази амортизації, яка змінює свою діяльність залежно від довжини дистанції та швидкості бігу. У спринтерському бігу вона менш тривала, ніж відштовхування, а в бігу на довгі дистанції майже в півтора рази довша. Амортизація здійснюється в колінному, гомілковостопному та кульшовому суглобах. М'язи здійснюють уступальну роботу, напружуються і зумовлюють подальше сильне відштовхування. ЗЦМ тіла переміщується по вертикалі донизу (рис. 1.2.2.).

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





Мал. 1.2.2. Фази крокальних рухів у бігу:
 а – за кінематичними даними (позами),
 б – за динамічними даними (зусиллями)

М'язи-розгиначі стегна та гомілки, а також згиначі стопи виявляють одночасну та почергову активність. Найбільша активність великого сідничного м'яза спостерігається на фоні активності двоголового м'яза стегна. Одночасно виявляють активність і розгиначі колінного суглоба, проте після третини періоду опори продовжує працювати лише прямий м'яз стегна. При постановці стопи на опору активізуються м'язи-антагоністи суглоба стопи, але після першої третини періоду опори продовжує скорочуватися лише литковий м'яз. Помітні відмінності у просторових побудовах рухів відзначаються і при аналізі амортизаційного (тильного) згинання стопи. У бігунів-початківців на короткі дистанції стопа відразу ж після постановки опускається до опори, торкається або майже торкається її п'ятою і відразу починає розгинатися. У більш підготовлених вона плавно згинається і залишається майже притиснутою до поверхні опори до завершення амортизаційної фази.

Стегна опорної ноги безперервно переміщуються навколо осі кульшового суглоба в напрямку, протилежному напрямку бігу. У підготовлених спринтерів швидкість руху стегна значно вища, ніж у початківців ($7,5 \text{ c}^{-1}$ проти $4,8$).

Махова нога на момент постановки толчкової на опору зазвичай перебуває у фазі розгону маху. У новачків найбільшої швидкості вона досягає до завершення амортизаційної фази, у більш підготовлених – одразу після її завершення. Характер прискорення махового руху істотно впливає на інші параметри бігу.

Рациональна побудова рухів в амортизаційній фазі багато в чому залежить від того, наскільки правильно виконані рухи при опусканні ноги на опору. Основним показником ефективності виконання цієї частини поштовху є рівномірність у наростанні зусиль та нетривалий час їх 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, що «загрібає», пружна постановка стопи на її передню частину, хороша узгодженість 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 та 38°). Кут у суглобі стопи у фазі амортизації гранично малий і становить близько 90-100°.

Таким чином, при бігу з максимальною швидкістю основним амортизатором та рушієм тіла спринтера є суглоб стопи. М'язи опорної ноги працюють у поступально-подолальному режимі, при цьому одним з провідних факторів відштовхування є ресорна властивість стопи.

Амплітуда коливань ЗЦМ тіла у спортсменів під час бігу різна. Опускання ЗЦМ тіла в амортизаційній фазі більше у менш підготовлених бігунів. Так, амплітуда згинання опорної ноги в колінному суглобі у більш підготовлених бігунів становить 30°, в інших – 40-45°. Швидкість амортизаційного згинання ноги в колінному суглобі становить відповідно 10 та 7 с⁻¹. Амортизаційне згинання ноги закінчується найчастіше у момент вертикалі, коли проєкція ЗЦМ тіла бігуна проходить через точку опори. Іноді до і після цього моменту відзначається деяка стабілізація кута в колінному суглобі та суглобі стопи. З моменту постановки ноги на опору рух махової ноги вперед обумовлює поступ і позитивне прискорення ЗЦМ тіла бігуна. Фаза відштовхування починається з розгинання опорної ноги в колінному суглобі і суглобі стопи при розгинанні в тазостегновому. Від структури руху ноги безпосередньо після моменту постановки значно залежить перебіг процесу відштовхування. Важливу роль відіграють ступінь згинання ноги в

суглобах, швидкість та амплітуда переміщення ноги щодо кульшового суглоба.

З аналізу кінограм ми бачимо, що кут в колінному суглобі на початку опори дорівнює 140° , в кульшовому – приблизно $170-180^{\circ}$. Отже, довжина та зусилля м'язів-розгиначів ноги майже мінімальні. Характер і величина зусиль, що розвиваються у перші 10-15 мс після постановки ноги на ґрунт, залежать від особливостей взаємодії стопи з опорою та готуються оптимальним розташуванням окремих ланок тіла бігуна, зокрема ноги ще у польотному періоді. Не менш важливим є і підшовне згинання стопи у фінальній частині задньої опори. Якщо в литковому та 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 триває деякий час після завершення відштовхування. Фаза активного відштовхування характеризується широкою амплітудою та великою швидкістю кутового переміщення опорної ноги щодо кульшового суглоба. Зовнішнім показником ефективності рухів у цій фазі є величина кута відштовхування. Відштовхування під гострішим кутом ефективно у тому випадку, якщо таке значення цього параметра обумовлено потужним зусиллям, забезпеченим раціональною структурою рухів.

Кут у колінному суглобі опорної ноги наприкінці відштовхування максимальний – $160-165^{\circ}$. Він не змінює своєї величини, чому сприяє скорочення двоголового м'яза стегна. Поряд із згиначами хребта та м'язами черевного преса м'язи стегна напружуються, щоб протидіяти силам інерції тулуба, спрямованим у фазі відштовхування вниз-назад.

Двоголовий м'яз сприяє замиканню кульшового суглоба та створює тягу в проксимальному кінці стегнової кістки. Литковий м'яз виконує функцію згинання стопи, створює тягу в дистальному кінці стегнової кістки. В результаті стегно та гомілка виконують роль суглобового важеля. При досить великому куті в колінному суглобі тяга перерахованих м'язів без участі розгиначів коліна достатня, щоб створити максимум поздовжньої та значні величини вертикальної складової сил реакції опори.

Таке чергування роботи м'язів наголошує на раціональності організації рухів спринтера при відштовхуванні та їх економічності.

Ефективна структура технічних дій спринтерів характеризується додатком найбільш активних зусиль опорної ноги у першій половині опорного періоду відразу після постановки ноги на доріжку, а ефективна робота махової ноги характеризується своєчасним розгоном і гальмуванням її.

Вертикальна складова реакції опори у дітей віком 12-14 років, плавно нарастає і сягає 270% їхньої маси тіла, у майстрів спорту та 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 у підготовлених бігунів характеризується майже повним випрямленням ноги в колінному суглобі та гострим (47°) кутом відштовхування. Новачки найчастіше закінчують відштовхування під тупим кутом ($60-70^\circ$) і зігнутою в колінному суглобі ногою.

Махова нога на момент закінчення відштовхування завершує гальмування. При цьому висота підйому стегна махової ноги не залежить від рівня технічної підготовленості. При оптимальному підйомі стегна махової ноги вона становить майже прямий кут зі злегка нахиленим тулубом вперед. Наприкінці відштовхування спостерігається поворот таза (на 45°), у бік опорної ноги. У момент вертикалі найбільшої величини досягає відведення таза у бік махової ноги (на 20°), внаслідок чого колінний суглоб махової ноги виявляється значно нижчим від колінного суглоба опорної ноги. Фаза відштовхування закінчується на момент відриву толчкової ноги від опори. Відштовхування досягається енергійним випрямленням опорної ноги та активним маховим рухом переносної ноги.

У періоді польоту ноги здійснюють рухи ззаду – піднімання та розгін, і спереду – гальмування та опускання на опору. Стопа ноги, що стоїть попереду, виноситься вперед одночасно зі згинанням стегна і гомілки. Стопа позаду розташованої ноги відстає від таза, повністю випрямляється у польоті одночасно з відведенням стегна назад. В результаті відбувається розведення стоп у польоті до найбільшої відстані між ними. Розгін стегна ноги, що виноситься вперед, змінюється його гальмуванням, а згинання ноги, в колінному суглобі – розгинанням її вперед. Після найбільшого розведення стоп відбувається розтягнення м'язів, які починають поворотні рухи. Внаслідок виносу задньої ноги вперед і прискореного опускання стопи передньої ноги вниз і назад, відбувається зведення стегон.

Збільшення швидкості винесення 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 зумовлено насамперед його суттєвим впливом на реакцію опори після того, як протилежна нога опустилася на опору. У бігу цей момент найчастіше

збігається із збільшенням значень прискорення махової ноги, максимумами яких розташовуються близько до моменту вертикалі. Величина прискорення впливає на кількісні характеристики силового вкладу махової ноги в опорну реакцію. Тому дуже важливим є момент досягнення максимуму прискорення маху. У підготовлених бігунів він спостерігається після завершення амортизаційної фази або після неї. Новачки найчастіше досягають максимального значення прискорення махової ноги задовго до завершення амортизації. Тим самим створюються додаткові навантаження в першій половині опорної реакції, що збільшує її тривалість і, отже, не дозволяє розвивати високу швидкість. Фаза гальмування починається з уповільнення швидкості кутового переміщення махової ноги. Стегню у цій фазі має бути підняте до рівня перпендикуляра по відношенню до тулуба.

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

Польотні фази при швидкісному бігу характеризуються великою варіативністю показників. Однак у добре підготовлених бігунів на короткі дистанції вони, як правило, перевершують за абсолютними значеннями тривалість опорних періодів, у той час як у початківців спостерігається протилежне.

Вже у польотній фазі починається опускання махової ноги на опору. У спортсменів-розрядників цей рух здійснюється з великою швидкістю в напрямку вниз прямо на опору, нога ставиться на доріжку плоско з носка. Швидкість опускання ноги у спортсменів-початківців менше, напрямок руху – вниз-вперед з постановкою ноги гостро з носка або на всю стопу.

Безсумнівний інтерес становлять особливості змін темпу бігу і тривалості періоду опори. Діти 7-8 років розвивають темп бігу загалом 4,9 крок/с з відносно прискореним за часом періодом польоту. З 10 років темп бігу дітей різко знижується. У цьому віці зареєстровано й найбільше зростання довжини кроків – до 10%. Показник темпу бігу в 4,8-5,2 крок/с незалежно від віку забезпечується тривалістю періоду опори, що становить 0,09-0,11 с. Швидкість бігу дошкільнят та школярів обох статей збільшується нерівномірно. Найбільше зростання швидкості зафіксовано у дошкільнят від 4 до 5 років – хлопчиків на 24%, дівчаток на 23% та у школярів від 14 до 15 років – хлопчиків на 17%, дівчаток на 8%.

Рухи під час фінішування виконуються двома способами. Перший спосіб називається «кидок грудьми», при якому бігун на останньому кроці

різко нахиляється грудьми вперед на стрічку, руки при цьому відводяться назад. При іншому способі з одночасним нахилом тулуба вперед здійснюється 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 відводяться назад із продовженням бігу за інерцією та поступовим зменшенням швидкості.

При *бігу в гору* тулуб нахиляється вперед залежно від крутості гори, зменшується довжина кроків, збільшується частота, нога ставиться на передню частину стопи. Короткі підйоми долаються найчастіше на максимальній швидкості.

Під час *бігу з гори* тулуб знаходиться у вертикальному положенні або відхиляється залежно від крутості схилу. При цьому зменшується довжина кроків, а ноги ставляться на всю стопу.

Біг по пересіченій місцевості є бігом, при якому дотримується загальна техніка бігових кроків. Різна опора, перепони, зміна рельєфу місцевості, що порушують ритм бігу, вимагають уміння добре координувати рухи.

Перешкоди, що виникають у вигляді нешироких ям, струмків, при бігу перестрибують. При приземленні тулуб нахиляється вперед. Неглибокі водні перепони долають короткими кроками, високо піднімаючи стегна. Невисокі перепони (50-70 см), огорожі, кущі, звалені дерева долають «бар'єрним кроком», не наступаючи на них або наступаючи однією ногою. Вищі перешкоди перестрибують, спираючись на них рукою та різноіменною ногою. Після приземлення на передню частину стопи біг продовжується.

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

Досвідчені бігуни мають техніку вільного бігу (вільного ходу) і застосовують його на окремих відрізках дистанції. Так, досягнувши максимальної швидкості, у певний момент бігу вони знижують напруженість діяльності рухового апарату, намагаючись не зменшувати швидкості,

ефективно використовуючи інерційні сили. Пробігши у такий спосіб певний відрізок дистанції, знову перемикаються з вільного бігу на звичайний. Вільний хід розцінюється як важливий компонент підготовленості бігуна, йому відводять велику роль у досягненні високих результатів у спринті та на середніх дистанціях.

При бігу по віражу бігун нахилиє тулуб вліво, праву стопу ставить на опору, розгорнутої до середини, правиця рухається з великою амплітудою, її лікоть відводиться убік.

Техніка *естафетного бігу* подібна до техніки звичайного. Дуже важливим є точність та чіткість передачі естафетної палички (особливо в естафеті 4x100 м).

У *бар'єрному бігу* розрізняють: старт, стартовий розбіг, відштовхування, перехід через бар'єри, біг між бар'єрами та фінішування. Біг починається із низького старту. Стартовий розбіг виконується зазвичай протягом перших восьми кроків. Для успішної атаки бар'єра ногу на останньому кроці необхідно ставити на передню частину стопи, ближче до проєкції ЗЦМ тіла, що дозволяє зменшити крок на 15-25 см. Бар'єри необхідно долати переступанням або перебіганням, щоб зменшити вертикальне коливання ЗЦМ тіла.

Атака бар'єру починається енергійним рухом зігнутої в колінному суглобі махової ноги стегном вгору-вперед та збільшенням нахилу тулуба вперед. Разом з маховою ногою швидко виноситься вперед і розгинається у ліктьовому суглобі різноіменна рука. Інша рука зігнута та відводиться назад. Після відштовхування настає фаза польоту, коли випрямлена нога швидко переміщується вперед з метою миттєвої постановки ноги за бар'єр на передню частину стопи. Потім нога опускається на всю стопу і дещо 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 швидко виноситься вгору-вперед. Руки при цьому змінюють положення. Рука, однойменна маховій нозі виноситься вперед, а різноіменна, зігнута як у звичайному бігу, просувається назад, пропускає під собою зігнуту поштовхову ногу, що виходить вперед.

Приземлятися за бар'єром потрібно так, щоб не зменшувати швидкість просування і не порушувати ритму бігу між бар'єрами. Велику роль у цьому відіграє активне опускання махової ноги за бар'єр, просування таза вперед, перенесення поштовхової ноги і оптимальний нахил тулуба. Місце зіткнення

стопи з доріжкою має бути ближчим до проєкції ЗЦМ тіла. Приземлення відбувається на передню частину стопи випрямленої махової ноги на відстані 145-160 см від бар'єру. Якщо відштовхування перед бар'єром йде 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'єру.

Відстань від місця приземлення за бар'єром до місця відштовхування на наступний бар'єр пробігається за 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 та енергійними, без зайвих коливань ЗЦМ тіла.

У бар'єристів слабкої підготовленості тривалість опори завжди більша, ніж час польоту. З підвищенням спортивної кваліфікації в бігу на 110 м з бар'єрами відбувається скорочення тривалості опорних фаз, що пов'язано зі зменшенням часу амортизації.

1.3. Плавання

Усі способи плавання засновані на взаємодії плавця з водою, при якій створюються сили, що просувають його у воді та утримують на її поверхні. Специфічні особливості біомеханіки плавання пов'язані з тим, що сили, що гальмують просування, значні, змінні та діють безперервно. 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 тяжкості тіла, яка спрямована вниз і прикладена до його ЗЦМ. Виштовхувальна сила обумовлена різницею тиску води на нижню і верхню поверхні зануреного тіла і за величиною дорівнює масі води в обсязі зануреної частини тіла. При глибшому і повному зануренні сила виштовху зростає, а в міру піднімання над водою частин тіла (рух руки по повітрю перед гребком) зменшується.

Таким чином, сила, що занурює, постійна за величиною, але змінює точку застосування при зміні пози. Виштовхувальна сила змінює і свою величину, і точку застосування залежно від занурення тіла у воду та її пози. Тіло плавця у воді врівноважене, коли занурювальна і виштовхувальна сили рівні за величиною, і їхня дія спрямована по одній лінії.

Оскільки рушійна сила залежить від руху ланок тіла по відношенню до води, поступальний рух плавця вперед викликають ті складові цієї сили, які паралельні поверхні води і спрямовані вперед. Напрямок дії сили паралельно та протилежно напрямку руху води, перпендикулярно до широкої поверхні «лопаті», яка відштовхує потік.

Сила гребкових рухів залежить від факторів, зумовлених функціональними особливостями м'язів та опорно-руховим апаратом. При гребку проявляється найбільша результативна сила завдяки прискореному руху руки в другій половині просування. Сила лобового опору руху кисті в основному спрямована вбік і протидіє руху тіла плавця, оскільки ефективно компенсується парними рухами рук.

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

Фаза руху руки над водою починається з моменту винесення кисті плавця з води та 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 з сагітальної площини у фронтальну при згинанні руки в ліктьовому суглобі. У основній фазі робочого періоду швидкість руки знижується, та збільшується у другій половині гребка. У цій фазі створюються основні сили, які просувають плавця вперед. Швидкість плавання зростає до максимуму. Основній фазі відповідає положення руки від $45-50^\circ$ до переходу руки за вертикаль. Завершальна фаза починається з моменту руху ліктя догори і закінчується виходом кисті з води. Вона характеризується зниженням швидкості руху кисті щодо води. Це пов'язано з переміщенням руки за вертикаль і переходом на ковзні кути атаки.

Плавці зі слабкою підготовленістю виконують частіші гребкові рухи з невеликим розмахом, тим самим підтримуючи відносно високу швидкість гребка. Плавці з гарною підготовленістю розвивають ту саму швидкість руки у воді на більш тривалій відстані за рахунок швидкого згинання руки у ліктьовому суглобі. При всіх гребкових рухах, за винятком рухів ніг у кролі, ланки, що гребуть, 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, що викликаються в першу чергу швидкістю руху ланок тіла щодо води.

На ефективність гребкових рухів впливають також форма та орієнтація гребних ланок, їх траєкторії та розподіл зусиль, які є основними рушіями людини у воді. Вигнута форма гребних поверхонь і певна кутова орієнтація їх до потоку підвищують ефективність гребка.

При виконанні гребкового руху активне випрямлення ніг починається в кульшових суглобах, а потім у колінних і суглобах стопи. Така послідовність рухів пояснюється анатомічною будовою нижніх кінцівок, що ускладнює розгинання гомілки при зігнутому стегні або розгинання стопи при розігнутій гомілці. Гребкові рухи ніг супроводжуються активним поворотом стегна назовні (супінацією) і надають руху гомілки захльостувальний характер. Слід зазначити, що наприкінці гребка після повного випрямлення ніг розгинання в кульшових суглобах триває. За своїм характером цей рух є вже не гребковим, а допоміжним, що повертає тіло до горизонтального положення.

Згинання та розгинання стоп ніг має допоміжний характер. При згинанні покращується обтічність тіла, а при розгинанні збільшується опорна площа стоп.

Аналіз динаміки внутрішньоциклової швидкості гребкового циклу дозволяє виділити три фази циклу: фазу прискорення, протягом якої завдяки активним гребковим рухам руками та ногами швидкість просування плавця збільшується і досягає максимуму; фазу уповільнення швидкості, протягом якої падає ефективність гребкових рухів та здійснюються підготовчі рухи руками до наступного гребка; фазу відносної стабілізації швидкості. Вона може бути зовсім відсутня або в період її виконання можуть спостерігатися мінімальні зміни як у бік збільшення, так і в бік зменшення швидкості.

Тривалість гребкового циклу збільшується після того, як середня швидкість стає нижчою за 1,42 м/с. Тривалість другої фази в міру зниження середньої швидкості плавання збільшується в прогресії з 0,47 до 0,79 з вираженим зниженням швидкості, що реєструється в кінці цієї фази. Тривалість третьої фази коливається в діапазоні 0,10-0,18 сек і лише при значному зниженні швидкості плавання (до 0,93 м/с) різко збільшується до 0,39 сек. На рис. 1.3.1. представлено раціональне узгодження зусиль ніг із силою тяги рук при плаванні способом «кроль». Удари ногами (цифри 1 і 4) заповнюють фазу, коли тяга рук відсутня в кінці гребка; удари (2 і 5) – що підсилюють, вони підвищують ефективність першої фази гребкового руху рук; удари (3 та 6) підтримують швидкість у другій частині гребкового руху рук.

На швидкість плавання впливають морфологічні особливості плавця – довжина тіла та ланок кінцівок, ширина кисті та стопи.

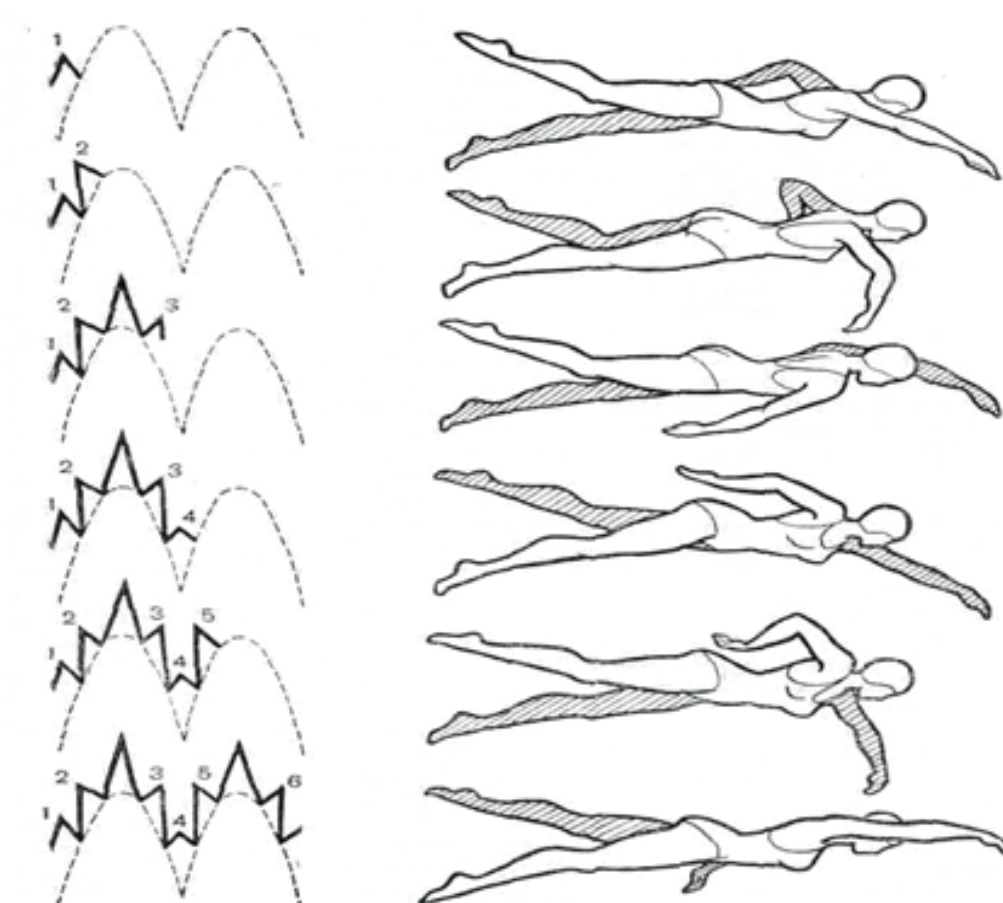


Рис. 1.3.1. Узгодження рухів рук та ніг при плаванні способом кроль на грудях

Стартовий стрибок. Ефективність старту залежить насамперед від часу опори та часу ковзання (табл. 1).

Таблиця 1

Час стартових рухів

Показники	Позначення	X, с.
Час опори	t_1	0,930
Латентний час	$t_{1.1}$	1,156
Моторний час	$t_{1.2}$	0,774
Час підготовчих рухів	$t_{1.2.1}$	0,395
Час поштовху	$t_{1.2.2}$	0,378
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 часу латентного реакції, а також від моторного часу і часу підготовчих рухів. Таким чином, підвищити

ефективність старту можна за рахунок зменшення латентного часу реакції $t_{1.1}$ та 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 великою мірою залежить від горизонтальної складової сили реакції опори та її градієнта.

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

Підпливши до поворотної стінки, плавець не повинен знижувати швидкість і змінювати напрямок просування тіла.

Для зміни напрямку руху плавцю, який підпливає до поворотної стінки, потрібно повернутись на 180° . Швидкість повороту залежить від величини моменту обертання та радіуса обертання: що менше радіус обертання, то швидше буде завершено поворот. Радіус обертання залежить від того, наскільки частини тіла спортсмена віддалені від ЗЦМ тіла. Найменшим радіус обертання буде в тому випадку, коли плавець щільно згрупується – зігне ноги у всіх суглобах, наблизить коліна до грудей, а п'яти до тазу. Потім зігне руки та наблизить їх до тулуба. Групуються на самому початку повороту, і залишаються в цьому положенні до середини його. До кінця плавець трохи розгрупується, що допомагає йому зупинити обертання та зайняти вихідне положення перед поштовхом.

Для створення моменту обертання плавець використовує опір води та інерцію руху тіла. Якщо відвести руку назад – убік і зробити нею гребок уперед, то гальмування не лише зупинить просування тіла, а й поверне його у бік цієї руки. При швидкому опусканні на повному ході плечового пояса донизу тиск води на поверхню спини загальмує рух плавця і поверне його навколо поперечної осі. Якщо підпливти з достатньою швидкістю до поворотної стінки і покласти на неї руку вище за поверхню води, то

гальмування створить момент обертання навколо поперечної осі у бік спини. Момент обертання у всіх цих випадках можна посилити рухом голови та плечового пояса у бік повороту. Перед поштовхом тулуб плавця має бути занурений під воду так, щоб спина або груди були нижчими за рівень води на 35-50 см. Поздовжня вісь тулуба майже горизонтальна, руки разом і витягнуті вперед, голова між руками, ноги зігнуті, стопи поставлені на поворотну стінку так щоб основи пальців знаходилися на одному рівні з тазостегновими суглобами. Найбільшої сили поштовху досягають, починаючи з його становища, коли кульшові та колінні суглоби зігнуті до прямого кута.

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

Після поштовху слідує ковзання. При правильному виконанні поштовху плавець спочатку ковзає майже горизонтально, поступово зміщуючись нагору. Якщо поштовх виконаний не зовсім точно або положення тулуба під час поштовху було не зовсім правильним, то на початку ковзання рух плавця буде спрямований вперед і трохи вниз або вгору.

1.4. Лижна підготовка

Сила тертя залежить переважно від сили нормального тиску між ковзними тілами. Якщо лижник ковзає по горизонтальній лижні, то сила тертя T лиж по снігу прямо пропорційна силі нормального тиску.

$$T = k_c \times N.$$

Коефіцієнт пропорційності k_c між силою тертя та силою нормального тиску (коефіцієнт тертя ковзання) – величина для цих умов стала. Він показує, у скільки разів сила тертя менша за силу нормального тиску (рис. 1.4.1).

При постійному коефіцієнті тертя величина сили тертя залежить від сили нормального тиску.

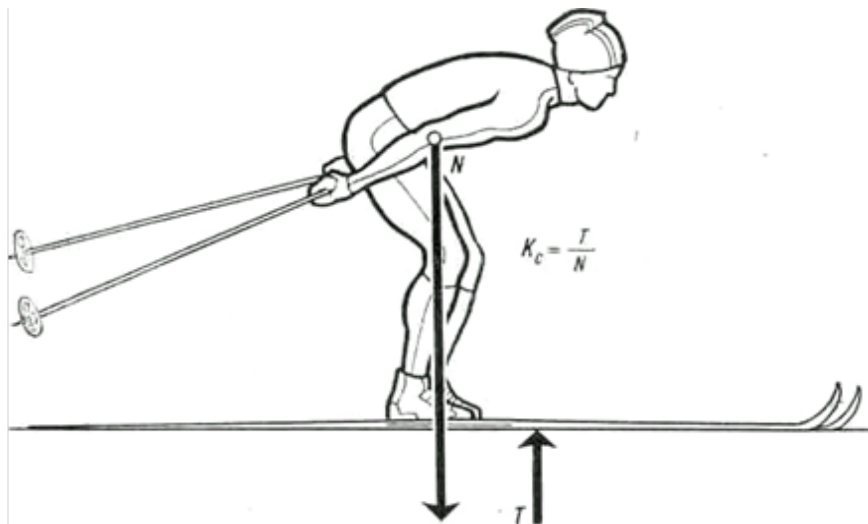


Рис. 1.4.1. Взаємодія зовнішніх сил під час пересування лижника

При русі тіла з прискоренням по вертикалі діють інерційні сили, спрямовані протилежно до прискорення. Це особливо помітно в одночасних ходах, де опора на ціпки ззаду тіла не зменшує сили нормального тиску. У попереми́нних ходах опора на ціпки дозволяє зняти частину ваги тіла з лиж.

Сила тертя залежить від площі ковзної поверхні – такий закон тертя для незмінних поверхонь. Але він застосовується для лиж у дуже вузьких межах, оскільки поверхня лижі надто мала.

Сила тертя гальмує рух і завжди спрямована проти руху. Якщо лижник ковзає по інерції, то залежно від швидкості змінюється кінетична енергія руху. У міру руху ця енергія витрачається на роботу з подолання сили тертя.

При взаємодії лиж зі снігом виникає динамічна сила тертя, що уповільнює ковзання, і статична сила тертя, яка утримує лижу нерухомо при відштовхуванні нею. У лижних ходах лижник збільшує швидкість, відштовхується цілою низкою рухів.

При відштовхуванні лижник випрямляє ногу в суглобах унаслідок чого таз віддаляється від місця опори ноги. Рухи відштовхування ногою виконуються розгинанням ноги в кульшовому та колінному суглобах. Всі ці рухи починаються в різний час, але закінчуються практично одночасно. Швидке розгинання опорної ноги в тазостегновому суглобі починається раніше, 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. Із зупинкою лижі гомілка нахиляється вперед швидше, ніж п'ята стопи піднімається над лижею, внаслідок чого стопа розгинається у тильну сторону. Цей рух ще продовжується після початку розгинання ноги в колінному суглобі. Отже, коли в нижчих суглобах ще проходить підготовка до відштовхування, то в вищерозташованих воно вже почалося. Лише в останній момент розтягнуті

м'язи гомілковостопного суглоба протягом сотих частин секунди виконують завершальний рух відштовхування стопою. В результаті відштовхування таз віддаляється від опори і рухається зі швидкістю, спрямованою вперед.

Махові рухи лижника при відштовхуванні є швидкими переміщеннями вільних ланок тіла, що мають напрямок в основному однаковий з напрямком відштовхування ногою від лижні (вперед і вгору). Перша фаза кожного махового руху – розгін. Швидкість ланки при цьому збільшується до максимум. Друга фаза – гальмування, коли швидкість ланки знижується до зупинки маху. Протягом обох фаз центр мас ланок та ЗЦМ тіла лижника зміщуються у бік відштовхування.

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

Кидок тіла вперед включає: поворот таза і невелике відведення його в бік махової ноги в тазостегновому суглобі опорної ноги; скручування поперекового відділу хребта, коли верхня частина тулуба не змінює орієнтацію щодо лижні; поворот стегна махової ноги щодо тазу 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, із відносно невеликою амплітудою, але при великій напрузі м'язів. Характерною рисою кидка тіла є момент його виконання на початок випаду махової ноги.

Відштовхування палицею в попереми́нних ходах складається з відштовхування рукою, одночасного нахилу тулуба і передачі зусиль з палиці на ковзну лижу.

Перша зона відштовхування рукою (ковзання лижі) – від постановки палиці до моменту зупинки ковзної лижі. Рука розгинається в плечовому суглобі, дещо згинається в ліктьовому і відводиться в променево-зап'ястковому. У міру нахилу палиці збільшуються нахил тулуба та натиск рукою на ціпок.

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

Третя зона відштовхування рукою (доштовхування) – заключний рух кистю і завершальне випрямлення руки у ліктьовому суглобі.

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

При відштовхуванні палицями руки спочатку розгинаються у плечових суглобах і злегка згинаються у ліктьових. Далі відбувається розгинання рук у ліктьових суглобах, що завершується рухом кистей. Найбільше зусилля виникає в момент, коли м'язи ліктьових і променево-зап'ясткових суглобів закінчили поступальні рухи та максимально напружилися. На цей момент приходить акцент зусиль. Рух тулуба до горизонталі посилює тиск на палиці і зменшує кут відштовхування. У той самий час майже випрямлена опорна нога дещо вислизає стопою вперед, у результаті зусилля передаються на лижу.

Напругою м'язів лижник як би підтягується до верхнього кінця похилої палиці, а потім рухом руки вже ззаду тіла відштовхується від опори. Значна частина прикладеної сили дозволяє збільшити горизонтальну швидкість, коли кут нахилу палиці гостріший. Значно складніша робота ніг при відштовхуванні. Протягом відштовхування постійно змінюються величина сили відштовхування і кут її докладання.

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

Співвідношення довжини та частоти кроків відіграє важливу роль у техніці пересування на лижах. Довжина кроку залежить від сили та тривалості відштовхування. Вона варіює від 1,5 до 3,5 м. Частота кроків залежить від того, як довго ковзає лижник протягом одного кроку. Для отримання високої швидкості необхідно домагатися досить великої довжини кроків за досить високої частоти. Особливості зміни довжини та частоти кроків при підвищенні швидкості пересування дозволяють відзначити, що існують певні швидкості, при яких спостерігається максимальна довжина ковзного кроку (табл. 2).

Пересування з оптимальним темпом характеризується максимальними величинами горизонтальних та вертикальних складових зусиль при відштовхуванні ногою та рукою, а також дозволяє більш економно підтримувати швидкість.

Таблиця 2.

Швидкості пересування

Рельєф місцевості	I розряд	II розряд	III розряд
Рівнина	5,0	4,5	4,0
Підйом, 1-3 °	4,5	4,0	3,5
Підйом, 4-6 °	4,0	3,5	3,25
Підйом, 7-8 °	3,75	3,25	3,0

Спуск. На досить довгих схилах опір повітря зумовлює межу максимальної швидкості. У цьому випадку перед лижником стоять завдання утриматися у стійкому положенні та досягти великої швидкості. Стійкість покращується при збільшенні площі опори у необхідних межах у передньому та передньо-задньому напрямку. На стійкість впливає висота розташування ЗЦМ тіла лижника.

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

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

У природних умовах крутість схилів непостійна. У зв'язку з цим 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 за 35° – лише 82%. У такому ж співвідношенні змінюється сила тертя.

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

Поворот переступання. Дуже простий і може бути виконаний двома способами – навколо задників або 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 пологому схилі. Переступання має виконуватися швидко та широко.

Поворот махом дозволяє повернутися відразу на 180°. Він теж виконується у різний спосіб. Переносячи масу тіла на одну з лиж, лижник закидає іншу носком нагору і ставить її на сніг у зворотному напрямку. Після цього, повертаючись навкруги, приставляє до неї першу лижу. Варіантами цього повороту є повороти махом через лижу уперед чи назад. У цих випадках махова лижа переноситься через задник або носок опорної лижі і ставиться із зовнішнього боку у зворотному напрямку. Після перенесення на неї маси тіла колишня опорна лижа піднімається, розвертається та ставиться на сніг. Останні два варіанти найбільше доцільно виконувати на схилах гір (при підйомах).

Поворот стрибком дає можливість швидко повернутись у будь-якому напрямку. Виконується він як із опорою, так і без опори на палиці. Лижник, підстрибує, ривком повертається у бажаному напрямку та опускається на сніг.

За принципом виконання повороти поєднуються у такі групи: повороти переступанням (з внутрішньої та зовнішньої лижі); повороти «упором», «кутом», «ножицями», випадом; повороти махом (з «плуга», з «упору», на паралельних лижах, з опорою на палиці).

У виконанні повороту можна розрізнити такі фази:

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

Поворот «напівлугом» є найпростішим із групи поворотів. Він застосовується на схилах середньої крутості з пухким неглибоким сніговим покривом. Лижник, переносить масу тіла на одну лижу, іншу (зовнішню по відношенню до пропонованого повороту) висуває носком уперед і ставить її на внутрішнє ребро під кутом (задником назовні). У цьому положенні маса тіла злегка переноситься на плужну лижу. Крутизна повороту залежатиме від кута постановки лижі та перенесення маси тіла.

Поворот «плугом» характерний втратою швидкості руху. Його виконують на схилах середньої крутості з пухким неглибоким сніговим покривом, на незнайомих, небезпечних схилах і за поганої видимості, коли необхідно навмисне уповільнити рух. Найбільше застосування цей поворот

знаходить у туризмі, під час руху з вантажем і початковому навчанні техніці пересування на лижах.

Техніка поворотів у русі побудована на постановці однієї або обох лиж під кутом до напрямку початкового руху лижника, на постановці лиж на відповідні ребра, на переміщенні маси тіла лижника, на використанні обертального руху тіла лижника та розвантаження лиж. Все це здійснюється м'язовою силою лижника з використанням реакції опори, сил інерції та форми лиж. Сам поворот здійснюється внаслідок виникнення (від перерахованих умов) пари сил, тобто двох паралельних сил, розташованих на певній відстані (плечі) та спрямованих у протилежні сторони по відношенню один до одного.

При *гальмуванні «плугом»* лижник розводить задники лиж, зсуваючи носки разом і ставить лижі на внутрішні ребра з допомогою колін. «Плуг» застосовується для гальмування на пологих схилах.

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

Гальмування бічним зісковзуванням здійснюється різким, крутим поворотом, в результаті якого обидві лижі ставляться поперек схилу і кантуються на верхні ребра. Цим способом можна швидко досягти повної зупинки, навіть на крутому схилі та великій швидкості спуску. Ряд повторних поворотів з невеликим бічним ковзанням є найбільш ефективним способом зниження швидкості спуску.

У підйомі підсідання значно менше і вертикальні складові зусиль нижчі, ніж на рівнині. Внаслідок великої сили опору ковзна нога зупиняється значно раніше, ніж махова нога встигає розігнутися, що є істотною відмінністю від пересування на рівнині. Незважаючи на силу збільшення опору імпульси горизонтальної складової, сили поштовхів ніг при підйомі і на рівнині приблизно однакові. У підйомі та за рівним місцем імпульси доданих сил зі зростанням швидкості зменшуються. Це свідчить, що крива швидкості ЗЦМ тіла лижника має менші перепади при великих швидкостях. Відношення горизонтальної складової до вертикальної зростає зі збільшенням крутості підйому.

Створення опори для лижі забезпечується меншим кутом нахилу лижі до горизонту та постановкою лиж на ребра. У міру збільшення крутості схилу на нього піднімаються навскіс, при цьому починається кантування лиж. Відставляючи нижню по схилу лижу в горизонтальне положення, отримують більш надійну опору через один крок (напівялочку). Постановкою обох лиж горизонтально переходять до косої драбинки (з просуванням

вперед) або прямої (з просуванням вгору). Можливе також підйом по крутому схилу не боком, а обличчям уперед («ялинкою»), переставляючи одну лижу вперед через п'яту іншою. У всіх способах підйому створюється також надійна опора на палиці, що підвищує стійкість і попереджає зісковзування вниз.

1.5. Ковзанярський спорт

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

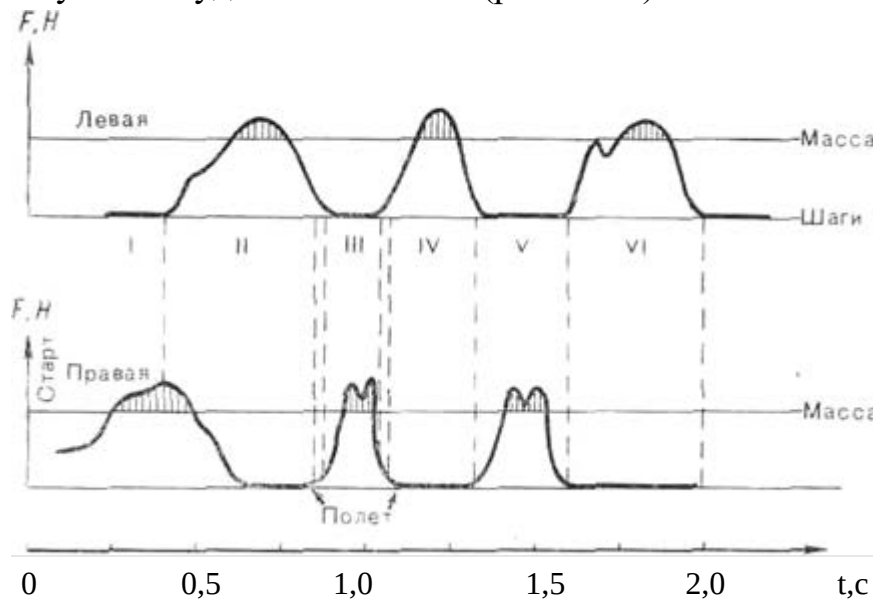
Висота посадки залежить від довжини дистанції, що пробігається. На коротких дистанціях вона, як правило, низька, на довгих – вища. Рівень посадки залежить від конфігурації тулуба і від його положення по відношенню до лінії горизонту, а також від кутів згинання ніг в колінних і гомілковостопних суглобах. Найбільш вигідним є таке положення тулуба, коли воно знаходиться під кутом горизонтальної площини від 5 до 20°. При кожному кроці тулуб має бути спрямований вздовж основного руху вперед. При цьому верхня частина тулуба не повинна переміщатися з боку на бік або підніматися і опускатися.

Кут нахилу гомілки становить від 50 до 60°, а кут нахилу стегна по відношенню до горизонтальної площини – 65-80°. Кут у колінному суглобі між стегном та гомілкою змінюється в межах 85-120°. Величина кутів у суглобах ніг залежить від сили м'язів, технічної підготовленості та гнучкості ковзаняра.

Важливе значення при бігу на ковзанах має правильне положення ЗЦМ тіла. Проекція ЗЦМ тіла повинна бути на рівні Уз довжини ковзана від задньої частини. Якщо ж вона припадатиме на першу третину довжини ковзана від його передньої частини, то це буде викликати надмірну напругу м'язів гомілки і ахіллового сухожилля, а передня частина ковзана сильно врізатиметься в лід, що загальмує рух ковзаняра вперед. Також неефективним є і розташування проекції ЗЦМ тіла на задній частині ковзана. При бігу на довгі дистанції ЗЦМ тіла переміщається трохи вперед у порівнянні з бігом на короткі. Після поштовху проекція ЗЦМ тіла на опорний носі переміщається кілька тому через зміщення ковзаняра вперед і постановки вільного коника попереду поштовхового. Потім, у фазі ковзання,

проекція ЗЦМ тіла, переміщаючись трохи вперед, займає оптимальне положення.

Специфіка докладання 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 здійснюється не в напрямку руху, а під кутом до нього. Це з тим, що ковзаняр розвиває швидкість пересування яка майже вдвічі перевищує швидкість поштовху. У кінцевому підсумку відштовхування тим ефективніше, що більше величина поштовхового зусилля і його дія. Поштовхове зусилля F повинно бути безперервним і зростаючим від початку до кінця відштовхування. За цих умов відштовхування буде оптимальним (рис. 1.5.1).



Мал. 1.5.1. Імпульси зусиль, прикладених до льоду в стартовому розбігу на ковзанах

На відштовхування впливає також рух вільної махової ноги. Чим менша друга (вільна) нога використовується для опори у фазі відштовхування поштовховою ногою, тим більше опорне (поштовхове) значення має поштовховий коник. Провідними елементами в техніці ковзанярів є раннє зміщення маси тіла у бік вільної ноги з пізнім початком махового руху, що надає всьому руху більш динамічний характер і сприяє розвитку максимального зусилля у другій половині відштовхування, збільшуючи при цьому реакцію опори.

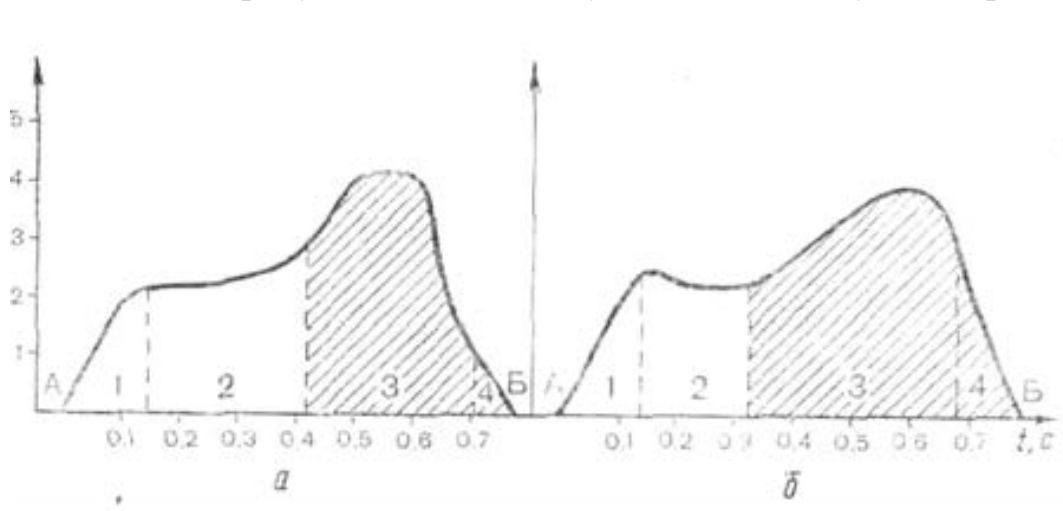
Завершують відштовхування більшість ковзанярів дуже різко, випрямляючи гомілковостопний суглоб за рахунок підшовного згинання і розвороту стопи в самому кінці відштовхування. Цей рух стопою збігається із закінченням випрямлення ноги в колінному суглобі, яке включається в

поштовхове зусилля раніше гомілковостопного, але пізніше кульшового. Розворот стопи підвищує амплітуду відштовхування.

Аналіз тензограм за характером наростання зусилля під час відштовхування дозволяє виділити два види розвитку зусиль при відштовхуванні – концентроване (імпульсне) та малоконцентроване (жимове). На тензограмі видно початок і кінець опорних реакцій ковзанярів:

а – момент постановки ковзана на лід;

б – момент відриву ковзана від льоду після відштовхування (рис. 1.5.2).



Мал. 1.5.2. Тензограми опорних реакцій при швидкісному бігу на ковзанах:

а – концентроване (імпульсне) зусилля при відштовхуванні,

б – менш концентроване (жимовий) зусилля.

По осі абсцис – час; по осі ординат – характер зміни зусиль, умов. од.

Дослідження фазової структури бігу дозволили виділити в кожному кроці циклу рухів ковзаняра чотири макрофази, які включають дрібні структурні підрозділи – мікрофази. Мікрофази охоплюють рухи, що виконуються протягом десятих часток секунди. У макрофазах може бути кілька мікрофаз зі своїми тимчасовими та силовими характеристиками.

Перша – фаза амортизації; друга – вільного ковзання та відштовхування в одноопорному положенні; третя – відштовхування у двоопорному положенні; четверта – перенесення ноги. Непарні фази відповідають відштовхуванню та амортизації у двоопорному положенні, парні – вільному ковзанню та відштовхуванню в одноопорному. Відмінною особливістю першої фази є м'яка постановка ковзана на лід та 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. Межі фази: момент встановлення правої ноги на лід і момент відриву лівої ноги від льоду після поштовху.

Друга фаза може мати три різновиди: перша характеризується безперервним підвищенням опорної реакції та пояснюється відштовхуванням

без вільного прокату; друга – вільним прокатом в одноопорному положенні (нога в колінному суглобі не розгинається, ЗЦМ тіла ковзаняра поступово переміщається в бік за опору для забезпечення подальшого відштовхування); третя – вільним прокатом (нога дещо згинається в колінному суглобі, ЗЦМ тіла трохи знижується і переміщається за опору). У цей час тиск на кригу дещо зменшується. Межі фази: момент відриву ковзана лівої ноги від льоду та 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 ноги поштовху на ліву, що знаходиться у фазі амортизації. У зв'язку з перерозподілом маси тіла крива опорної реакції знижується до нульового значення. Межі фази: момент постановки ковзана лівої ноги на лід і момент відриву правої ноги з льоду.

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

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

При старті з лівої стійки ковзаняри стоять лівим оком вперед під кутом до напрямку бігу. Спочатку у лінії старту у вихідне положення встановлюють лівий коник, а потім правий. Відстань між ковзанами становить 35-45 см. Існує кілька варіантів розташування ковзанів біля старту. Як правило, лівий коник ставиться під кутом 30° до лінії старту, а правий – під кутом 15°. Ковзаняр згинає ноги в колінних і гомілковостопних суглобах, нахиляє тулуб вперед, дещо опускає голову вниз. Права рука спрямована назад – убік – вгору, ліва опущена вниз і злегка зігнута у ліктьовому суглобі. Проекція ЗЦМ тіла знаходиться між ковзанами, ближче до носових частин. Злегка присідаючи, ковзаняр може змістити ЗЦМ тіла трошки 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 правою вперед – убік. При виконанні перших кроків зі старту ковзаняр згинає руки в ліктьових суглобах. Під час першого кроку він розпрямляє тулуб і піднімає його вгору. Техніка рухів при ковзному старті полягає в тому, що ковзаняр відразу ж починає біг з дистанційною технікою рухів. Техніку ковзного старту в більшості випадків застосовують новачки та ковзанярі з поганою

координацією рухів. При ковзному старті біг починають із нахиленим вперед тулубом, що дозволяє зменшити опір повітря при розгоні.

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

Якщо взяти довжину кроку під час бігу дистанцією за 100 %, то на першому кроці зі старту ковзанняр долає шлях рівний 1% (10 см). Довжина другого кроку становить близько 3% (30 см), а третього – близько метра 10% (1 м). Якщо довжина кроку при бігу зі старту вбирається у 10% дистанційного бігового кроку, ця частина бігу зі старту називається кроковою фазою. Як правило, крокова фаза складається з 3-4 кроків, а потім ковзанняр переходить у кроково-ковзну фазу, яка також триває 3-4 кроки. У цій фазі ковзанняр при кожному кроці долає в середньому від 1 до 3 м. Стартовий розгін закінчується ковзною фазою. Ковзанняр поступово переходить на дистанційну техніку бігу, і довжина кроку збільшується від 3 м до максимально можливої на цій дистанції. У кроковій фазі ЗЦМ тіла ковзанняра знаходиться попереду ковзанів (ковзанняр як би падає вперед), що полегшує виконання відштовхування і сприяє більш швидкому набору швидкості бігу. З переходом у кроково-ковзну фазу розгону проєкція ЗЦМ тіла ковзанняра поступово переміщається назад і до кінця стартового розгону знаходиться в районі задньої половини ковзанів. Під час перших кроків зі старту ковзани ставлять на лід із великим розворотом носків назовні, але вже через 3-4 кроки розворот поступово зменшують.

Під час перших кроків тулуб випрямлений і піднятий вгору. У міру збільшення швидкості бігу тулуб опускається вниз, спина набуває округлої форми. Від прямого піднятого тулуба до заокругленого і опущеного вниз ковзанняр переходить поступово від одного кроку до іншого в кроково-ковзної і ковзної фазах розгону. Одночасно він зменшує розворот носків назовні та відштовхування виконує все більше убік. При цьому довжина кроків зростає. Руки при махових рухах поступово виносяться більше вперед, ніж убік. Збільшується амплітуда рухів і меншим стає кут згинання в ліктьових суглобах.

Старт із постановкою та упором ковзанів на носки за манерою виконання схожий в основному на біговий старт, але тільки перші кроки

виконують із упором на носки ковзанів. Ковзаняр відштовхується точно назад і швидко просувається вперед у напрямку бігу. При такому старті м'язи ніг відчують дуже велике навантаження, ковзаняр змушений різко переходити від кроків з відштовхуванням носками до бігу.

При виконанні стрибкового старту з постановкою та упором ковзанів на п'яту перші кроки виконують стрибками, а коник ставлять на кригу з п'яти. Поставивши коник на п'яту, ковзаняр переходить в упор на все лезо ковзана і закінчує відштовхування передньою частиною його. Носки ковзанів при стрибку вперед розвертаються назовні, як при біговому старті. Цей 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 та силою відштовхування. Руки рухаються убік – уперед і назад – убік. Вони допомагають ковзаняреві виконувати потужні відштовхування і забезпечують використання реактивних сил маху для прискорення руху тіла вперед. Рух руками вниз починається одночасно із замахом ноги та зміщенням ЗЦМ тіла вперед – убік, при цьому махова нога знаходиться поряд із поштовховою.

З крайнього заднього положення рука, випрямлена в усіх суглобах, під впливом сили тяжіння опускається вниз. У момент, коли вона досягає положення перпендикулярного льоду, рух плеча зупиняється, а передпліччя продовжує рухатися вперед. При цьому кисть руки не слід наближати до протилежного плеча, вона повинна перебувати перед ковзанярем. Зворотний рух починається з розгинання передпліччя у ліктьовому суглобі. Коли передпліччя обійме положення перпендикулярно льоду, пряма рука піднімається вгору і відводиться назад – убік.

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

Техніка бігу по повороту відрізняється від техніки бігу по прямій тим, що ковзаняр виконує навколишні кроки, тобто переступає правою ногою через ліву. Відштовхування правою та лівою ногою здійснюються в один бік – назовні від повороту. Винос і постановка ковзана вперед трохи менше, ніж у бігу по прямій, оскільки ЗЦМ тіла зміщується переважно вліво у бік центру повороту. Кут загального нахилу залежить від швидкості бігу та радіусу закруглення.

Ковзаняр на дузі повороту активно відштовхується всередину дуги зовнішнім коником. За рахунок постановки ковзана під кутом до напрямку руху виникає горизонтальна складова реакції опори, спрямована всередину повороту. З початком руху по дузі ковзаняр нахиляється всередину повороту. Відцентрові сили вищерозташованих частин тіла діють на нижчерозташовані по радіусу від центру. Створюються моменти сил, що перекидають їх назовні повороту. При нахилі тіла всередину повороту виникають спрямовані у протилежний бік моменти сил тяжіння частин тіла. Ті та інші моменти врівноважуються, і ковзаняр ковзає по дузі в динамічній рівновазі.

Обидва ковзани щоразу ставляться за напрямком руху, тобто по дотичній до повороту: лівий – на зовнішнє ребро полоза, правий – на внутрішнє. Відштовхування здійснюється так само, як і при бігу прямою. Слід правого коника представляє увігнуту лінію, а лівого – прямішу. Ліва нога повністю випрямляється при відштовхуванні та складає з тулубом пряму лінію. Темп рухів вищий, ніж у бігу по прямій.

РОЗДІЛ 2

БІОМЕХАНІЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІКИ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ У ВИДАХ СПОРТУ З АЦИКЛІЧНОЮ СТРУКТУРОЮ РУХІВ

До ациклічних належать вправи, які складаються не з багаторазового повторення тих самих рухів, а мають один закінчений руховий акт. До них належать гімнастика, акробатика, метання, стрибки, одноборства, спортивні ігри тощо.

При вивченні техніки фізичних вправ у видах спорту з ациклічною структурою рухів аналіз виконаної дії проводять від початку до кінця руху.

2.1. Гімнастика

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

У основі запропонованої класифікації вправ лежать умови, в яких виконується рухова діяльність (схема 1).

Схема 1.



До статичних належать елементи, пов'язані із збереженням певного положення тіла на гімнастичному снаряді чи опорі. Положення тіла визначається позою людини, тобто взаємним відносним розташуванням ланок тіла незалежно від орієнтації та місцезнаходження його у просторі, а також від відношення до опори.

Вправи із стійкою рівновагою вимагають значних зусиль. Ступінь напруги м'язів залежить від величини обертального моменту та величини

плеча сили тяги м'язів. Чим ближче до суглоба знаходяться м'язи, тим більше вони повинні розвивати напругу, щоб забезпечити необхідну величину моменту, що врівноважує. Вправи з нестійкою рівновагою без великих зусиль м'язів вимагають опору до порушення рівноваги та її відновлення.

Гімнастичні вправи, пов'язані зі збереженням стійкості на малій площі опори є складними координаційними актами, в яких беруть участь різні аналізатори і центральна нервова система, що забезпечують роботу м'язового апарату.

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

Вправи зі швидким переміщенням характеризуються переміщенням як всього тіла щодо опори чи снаряда, так і його окремих ланок стосовно одна одної чи опори. За виконання швидких рухів необхідно раціонально, економічно і своєчасно розподіляти м'язові зусилля.

Рівновага. Руховий апарат людини з точки зору механіки є системою 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 у бік того моменту сили, який більше, і людина втрачає рівновагу.

Регуляція поз та рухів у повсякденному житті здійснюється рефлексним шляхом – автоматично. Як відомо, всі наші органи та тканини мають чуттєві нервові закінчення – рецептори. Основними регуляторами рівноваги є м'язові та вестибулярні рецептори.

Розтягування та скорочення м'язових волокон викликає подразнення м'язів. А зміни положення голови і всього тіла в просторі вловлюються чуттєвими рецепторами вестибулярного апарату, що знаходяться в ділянці внутрішнього вуха. З рецепторів збудження передається нервовими волокнами в центральну нервову систему. Сигнали, які постійно надходять у головний мозок, приносять інформацію про зміну положення нашого тіла. Кора великих півкуль головного мозку переробляє її та негайно посиляє імпульси у зворотному напрямку – до м'язів, які й відновлюють рівновагу тіла.

Вид рівноваги тіла визначається за дією сили тяжіння у разі навіть малого відхилення в положенні тіла: стійке – повернення тіла до

попереднього положення при будь-якому відхиленні; обмежено-стійке – повернення тіла у колишнє становище лише за відхилення у певних межах.

Стойка рівновага характерна для верхньої опори, коли тіло до неї підвішене. Нижня опора забезпечує тілу обмежено-стійку рівновагу. У цьому випадку тіло можна відхиляти доти, доки лінія тяжіння (або проєкція ЗЦМ на горизонтальну площину) не дійде до межі площі опори. У міру відхилення тіла ЗЦМ піднімається вгору, що вимагає витрати енергії тіла. Якщо продовжувати перекидати тіло, перейшовши ці межі, потенційна енергія почне зменшуватися.

Нестійка рівновага зустрічається тільки при нижній опорі у вигляді точки опори або лінії. Достатньо відхилити тіло в будь-який бік, як його ЗЦМ опускається нижче, потенційна енергія зменшується, момент сили тяжіння виявляється перекидальним. Такої рівноваги у природі немає – це абстрактна модель. У реальних умовах щонайменше відхилення припиняє таку рівновагу.

Вісу. Положення тіла у висі належить до стійкої рівноваги, оскільки ЗЦМ тіла утримується постійно під опорою. Сила тяжіння, якій протидіє напруження м'язів, що оточують суглоби, діє на них у розтягувальний спосіб. Відбувається перерозподіл навантаження на м'язи та весь руховий апарат. Вона збільшується на верхні кінцівки, плечовий пояс та зменшується на нижні кінцівки та тазовий пояс.

Звичайний вис на витягнутих руках виконується наступним чином: кисті розставлені на ширину плечей, руки випрямлені в ліктьових суглобах, грудна кривизна хребта випрямлена, поперековий згин збільшений, таз нахилений у більш вертикальне положення, ноги випрямлені в колінних суглобах.

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

Велике навантаження припадає на м'язи плечового пояса і плечового суглоба. Найширші м'язи спини, великі грудні м'язи, передні зубчасті,

трапецієподібні та інші м'язи плечового пояса підтягують тулуб до лопаток, при цьому незначно напружуються. Випрямлення спини забезпечується частково механічною дією сили тяжіння нижніх кінцівок та тулуба, частково напругою загального розгинача спини. М'язи передньої стінки живота допомагають фіксувати таз.

М'язи кульшових суглобів, розгиначі та згиначі фіксують суглоби. Колінні суглоби фіксують переважно чотириголові розгиначі гомілки. Нерідко при висі спостерігається деяке згинання колін. Це тому, що згиначі гомілки, беруть участь у розгинанні стегна та неминуче тягнуть гомілку вгору. Відтягування носків забезпечують підшовні згиначі стопи і згиначі пальців (триголовий м'яз гомілки, довгий малогомілковий м'яз, довгий згинач великого пальця).

Підтягування виконується зазвичай повільно. Один цикл руху відбувається протягом 2,5 с, фіксація положення – 0,3 с, опускання у вихідне положення вісу – 1,2 с, власне підтягування – 1,0 с. Рух вгору відбувається швидше (0,7 м/с), а повернення вниз – повільніше (0,5 м/с). ЗЦМ тіла піднімається та опускається вертикально.

При підтягуванні роботи, що долає, 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 та двоголового м'яза плеча.

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

Електрична активність прямих м'язів живота і крижово-остистих м'язів вказує на статичну роботу цих м'язів щодо врівноваження нижчих ланок тіла. Під час компенсаторних рухів у ділянці нирок переважає активність прямого м'яза живота.

Повернення у вихідне положення (у вис на витягнутих руках) відбувається під дією сили тяжіння при поступальній роботі м'язів. Розгинання рук у ліктьових суглобах супроводжується розтягуванням напружених згиначів передпліччя. Згинання у плечовому суглобі супроводжується розтягуванням напружених розгиначів плеча. Електрична активність двоголового та триголового м'язів плеча і найширшого м'яза спини є значною. Випрямлення рук супроводжується компенсаторним переміщенням нижніх частин тіла назад шляхом розгинання хребетного стовпа в ділянці нирок при поступовій роботі м'язів живота. Електрична активність чотириголового м'яза стегна дуже велика. Цей м'яз фіксує

колінний суглоб, виконуючи статичну роботу. Рухи, спрямовані донизу, виконуються за умови поступливої роботи зазначених м'язів.

При виконанні вправ на перекладині для тих, хто тренується, дуже важливо вміти використовувати сили інерції при мінімальній витраті м'язових сил.

Техніка виконання вправ на перекладині є складною координаційною структурою руху, що характеризується строго регламентованим узгодженням у просторі та часі зусиль махових та опорних ланок тіла гімнаста. Під час виконання вправ захльостувальним махом і з пружним згинанням провідним елементом координації є «замах» у тазостегнових і плечових суглобах, що здійснюється в умовах пружно-жорсткої взаємодії махових і опорних ланок тіла. Він є засобом накопичення в робочих групах м'язів потенційної енергії деформації. При цьому спостерігається зміна зовнішньої форми руху у плечових суглобах у зв'язку з особливостями роботи м'язів рук та плечового поясу.

Одним з принципів управління взаємодією махових і опорних ланок тіла в процесі виконання кидкових рухів ногами є попередня підготовка біокінематичного ланцюга ланок тіла гімнаста, що характеризується запобіжною напругою м'язів опорних ланок тіла, яка спрямована на протидію реактивним силам, що виникають.

Упори. Упори – положення тих, хто займається на снарядах, за яких плечі розташовані вище точок хвата. Руки при цьому прямі, тулуб та ноги становлять майже пряму лінію.

Розмахування в упорі є маятниковоподібними переміщеннями тіла. При виконанні низки махів в упорі на руках важливо утримувати плечі у піднесеному положенні, що особливо важко під час руху тіла у нижньому положенні. Напівзігнуте положення рук на опорі треба зафіксувати, щоб плечі не йшли за рухом ніг вперед і назад, і не торкалися жердин.

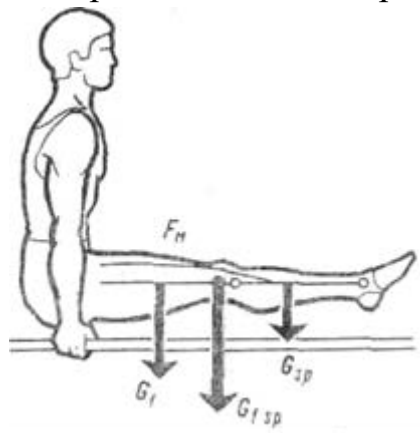


Рис. 2.1.1. Упор кутом. Сили тяги м'язів F_M , що врівноважують моменти сил тяжіння G_f і G_{sp} . Сума моментів сил тяжіння G_{sp} .

При виконанні підйомів махом уперед ноги випрямлені та складають із тулубом прямий кут (рис. 2.1.1). У колінних та кульшових суглобах м'язи утримують ноги від опускання вниз під дією на них моментів сил тяжіння у відповідних суглобах.

Опорні стрибки. Для полегшення аналізу та вивчення основ техніки опорні стрибки умовно поділяються на такі фази: розбіг, наскок на місток, поштовх ногами, політ до поштовху руками, поштовх руками, політ після поштовху руками і приземлення.

Швидкість розбігу поступово підвищується і сягає 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, паралельна постановка стоп при бігу, перехресні рухи рук тощо).

Наскок на місток виконується в момент придбання максимальної горизонтальної швидкості. Додавання горизонтальної швидкості до вертикальної внаслідок відштовхування ногами утворює необхідну траєкторію та швидкість переміщення тіла після відштовхування від містка (рис. 2.1.2). Наскок, що дорівнює 1,5-2,5 м, виконується поштовхом найсильнішої (поштовхової) ноги. У момент наскоку тулуб трохи нахиляється вперед – від $5-23^\circ$. При наскоку зігнута в кульшовому та колінному суглобах поштовхова нога підтягується до махової, потім ноги з'єднуються і майже прямі виносяться вперед. Під час виконання стрибків поштовхом об ближню частину коня місток встановлюють на 3-6 ступнів далі, ніж для стрибків поштовхом об дальню частину. У момент торкання ногами містка руки розташовані вниз.

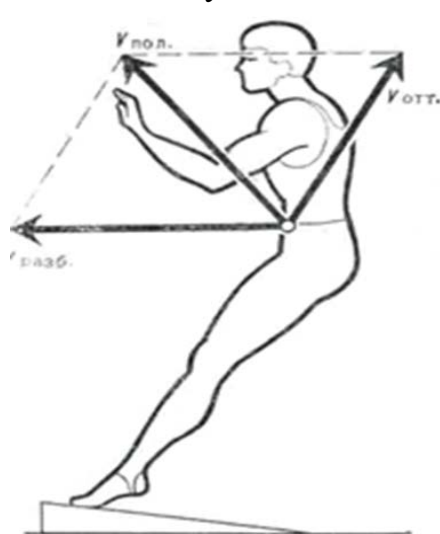


Рис. 2.1.2. Додавання горизонтальної швидкості до вертикальної при відштовхуванні від містка

Ноги ставляться на місце поштовху акцентовано. З цією метою ноги починають розгинати для відштовхування ще наприкінці стрибка на місток, який виконують тільки на носках напружених, майже випрямлених ніг. Стопи на містку розташовуються паралельно, приблизно на ширині стопи.

В амортизаційній фазі поштовху ноги згинаються в колінних суглобах до $15-20^\circ$. Поштовх ногами супроводжується змахом рук. Найбільш поширені два варіанти змаху: рухом рук уперед-вгору і назад-вгору. Обидва варіанти раціональні, проте другий з них полегшує створення більшого обертового моменту при поштовху. Поштовх ногами виконується в межах $0,09-0,12$ с.

Кут вильоту після поштовху ногами дорівнює приблизно $75-83^\circ$. Попередній змах ногами назад виходить в результаті розгинання тіла в кульшових суглобах до злегка прогнутого положення при крутій і високій траєкторії польоту. Він виконується до опори руками і сприяє збільшенню швидкості руху ніг по дотичній догори та створенню умов для різкого згинання в тазостегнових суглобах у момент поштовху руками (так званого ривкового руху тулуба), необхідного для розвитку великого тиску на площу опори і гальмування швидкості руху ніг. Усе це впливає ефективність наступного поштовху руками.

Руки розташовуються на снаряді попереду тулуба під тупим кутом до нього. Завдяки цьому забезпечується стопорний момент у поштовху. Кисті рук ставляться паралельно. Поштовх руками виконується назустріч руху тіла за рахунок розгинання рук у плечових та ліктьових суглобах, та згинання у променево-зап'ясткових. Він завжди повинен поєднуватися з ривковим рухом тулуба, який зовні виражається в деякому згинанні тіла в кульшових суглобах, причому таз завжди переміщається вгору. Це дозволяє збільшити тиск на площу опори та ефективніше відштовхнутися. Енергійний та 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 у разі найбільша, отже, можна досягти більшої абсолютної висоти стрибка.

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

Амортизація при приземленні відбувається внаслідок еластичності суглобових хрящів, зв'язок, поступальної роботи м'язів.

Приземлення відбувається на носки напружених та випрямлених ніг. Потрібно опуститися на всю стопу і трохи зігнути ноги. У цьому положенні

п'яти повинні бути разом, носки і коліна – нарізно, тулуб трохи нахилений вперед, руки – назовні. Не затримуючись у цьому положенні, необхідно випрямитись і опустити руки.

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

Стрибок способом «зігнувши ноги» виконується ідентично з різницею в положенні ніг, що згинаються в тазостегнових та колінних суглобах.

2.2. Художня гімнастика

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

Вправи, що становлять зміст технічної підготовленості: без предметів – спеціальні види ходьби та бігу, рівноваги, повороти, нахили, стрибки; з предметами – з м'ячем, обручем, стрічкою, скакалкою, булавами, вимпелами, шарфом.

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

У художній гімнастиці, насиченій великою кількістю стрибків, поворотів, рухів тулубом та кінцівками, висуваяться підвищені вимоги до постави, сталої рівноваги. Регуляція специфічних положень і поз ускладнюється виконанням вправ із предметами, що збільшують амплітуду рухів і тим самим знижують стійкість тіла гімнастки. При цьому увага гімнастки має бути рівномірно розподілена на виконанні певного руху та володінні предметом. Рівновага тіла зберігається при фіксації поз різної складності (статична рівновага), а також у момент зміни положення тулуба, рук, вільної ноги як на місці, так і в русі (динамічна рівновага). Виконується у різних стійках, найчастіше після кроку, бігу, стрибка, повороту.

Повороти – динамічні вправи, характерною особливістю яких є створення моменту обертання із збереженням стійкості. Повороти

виконуються як на опорі (на носкі, носках), так і в безопорному положенні з різними положеннями вільної ноги, тулуба та рук. Їхня техніка полягає в умінні правильно розрахувати силу та напрямок, щоб надати тілу обертальний рух.

Стрибки відрізняються великою амплітудою рухів, точним положенням усіх ланок тіла гімнастки в польоті та швидким переходом до чіткої зупинки.

Вправи з предметами є засобом оволодіння спеціальною координацією рухів. З їх допомогою удосконалюються функції рухового, тактильного та зорового аналізаторів, а також біокінематичні характеристики. Переміщення предмета поєднуються з рухами тіла.

Предмети, що застосовуються в художній гімнастиці, різні – за формою, масою, фактурою матеріалу, і в залежності від цих відмінностей визначаються характеристики рухів та техніка вправ з кожною з них. Так, **вправи зі скакалкою** різні за характером, швидкістю та ритмічними поєднаннями.

Основними елементами техніки вправ зі скакалкою є: стрибки із обертаннями скакалки вперед, назад, убік; стрибки з обертанням скакалки вперед та назад петлею; махи та кола скакалкою в різних площинах, а також скакалкою складеною вдвічі, вчетверо; переклади та кидки. Стрибки зі скакалкою ускладнюються зі зміною сили поштовху, положення та руху ніг і тулуба в польоті, напрямки та швидкості обертання скакалки, з поворотами після кіл і махів тощо. Стрибки зі скакалкою складаються з фаз підготовки, поштовху, польоту та 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 має бути енергійним, коротким. Він характеризується розгинанням ніг у суглобах, що дає тілу поступальний рух вгору чи вперед-вгору. Рух руками зі скакалкою починається вже в момент підготовки до поштовху.

Поштовхи можуть бути однаковими за силою (після кожного поштовху стрибок через скакалку) або різними по силі (сильніше, коли виконується стрибок через скакалку; слабше, коли скакалка в польоті).

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

Основне призначення приземлення – поступово пом'якшити дію сили ударної взаємодії. У момент приземлення відбувається переكات з носка на п'яту з наступним згинанням ніг у колінних суглобах.

Основні елементи техніки **вправ зі стрічкою** – махи, кола, змійки, спіралі. Безперервне чергування махів, кругів стрічкою зі спіраллю, змійкою вимагає швидкого перемикання з одного суглоба руки на інший. Переміщення стрічки повинні постійно супроводжуватись рухами тулуба. Це виявляється в ледь помітному повороті голови, плечей та інших ланок тіла.

Основа техніки рухів зі стрічкою полягає у безперервній підтримці інерції польоту стрічки при послідовному виконанні різних візерунків. Швидкість руху стрічки може бути різною, проте політ її має бути рівномірним.

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

2.3. Акробатика

У фізичному вихованні школярів використовуються такі акробатичні вправи: групування, переكاتи, перекиди, напівшпагати, шпагати, мости, стійки та перевороти.

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

Переكاتи – це послідовне торкання підлоги окремими ланками тіла без перевертання через голову. Вони можуть виконуватися вперед, назад, у сторони, в групуванні та прогнувшись.

Перекиди виконуються з послідовним дотиком підлоги окремими ланками тіла з перевертанням через голову. Можуть виконуватися вперед, назад, у групуванні, прогнувшись, поодиночі, удвох, утрюх, з місця та стрибком (польотом).

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

Шпагат – сид з гранично розведеними ногами. З основної стійки, відставляючи одну ногу назад і нахилиючись уперед, спертися руками об підлогу. Ноги та руки тримати прямими та похитувати тулубом. Відразу ж

виконати шпагат на іншу ногу, для чого повільно, не змінюючи положення ніг, обернутися навколо.

Крайнім виглядом упору лежачи ззаду є положення «міст», у якому тулуб дугоподібно вигнуто, ноги трохи розведені і зігнуті в колінних суглобах, руки випрямлені. Ступінь вигину хребетного стовпа залежить від рухливості його поперекової області, оскільки грудна кривизна може випрямлятися. Під час виконання вправи дугоподібність вигнутої фігури досягається в результаті таких рухів: тильного згинання в гомілковостопних і дещо згинання в колінних суглобах; граничного розгинання тазостегнових суглобів; граничного повороту таза вертикально; граничного розгинання хребетного стовпа (випрямлення грудної кривизни, збільшення поперекової та шийної кривизни); піднімання плечового пояса, що супроводжується поворотом лопаток нижнім кутом назовні; крайнього розгинання в плечових і ліктьових суглобах; крайнього тильного згинання в променевоzap'ясткових суглобах, яке зумовлює деяке згинання фаланг пальців. Таке розташування ланок може підтримуватися лише за умови сильного розтягування одних м'язів та скорочення інших.

У вкрай розтягнутому стані знаходяться: прямі м'язи живота, великі та малі грудні м'язи, передні зубчасті, двоголові м'язи плеча, дзьобоплекові м'язи, довгі згиначі пальців. Розтягування зазначених м'язів відбувається з подоланням дуже великого опору пружних сил. Такий же опір чинять пружні м'язи міжхребцевих хрящів та суглобових зв'язок. Протидії пружним силам надають активні сили м'язів-антагоністів. При вигинах сили тертя перешкоджають виконанню вправи. Основне навантаження при виконанні «мосту» припадає на м'язи задньої поверхні гомілки, задні м'язи тазостегнових суглобів, широкі м'язи спини, трапецієподібні та ромбоподібні м'язи, згиначі кисті та пальців.

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

Стійки – це обмежено-стійкий вид рівноваги. Можуть виконуватися на опорній площині та гімнастичних снарядах. При стійці на кистях ступінь стійкості тіла дуже незначний, оскільки площа опори невелика, лінія тяжіння перетинає її в середині, а ЗЦМ тіла розташований високо над опорою.

Носок стопи відтягнутий камбаловидним м'язом та його синергістами. Лінія дії сили тяжіння гомілки і стопи проходить позаду колінного суглоба на деякій відстані, величина якої залежить від ступеня розгинання в кульшовому суглобі та в хребетному стовпі. Врівноважувальний момент утворює сила тяги чотириголового розгинача гомілки. Оскільки величина напруги чотириголового розгинача залежить від ступеня розгинання в кульшовому суглобі, то при більш вертикальній стійці робота чотириголового м'яза зменшується.

На тазостегновий суглоб діє вже велика маса всіх вищерозташованих частин тіла (стопи, гомілки та стегна). Загальний центр тяжіння цих ланок розташований приблизно в дистальному кінці стегна. На суглоби поперекової частини хребетного стовпа діє маса ніг і тазу, загальний центр тяжіння яких розміщується вище за лінію, що з'єднує тазостегнові суглоби. Прямі м'язи живота перебувають у розтягнутому стані завдяки вкрай вертикальному положенню таза, яке, своєю чергою, обумовлено розгинанням тазостегнових суглобів. При більш вертикальній стійці напруга прямих м'язів живота значно знижується, а врівноваження проводиться м'язами спини, оскільки лінія тяжіння вищих ланок тіла проходить через поперекові хребці. Центр тяжіння вищих ланок, що діють на грудні хребці, розташований попереду хребетного стовпа (як у звичайній стійці на кистях, так і при вертикальній стійці).

М'язова робота зводиться до фіксації плечового пояса та 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 тощо), утворюючи момент, що врівноважує.

У звичайній стійці на кистях лінія тяжіння кожену мить злегка переміщається в той чи інший бік, через що найширші м'язи спини і великі грудні м'язи напружені. Рівновага в сагітальній площині утримується спільною роботою великого грудного і найширшого м'яза спини кожної сторони. Якщо ЗЦМ тіла відхилиться вліво, посилюється робота м'язів правої сторони, якщо вправо – лівою. Основне значення при стійці на кистях мають м'язи плечового пояса. Сила тяжіння прагне перемістити тулуб униз, повернути нижні кути лопаток усередину. Утримуванню лопаток сприяють і середні частини трапецієподібних м'язів, передні зубчасті м'язи, дельтоподібні м'язи, що діють при периферичній опорі.

Для фіксації ліктьових суглобів напружуються розгиначі передпліччя, тому що лінія тяжіння проходить кілька попереду центрів тяжіння ліктьових суглобів.

У координаційному відношенні звичайна стійка має деякі переваги, оскільки балансування відбувається шляхом компенсаторних рухів у тазостегнових та плечових суглобах, маса нижніх кінцівок може переміщатися великими дугами без порушення загальної рівноваги. При більш вертикальній стійці компенсаторні рухи відбуваються переважно у плечових суглобах. Незначне усунення маси всього тіла може швидше спричинити порушення рівноваги. Крім того, у першому випадку меншу масу переміщують великі м'язи, у другому більшу масу – менш сильні.

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

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

Перевороти є перевертанням через голову з опорою руками або руками і головою. Можуть виконуватися вперед, назад та в сторони, повільно та 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, одієї й іншої руки і знову послідовно на обидві ноги. Вправа починається з енергійного руху руками та тулубом у бік перевероту, відштовхуванням однойменною ногою та махом іншої. Створюється початковий рух у заданий бік. До моменту опори на обидві руки в положенні «ноги нарізно» гальмується рух ноги, що почала рух, і її кінетичний момент передається тулубу, що продовжує рух у той самий бік. Позмінно ноги і руки здійснюють розгін у бік перевероту, а потім при їх гальмуванні передають кінетичний момент іншим частинам тіла. При правильному виконанні перевероту убік рух слід виконувати по прямій лінії, руки та ноги по черзі ставити на одній лінії, рухатися точно убік, тулуб тримати прямим, не прогинаючись у попереку.

На початку перевероту праворуч треба зробити мах правою ногою вбік і підняти руки вбік, зробити великий крок вправо, підняти ліву ногу, широко розвівши ноги, і, не згинаючи тулуба, поставити праву руку на опору подалі від себе. У положенні стійки на кистях та подальшому перевероті ноги повинні бути широко розведені убік.

Переворот убік можна виконувати з вихідного положення, стоячи обличчям до переверотної лінії. В цьому випадку рух починається не в бік, а махом ноги вперед і закінчується поворотом на 90° до початкового напрямку.

2.4. Метання м'яча, гранати

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

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

Необхідної швидкості робочої точки біокінематичного ланцюга досягають за допомогою докладання узгоджених зусиль для прискорення тіла, що метає. Метальні рухи, як правило, виконуються за допомогою складових рухів багатьох ланок біокінематичного ланцюга. Під час підсумовування рухів ланок вирішуються складні завдання. По-перше, отримують задану траєкторію робочої точки при одночасних та послідовних рухах у багатьох суглобах з безліччю дуг, що описуються ланками при суглобових рухах та участі багатьох м'язів. По-друге, створюють оптимальні умови (миттєві пози, напрями рухів тощо) для докладання зусиль, що прискорюють, у робочій точці. Збільшення швидкості снаряда при метаннях зазвичай проходить у три етапи:

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

Таким чином, швидкість вильоту снаряда є сумою швидкостей, придбаних ним на кожному з трьох етапів.

Політ снаряда залежить також і від кута вильоту. Насамперед від кута між горизонталлю та вектором швидкості вильоту, який визначає рух снаряда у вертикальній площині (вище-нижче). Далі, від кута вильоту в горизонтальній площині (правіше-лівіше) між вектором швидкості вильоту і поздовжньою віссю снаряда. Політ снаряда залежить також і від величини, початкової швидкості та кута вильоту (рис. 2.4.1).

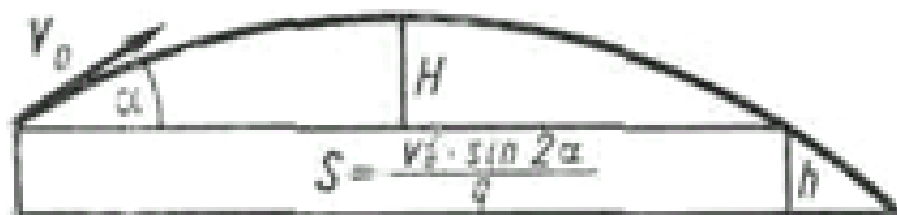


Рис. 2.4.1. Система польоту снаряда:

H – висота зльоту

s – довжина польоту по горизонталі (до рівня висоти його вильоту);

v_o^2 – початкова швидкість вильоту;

α – кут вильоту;

h – висота вильоту;

g – прискорення вільного падіння

Дальність польоту снаряда по горизонталі визначається за такою формулою:

$$s = \frac{v_o^2 \sin 2\alpha}{g}$$

Від висоти випуску снаряда залежить дальність польоту. Для досягнення максимальної дальності кут вильоту має бути 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, який через 0,02-0,03 с досягає тулуба і потім, через такі ж проміжки часу, «переливається» по всіх ланках кінематичного ланцюга, що бере участь у кидку снаряда. Кожна ланка повинна обов'язково гальмуватися, створюючи «жорстку» опору для наступних ланок тіла, що прискорюються. Силова хвиля не тільки переливається по ланках, а й на основі позитивних зворотних зв'язків нарощується за рахунок концентрованих м'язових зусиль у певні моменти та фази.

Для збільшення швидкості вильоту снаряда прагнуть збільшити шлях на нього у фінальному зусиллі. У рухах на місці завершується підготовка вихідної пози фінального розгону. Натомість доцільно, щоб снаряд був розташований якнайдалі від пункту його вильоту, а м'язи, яким належить здійснити балістичну роботу, у фінальному розгоні були якнайбільше розтягнуті та напружені. Така підготовка здійснюється у багатьох випадках поетапним обгоном ланок, розташованих ближче до опори, та які ближче розташовані до робочої точки. Ба більше, цей обгін системами ланок одна одної саме й готує групи м'язів до послідовної роботи у фінальному розгоні.

Передачу руху тілу, що переміщується, виконують, надаючи початкову швидкість польоту рухам з розгоном снаряда. Накопичення тілом кількості руху та передача його снаряду відбувається одночасно. Тільки різні фази металевих рухів й у різних умовах вони мають особливості. У метаннях щодо легких снарядів протягом усього попереднього розгону снаряд, що переміщується, знаходиться зазвичай трохи ззаду тіла. Швидкий снаряд завдяки своїм силам інерції, прикладеним до людини в робочій точці його

тіла, протидіє руху робочих ланок щодо тулуба. З початку фінального розгону металник надає снаряду швидкість у заданому напрямку набагато більшу, ніж швидкість просування тазу та тулуба. Так виконуються метання снарядів, вага яких невелика щодо маси тіла метателя.

Накопичення кількості руху тілом металника і снарядом, що прискорюється, відбувається в попередньому розгоні (одночасне накопичення кількості руху тіла металника і снаряда) і фінальному розгоні (передача частини кількості руху тіла снаряду).

Тому металнику важливо у попередньому розгоні накопичити кількість рухів як снаряда, так і власного тіла.

Протягом фінального розгону металник із зручної вихідної пози за короткий час на обмеженому шляху прискорення створює значну напругу та докладає завершальних зусиль для підвищення швидкості снаряда до моменту вильоту. У фінальному зусиллі м'язи повинні працювати короткочасно та з найбільшою напругою. Рух кисті відбувається за рахунок активності м'язів-згиначів кисті та пальців, а також сил пружної деформації, що виникають в результаті розтягування цих м'язів силою, що діє з боку снаряда, що прискорюється.

Залежно від задач метання можна поділити на метання в ціль та метання на дальність. Обидва види метання можна робити з місця та з розбігу. Ефективність метання в ціль залежить від добре узгоджених рухів, від точно розрахованих зусиль металника. Розбіг зазвичай ускладнює розв'язання задачі при метанні в ціль. Чим вища швидкість розбігу, тим більша різниця в результатах порівняно з метанням з місця. При метаннях на дальність металник повинен використовувати свої рухові можливості, щоб розвинути найбільшу швидкість руху снаряда, що метається, і випустити його в заданому напрямку під оптимальним кутом до горизонту.

Для аналізу техніки метання виділяються три фази. У підготовчій фазі металник створює попередню швидкість руху снаряда та займає вигідне вихідне положення для кидка. Попередня швидкість руху снаряда під час метання легких снарядів створюється шляхом прискореного бігу. Вигідне вихідне положення для кидка металник займає наприкінці розбігу. У заключній частині розбігу на останніх кидкових кроках таз і ноги ніби обганяють снаряд, і металник наприкінці розбігу опиняється в положенні замаху.

У балістичних рухах (до яких належить метання) активність м'язів присвячена початку переміщення, потім рух іде за інерцією. Корекції формуються ще в замаху. У метаннях замахом досягається необхідне розтягнення перед балістичним рухом і напруження м'язів. Замах як елемент

метальної синергії бере участь у регуляції потужності балістичного руху. Негативним прискоренням снаряда перед кидком створюється протидійний момент сили, що у кілька разів перевищує реальну масу снаряда. Ці інерційні сили служать розтягуванню і напруженню м'язів, які потім рефлекторно скорочуються.

Особливості рухів металника наприкінці розбігу дають підстави виділити їх в особливу фазу, умовно названу «обгін снаряда». Однією з основних ознак правильної техніки метання з розбігу є збереження швидкості руху снаряда наприкінці розбігу (при «обгоні снаряда») та безперервний перехід від розбігу до кидка.

Кидок є основною фазою метання. При кидку визначаються напрямок, початкова швидкість польоту, кут вильоту і дальність польоту снаряда. Основні м'язові групи, що у фінальному зусиллі, входять у роботу послідовно, причому перед скороченням м'язи попередньо розтягуються. Так, під час послідовного включення в активні рухи ланок руки, що метає, починаючи з проксимальної (плеча, передпліччя, кисті, пальців), завдяки інерції відбуваються відставання дистальних ланок, пасивні рухи в суглобах, які спричиняють розтягування тих м'язів, які наступної миті повинні почати скорочення. Останніми включаються в роботу м'язи дистальних ланок – кисті руки, що метає, і стопи різноіменної ноги. Закінчується робота всіх м'язів одночасно – у момент випуску снаряда. Добра техніка кидка характеризується великою амплітудою і швидкістю рухів, що різко зростає, оптимальним кутом вильоту снаряда. У заключній фазі метання після випуску снаряда металник повинен погасити швидкість власного руху.

Віковий розвиток природних навичок метання відбувається шляхом поступового оволодіння рухами в кінематичному ланцюзі від проксимальних ланок тіла до дистальних. Так, діти 9-10 років неякісно виконують кидки з розгону. Зупинка перед кидком зумовлена тим, що вони не можуть екстраполювати подальшу дію, а також перепрограмувати її за короткий проміжок часу. Метання виконується в основному за рахунок зусиль великих (проксимальних) ланок при жорсткій фіксації дистальних ланок тіла. У дітей проявляється здатність врівноважувати ланки тіла у просторі по відношенню до опори. При збільшенні маси і обсягу метального снаряда спостерігаються більш значні компенсаторні переміщення тіла і зайва їх фіксація, що вказує на виконання непосильної для цього віку завдання.

У 11-12-річних дітей спостерігаються деякі взаємозв'язки між елементами структури, проявляється тенденція до «хлистоподібного» способу розгону снаряда. Структура рухів не відображає поступового

наростання балістичної хвилі зусиль, метання виконується без активної участі великих ланок тіла.

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

Для 15-16-річних підлітків характерне незначне поліпшення всіх показників структури рухів у метанні, тобто зниження темпу прогресивних перебудов у системі управління рухами загалом. У більшості підлітків спостерігається наростання балістичної хвилі імпульсу сили від проксимальних ланок тіла до дистальних, чітко проявляється «хлистоподібний» спосіб розгону ланок тіла.

Найбільше зростання прогресивних перебудов у системі рухів кидка при природному розвитку спостерігається у віці від 11-12 до 13-14 років. Найчастіше це залежить від індивідуальних рухових здібностей дітей.

2.5. Штовхання ядра

Для виконання штовхання ядра з місця, стоячи боком до напрямку поштовху, займається таке вихідне положення, при якому ядро розташовують на основі другого, третього, четвертого пальців і тримають на рівні надключичної ямки, відводять лікоть вниз і в бік. Ліва рука знаходиться спереду та вгорі, права нога розташовується на всій стопі. Випрямлена в колінному суглобі ліва нога розташована перед правою, стопи розгорнуті вправо, маса тіла переноситься на зігнуту праву ногу. Різким розгинанням у колінному суглобі правої ноги та випрямленням тулуба з поворотом його біля лівого плеча ядро виштовхується вперед-вгору. Виконавши поштовх, учень продовжує рухатися вгору-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 вбік і швидко наближають її до зігнутої правої ноги.

Тулуб нахиляють у бік стрибка, напівзігнуту в ліктьовому суглобі ліву руку опускають униз.

Фаза стартового розгону починається з вихідного положення, якому передують вищеописані підготовчі рухи, що дозволяють ефективно виконати стартовий розгін за рахунок використання сили м'язів правої ноги та маху лівою ногою. За такого положення проєкція ЗЦМ тіла проходить через передню частину правої стопи (рис. 2.5.1). На початку руху проєкція ЗЦМ тіла переміщається від передньої частини стопи до п'яти за рахунок відштовхування правою ногою від опори, а також махового руху лівої ноги.



Рис. 2.5.1. Початкове положення (групування) на початку стартового розгону. Середні величини кутів у суглобах: а – правий колінний суглоб – $108 \pm 11,9$; б – правий тазостегновий суглоб – $109 \pm 24,8$; в – лівий колінний суглоб – $80 \pm 10,9$; з – правий ліктьовий суглоб – $65 \pm 7,1$

Динаміка вертикальної та горизонтальної складових сили тиску правої ноги на опору характеризується поступовим наростанням їх величин та подальшим зниженням. Величина вертикальної складової сили майже в 2 рази перевищує масу штовхача ядра і знаходиться у прямій залежності від неї. У добре підготовлених штовхачів спостерігається більш рівномірний приріст вертикальної та горизонтальної складових сил тиску правої ноги на опору та швидше їх падіння (рис. 2.5.2). Для новачків характерна хвилеподібна зміна сили тиску, що свідчить про асинхронну роботу ніг.

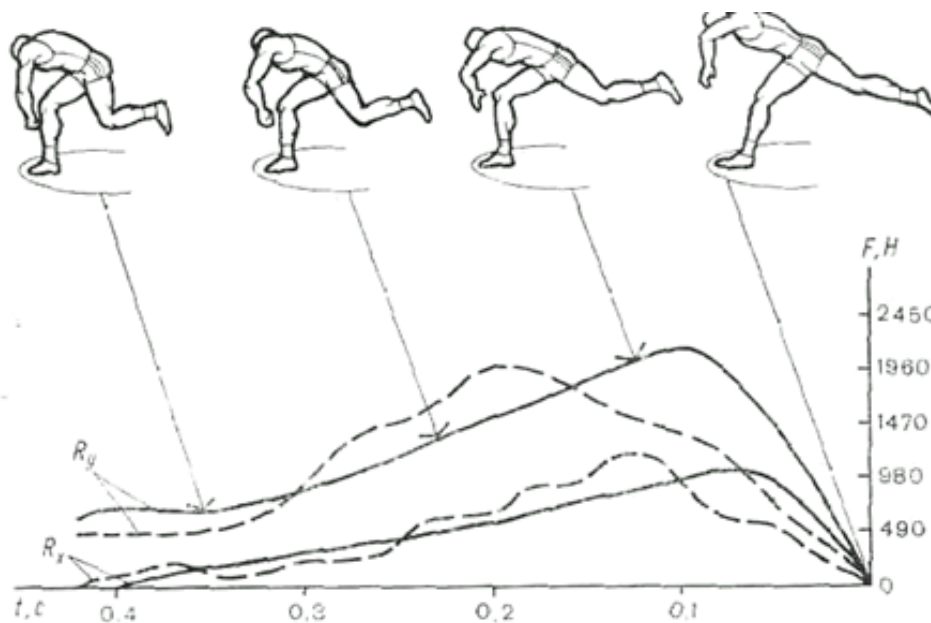


Рис. 2.5.2. Динамограми вертикальної R_y та горизонтальної R_x складових сили дії правої ноги на опору у фазі стартового розгону: суцільна лінія – у спортсмена високої кваліфікації, пунктирна – низької кваліфікації

Фаза стартового розгону закінчується в момент відштовхування правої ноги від опори і супроводжується перекатом-стопи через п'яту або відштовхуванням із носка.

Після відриву правої ноги від опори починається безопорна фаза (стрибок), яка характеризується швидким згинанням ноги в колінному суглобі та розгинанням її перед постановкою на опору, що дає можливість почати активний тиск на опору відразу з моменту постановки ноги. За 40-70 мс до торкання ногою опори виникає електрична активність литкового та прямого м'язів стегна.

Фаза фінального розгону починається з постановки правої ноги на опору. Відстань між ногами не перевищує 1 м, що дозволяє проявити силові можливості ніг за рахунок їхнього великого згинання та тривалого розгинання.

Стопа правої ноги в момент торкання опори розгорнуто на $45-90^\circ$ до напрямку вильоту ядра. Це з величиною повороту таза навколо фронтальної осі, що викликає компенсаторний поворот пояса верхніх кінцівок в протилежний бік і сприяє попередньому розтягуванню м'язів тулуба до постановки правої ноги на опору. Активність прямого м'яза стегна зменшується або зникає повністю на момент початку розгинання ноги в колінному суглобі. До того моменту максимальної активності досягає її антагоніст – двоголовий м'яз стегна.

Динамограми вертикальної та горизонтальної складових сили тиску правої ноги на опору, являють собою хвилеподібні криві зі значними відмінностями у величинах сил та часу їх прояву у штовхачів ядра з різною технічною підготовленістю (рис. 2.5.3).

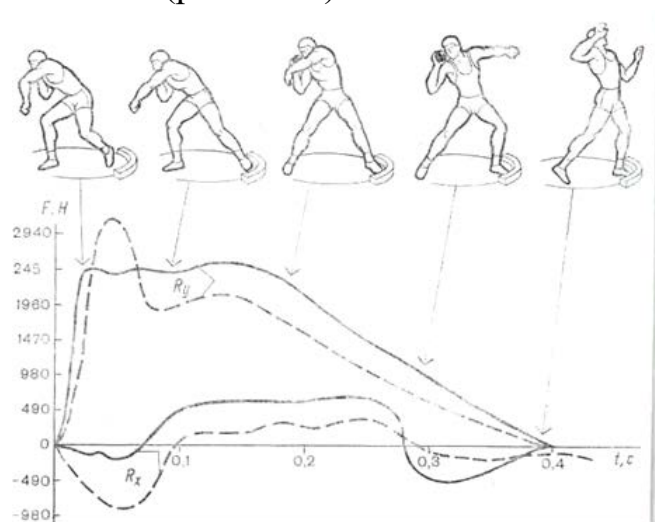


Рис. 2.5.3. Динамограми вертикальної R_y та горизонтальної R_x складових сили дії правої ноги на опору у фазі фінального розгону: суцільна лінія – у спортсмена високої кваліфікації, пунктирна – низької кваліфікації

Вертикальна складова сили зі зростанням 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 515 ± 15 мс до моменту вильоту ядра. Кут у колінному суглобі при відриві ноги від опори дорівнює $160,3 \pm 8,1$.

Динамограми сили тиску лівої ноги на опору також характеризуються певною складністю (рис. 2.5.4). Горизонтальна складова сили спрямована у бік штовхання та гальмує його рух. Дія лівої ноги має стопорний характер і сприяє підйому ЗЦМ тіла та ядра вгору. Після торкання лівою ногою опори відбувається її згинання в колінному суглобі до $120 \pm 16,2$.

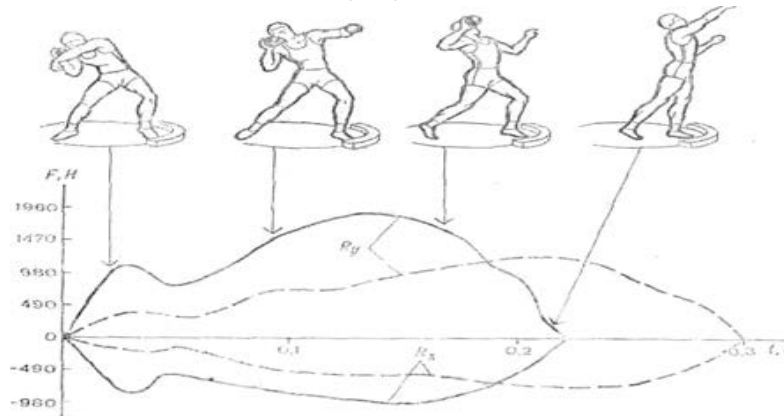


Рис. 2.5.4. Динамограми вертикальної R_y та горизонтальної R_x складових сили дії лівої ноги на опору у фазі фінального розгону: суцільна лінія – у спортсмена високої кваліфікації, пунктирна – низької кваліфікації

Характер розгону ядра залежить від узгоджених дій обох ніг. Права нога спочатку прискорює рух усієї системи штовхач-снаряд, а потім спільно з лівою ногою гальмує рух ланок тіла знизу-вгору, що зрештою збільшує швидкість вищих ланок тіла і ядра (рис. 2.5.5).



Рис. 2.5.5. Схема руху ланок тіла у фазі фінального розгону.
1, 2, 3, 4 – траєкторії окремих ланок

Велике значення у фінальному розгоні має рух тулуба, який починається з повороту тазу щодо поздовжньої осі тіла. При повороті тазу відбувається розгинання в кульшових суглобах ніг. М'язи-згиначі тулуба розтягуються, таз рухається вперед, випереджаючи пояс верхніх кінцівок. Розгинання у правому кульшовому суглобі відбувається за $92,7 \pm 18,7$ мс до моменту вильоту ядра і становить близько $175-220^\circ$, а зміна кута між фронтальними осями плечей та тазу досягає $20-25^\circ$ (рис. 2.5.6).

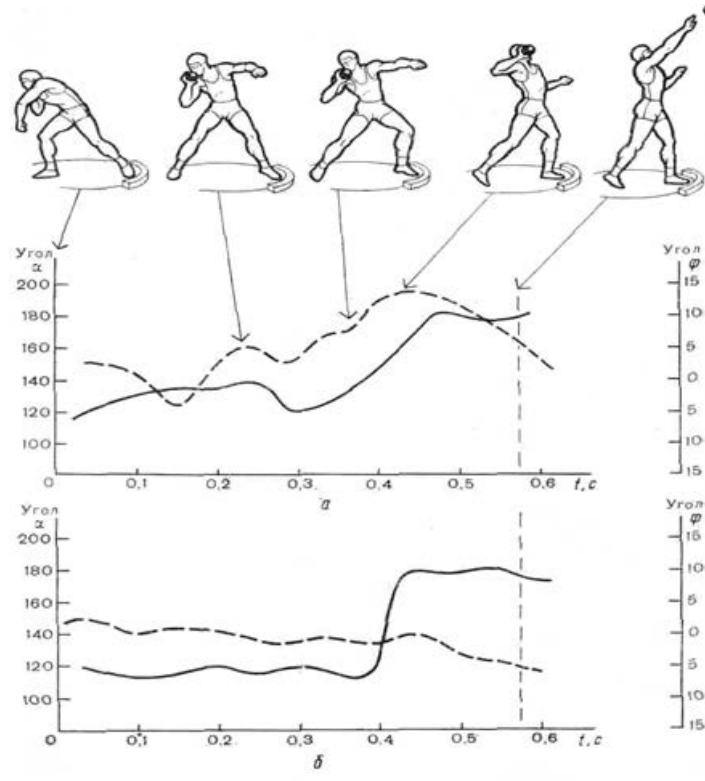


Рис. 2.5.6. Гоніограмми зміни кутів: α° в правому тазостегновому суглобі – суцільна лінія; кута φ° між фронтальними осями плечей та тазу у фазі фінального розгону – пунктирна; а – спортсмен високої кваліфікації, б – спортсмен низької кваліфікації. Вертикальна пунктирна лінія відповідає моменту вильоту ядра.

Фаза фінального розгону закінчується виштовхуванням ядра. Рух та швидкість робочої ланки при цьому є результатом суми рухів та швидкості окремих ланок тіла. Швидкість кисті та ядра при штовханні дорівнює сумі швидкостей плечового суглоба та розгинача руки. Для досягнення максимальної швидкості робочої ланки необхідне певне поєднання у часі рухів окремих ланок тіла.

На ядро діють дві сили – G та F_r (рис. 2.5.7). Їх рівнодійна – це прискорювальна сила $F_{уск}$. Їй рівна і протилежна за напрямом сила інерції $F_{ін}$.

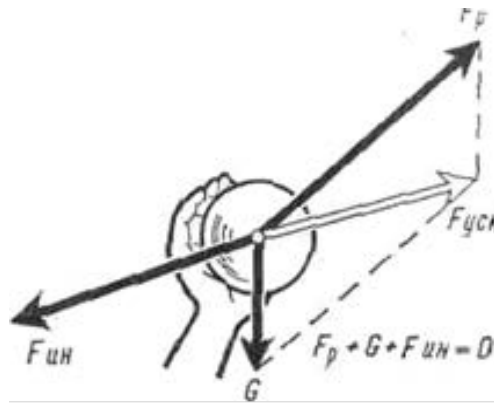


Рис. 2.5.7. Сили, що діють на ядро

Дальність польоту тіл, кинутих під кутом до горизонту, залежить від початкової швидкості, кута та висоти вильоту. Дальність польоту ядра пропорційна квадрату його початкової швидкості. Початкова швидкість вильоту ядра залежить від довжини шляху переміщення руки, тривалості виконання руху, і навіть сили м'язів і тяжкості ядра. Оптимальний кут вильоту ядра становить близько 45° . Зі збільшенням висоти вильоту ядра збільшується дальність його польоту.

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

Процес передачі швидкості снаряду відбувається в три етапи. На першому етапі передається швидкість всій системі штовхач-снаряд; на другому – передача швидкості ядру здійснюється за рахунок роботи м'язів тулуба та передачею набраного на першому етапі кількості руху верхнім ланкам тіла від нижніх, для чого швидкість руху останніх гальмується; на третьому всі зусилля спрямовано на передачу швидкості снаряду.

Отже, швидкість вильоту ядра максимальна у разі, якщо після попереднього прискорення всієї системи «метальник-снаряд» відбувається послідовне гальмування сегментів тіла знизу-вгору. Динаміка швидкості ядра в руці метальника та її величину 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. Зі зростанням технічної підготовленості збільшуються абсолютні максимальні швидкості ланок тіла штовхача: розгинання рук при поштовху триває 90-140 мс, кут у ліктьовому суглобі змінюється на $80-140^\circ$.

2.6. Стрибки в довжину

У стрибку в довжину розрізняють періоди розбігу, відштовхування, польоту (власне стрибка) та амортизацію після приземлення. У періоді розбігу швидкість бігу нарастає доти, доки дія гальмівних сил буде менше дії рушійних сил.

Довжина розбігу зазвичай становить 12-24 бігові кроки (20-50 м) і залежить від підготовленості стрибуну. Техніка розбігу у початковій частині нагадує біг зі старту, але з дещо меншою інтенсивністю. Вона характеризується значним нахилом тулуба вперед – на 35-60°, енергійними рухами рук, високим підніманням стегон і енергійною постановкою ніг, рухом, що загібає, на передню частину стопи. У середній частині розбігу нахил тулуба поступово зменшується (5-10°).

Внутрішньокрокова ритміка розбігу має свої закономірності, які виявляються в наростанні темпу від початку до кінця розбігу та в різкому зменшенні часу передштовхувального кроку. У школярів 17-18 років спостерігається тенденція до збільшення темпу розбігу від початку до його кінця, але час бігових кроків відрізняється різкими коливаннями у різних кроках розбігу. Внутрішньокрокова ритміка найбільш властива 11-12-річним школярам, швидкість розбігу яких досягає 6 м/с.

Характерною особливістю техніки розбігу стрибунів є збільшення часу контакту з опорою у передштовхувальному кроці та різке зменшення часу польоту. Зменшення часу польотного інтервалу передпоштовхового кроку створює передумови виконання швидкої постановки ноги на брусок і активного відштовхування.

Останні 4-2 кроки розбігу спрямовані на підготовку до відштовхування шляхом подовження кроків, посилення відштовхування майбутньої штовхової ноги та укорочення останнього кроку (табл. 3).

Таблиця 3

Просторово-часові характеристики руху ЗЦМ тіла в останньому кроці розбігу у стрибунів високої кваліфікації*

Характеристики	Опора лівою ногою	Політ	Опора правою ногою
Час, с	0,120	0,115	0,148
Поздовжнє переміщення, м	0,956	0,898	1,064
Вертикальне переміщення, м	-0,044	0,666	0,271
Поздовжня швидкість, м/с	7,967	7,808	7,598
Вертикальна швидкість, м/с 0,120	-0,367	0,550	1,831

* Негативний знак вказує на рух униз.

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

Одним із основних елементів техніки стрибка в довжину є відштовхування. Ефективне відштовхування дозволяє змінювати напрямок руху ЗЦМ тіла на певний кут (в межах $20-22^\circ$) зі збереженням початкової швидкості польоту, близької до кінцевої швидкості розбігу. Зміна напрямку на великій швидкості за короткого часу опори вимагає від стрибун прояву при відштовхуванні великих зусиль. Стопа фіксується на опорі нерухомо. На неї, як на опорну ланку з боку гомілки та стегна, діє тиск прискорюваних ланок тіла. Через стопу тиск передається на опору, протидією йому є реакція опори.

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

Кут у колінному суглобі на початку періоду опори протягом перших 0,019 с практично не змінюється. Ударні навантаження пом'якшуються внаслідок амортизаційної дії стопи. Це відбувається під час поступального перекочування стопи з п'яти на всю її площину.

Величини суглобових кутів опорної ноги при постановці ноги в суглобі стопи дорівнюють 108° , в колінному – 150° . При відриві від опори – відповідно 134 і 160° . Основне зниження поздовжньої швидкості ЗЦМ тіла відбувається під час відштовхування, а не під час опори махової ноги. Стрибок приходить на махову ногу і опускається вниз майже до закінчення опорного часу – вертикальна складова швидкості ЗЦМ тіла негативна. У той самий час поздовжня складова швидкості знижується від 9,38 до 8,98 м/с, потім при відштовхуванні збільшується до 9,23 м/с. Таким чином, підсідання на маховій нозі не призводить до суттєвих втрат поздовжньої складової швидкості при розбігу.

Поштовхова нога ставиться на опору із зігнутим колінним суглобом. Кут у колінному суглобі зменшується, а в суглобі стопи – збільшується, тобто відбувається поступливе опускання стопи на опору – перекаат із п'яти на всю підошву. Поступливий перекаат стопи є амортизаційним механізмом поряд зі згинанням коліна.

Поздовжня складова швидкості на початку опорного періоду дорівнює 9,03 м/с, а її зменшення триває протягом перших двох третин опорного часу. На початку опори ЗЦМ тіла опускається вниз (вертикальна складова швидкості негативна) до моменту досягнення максимуму ударного піку прискорення та опорної реакції. Потім зі зменшенням поздовжньої складової швидкості вертикальна складова стає позитивною і ЗЦМ тіла піднімається аж до моменту вильоту. В останній третині опорного періоду (при випрямленні ноги) поздовжня складова швидкості також збільшується. У момент вильоту величини вертикальної та поздовжньої складових дорівнюють відповідно 3,15 і 7,60 м/с.

Ефективність відштовхування характеризується здатністю змінювати горизонтальний напрямок руху стрибун вперед-вгору під кутом 18-22°. Тулуб у цей момент вертикально або відхилено назад на 3-5°. Під впливом сил інерції тіла поштовхова нога та частково тулуб згинаються. Як тільки опір розтягнутих м'язів починає перевищувати величину сил інерції тіла, вони починають скорочуватися, випрямляючи поштовхову ногу і тулуб. Внаслідок цього стрибун змінює горизонтальний напрямок руху і починає рухатися вперед-вгору. Махові рухи руками та маховою ногою сприяють збереженню рівноваги, зміщують ЗЦМ тіла, надають йому прискорення у напрямку маху та підвищують ефективність випрямлення поштовхової ноги. Відштовхування зумовлює підвищення вертикальної швидкості та зменшення горизонтальної. Кінетична енергія тіла стрибун, витрачена на підйом вгору-вперед, перетворюється на потенційну.

Найбільші опорні зусилля розвиваються в момент постановки ноги на планку і можуть досягти значних величин. З цим моментом повинні збігатися максимуми прискорень рук та переносної ноги. У відштовхуванні стрибун змінює напрямок руху, створюючи кут вильоту 18-24°, що забезпечує необхідну висоту стрибка – 50-60 см.

Зростання зміни абсолютних величин вертикальних складових зусиль відбувається 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 часових показників при опорі (тривалість опори, тривалість фази амортизації та відштовхування) різні. У віці 13-14 років виявляється деяке збільшення часу під час опори, головним чином рахунок збільшення тривалості фази амортизації. До 17-18 років тривалість відштовхування зменшується.

Найбільші зміни кутових значень при постановці ноги на планку і відштовхуванні відзначаються у віці 15-18 років – 72°, причому максимальні

значення спостерігаються у віці 17-18 років – 78° . Величина кута при згинанні ноги у момент вертикалі збільшується у 13-14-річному віці, а до 17-18 років поступово зменшується. Найбільшу участь у цьому беруть прямий і двоголовий м'язи стегна, передня великогомілкова і внутрішня головка литкового м'яза. Період польоту триває з відриву від опори толчкової ноги до приземлення. Стрибок виконує рухи, що сприяють більш далекому приземленню. Рухи у польоті сприяють збереженню рівноваги та створюють умови для виконання ефективного приземлення. У стрибку способом «зігнувши ноги» стрибун пролітає в положенні кроку половину траєкторії, потім, опускаючи руки і трохи нахилиючи тулуб вперед, підтягує ногу до махової, приймаючи положення групування.

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



Рис. 2.6.1. Сили, що діють при перекаці стрибуну у довжину

амортизації є погашення швидкості тіла, повідомлення тілу протилежно спрямованого імпульсу сили. Ефективність приземлення характеризується дальністю винесення ніг стрибуну за проєкцію ЗЦМ тіла до 80 см. Приймавши в польоті положення групування, стрибун продовжує опускати руки, виставляє гомілки вперед, випрямляє ноги. Після торкання п'ятами опори ноги згинаються у колінних суглобах, а таз переміщується до п'ят. У момент приземлення діють сила F_d і опорна реакція R , що унеможливають падіння стрибуну назад, і сила F_a , що уповільнює просування ЗЦМ тіла вперед і вниз (рис. 2.6.1). Закінчується приземлення виходом із місця приземлення чи падінням вперед-убік.

2.7. Стрибки у висоту

У стрибках у висоту розрізняють фази розбігу, відштовхування, польоту та амортизації після приземлення. У фазі розбігу створюються необхідна швидкість на момент відштовхування і оптимальні умови для опорної взаємодії.

Розбіг здійснюється 7-9 біговими кроками. На місце відштовхування ногу ставлять стопорним рухом, завдяки чому зменшується горизонтальна швидкість і збільшується вертикальна, що дає змогу зайняти вихідне положення за оптимально зігнутої поштовхової ноги. Розбіг виконується під кутом $30-45^\circ$ при виконанні стрибка способом «перекрокування» і по прямій, під кутом до планки $30-40^\circ$ при «перекидному» способі стрибка. Залежно від 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 нахилено вперед, 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 переважно за рахунок зменшення кута в колінному суглобі. Кут нахилу тулуба щодо горизонталі збільшується з $57-68^\circ$ в третьому кроці до $74-88^\circ$ в останньому і з $60-71^\circ$ до $99-116^\circ$ в момент відриву від опори. Такі зміни кутів вказують на збільшення швидкості стрибун під час опорних фаз останніх трьох кроків. Зниження ЗЦМ тіла може бути більшим, якщо ставити махову ногу в останньому кроці на 15-20 см убік, проте це призводить до значного зниження швидкості розбігу.

Темп розбігу наростає останніх 3-4 кроках. Темп виконання третього (від відштовхування) кроку дорівнює 3,10-4,08 кроку/сек, а останнього – 3,70-4,50 кроку/сек. Тривалість опорних фаз в останніх кроках більша, ніж тривалість польотних фаз. Максимальна швидкість розбігу досягається до кінця передостаннього кроку і становить в середньому 7-7,6 м/с. Але на момент постановки поштовхової ноги вона знижується на 10 % і більше, що обумовлено зменшенням довжини останнього кроку. Для виконання маху стрибун, як правило, застосовують одночасну роботу рук.

Фаза відштовхування складається з амортизації та випрямлення ноги. Відштовхування є складним механізмом рухів у зв'язку з його короткочасністю, швидко змінним силовим полем в період ударної взаємодії і максимальними м'язовими напруженнями. При амортизації горизонтальна швидкість ЗЦМ тіла знижується. Випрямлення поштовхової ноги та махові рухи створюють прискорення ланок тіла вгору і вперед. Сила інерції, що виникає при цьому, разом з силою тяжіння зумовлюють силу дії на опору і

викликають відповідну реакцію опори. Зусилля спрямовані на забезпечення найбільшої вертикальної швидкості (рис. 2.7.1).

Значний вплив на кінцеву швидкість вильоту ЗЦМ тіла роблять рухи при амортизації. Ефективність передачі зусиль у ланках опорно-рухового апарату стрибун багато в чому залежить від координації рухів при відштовхуванні, кінетичній енергії верхніх кінцівок, під час взаємодії з опорою та біомеханічних властивостей опорно-рухового апарату.

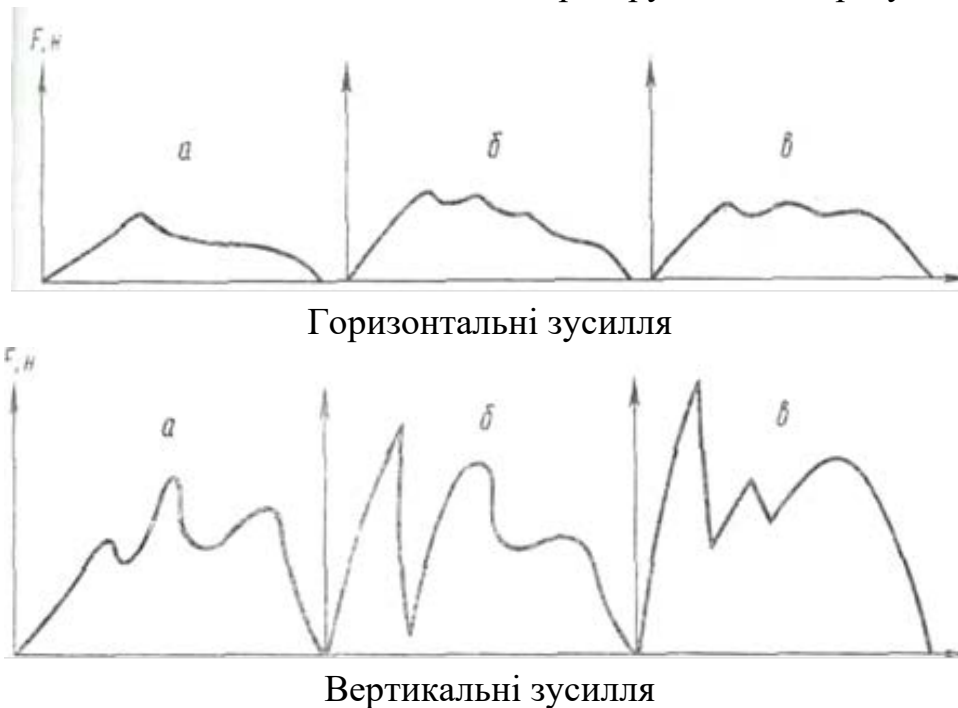


Рис. 2.7.1. Характерні динамограми при різних варіантах відштовхування у стрибках у висоту

Рациональне розташування ланок тіла в момент постановки ноги, узгодженість згинання та розгинання у суглобах у сагітальній площині істотно позначаються на виконанні відштовхування. У кульшовому суглобі відбувається спочатку невелике згинання, а потім розгинання. У колінному суглобі (як і в гомілковостопному) спочатку відбувається розгинання, потім згинання і знову розгинання. Стрибуни повинні прагнути до мінімального згинання в кульшовому суглобі під час відштовхування, оскільки просування таза вперед-вгору без зупинки створює сприятливі передумови для махового руху. Зі збільшенням висоти стрибка кут згинання в колінному суглобі зменшується. Кут максимального згинання в колінному суглобі на момент закінчення амортизації становить від 125 до 165°.

Ефективність відштовхування визначається імпульсом сили, який дорівнює добутку середньої сили взаємодії з опорою на час цієї взаємодії. Збільшення імпульсу перспективніше з допомогою сили, оскільки шлях докладання зусиль таки обмежений. При постановці ноги на місце

відштовхування сила реакції опори досягає 3500-6000 Н (вертикальна складова). Приблизно таких значень досягає вертикальна складова і при амортизації. Зі зростанням підготовленості стрибунів спостерігається збільшення значень вертикальної складової на момент випрямлення ноги. При амортизації на величину сили реакції опори впливає ряд показників. По-перше, горизонтальна швидкість стрибунів в момент торкання опори поштовховою ногою, збільшення якої на 0,1 м/с призводить 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 пов'язано зі згинанням ноги поштовху.

При активному відштовхуванні зростання величини вертикальної складової сили реакції опори обумовлено створенням сили інерції з допомогою вертикального прискорення махових кінцівок. Швидкість махової ноги має максимальну величину на початку відштовхування – від 7,2 до 13,5 м/с. У мить проходу махової ноги повз поштовху 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 сягає 6,5-9,2 м/с. У мить закінчення амортизації ця швидкість зростає на 15-21%, а до кінця відштовхування зменшується порівняно з початковою швидкістю рук на 25-28% (одноіменною з маховою ногою) та на 62-73% (неодноіменною).

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

Махові рухи ногою виконуються за рахунок роботи прямого м'яза стегна разом з клубово-поперековим. Активність цих м'язів починається до встановлення поштовхової ноги на опору. Після того, як коліно поштовхової ноги проходить вертикаль, чотириголовий м'яз стегна здійснює розгинання в колінному суглобі махової ноги. При маху руками передній пучок дельтоподібного м'язу разом з великим грудним здійснюють розгін рук, а задній пучок дельтоподібного м'язу – їх активне гальмування.

Таким чином, швидкість та кут вильоту визначаються найбільш повноцінним використанням внутрішніх та зовнішніх сил, що діють на тіло стрибунів в момент поштовху. При цьому необхідна узгодженість зусиль

відштовхування та прискорень ланок махової ноги, а також послідовність включення окремих ланок ноги у виконання маху.

Висота максимального зльоту стрибун складається з трьох висот: висоти ЗЦМ тіла стрибун в момент постановки ноги на опору, висоти підйому ЗЦМ стрибун під час відштовхування та висоти зльоту ЗЦМ тіла стрибун.

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

У фазі польоту при виконанні стрибка способом «перешагування» махова нога, дещо зігнута в колінному суглобі, виноситься вгору. Поштовхова нога опускається вниз. На вершині зльоту махова нога випрямляється, тулуб нахилиється вперед, руки опущені вниз. Після проходження планки стрибун активно посилає вниз махову ногу. В цей час поштовхова нога, розвернувшись назовні, піднімається доти, доки не перетне планку. Тулуб розвертається до коліна поштовхової ноги і таз швидко проходить над планкою. Стрибок приземляється на махову ногу боком до планки, випрямляє тулуб і піднімає руки, зігнуті в ліктьових суглобах.

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

2.8. Спортивна боротьба

Спортивна боротьба включає комплекс фіксованих поз і положень тіла (стійки – права, ліва, фронтальна, висока, низька; міст; напівміст; положення лежачи; сідни; небезпечні положення), а також систему прийомів (атакувальні дії, захист, контрприйоми, зв'язка, розвороти, накриття, дотиски, випередження тощо). Боротьба ведеться у стійці та у партері.

Усі основні технічні дії умовно поділяються на класи (прийоми у стійці чи партері); підкласи (кидки, переклади, звалювання, перевороти, утримання, виходи вгору, больові прийоми, удушення); групи (дії атакувальника під час

проведення кидків, перекладів, звалювань, переворотів, больових прийомів, задушень); підгрупи (елементи прийомів).

Приймаючи різного роду стійки, перебуваючи на мосту у положенні лежачи чи сидячи, борці, зазвичай, повинні дбати про те, щоб зберегти чи змінити стан рівноваги свого тіла і тіла суперника. Тому для зайняття будь-якого фіксованого положення борець повинен забезпечити такі біомеханічні умови взаємодії свого тіла з середовищем (опорою-килимом, суперником), за яких головний вектор і головний момент (тобто геометричні суми, що діють на тіло зовнішніх сил) кожен окремо дорівнював нулю.

Як відомо, існують три види рівноваги тіл – стійке, нестійке та байдуже. Практика показує, що під час боротьби ті, хто займаються, майже ніколи не займають положення байдужої рівноваги. Найчастіше тіла перебувають у нестійкій рівновазі та досить рідко у стійкій. Все це вимагає великих м'язових зусиль та значної витрати енергетичних ресурсів організму спортсменів. Причому напруга м'язової системи борців має бути тим більшою, чим більш нестійке становище вони беруть у різних фіксованих положеннях боротьби.

Біомеханічним критерієм ступеня стійкості тіла борців є місце розташування ЗЦМ тіла. Будь-які, навіть порівняно малозначні зміни пози або положення тіла борця призводять до зміни розташування його ЗЦМ щодо опори. Найбільш стійке становище борець може зайняти у випадках, коли ЗЦМ його тіла перебуватиме найближче до опори. Так, ЗЦМ тіла борця займе положення максимально (для стійки) наближене до опори, якщо він прийме низьку стійку, зігне ноги в кульшових та колінних суглобах, нахилить тулуб вперед, не підніматиме руки.

Розташування ЗЦМ, проте, в повному обсязі визначає ступінь стійкості тіла борця. Так само важливим критерієм стійкості є величина площі опори тіла. Під площею опори тіла розуміють частину площі поверхні килима, яка знаходиться між крайніми точками опори тіла борця. Ступінь стійкості тіла борця прямо пропорційна площі опори його тіла. Отже, борець повинен прагнути до збільшення площі опори та зниження висоти розташування над нею ЗЦМ.

Наступним критерієм стійкості є так звана лінія тяжіння тіла спортсмена (перпендикуляр, опущений з ЗЦМ). Для збереження рівноваги тіла спортсмена необхідно, щоб лінія тяжіння проходила через площу опори. В іншому випадку борець втратить рівновагу. Чим ближче до центру площі опори проходить лінія тяжіння, тим стійкіше тіло борця.

Для більш об'єктивної оцінки ступеня стійкості необхідно враховувати також величину кута стійкості тіла (кут, укладений між лінією дії сили

тяжіння і похилою лінією, проведеної з ЗЦМ до будь-якої точки межі площі опори). Величина кута стійкості залежить не тільки від величини площі опори тіла борця, а й від висоти розташування ЗЦМ над площею опори. Так, при одній і тій же площі опори кут стійкості тіла борця буде більшим (меншим), чим ближче (далі) від площі опори розташовується ЗЦМ. Приймаючи ту чи іншу стійку чи фіксоване становище, борець повинен регулювати величину кутів стійкості свого тіла. Швидкість зміни кутів стійкості залежить від конкретних умов вирішення рухових завдань і дозволяє досвідченому спортсмену своєчасно прийняти найбільш стійке положення по відношенню до килима, тіла суперника і тим самим забезпечити проведення прийому.

Дати інтегральну оцінку ступеня стійкості борця, який набув конкретної пози, допомагає визначення так званого моменту стійкості його тіла. Момент стійкості дорівнює добутку сили тяжіння тіла на плече її застосування в області площі опори. Він визначається добутком маси тіла борця на величину перпендикуляра, проведеного від межі площі опори до лінії тяжіння і залежить від двох величин: маси борця та величини площі опори на ділянці, що вимірюється. У зв'язку з тим, що площа опори тіла борця рідко приймає обриси фігури правильної форми і, природно, лінія тяжіння майже ніколи не перетинає її по центру, момент стійкості одного й того ж спортсмена, що знаходиться в одній і тій же позі або положенні, не може бути однаковим у всіх напрямках простору. Чим більший момент стійкості тіла борця, тим більший його ступінь стійкості у вибраному напрямку.

Критерієм стійкості тіла борця може бути ступінь розвитку його скелетної мускулатури, завдяки якій він довільно управляє взаємною рухливістю окремих частин, отже, і жорсткістю всього свого тіла. Регулюючи відносну рухливість сегментів свого тіла, можна значно впливати на ступінь стійкості займаної ним пози або положення.

Все тіло борця та окремі його сегменти знаходяться не тільки під дією сили тяжіння борця, але й сили Q (або системи сил), що утворює так званий момент сили (моменти сил). Якщо сила Q (сила суперника, що прагне вивести борця з рівноваги) діє на все тіло спортсмена, то вона утворює так званий перекидальний момент M_{opr} (момент сили щодо осі можливого обертання).

Для збереження рівноваги борцю необхідно, щоб відповідний момент його стійкості $M_{уст}$ був більший за перекидальний момент. Цього можна досягти, прийнявши відповідну позу, збільшивши площу опори, наблизивши до неї ЗЦМ свого тіла, скоротивши великі групи м'язів (рис. 2.8.1).

Відношення моменту стійкості до перекидального моменту називається коефіцієнтом стійкості до:

$$M = \frac{M_{уст}}{M_{опр.}}$$

При $k > 1$ тіло зберігає рівновагу; $k = 1$ – приймає крайнє положення рівноваги; $k < 1$ втрачає рівновагу.

Аналогічно розглядається і рівновага сегментів тіла борця. У будь-якій стійкій сегменти його тіла займають таке положення один до одного, що сили їх тяжіння утворюють моменти обертання щодо відповідних суглобів. Для збереження рівноваги тій чи іншій частині тіла спортсмен змушений врівноважити ці моменти відповідними моментами сили м'язової тяги. З механічної точки зору тверді сегменти тіла спортсмена можна подати у вигляді кісткових важелів. Отже, і умови їхньої рівноваги можуть розглядатися як рівновага важелів, на плечі яких діють м'язові сили та сили тяжіння. Зайнявши найбільш вигідне положення плечей того чи іншого кісткового важеля, борець може зберегти рівновагу свого тіла чи окремого його сегмента, а й отримати виграш у силі чи швидкості руху.

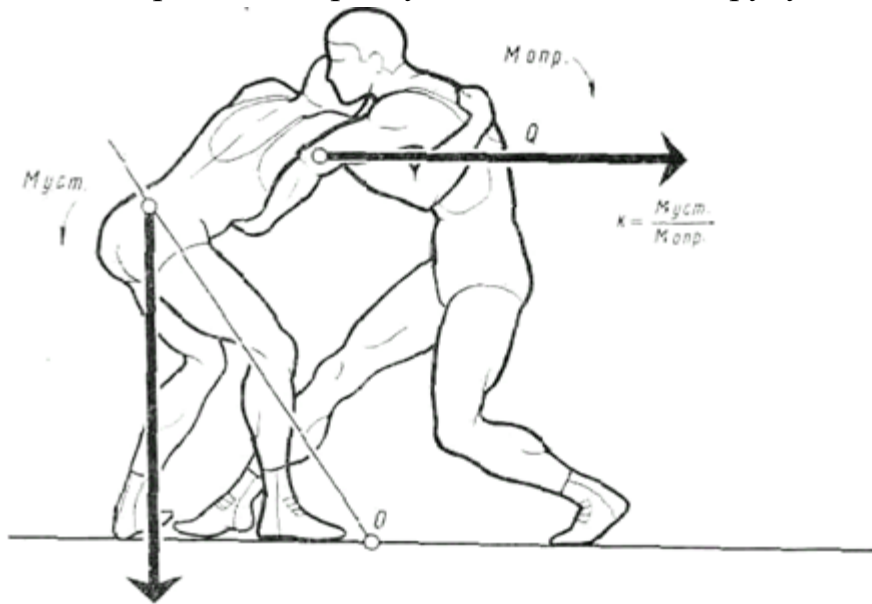


Рис. 2.8.1. Статична та динамічна стійкість системи тіл

При виконанні борцем рухів без зміни місця на килимі ЗЦМ може переміщатися по горизонтальній площині (паралельно площині килима) і по вертикальній осі (вгору-вниз). У першому випадку одночасно переміщується проєкція ЗЦМ на площу опори борця, що створює загрозу втрати рівноваги тіла. Щоб уникнути цього, борець змушений здійснювати так звані компенсаторні рухи, тобто додаткові чи супутні основному руху переміщення, створені задля збереження рівноваги його тіла. Зазвичай вони

виконуються борцями при малій площі опори, утриманні суперника, захисних діях, відриві суперника від килима та інших випадках. Часто ці рухи вимагають від борців значної напруги багатьох груп м'язів.

В основі механіки компенсаторних рухів лежать закономірності прояви дії третього закону динаміки, відповідно до якого при взаємодії тіла борця з опорою-килимом, з тілом суперника і всередині самого тіла суперника між масами окремих його частин дія сили завжди викликає однакову за величиною і протилежну за напрямом протидію. Компенсаторні рухи створюють своєрідний баланс сил взаємодії (дії та протидії), завдяки якому ЗЦМ тіла борця не виходить за межі його площі опори, і спортсмену вдається зберегти рівновагу. Характерно, що під час виконання компенсаторних рухів найбільше навантаження припадає на ті суглоби і групи м'язів спортсмена, які в даному конкретному випадку найближче розташовані до опори. Наприклад, при боротьбі у стійці найбільше навантаження буде на суглоби стопи і колінний суглоб (природно і м'язи стопи, гомілки і стегна).

Тиск на опору дорівнює масі тіла борця, якщо він знаходиться у будь-якій стійці у відносно нерухомому положенні. Коли спортсмен починає різко переміщати ЗЦМ свого тіла вниз, рухаючись із прискоренням, наприклад, при проведенні атакуючих дій, сили інерції мас окремих ланок його тіла будуть спрямовані убік-нагору. У цьому випадку тиск тіла борця на опору буде меншим, ніж його маса (на величину, що відповідає силі інерції ланок тіла).

Протилежну дію на опору надає борець, переміщуючи ЗЦМ тіла вгору, наприклад, при прискореному розгинанні колінних, кульшових та інших суглобів під час різкого вставання, підстрибування вгору, підняття суперника під час кидків тощо. У таких умовах тиск його тіла на опору дорівнює масі тіла плюс сила інерції частин тіла, спрямована знову ж таки у бік, протилежний руху всього тіла. При рівномірному русі ЗЦМ вертикальної осі тиск спортсмена на опору дорівнює масі його тіла. Однак практично рівномірний рух ЗЦМ спортсменів у боротьбі не трапляється. Перевірити ці біомеханічні закономірності можна на звичайних медичних терезах: у положенні стоячи ваги показуватимуть масу борця; під час різкого вставання маса борця збільшиться.

Виконуючи технічні дії, пов'язані з активними широкоамплітудними переміщеннями всього свого тіла та тіла суперника в просторі, кожен борець повинен керуватися певними біомеханічними закономірностями, що дозволяють йому найефективніше використовувати свої індивідуальні можливості та багато зовнішніх факторів. До останніх належать передусім зовнішні щодо тіла спортсмена сили (сили тяжіння, реакція опори, інерції,

опору суперника та інших). Активна боротьба можлива тільки в тому випадку, якщо спортсмен може за допомогою своїх внутрішніх цілей (сили власних м'язів) активно долати 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).

Досконало використовувати сили інерції – означає домогтися великої переваги у боротьбі під час проведення різних кидків, обманних рухів, перекладів, збивань. Ефективно провести кидок суперника рівного за масою можна лише, використовуючи інерцію руху його тіла. Надавши тілу суперника велике початкове прискорення, спортсмен надалі забезпечує його рух уже за інерцією, коригуючи напрямки руху. В обманних рухах переходу спортсмен хибним рухом викликає відповідну дію суперника, який приводить усю масу свого тіла в рух у певному напрямку. У цей момент його тіло вже набрало велику швидкість, для зміни напрямку руху буде потрібно багато часу і часто надмірні (іноді недоступні спортсмену) зусилля. Швидким і спритним рухом, правильним вибором місця застосування до тіла суперника своїх власних сил атакувальник ще більш підвищує швидкість вже некерованого руху ошуканого суперника, ніж виводить останнього з рівноваги.

Іноді інерцію руху суперника атакуючий борець вигідно використовує при боротьбі в стійці, при виконанні різноманітних підсікань, зачепів, обвивів тощо. Тулуб борця продовжує при цьому рухатися за інерцією, виконувати компенсаторні рухи атакувальник не може, внаслідок чого втрачає рівновагу.

Кількісний зв'язок між прикладеними до тіла спортсмена силами та зміною його рухів визначається другим законом динаміки, згідно з яким зміна руху (прискорення a) прямо пропорційно докладеній силі F і обернено пропорційно F до маси тіла m :

$$a = \frac{F}{m}.$$

Таким чином, борець для створення прискорення руху свого тіла чи тіла суперника має розвинути більшу силу. Однак кінцевий ефект руху залежатиме також від маси тіла, до якого прикладена сила спортсмена.

2.9. Баскетбол

Техніка виконання пересування. Пересування виконуються з різних стійок із застосуванням ходьби, бігу, стрибків, зупинок та поворотів (схема 2).

Схема 2.



Стійки. Виконання прийомів у баскетболі здійснюється з найбільш зручного, стійкого положення – стійки. Займаючи її, баскетболіст ставить ступні ніг паралельно ширині плечей, однієї лінії чи виставляючи одну ногу вперед, ноги зігнуті в колінних суглобах, тулуб трохи нахилено, вага тіла розподілена на обидві ноги, руки зігнуті в ліктьових суглобах перед грудьми. М'яч тримають широко розставленими пальцями без дотику з долонною поверхнею кисті.

Стійка при грі у захисті відрізняється від стійки при грі у нападі переважно положенням рук та ніг. При далекому розташуванні від нападника руки захисника вільні, зігнуті у ліктьових суглобах. При зближенні з нападником, що готується до лову м'яча, захисник піднімає перед ним обидві руки вперед-вгору. Якщо нападник володіє м'ячем і ще не перейшов на ведення, захисник одну руку направляє до м'яча, а другу опускає вниз, у бік можливого проходу. Якщо нападник використовував ведення, то обидві руки прямують у бік м'яча. Положення ніг захисника також змінюється в залежності від ігрових ситуацій. Під час опіки гравця, що знаходиться зліва або праворуч від щита, захисник виставляє вперед ногу, яка може перешкодити проходу вздовж бічної та лицьової ліній. Під час опіки нападника, що знаходиться в центрі майданчика, ноги ставляться на одній лінії або виставляється вперед та нога, з боку якої він найчастіше виконує проходи. У захисті застосовуються всі способи пересування, які використовуються при нападі.

Ходьба застосовується у грі рідше за інші прийоми пересування. Вона використовується, головним чином, для зміни розташування гравця в період коротких пауз і 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 уміти в межах майданчика виконувати прискорення у будь-якому напрямку, швидко змінювати напрямок та швидкість бігу. Особливість бігу по прямій полягає в тому, що дотик ноги з майданчиком має здійснюватися перекастом з п'яти на носок або м'якою постановкою ноги на повну стопу. Різке, несподіване для суперника збільшення швидкості бігу або стартове прискорення виконується у вигляді ривка. Для здійснення ривка 4-5 кроків роблять короткими і дуже швидкими з постановкою ноги з носка. Тулуб при цьому нахилений вперед, руки зігнуті в ліктьових суглобах і рухаються активно в такт крокам. Зміна напрямку бігу виконується за допомогою потужного поштовху виставленою вперед ногою в бік, протилежний наміченому руху. Тулуб нахилено в бік обраного напрямку.

Стрибки у баскетболі здійснюються однією або двома ногами. Вони виконуються найчастіше без попередньої підготовки. За гру баскетболіст застосовує у середньому до 130-140 стрибків із різних положень. Перед стрибком поштовхом однієї ноги останній крок у русі подовжується, трохи зігнута нога ставиться з п'яти. Махова нога, зігнута в колінному суглобі до прямого кута, вільно виноситься вперед-нагору. Стрибки поштовхом ногами виконуються з розбігу та 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 проводиться одночасне відштовхування. При стрибках з місця відштовхування виконується з ігрової стійки за рахунок енергійного розгинання ніг та руху рук вперед-вгору з приземленням на розставлені і зігнуті в колінних суглобах ноги.

Зупинки виконуються стрибком та двома кроками. При першому способі гравець робить невисокий стрибок, що ковзає, по ходу руху, причому, відштовхнувшись однією ногою, він відхиляє тулуб назад і приземляється або на обидві ноги одночасно, або спочатку на поштовхову ногу з наступним присіданням. Під час зупинки двома кроками баскетболіст, не порушуючи ритму бігу, робить ширший останній крок і ставить стопу з п'яти. Потім сильно згинаючи опорну ногу та виставляючи махову вперед, гасив інерцію та утримує тулуб над опорою. При швидкому бігу під час зупинки ноги згинаються дещо більше.

Повороти використовуються нападаючим для уникнення суперника, для укриття м'яча та виконання інших прийомів. Повороти можуть проводитися на місці, у русі, з м'ячем і без м'яча. Вони діляться на повороти

вперед і повороти назад, і виконуються на нозі, що стоїть позаду або попереду. Гравець відштовхується однією ногою і, переставляючи її в потрібному напрямку, повертається на передній частині стопи опорної ноги, не відриваючи її від підлоги. Нозі у своїй зігнуті. Маховою ногою виконуються кроки, що дозволяють гравцеві піти від суперника. Виконуючи поворот у русі, гравець зближується з суперником і ставить стопу опорної ноги розгорнутої у напрямку передбачуваного повороту. Потім він повертається по ходу руху на нозі, що стоїть попереду.

Техніка володіння м'ячем. Техніка володіння м'ячем включає наступні прийоми: ловля, передачі, ведення і кидки м'яча в кошик (схема 3).

Ловля м'яча – прийом, за допомогою якого можна оволодіти м'ячем і зробити з ним подальші дії. Ловля м'яча виконується однією і двома руками. Розрізняють лов м'ячів, що летять на середній висоті, що летять високо і низько летять, а також які котяться і відскакують від майданчика. Оволодівши м'ячем, атакуювальник виконує дії: ведення, передачі, кидки у кошик. Лов м'яча може виконуватися на місці, в русі та в стрибку.

Основним способом є лов двома руками м'яча, що летить на середній висоті. Гравець випрямляє злегка розслаблені руки назустріч м'ячу, що летить, розкриває кисті, утворюючи як би лійку, в якій великі пальці спрямовані один до одного, а інші широко розставлені вперед-вгору. Як тільки м'яч торкнеться руки, він гасить швидкість польоту та наближає м'яч до тулуба.

Схема 3.



Лов м'яча виконується випрямленими вгору, вперед-вгору або вгору-в сторони руками з подальшим їх згинанням. Напрямок руху рук залежить від висоти траєкторії польоту м'яча. Найбільш складним є лов м'яча в стрибку, що застосовується при навісних передачах і невдалих кидках м'яча в кошик. При лові м'яча, що відскочив від щита і кисті рук, що летять зверху вниз, більш випрямлені і спрямовані до м'яча. Перед ловом важливо визначити напрямок відскоку м'яча, після чого починати розбіг або стрибок з місця.

Для лову м'яча гравець, що летить низько, сильно згинає ноги, дещо нахиляється вперед, опускає прямі руки вниз і розкриває кисті назустріч м'ячу. Великі пальці спрямовує вперед і трохи убік, інші опускає вниз. При зіткненні м'яча з пальцями гравець захоплює м'яч і, згинаючи руки, піднімає його перед грудьми.

Для лову м'яча після його відскоку від підлоги кисті з широко розставленими пальцями розкрито внизу так, що великі пальці знаходяться зверху і спрямовані один до одного, решта випрямлена вниз-вбік. М'яч ловиться руками на початку відскоку. Захоплюючи його пальцями із зовнішніх сторін, гравець одночасно згинає руки в ліктьових суглобах, випрямляє тулуб та ноги до положення звичайної стійки.

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

Перевага лову м'яча однією рукою полягає в тому, що м'яч можна зловити у вищій або значно віддаленій від гравця точці. Цей спосіб застосовується для захвату м'яча, що летить високо осторонь гравця або котиться по підлозі. Рух руки такий самий, як і при лові м'яча двома руками, який виконується двома способами за допомогою м'яча іншою рукою і без підтримки.

У міру випуску та польоту м'яча відбувається поступове підвищення біоелектричної активності м'язів баскетболіста, що ловить м'яч. Найбільша амплітуда потенціалів до 1,5 мВ відзначається відразу після дотику м'яча до долонь, під час лову і утримання м'яча (рис. 2.9.1.). Утримання м'яча супроводжується найбільшою біоелектричною активністю променевого згинача зап'ястя.

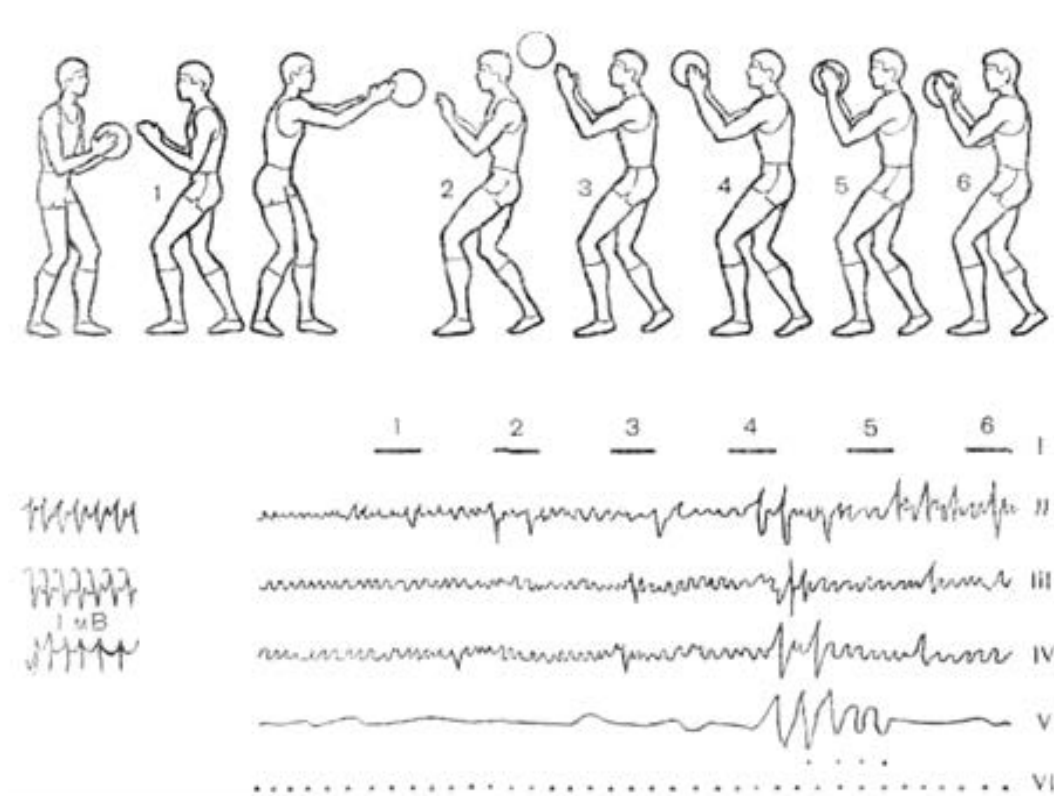


Рис. 2.9.1. Кінограма та осцилограма, зареєстровані при кидках м'яча одним спортсменом і лов його іншим.

I – відмітки кінокадрів;

II, III, IV – ЕМГ променевого згинача зап'ястя спортсмена, що ловить м'яч;

V – сейсмограма, що реєструє рухи кисті м'яча, що ловить;

VI – позначки часу (20 мс).

Цифри у кінокадрів відповідають цифрам позначок на осцилограмі

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

Передача двома руками від грудей найчастіше використовується на коротких та середніх відстанях. Для виконання її гравець, перебуваючи у стійці, тримає м'яч перед грудьми. Руки зігнуті, кисті вільно опущені вниз. Пальці широко розставлені, великі спрямовані один до одного, решта – вгору-вперед. Замах робиться невеликим круговим рухом вниз на себе-вгору до вихідного положення, після чого починається швидке розгинання рук

уперед із завершальним активним рухом кистей. Для збільшення сили та швидкості польоту м'яча гравець розгинає ноги або робить крок уперед.

Передача двома руками з відскоком м'яча від підлоги застосовується у місці майданчика, коли необхідно обіграти захисника. Ця передача є варіантом звичайної передачі м'яча від грудей та нагадує її за технікою виконання. Передача зазвичай виконується повним випрямленням рук вперед-вниз зі значною роботою кистей, з одночасним виконанням кроку вперед. М'яч випускається на висоті пояса або нижче і вдаряється об майданчик приблизно за метр від партнера, що приймає.

Передача двома руками зверху доцільна при активному опорі суперника, що не переважає зростом. У вихідному положенні м'яч тримається зігнутими руками над головою. Виконуючи замах, гравець трохи згинає руки в ліктьових суглобах і трохи відводить їх назад. Потім енергійним розгинанням у ліктьових суглобах та різким рухом кистей вперед-вниз м'яч посилається у потрібному напрямку.

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

Передача однією рукою від плеча є основною. Вона застосовується при взаємодії партнерів будь-яких відстанях. Для виконання передачі правою рукою гравець, згинаючи руки, наближає м'яч до однойменного плеча так, щоб права рука була за м'ячем, а ліва підтримувала його спереду. 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 передачі на далекій відстані прийом виконується з великою амплітудою замаху. Рука з м'ячем не зупиняється біля плеча, а над ним виноситься трохи назад.

Передача однією рукою зверху доцільна, коли необхідно направити м'яч через підняті вгору 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 випрямленої руки, що кидає, і, відводячи її вбік, 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 в руки, проти захисника, що активно закриває верхній та середній 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 стоїть позаду. Ліва рука, що

підтримує м'яч, опускає його в середині замаху, далі він утримується рукою, що кидає. Одночасно на ногу, що стоїть позаду, переноситься тяжкість тіла, тулуб дещо повертається в цей же бік. Потім зворотним рухом прямої руки з перенесенням ваги тіла на ногу, що стоїть попереду, або кроком вперед м'яч направляється під руками захисника.

У важких умовах інтенсивної протидії суперника гравці використовують приховані передачі м'яча, які дозволяють замаскувати справжній напрямок передачі. Такі передачі відрізняються більш короткою амплітудою замаху та несподіваним для суперника напрямом польоту м'яча, що ускладнює можливість його перехоплення.

Передача однією рукою за спиною доцільна за безпосередньої атаки захисником нападника з м'ячем спереду. Для виконання її гравець відводить зігнуті руки в протилежну передачі сторону і, продовжуючи далі круговий рух опущеним вниз передпліччям кидає руки, заносить м'яч за спину, де і закінчує передачу різким рухом кисті.

Передача м'яча знизу назад партнеру, що супроводжує ззаду, здійснюється також під час зустрічі із суперником. Гравець опускає руки з м'ячем вниз-назад і одночасно перекладає м'яч на кисть руки, що кидає, повертаючи її всередину-назад. Потім рухом передпліччя і кисті, що прискорюється, випускає м'яч у стегна.

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

Ведення м'яча у баскетболі – важливий технічний прийом. Використовуючи ведення, баскетболіст може переміщатися майданчиком, обігравати суперника, вибирати зручну позицію для атаки кошика або для взаємодії з партнерами. Велике значення має ведення м'яча під час швидкого прориву, і особливо, на його завершальній стадії, при нападі проти різних систем захисту, в індивідуальних діях гравців і при проходах під щит для атаки кошика.

Розрізняють два різновиди ведення: високе та 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 трохи супроводжує м'яч вгору, а потім знову енергійно штовхає його вниз під певним кутом.

Найбільша біоелектрична активність дельтоподібного м'яза та променевого згинача зап'ястя спостерігається тоді, коли до м'яча прикладається м'язове зусилля, що посиляє його вниз (рис. 2.9.2).

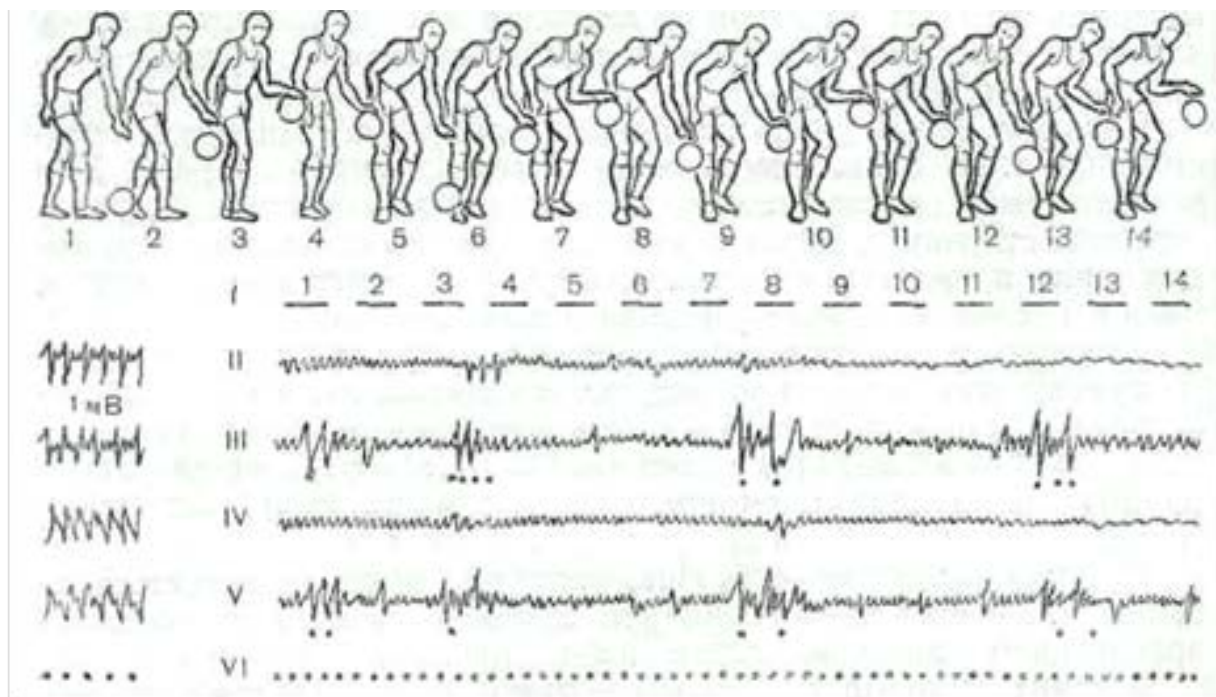


Рис. 2.9.2. Кінограма та осцилограма ведення м'яча.

I – позначки кінокадрів;

II, III – ЕМГ правої та лівої дельтоподібних м'язів;

IV, V – ЕМГ правого та лівого променевих згиначів зап'ястя;

VI — позначки часу (20 мс).

Цифри у кінокадрів відповідають цифрам позначок на осцилограмі

Ноги зігнуті до напівприсіду, тулуб трохи нахилено, голова прямо, погляд спрямований вперед. При низькому веденні ноги згинають сильніше. Ведення здійснюють частими поштовхами м'яча кистю з відскоком його вище коліна.

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

Кидки в кошик – прийоми, від точності яких зрештою залежить успіх у грі. Наразі команди виробляють у середньому за матч до 75 кидків у кошик з гри та 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) та далеких (більше 7 м). Розрізняють кидки однією та двома руками. Кидки в кошик часто виконуються при твердій протидії. У зв'язку з цим значно впливає на точність здатність гравця поєднувати напругу та розслаблення окремих груп м'язів, що дозволяє зберігати рівновагу та виконувати координовані рухи у будь-якому положенні.

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

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

Кидок однією рукою від плеча з місця – один із поширених способів атаки кошика із середньою та дальньою дистанцій. У вихідному положенні ноги зігнуті, однойменна нога, що кидає руці, попереду, 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 вниз, передпліччя спрямовані вгору-вперед. Розгинаючи руки і ноги, гравець піднімає м'яч над плечем вище голови, перекладаючи його на руку, що кидає. Потім, опускаючи ліву руку, продовжує випрямляти праву з м'ячем вгору, трохи вперед, завершуючи рух активним напрямним згинанням кисті.

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

Кидок однією рукою у стрибку – основний спосіб атаки кошика з різних дистанцій. Виконується з місця та після ведення. При виконанні кидка гравець відштовхується двома ногами, одночасно піднімаючи руки з м'ячем вище голови, і перекладає м'яч на руку, що кидає. Вільна рука підтримує його. У вищій точці стрибка гравець, опускаючи руку, що підтримує, закінчує розгинання руки з м'ячем вгору, трохи вперед, завершуючи рух активною напрямною роботою кисті. Тулуб грудьми розгорнуто до кошика вертикально або відхилено назад, ноги розслаблені. Приземлення відбувається одночасно на обидві ноги. При кидку після бігу чи ведення треба прийняти стійке становище перед поштовхом. Наступного моменту починається активне розгинання ніг і рух м'ячем вгору, що завершується відштовхуванням. Кидок виконується так само, як і кидок з місця.

Тимчасова структура кидка та зв'язок її компонентів із результативністю варіює залежно від умов виконання кидків. У кидках, що виконуються у стрибку, найбільший вплив на результативність надає час стрибка в безопорній фазі кидка.

На підставі експериментальних досліджень можна 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 поділяють на підготовчу та робочу фази. Прикордонним моментом між фазами служить прицілювання – відрізок часу, що математично виражається, рівний 0,02 с, що належить до робочої фази і характеризується сталістю швидкості кисті руки з м'ячем. Додаткова фазова група включає в себе повернення ланок руки і тіла баскетболіста у стан відносної рівноваги, тобто у вихідне положення для наступних дій.

З віком амплітудно-часова структура кидка у стрибку суттєво змінюється. При цьому найбільш значні зміни відбуваються у віковий період між 14 та 15-ма роками, коли зменшується час роботи ніг та збільшуються середня кутова швидкість їх руху, час стрибка, час безопорної частини кидка, час робочої фази тощо. У школярів 13 років відзначається найбільша варіативність амплітудно-часових показників кидка. У всіх вікових групах варіативність амплітудно-часових характеристик руху руки негативно впливає на точність кидків.

Бросковий рух доцільно виконувати, коли рука включається в роботу на тлі руху ніг, а випуск м'яча відбувається в першій половині висхідної гілки траєкторії ЗЦМ тіла при стрибку.

Кидок однією рукою зверху («гаком») виконується стоячи спиною або 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, яку відводить убік. Потім, розгинаючи опорну ногу і відштовхуючись, він продовжує рух прямої руки через бік вертикального положення, де і випускає м'яч активним згинанням кисті. Зігнута махова нога вільно піднімається нагору.

Кидок однією рукою знизу виконується зазвичай у русі високої швидкості. Роблячи останній широкий крок і відштовхуючись вперед-вгору, гравець виносить знизу вгору пряму руку з м'ячем і м'яким рухом кисті направляє м'яч у кошик.

Кидок однією рукою зверху-вниз та добивання м'яча застосовується безпосередньо з-під щита. Для виконання кидка зверху-вниз гравець з місця або в русі робить максимально високий стрибок поруч із кошиком, під час якого найкоротшим шляхом виносить м'яч на випрямлену над кошиком руку. Потім різким згинанням кисті направляє м'яч вниз. Кидок може

виконуватися відразу після лову м'яча в стрибку. Для добивання гравець, стрибаючи вгору, зустрічає м'яч, що відскочив, від щита або посланий з високою траєкторією розставленими пальцями трохи зігнутої в ліктьовому суглобі руки і рухом кисті направляє його в кошик.

Кидки двома руками у сучасному баскетболі поширені значно рідше. Кидок двома руками зверху застосовується з місця та у стрибку для атаки кошика з дальньої та 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 високоамплітудної осциляції в дельтовидному м'язі, променевому згиначі зап'ястя, прямому м'язі стегна (рис. 2.9.3). При виконанні кидка в стрибку рух ногами і тулубом такий самий як і при кидку однією рукою. Кидки двома руками знизу, зверху-вниз за технікою виконання збігаються з кидками однією рукою.

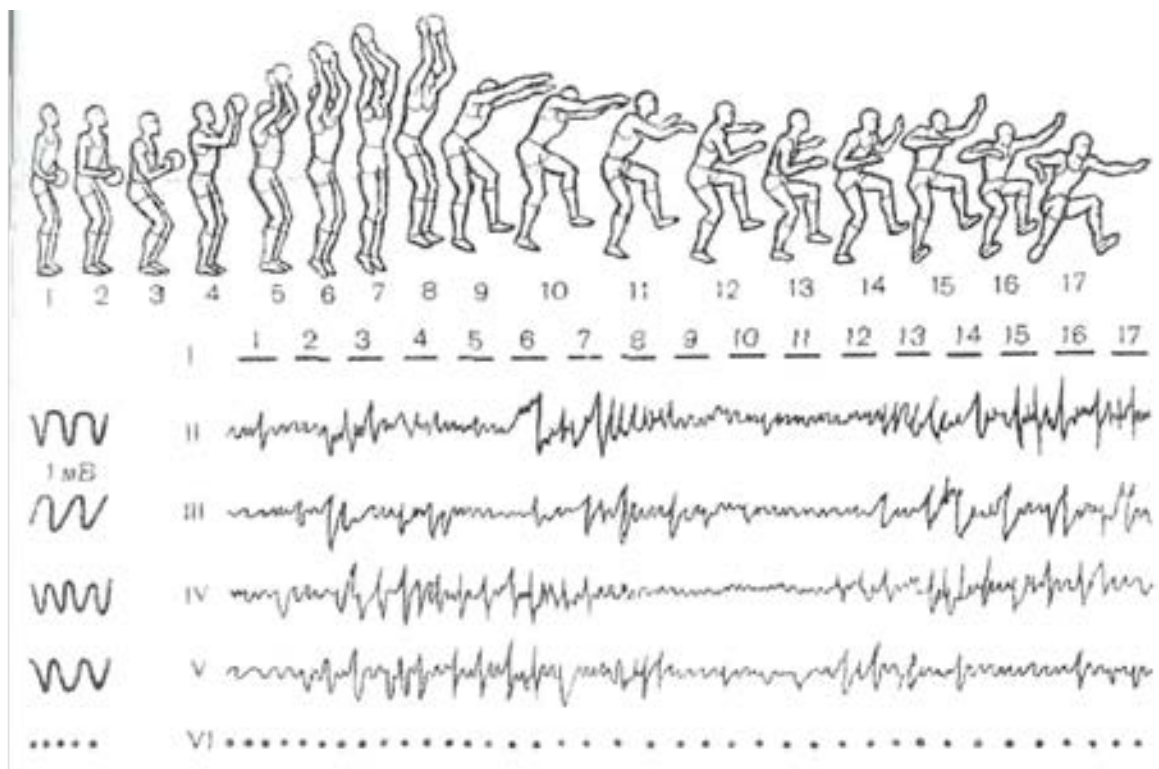


Рис. 2.9.3 Кілограма та осцилограма кидка м'яча через голову.

I – відмітки кінокадрів;

II – ЕМГ променевого згинача зап'ястя;

III – ЕМГ дельтоподібного м'яза;

IV – ЕМГ прямого м'яза стегна правої ноги;

V – ЕМГ прямого м'яза стегна лівої ноги;

VI – позначки часу (20 мс).

Цифри у кінокадрів відповідають цифрам позначок на осцилограмі

Удари по м'ячу є основним прийомом ведення гри та 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, що б'є, і швидкість її руху в залежності від напрямку і відстані, на яку йому потрібно послати м'яч. При ударах по воротах з будь-якого положення вкрай потрібна точна координація рухів. Точність ударів також залежить від вибору місця встановлення опорної ноги при ударі. Подальше оволодіння різними способами та прийомами виконання рухових дій сприяє вдосконаленню та розвитку образу тимчасових та силових параметрів кидкових дій.

Техніка протидії та оволодіння м'ячем. Класифікація техніки протидії та оволодіння м'ячем представлена на схемі 4.

Вибивання м'яча виконується з рук суперника та при його введенні. Здійснюється коротким різким рухом руки, розгорнутої до м'яча долонею чи рубом. Вибиваючи м'яч із рук, гравець ударяє по м'ячу зверху-вниз або знизу-вгору, після чого прагне оволодіти ним. Для вибивання м'яча при веденні гравець прилаштовується до суперника, продовжуючи рух в одному темпі з ним. Потім, вибравши момент, робить ближчою до суперника ногою ширший крок у напрямку його руху і одночасно, направляючи руку до м'яча, намагається вибити м'яч при відскоку від майданчика та опанувати його. Кращим для відбивання м'яча з траєкторії польоту в кошик є момент, коли м'яч уникає фаланг пальців руки і не контролюється нападником. Захисник повинен швидко виходити для протидії кидку в стрибку, оскільки іноді від моменту відштовхування до моменту випуску м'яча дорівнює 0,18-0,20 с. Вистрибуючи в бік нападника, що виконує кидок, захисник відбиває м'яч назад і уникає подальшого зіткнення з суперником, прогинаючи тулуб у напрямку, зворотному руху.

Схема 4.



Відбивання можна виконувати у бік коротким круговим рухом кисті. Цей круговий рух дозволяє уникнути зіткнення з нападником за допомогою повороту тулуба у бік руху руки.

Накриття м'яча використовується при протидії кидку в кошик. У тих випадках, коли нападник має намір випустити м'яч із рук, захисник стрибає максимально вгору, повністю випрямляє руку і накладає розкриту кисть на м'яч зверху-ззаду залежно від розташування нападника. 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 передавального м'яча, передбачає напрямок польоту м'яча і вибирає правильну позицію. Для перехоплення під час передачі гравець різко переміщається з місця у бік передачі. Останній крок широкий, тулуб та руки спрямовані до м'яча.

Виривання м'яча є доцільним, коли нападник 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.

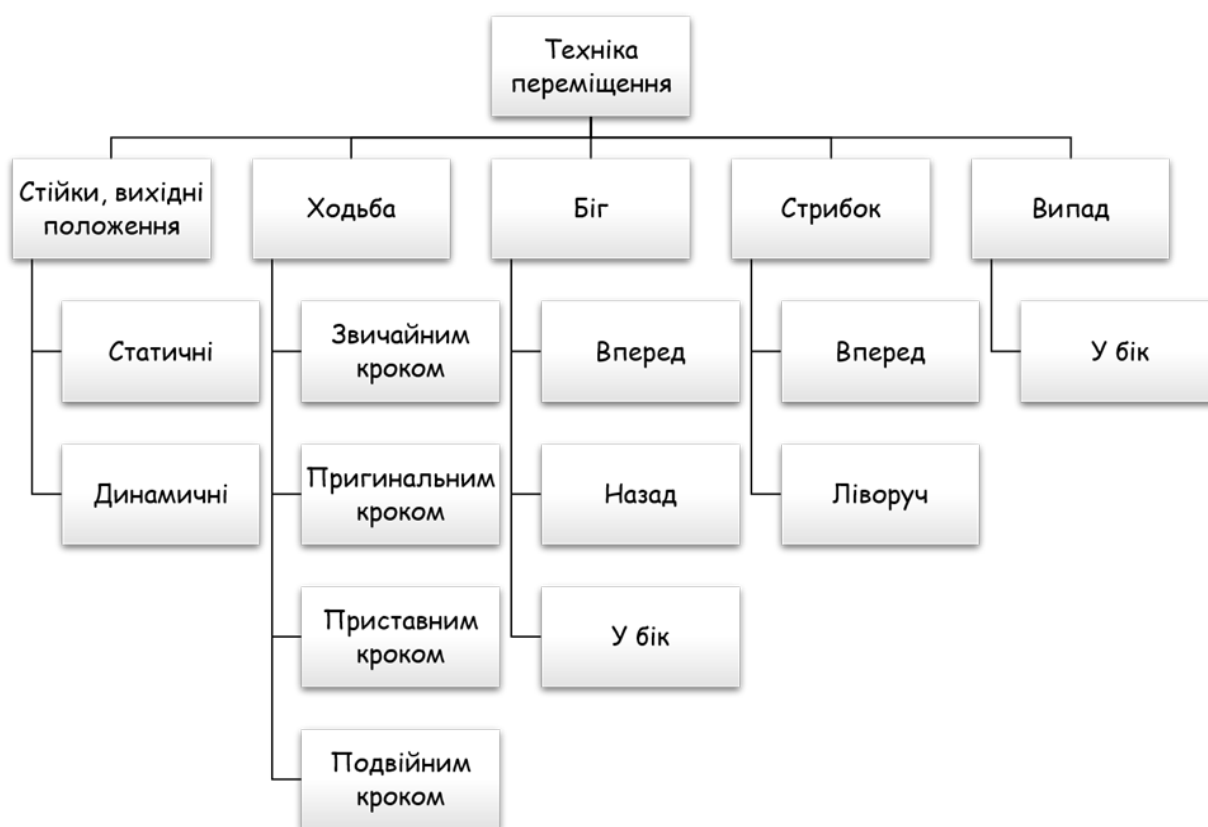
Опанування м'ячем, що відскочив від щита, є одним із основних прийомів. Стрибаючи з місця або розбігу, гравець ловить м'яч і швидким різким рухом вкриває його. Щоб суперник не зміг зайняти місце під щитом, гравець під час приземлення розставляє зігнуті ноги в колінних суглобах убік, тулуб трохи нахилиє вперед, а руки витягує вперед-вгору.

2.10. Волейбол

Прийоми гри у волейбол належать до так званих точнісних дій. Цей тип дій поєднує кілька різних груп, що дозволяють вирішувати завдання безпомилкового приведення робочої точки кінематичного ланцюга до заданої точки іншого тіла, тобто просторової координації рухів (наприклад, підкидання та удари при подачі); безпомилкового зіставлення рухів у часі, тобто їх тимчасової координації (за виконання окремих фаз); тонкої дози зусиль (при передачах, подачах), тобто просторової м'язової координації; поєднання рішень різних завдань кінематичної, динамічної координації рухів та м'язових напруг (при виконанні нападників, прийомів м'яча з подачі); повідомлення м'ячу певної швидкості та обертання для його вільного польоту з потраплянням до заданої зони майданчика (при подачах, передачах).

Перш ніж здійснити той чи інший прийом гри, волейболіст повинен зайняти певне становище, виконавши при цьому пересування.

Техніка виконання пересування. Пересування виконуються з різних стійок із застосуванням ходьби, бігу, стрибків, випадів (схема 5).



Стійки. Залежно від ігрової ситуації волейболіст займає певні вихідні пози і положення, що дозволяють виконати той чи інший вид дій. Оптимальне становище має відповідати індивідуальним особливостям співвідношень важелів волейболіста та умовам майбутньої дії. Стійка характеризується динамічністю та рухливістю опорно-рухового апарату, що досягається незначним нахилом тулуба вперед, перенесенням маси тіла на передню частину стопи, згинанням ніг у колінних, а рук у ліктьових суглобах (на рівні пояса).

Перебуваючи в певній стійці, волейболіст може стояти нерухомо або переміщатися, переступаючи з боку в бік (переносячи масу тіла з однієї ноги на іншу), щоб бути готовим до швидкого пересування.

За ступенем згинання ніг в колінних і кульшових суглобах розрізняють високу стійку – кут в колінному суглобі в середньому дорівнює 145° , середню – 130° і низьку – 115° . Відповідно до положення стоп на опорі розрізняють діагональну (одна нога виставлена вперед) і фронтальну (ноги знаходяться на одній прямій, приблизно на ширині плечей) стійки.

Пересування здійснюються для вибору місця в момент прийому подачі, виконання передачі м'яча, прийому м'яча, що відскочив від блоку або при нападниковому ударі, виконання нападникових ударів, при блокуванні тощо.

Всі способи пересування носять специфічний характер і відрізняються один від одного руховою структурою: тривалістю опорних та польотних фаз, ступенем згинання ніг, положенням тулуба та рук, швидкістю переміщення ЗЦМ тіла тощо.

Ходьба виконується пригинальним, приставним та подвійним кроком. При прийомі м'яча, що летить осторонь, волейболіст може зробити випад. Найшвидшим способом пересування на невелику відстань є стрибок, який застосовується переважно при захисних діях. Від подвійного кроку він відрізняється ширшим кроком та беззаперечним положенням. Для бігу характерні стартові прискорення, різкі зміни спрямування з наступними зупинками. Останній крок виконується рухом, що стопорить.

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

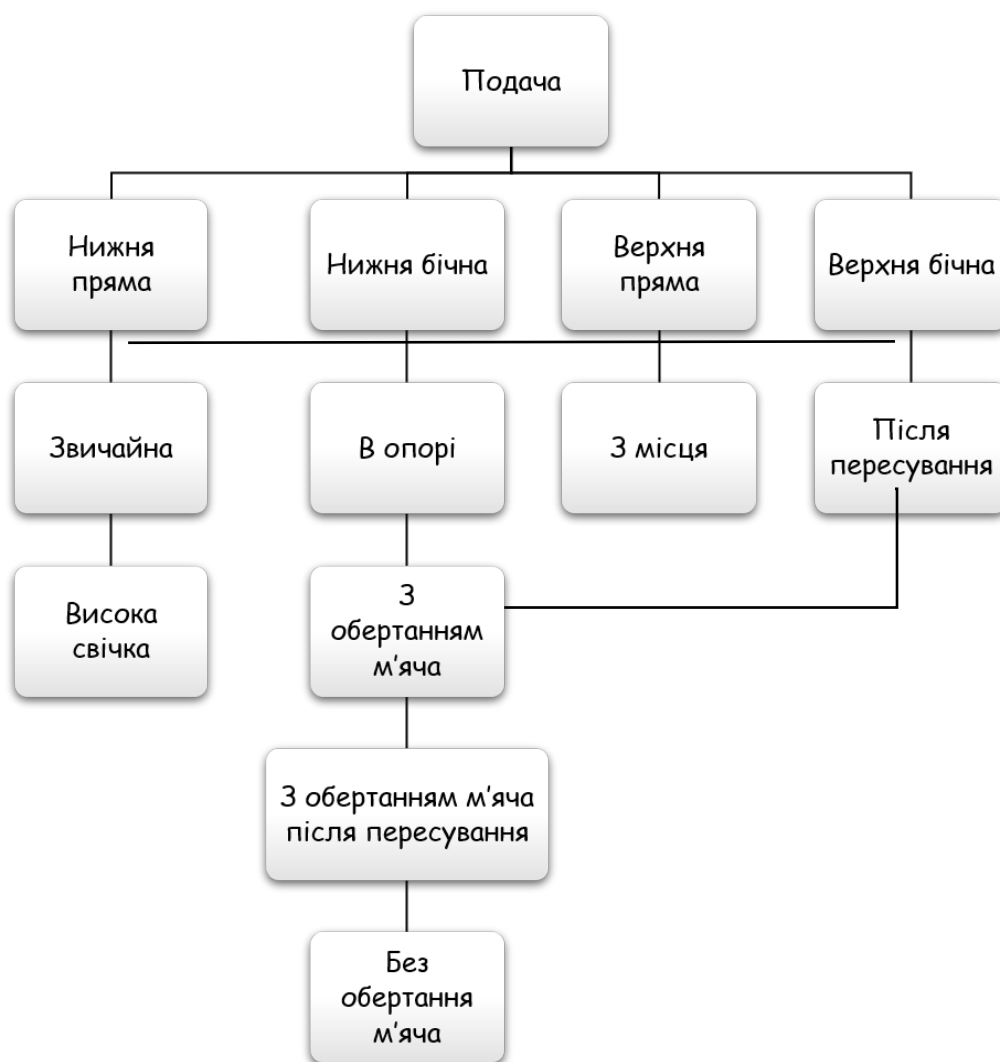
Перед виконанням нижніх подач (класифікація подач дана на схемі 6) тулуб волейболіста злегка нахилено вперед, верхніх – знаходиться у вертикальному положенні. Ліва рука зігнута в ліктьовому суглобі і винесена вперед, м'яч лежить на долоні. Права рука готується до замаху. М'яч підкидається плавним рухом руки якомога ближче до вертикалі. Одночасно із замахом волейболіст переносить масу тіла на ногу, що стоїть ззаду, в результаті чого проєкція ЗЦМ тіла зміщується до задньої межі опори, обидві ноги згинає в колінних суглобах.

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

При підсумовуванні рухів ланок необхідно:

- ✓ з багатьох дуг різного та змінного радіусу скласти потрібну траєкторію робочої точки;
- ✓ забезпечити необхідні прискорювальні зусилля, прикладені до ланок для повідомлення їм необхідного збільшення швидкості;
- ✓ повідомити робочій точці до кінця її траєкторії потрібну швидкість і напрямок.

Під час рухів у незамкненому біокінематичному ланцюзі спрямовані в один бік переміщення, швидкості та прискорення складаються і впливають на траєкторії, швидкості, прискорення більш віддалених ланок.



Замахом є рух у бік, протилежний напрямку майбутнього удару. М'язи вмикаються по черзі, змінюючи поступальну роботу на переборювальну, не зупиняючись у крайній точці і не втрачаючи часу на гальмування і розгін ланки. Вони розтягуються, створюючи запас шляху, у якому нарощуватиметься швидкість.

У фазі ударного руху відбувається нарощування та вибір напрямку швидкості. Від того, яка маса живої системи вкладається в удар, залежить швидкість тіл, що взаємодіють. Величина швидкості і точність зазвичай перебувають у суперечливому співвідношенні, а просторова точність знижується за дуже великої швидкості.

Під час фази ударної взаємодії спостерігається значна напруга всіх м'язів біокінематичного ударного ланцюга, що збільшує масу ланок, які передають рух. Ефективність удару визначається величиною початкової швидкості польоту м'яча після ударної взаємодії та точністю влучення м'яча у певне місце майданчика.

Післяударні рухи зазвичай виконуються за інерцією з гальмуванням м'язами-антагоністами. Рука, що б'є, продовжує рух у напрямку подачі, ноги випрямляються в колінних суглобах, волейболіст переміщується вперед.

Вивчення результативності та розподілу подач зонами показує, що відсоток чистого виграшу подач знаходиться в межах 7-10%. Кількість подач, «утруднених» для прийому, залежить від співвідношення сил суперників і коливається від 35 до 60%. Найбільша кількість «утруднених» для прийому подач припадає на 1, 5, 6 зони – відповідно 21, 27, 34%. Подачі направляються в основному в зону 6-53,3% – 60,7%, в зони 1 і 5 – відповідно 12,3% – 17,9% і 14,3% – 20,5%. Незначна кількість подач припадає 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 ззаду, пальці лівої руки, зігнутої в ліктьовому суглобі, підтримують м'яч знизу, розташовуючись над правою рукою. Волейболіст відводить назад праву руку для замаху та одночасно підкидає м'яч на відстань витягнутої руки. Удар здійснюється зустрічним рухом правої руки ззаду вниз-вперед приблизно лише на рівні пояса. Гравець одночасно розгинає праву ногу і переносить масу тіла на ліву ногу, що стоїть попереду. Після удару волейболіст виконує супроводжувальний рух рукою у напрямку подачі, ноги та тулуб випрямляються.

Під час виконання нижньої бічної подачі гравець стоїть лівим боком до сітки. М'яч підтримується лівою рукою, що розташована біля пояса, маса тіла переноситься на праву ногу, тулуб дещо нахилений уперед. Підкинувши м'яч і зігнувши праву ногу, гравець замахується вниз-убік-назад. Одночасно з розгинанням правої ноги робить удар по м'ячу знизу-ззаду (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 вперед, м'яч підкидає дещо ближче до правої руки та тулуба. Замах виконується у площині, перпендикулярній опорі, права рука відводиться вниз-назад, ноги згинаються в колінних суглобах. Удар по м'ячу наноситься різким і швидким рухом знизу, по дальній від сітки половині м'яча так, щоб після удару він отримав передньо-заднє обертання. Збільшення сили удару та висоти траєкторії польоту м'яча здійснюється за рахунок активного розгинання тулуба в тазостегнових та ніг у колінних суглобах. Після удару рука продовжує рух нагору, але амплітуда супроводжувального 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 (планівна). У всіх різновидах верхньої прямої подачі вихідні положення подібні, а підготовчі та основні фази відрізняються. У вихідному положенні гравець знаходиться обличчям або півоберта до сітки.

Підтримуючи м'яч на рівні плеча, він рівномірно розподіляє масу тіла на обидві ноги, рука, що б'є, зігнута в ліктьовому суглобі, готується до замаху. М'яч підкидається майже 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 ударної руки. Потім рука, що б'є, розгинається в ліктьовому суглобі і рухається вперед-вгору. Удар проводиться трохи попереду гравця. При зіткненні м'яч і ударна долонна поверхня деформуються, причому протягом цього часу ланка, що б'є, і м'яч разом переміщуються на деяку відстань.

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

При аналізі, електроміограм ударної руки спостерігається попередня ударна активність м'язів (променевого розгинача кисті, двоголового м'яза плеча, заднього пучка дельтовидної), що є антагоністами м'язів, які виконують основні рухи в ударній фазі (розгинання в плечовому суглобі, ліктьовому суглобі, а також у променево-зап'ясткових суглобах). Тим самим забезпечується корекція удару в контактній фазі.

Час контакту «рука з м'ячем» S внаслідок великої деформованості тіл – величина кінцева (0,012-0,020 с), при відносній лінійній деформації м'яча становить 10-20%. Переміщення системи рука-м'яч у момент контакту у напрямку удару дорівнює 10-20 см.

За час контакту виключено внесення сенсорних корекцій у рух. Програма дій має бути закладена відповідно до рухової установки на всі рухи. В автоматизованих навичках подач реалізуються два варіанти таких настанов: на рух руки, що проводить м'яч уперед (подача в дальню зону); на коротку ударну взаємодію з рухом уперед-вгору і гальмуванням руки відразу після удару (подача в ближню зону). Відмінності в установках відображаються на різних механізмах рухів у передударній і в ударній фазах.

Для 1-го варіанта характерний прискорений рух руки аж до удару, велика величина передударної швидкості руки – на 2-4 м/с і додаткової швидкості, яку надають м'ячу – на 2-3 м/с, більше величини післяударної швидкості руки. Для другого варіанта характерне передударне пригальмовування руки (нерідко з негативним прискоренням), короткий час зіткнення, незначна частка добавки швидкості м'яча, менша передударна швидкість руки. Ті самі установки призводять до відмінностей у напрямках вильоту м'яча – до 20° і величинах швидкостей вильоту – до 3-6 м/с. Передударне гальмування руки під час подач у ближню зону є підсвідомим проявом прагнення зробити короткий удар.

Погодження початку руху руки з польотом м'яча відбувається за зоровим сигналом про становище його у просторі. Стабільність визначення цього сигнального становища багато чому визначає успішність подачі, оскільки наступні рухи відбуваються без внесення корекцій. Верхню пряму подачу можна виконувати після одного або кількох кроків. Пересування слід закінчувати так, щоб з останнім кроком ноги зайняли 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 утворюється своєрідна подушка щільного повітря, а за м'ячем – розріджений простір (а) (рис. 2.10.1). Якщо м'ячу надати обертання, поверхня його захоплюватиме частинки повітря, збільшуючи одну зі сторін повітряної подушки і зменшуючи іншу. Внаслідок цього повітряна подушка дещо зміщується у бік (б), протилежну обертанню. Напрямок рівнодіючих двох сил не співпадатиме з напрямком польоту м'яча (в).

Особливо помітна зміна траєкторії польоту м'яча при подачах з обертанням навколо вертикальної осі, коли зміщення м'яча убік досягає 2-3 м (залежно від швидкості польоту та обертання, маси, об'єму м'яча та гладкості його поверхні). Повертаючись навколо горизонтальної осі, м'яч ніби притискається до майданчика, траєкторія його польоту коротшає.

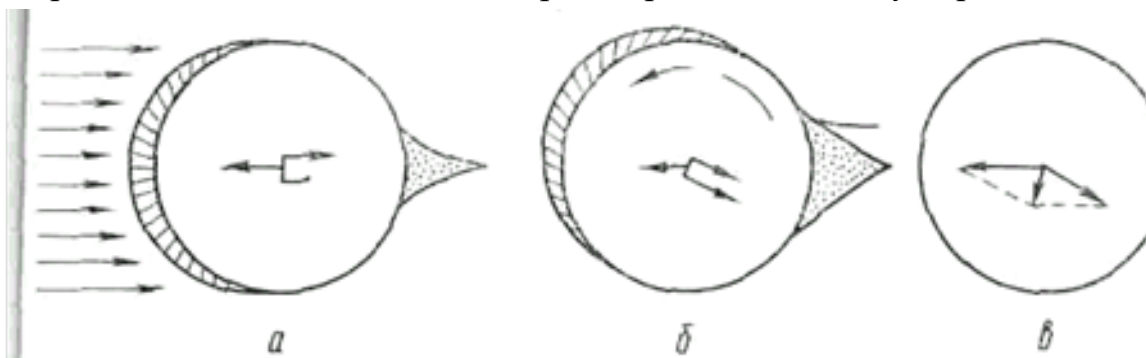


Рис. 2.10.1. подача з обертанням м'яча

Щоб надати м'ячу обертання, необхідно в момент удару кисть руки накладати на поверхню м'яча так, щоб напрям сили удару не проходив через центр тяжіння м'яча, тобто зміщувати кисть руки убік або вгору від середини.

У всіх випадках під час подачі з великою початковою швидкістю м'яч повинен обертатися навколо горизонтальної осі. Тільки за цієї умови м'яч залишається в межах майданчика, хоча має початковий напрямок польоту вперед-вгору.

Якщо м'ячу не надавати обертання, то центр тяжіння і центр геометричний O не збігатимуться. Таким чином, плечі важеля або центру ваги до поверхні м'яча (a і b) будуть мати різну довжину (рис. 2.10.2). Сила опору повітря буде різною, оскільки площа поверхні м'яча перед плечем b буде більшою, ніж перед плечем a . Внаслідок цього м'яч встигає зробити одне-два коливання, що ускладнює точний прийом м'яча.

Розташувавши центр ваги та геометричний центр горизонтально, м'ячу надають коливання в горизонтальній площині (ліворуч-праворуч). При вертикальному положенні центрів коливання відбуватимуться вгору-вниз, що ускладнить отримання подачі.

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

У підготовчій фазі плануєвної подачі волейболіст підкидає м'яч так, щоб він не обертася. Одночасно відводить ударну руку, зігнуту в ліктьовому суглобі, назад-убік.

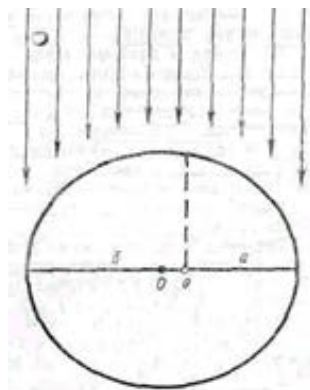


Рис. 2.10.2. Подача без обертання м'яча

Амплітуда руху при маху значно менше звичайної. Рука, що б'є, зі збільшеною швидкістю рухається назустріч м'ячу. Удар по центру м'яча виконується швидко і різко кулаком або напруженою кистю. Парний рух супроводжується миттєвим довільним м'язовим зусиллям, що фіксує дистальні ланки руки в положенні удару і гальмує зміщення руки в просторі зменшення контакту з м'ячем.

Прискорення при ударі по м'ячу досягає найбільших величин за сагітальною складовою. При цьому відбувається розгинання руки в ліктьовому суглобі навколо фронтальної осі – до 23° , згинання в суглобі кисті – до 40° . Збільшення напруги м'язів спостерігається в ті моменти руху, коли розганяються ланки руки, що б'є. Однак наступної миті ланки рухаються вже переважно під впливом зростання 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 за рівень 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 вниз-назад, плече ударної руки опускається, маса тіла переноситься на однойменну ногу. Продовжуючи рух рукою вперед, удар по м'ячу проводиться спереду-зверху-ззаду (кут нахилу витягнутої руки становить близько 80°), тулуб повертається у бік сітки.

Верхню бічну подачу можна виконувати після одного або кількох кроків, що дозволяє збільшити ударний імпульс. Верхню бічну подачу можна використовувати для виконання планівної подачі.

Передачі та прийоми м'яча. У напрямку щодо гравця, що передає, розрізняють передачі: вперед, назад, над собою. По довжині: довгі, спрямовані через зону (наприклад, із зони 2 до зони 4), короткі – із зони до зони (із зони 3 до зони 4) та укорочені – спрямовані у свою зону (із зони 2 до зони 2). За висотою: високі – вище 2 м, середні – до 2, низькі – до 1 м. За швидкістю польоту м'яча: повільні – до 10 м/с, прискорені – до 16, та швидкісні – понад 16 м/с. Крім того, існують передачі: близькі до сітки – до 0,5 м та віддалені від неї – понад 0,5 м.

Техніка передачі м'яча складається з вихідного положення та трьох фаз – зустрічного руху рук до м'яча, фази амортизації та вильоту м'яча. Класифікація техніки передачі та прийому м'яча представлена на схемах 7 та 8.

Удари по м'ячу є основним прийомом ведення гри та 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, що б'є, і швидкість її руху в залежності від напрямку і відстані, на яку йому потрібно послати м'яч. При ударах по воротах з будь-якого положення вкрай потрібна точна координація рухів. Точність ударів також залежить від вибору місця встановлення опорної ноги при ударі.



До передбачуваного місця зустрічі з м'ячем переміщуються кроком чи стрибком. В останньому кроці стопи ставлять паралельно один до одного або одну вперед, 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 та оптимально напружені.



Ударні рухи рук під час передачі характеризуються наявністю амортизації та прискорення м'яча. Амортизація починається з дотику м'яча з пальцями рук до максимальної втрати швидкості і триває близько 0,025-0,03 с. ЗЦМ тіла волейболіста продовжує підніматися внаслідок безперервного розгинання ніг. Руки розгинаються в ліктьових суглобах, кут між передпліччям та кистю збільшується. Швидкість рухів рук поступово підвищується.

Якщо м'яч летить із прискоренням, амортизаційний рух також має бути швидким. Тому в ньому зазвичай беруть участь одночасно кілька ланок біокінематичного ланцюга. Одна з головних труднощів амортизації – забезпечення вихідної напруги м'язів. Навіть невелика помилка у встановленні початкової напруги м'язів позначається результаті дії.

При виконанні ударного руху великі пальці беруть на себе основне навантаження при амортизації, вказівні 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 певною траєкторією потребує збільшення м'язових зусиль, що проявляється у злагодженому русі ніг, тулуба та рук.

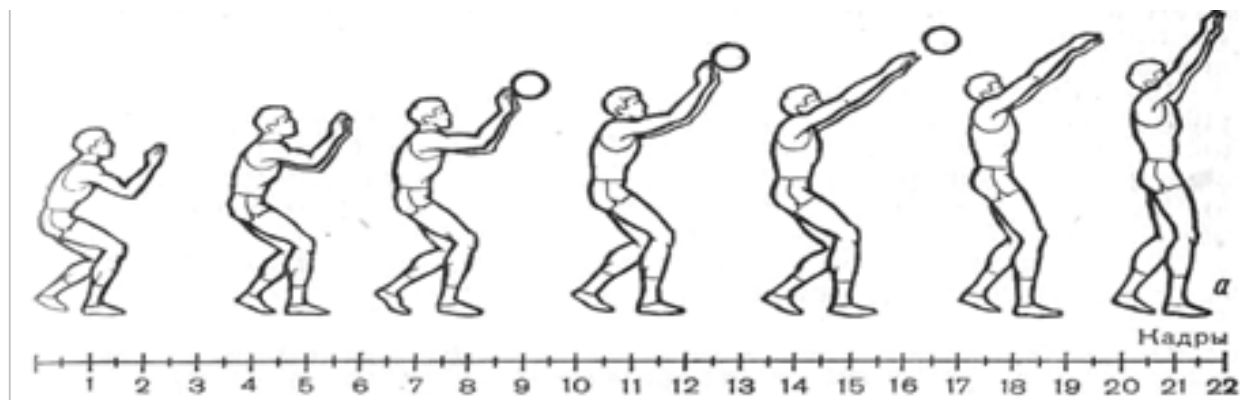
При цьому ЗЦМ тіла зміщується дещо вгору-вперед, маса тіла переноситься на носки обох ніг. Кисті та пальці рук пружно та еластично випрямляються, надаючи м'ячу новий поступальний рух.

У процесі супроводу м'яча руками відбувається активне розгинання ніг у колінних та рук у ліктьових суглобах. Ступінь м'язової напруги поступово знижується і приходить до вихідного рівня. Динамографічна крива реакції опори має поступово нарощувальний і потім хвилеподібний характер, що знижується (рис. 2.10.3).

У випадку, коли м'яч летить високо, за гравця, виконується передача двома руками у стрибку. Стрибок може здійснюватися як після розбігу з імітацією нападника, так і з місця без імітації та з імітацією останнього. Під час стрибка волейболіст виносить руки над головою трохи вище, ніж під час передачі в опорі, повертає їх вгору і виконує передачу у вищій точці підйому ОЦМ тіла за рахунок активної роботи рук. Передача ближньому партнеру здійснюється коротким рухом кистей майже випрямлених рук. При передачі 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 та руху тулуба назад-вгору з одночасним прогинанням у грудній та поперековій частинах хребетного стовпа.

При передачах м'яча у стрибку назад – за голову техніка рухів рук така сама, 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 займає положення присіду, одну ногу (зазвичай ліву) ставить трохи попереду, руки піднімає на рівень 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 назад-вгору. Після виконання ударного руху він «сідає на п'яту» ззаду розташованої ноги. Тулуб, продовжуючи рух назад-вгору, втрачає швидкість і внаслідок сили тяжіння зміщується назад-вниз. Після цього слід угруповання та падіння-перекат на таз-спину (рис. 2.10.4).



Вихідне положення	Зміщення рук вгору – 0,09 с	Амортизація та виліт м'яча – 0,05 с	Супроводжувальний рух рук – 0,1
-------------------	-----------------------------	-------------------------------------	---------------------------------

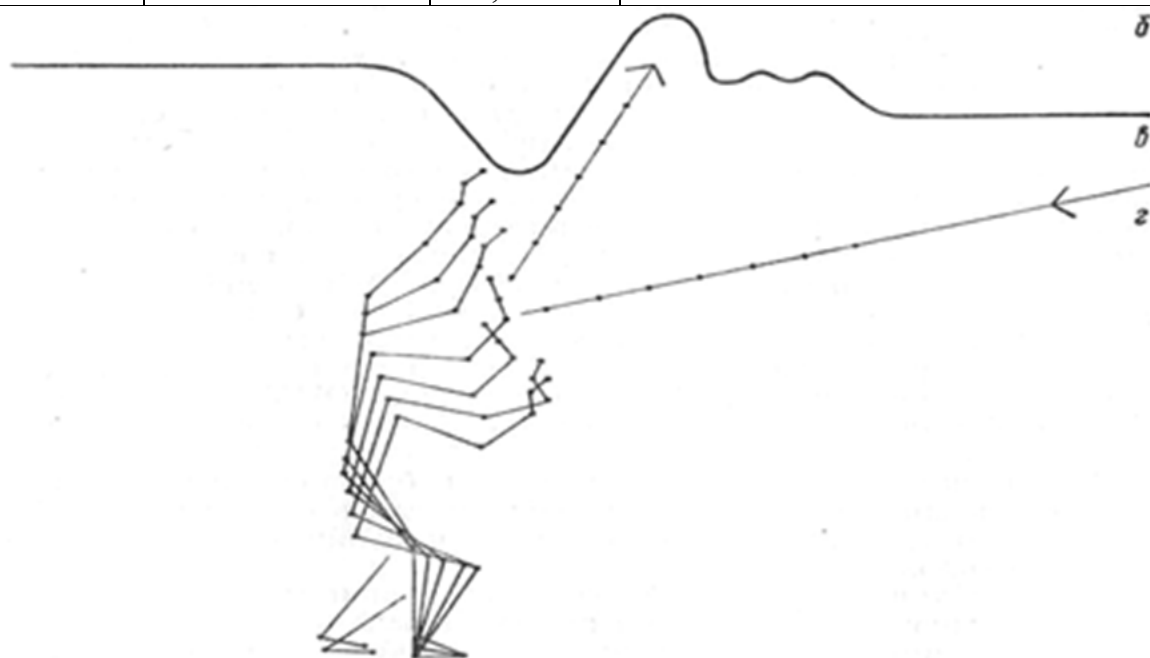
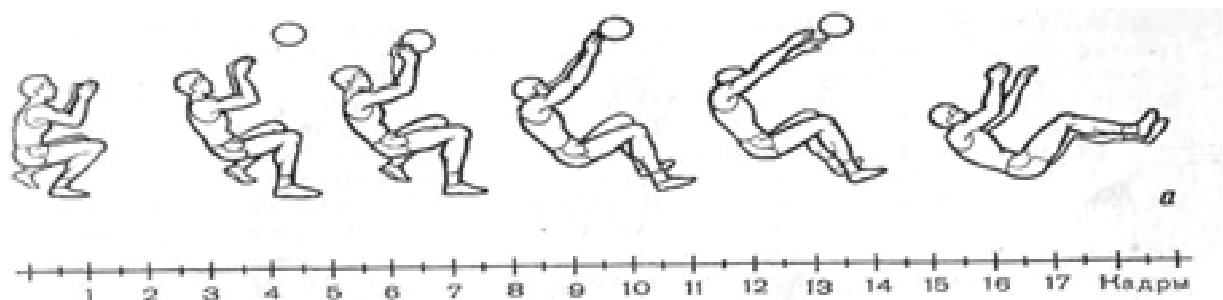


Рис. 2.10.3 Циклограма – а, хронограма – б, динамограма – в, контурограма – г при передачі м'яча двома руками згори

Різновидом даного способу є прийом із падінням на стегно-спину, який виконується у тому випадку, якщо м'яч летить осторонь гравця. Після попереднього переміщення гравець з останнім кроком займає положення випаду праворуч або ліворуч, одна нога зігнута в колінному суглобі, інша витягнута убік. Ударний рух протікає аналогічно до описаного вище. Після удару волейболіст «сідає на п'яту», повертає тулуб у бік витягнутої ноги та поступово опускається на майданчик, послідовно торкаючись його стегном, зігнутою ногою та спиною. Перекат з наступним переворотом здійснюється завдяки інерції, що розвивається тулубом і отримується в результаті переміщення, швидкого зниження ЗЦМ тіла, виведення його в бік за опору і відштовхування від неї в момент прийому м'яча.



Вихідне положення	Зміщення рук назад-вгору – 0,09 с	Амортиза- ція та виліт м'яча – 0,05 с	Зміщення рук назад-вгору – 0,08 с	Зміщення рук назад-вниз
----------------------	--------------------------------------	---	---	----------------------------

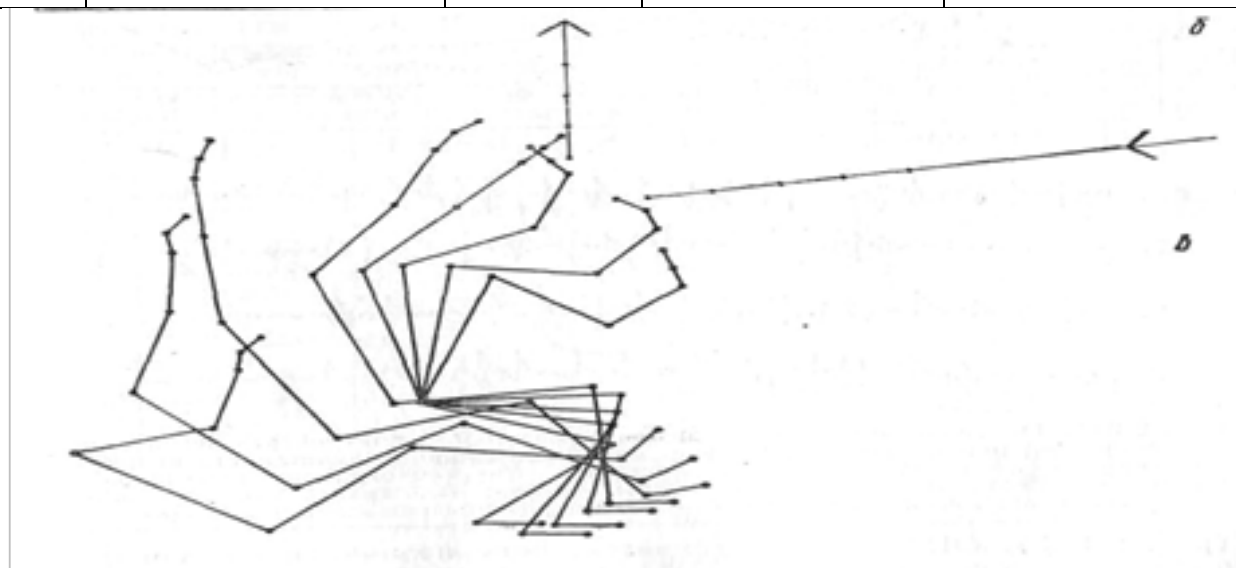


Рис. 2.10.4. Циклограма – а, хронограма – б, динамограма – в техніки та передачі м'яча згори з падінням та перекатом на спину

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

М'ячі, що летять із великою швидкістю, приймаються і передаються, як правило, знизу двома руками. Після переміщення кисті з'єднують разом і витягують, напружені руки виносять уперед. При високій швидкості польоту м'яча кут між плечем і вертикальною віссю тулуба знаходиться в межах 40° , а після дотику рук з м'ячем він зменшується до $10-12^\circ$, оскільки руки волейболіста, амортизуючи удар, зміщуються назад-вниз (Рис. 2.10.5). ЗЦМ тіла опускається, ноги трохи зігнуті в колінних суглобах ($110-112^\circ$), тулуб дещо нахилено вперед. При наближенні м'яча ноги розгинаються в колінних суглобах, тулуб гравця піднімається вгору і вперед, руки зміщуються вгору-вперед.

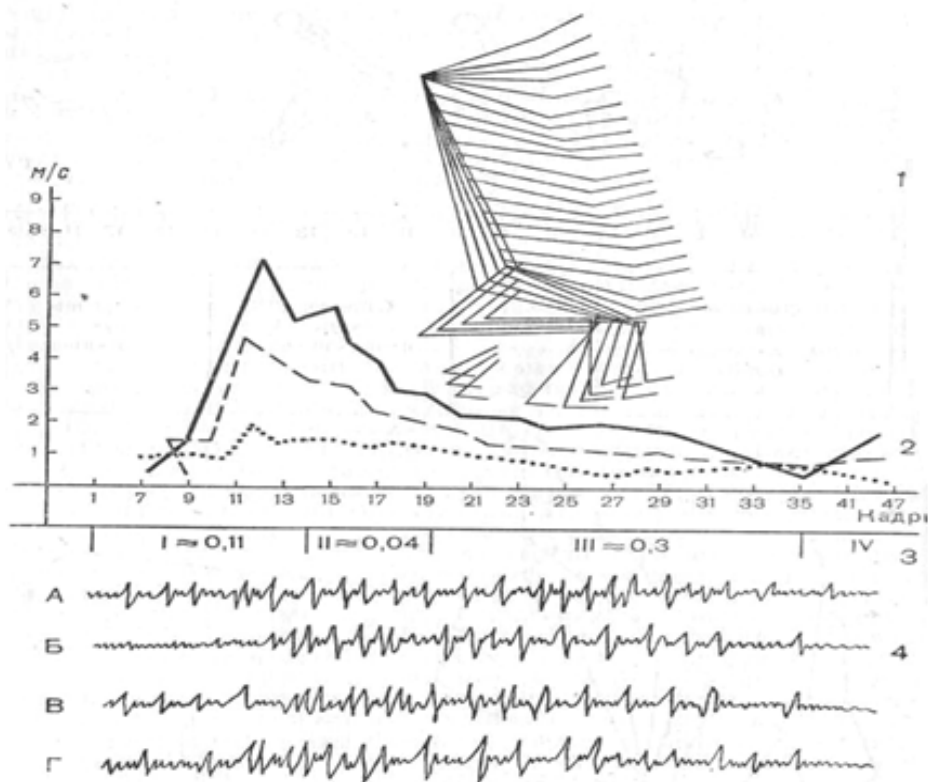


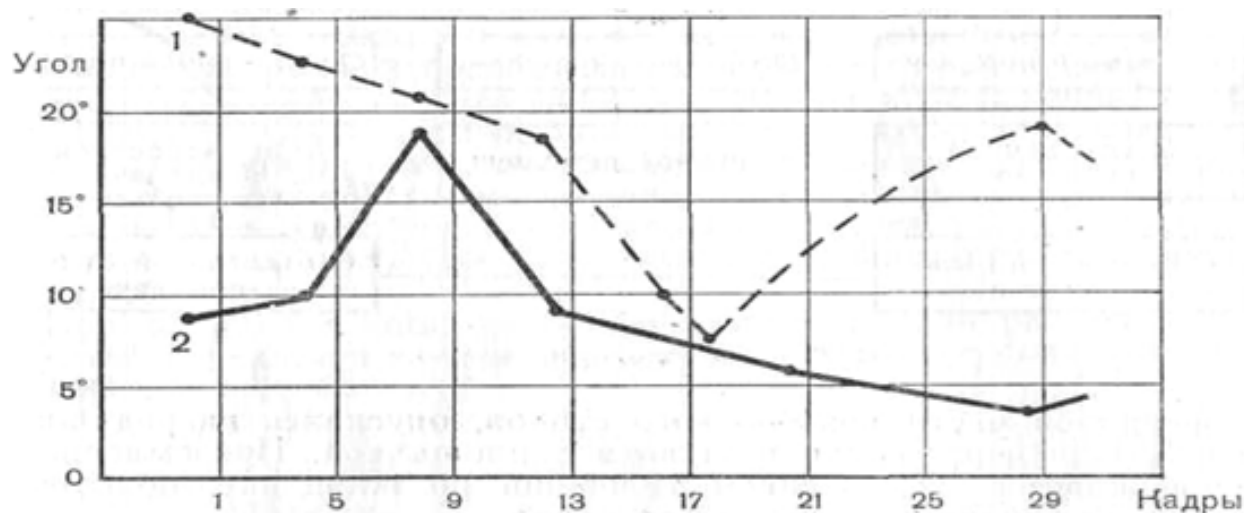
Рис. 2.10.5. Передача м'яча знизу двома руками: 1 – контурограма; 2 – графік швидкостей пересування суглобів: суцільна лінія – променево-зап'ястковий суглоб пунктирна – ліктювий, точкова – плечовий; 3 – хронограма руху по 1 фазі; 4 – ЕМГ: Л – двоголовий м'яз плеча; Б – триголовий; В – загальний згинач кисті та пальців; Г – загальний розгинач кисті та пальців

Динамографічний запис зусиль, що додаються 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 передпліччя протягом 0,03 с. 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-вгору за рахунок випрямлення тулуба та розгинання ніг (рис. 2.10.6).

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

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



Вихідне положення	Підготовча фаза	Робоча фаза	Заключна фаза
-------------------	-----------------	-------------	---------------

Рис. 2.10.6. Зміна кутів: 1 – між плечем та вертикальною віссю тулуба; 2 – між стегном і гомілкою при прийомі м'яча 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 вперед, а потім поштовхом ноги, що знаходиться попереду, посиляє тулуб вниз-вперед, руки для майбутнього махового руху дещо відведені назад. ЗЦМ тіла гравця зміщується, тулуб виноситься за опору і відхиляється вперед від вертикалі, руки виносяться вперед і готуються до прийому м'яча. Одночасно з поштовхом ногу, що знаходиться ззаду, маховим рухом виносять вгору, тулуб гравця переміщається в просторі вперед-вгору, кут його нахилу до горизонталі збільшується, удар по м'ячу здійснюється в польоті тильною стороною долоні або кулаком.

Після удару обидві руки витягують вперед і розводять в сторони трохи ширше за плечі. Тулуб гравця продовжує перебувати в беззаперечному положенні. ЗЦМ тіла зміщується вперед-вниз по дотичній до поверхні майданчика. При приземленні на руки амортизація здійснюється головним чином поступовим рухом пояса верхніх кінцівок. Тулуб прогинається в поперековій частині хребетного стовпа, опускаючись вперед-вниз до дотику грудей та живота з майданчиком. риземлення супроводжується ковзанням тулуба по майданчику, підборіддя при цьому відхиляється трохи назад.

Нападні удари характеризуються поєднанням складних по координації рухів, що виконуються в короткочасних інтервалах з великою концентрацією м'язових зусиль, що з'єднують силу, швидкість, спритність і точність. Техніка нападаючих ударів класифікується наступним чином (схема 9).

Нападний удар представляється як цілісна система, що складається з підготовчої фази (розбігу, стрибка, замаху, польоту), основної (ударного руху) та заключної (зниження та приземлення).

Підготовка до виконання нападних ударів здійснюється за рахунок прискореної ходьби, що переходить на біг. Розбіг включає 2-4 кроки. Це зумовлено початковим положенням під час підготовки до атаки, і навіть тактичної спрямованістю другої передачі. Середні показники тривалості виконання першого кроку (0,54-0,58 с) свідчать про його високу варіативність. Для другого кроку розбігу характерно двоопорне, одноопорне та безопорне (крок виконується у вигляді бігового) положення. Тут волейболіст визначає траєкторію польоту м'яча та коригує швидкість розбігу.

Схема 9.



Третій крок розбігу, що передує стрибку, складається з одноопорного та безопорного положення. Елементом, що передує стрибку, є беззаперечне

становище 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: $T_o = T_n + T_p$, де T_n – час польоту м'яча за другим передачі, T_p – різниця у часі між початком розбігу та другою передачею. Значення величини T_p має позитивний знак, якщо розбіг починається з випередження моменту передачі, що спостерігається за так званих темпових нападників і негативний, коли розбіг починається пізніше моменту передачі.

У рухах виходу до м'яча спостерігаються якісно різні напрями пристосувальних змін. Вони можуть бути в часі початку розбігу або в часі переміщення. Відповідно до цього виділяють два способи дій: прогностичний, у якому змінюється лише час початку руху за збереження сталості у 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 та тривалість безпосереднього переміщення волейболіста (табл. 4).

Таблиця 4

Передача	T_o, с	T_n, с	T_p, с
Коротка	1960 ±60	540 ±50	1420 ±32
Стрільна	2010±174	980 + 41	1030±169
Середня – із зони 3 до зони 4	2030±72	1440±15	590±70
Висока – із зони 3 до зони 4	2030±59	1630+16	400±57
З глибини майданчика до зони 4	1930 + 68	1640 ±22	290 + 64

За допомогою цієї класифікації визначаються основні чинники, яких залежить ефективність оволодіння раціональною технікою розбігу. До них належать: здатність до оцінки передачі м'яча на основі обліку попередньої інформації про ігрову ситуацію; вміння та навички коригування руху розбігу під час його виконання.

Техніка виходу до м'яча може мати суттєві відмінності: загальна тривалість дії, тривалість відштовхування, горизонтальна швидкість розбігу та ін. З урахуванням цих кінематичних характеристик протилежні за своєю організацією способи виходу до м'яча слід класифікувати на швидкісний і корекційно-уповільнений.

Довжина розбігу становить 2-4 м (2-3 кроки та настрибування). Під час зістрибування стопа винесена вперед, ногу ставлять на п'яту – «стопорящий

крок», другу ногу приставляють до першої, випрямлені руки відводять назад. Від злитості рухів в цей момент залежить ефективність використання сили інерції, що утворюється горизонтальною швидкістю розбігу, яка потім перетворюється на вертикальну швидкість стрибка. Відштовхування від опори починається з махових рухів рук дугою ззаду-вперед-вгору ще до активного розгинання ніг. Подальше піднесення тіла відбувається за рахунок енергії, накопиченої під час розбігу, за інерцією. Чим коротше розбіг, тим більше має 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 повинен перебудувати рухову дію - збільшити потужність у фазі розбігу або збільшити шлях (а отже, і час) розбігу.

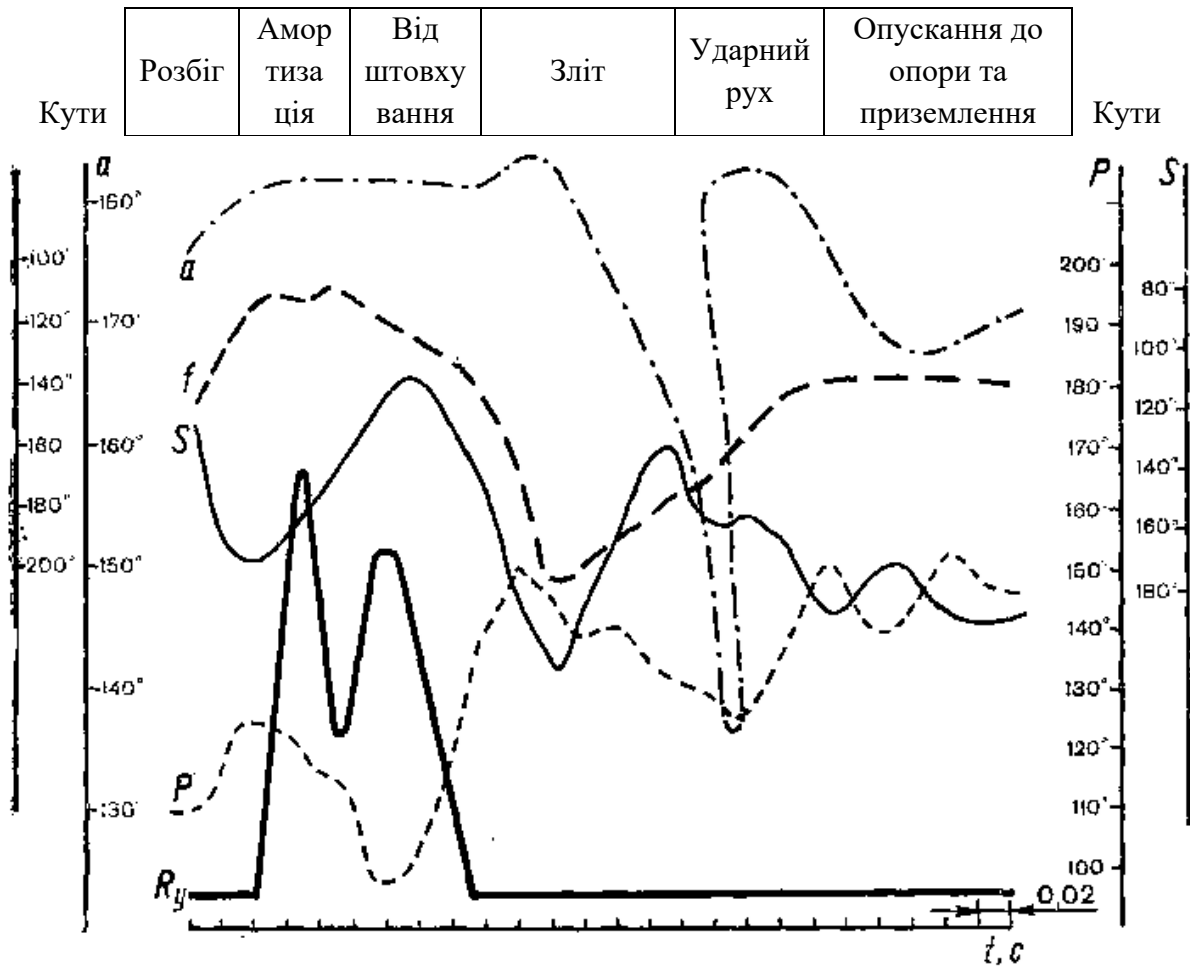


Рис. 2.10.7. Узгодженість ланок тіла волейболіста при виконанні нападника: *a* - зміна кута в ліктьовому суглобі правої руки; *f* - зміна кута в тазостегновому суглобі; *S* - зміна кута в колінному суглобі; *p* - зміна кута в гомілковостопному суглобі; *R_y* - вертикальна складова опорної реакції

У волейболі стрибок вгору має бути максимально високим, тому волейболісту необхідно відштовхуватися якнайсильніше, щоб повідомити

тілу до моменту припинення контакту з опорою найбільшу вертикальну швидкість. Відштовхування виконується за допомогою відштовхування ногами від опори і махових рухів руками. Ці рухи тісно взаємопов'язані, і від їхньої узгодженості значною мірою залежить вертикальна швидкість (рис. 2.10.7). Сили м'язових тяг, діючи як рушійні сили, зумовлюють прискорений рух рухливих ланок волейболіста.

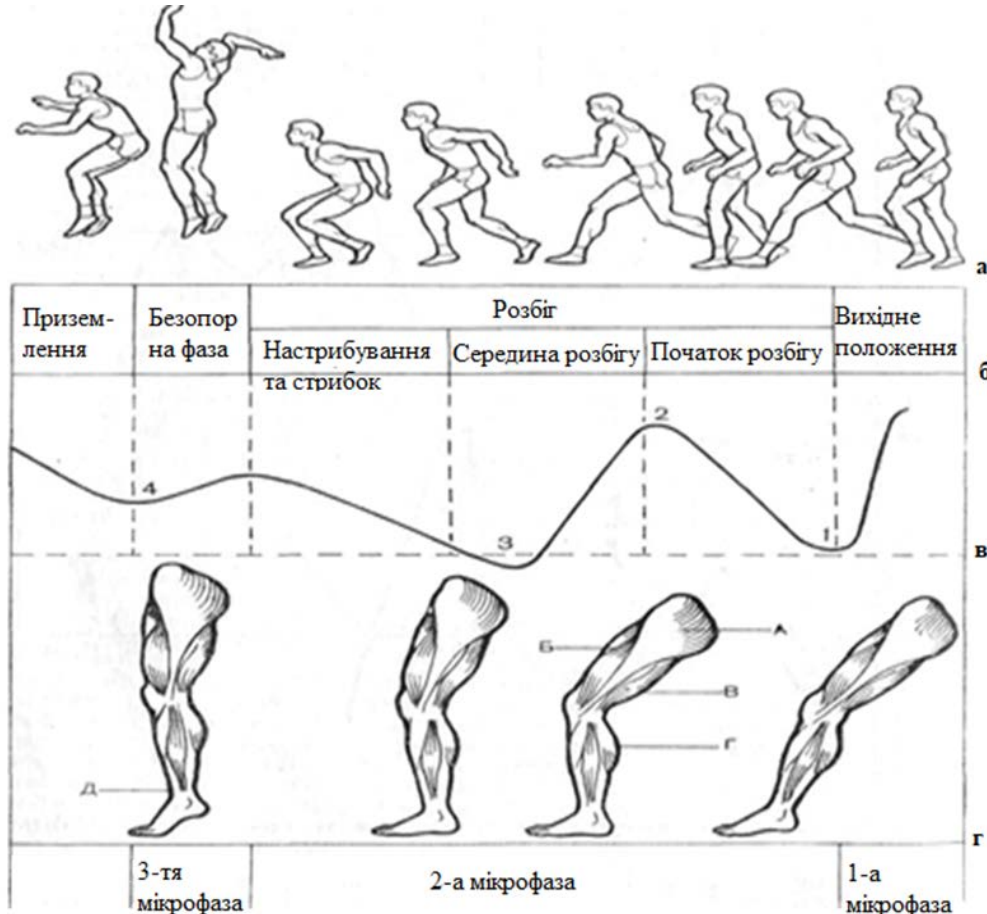


Рис. 2.10.8. Нападний удар: а – контурограма; б – хронограма; в – динамограма (зубець 1 – сплеск динамографічної кривої в результаті постановки ноги на опору; 2 – падіння тиску при згинанні ноги; 3, 4 – збільшення тиску на опору при відштовхуванні); г – анатомічна структура фази відштовхування (Л – великий сідничний м'яз; Б – чотириголова стегна; В – напівсухожильна; Г – триголова гомілки; Д – довгий згинач великого пальця)

При контакті з опорою виникають сили взаємодії, що змінюють характер руху ЗЦМ тіла. Під час контакту з опорою тіло волейболіста переміщається у повній відповідності до накопиченої кількості руху та діючих сил, насамперед силою тяжкості тіла та реакцією опори. Залежно від того, як спрямована рівнодійна всіх прикладених до тіла зовнішніх сил, воно

набуває того чи іншого прискорення, пропорційного до величини рівнодійної і також спрямованого.

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

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

Інакше справа з розмахом суглобових рухів, що побічно визначають час відштовхування. Тут велике значення набуває плече моменту сили тяги м'язів, у зв'язку з чим одній і тій же величині сили на опору може відповідати різне положення суглобів.

Початкова швидкість польоту, тобто швидкість у момент припинення контакту з опорою у свою чергу повністю зумовлена тими впливами на тіло, які передували моменту переходу в беззаперечний стан. Доцільно розділяти швидкість тіла в безопорному стані на вертикальну та горизонтальну складові.

Траєкторія тіла в безопорному стані завжди має параболічну форму і розташована у вертикальній площині (при напрямку швидкості точно вгору або вниз парабола переходить у вертикальну пряму).

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

Відповідно до закону про збереження кінетичного моменту або моменту кількості руху волейболіст може змінювати орієнтацію свого тіла та швидкість його обертання навколо будь-якої з трьох головних центральних осей: поперечної, поздовжньої, переднезадньої (сагітальної). Зміна пози в безопорному стані змінює як взаємне розташування ланок тіла, а й їх орієнтацію у просторі.

Одночасно зі зльотом волейболіст робить замах ударною рукою вгору-назад, тіло прогинається в грудній та поперековій частинах, ноги злегка згинаються в колінних суглобах, праве плече відводиться назад. У цей момент ліва рука, трохи згинаючись у ліктьовому суглобі, відводиться вгору-убік.

Найбільший ефект при швидкісних рухах дають м'язи, що скорочуються із попередньо розтягнутого стану, для чого застосовуються підготовчі рухи у вигляді замаху та обгону ланок. Швидке розтягування напружених м'язових груп грудей і живота підвищує їхній функціональний рівень при негайному активному зворотному русі, що сприяє значній концентрації зусиль у момент удару по м'ячу.

Для забезпечення роботи м'язів у потрібному русі необхідно виконати активний, енергійний захват. Поворотний рух має слідувати негайно за захватом, інакше напруження м'язів спадає і ефект замаху втрачається. У процесі гальмування замаху м'язи, відповідальні за підготовлюваний захват руху, гранично напружуються, і водночас розслабляються їхні антагоністи, оскільки ланки тіла, що виконують захват, рухаються в цей час за інерцією і тим самим створюють достатній опір.

Енергетичний ефект роботи біомеханічного ланцюга визначається розмахом виконаного руху, величиною і напрямом впливу тіла, що розганяється. Швидкість м'яча після удару тим вища, чим більша швидкість ударної ланки перед ударом. За допомогою докладання узгоджених зусиль шляху прискорення кисті досягається швидкість, необхідна кінцевій ланці.

Максимальне досягнення швидкості переміщення кінцевої ланки досягається послідовним «закріпленням» суглобів кінцівки і перетворенням її з м'якого кінематичного ланцюга на якийсь жорсткий важіль («палку»), що дозволяє «підключити» в момент зіткнення з предметом, що ударяється, до маси кінцевої ланки масу інших (проксимальних) ланок ланцюга, а також корпус. У свою чергу, це викликає попереднє гальмування кінцівки, що б'є в ході замаху-удару в проксимальних ланках ланцюга, що закінчується в дистальних. Останнє свідчить про важливу особливість балістичних рухів людини – послідовну передачу кінетичної енергії з проксимальних ланок у дистальні.

Удар по м'ячу є передачею значної швидкості ланки, що б'є, за дуже малий проміжок часу контакту. У момент удару по м'ячу ударна рука випрямляється в ліктьовому суглобі, розтягнуті при замаху м'язи живота, грудей і руки різко скорочуються. Рука випрямляється, кисть накладається на м'яч у розслабленому стані зверху-ззаду. Швидкість створюється не за рахунок поступального переміщення ланки, що б'є, а за рахунок обертання в суглобах. Це дозволяє за більш короткий час розвинути максимальну швидкість. У створенні швидкості останньої ланки беруть участь всі нижчі ланки. Вони набувають швидкість повільніше через свою велику інертність, далекі від точки опори розвивають її за менший час і до великих величин.

Передача кількості рухів у кінематичному ланцюгу відбувається в наступній залежності: швидкість проксимальної ланки починає знижуватися, а дистального з цього моменту зростати. Максимальна швидкість тулуба при ударі з місця – 3-4 м/с відповідає початку підйому кривої швидкості плеча, яка потім доходить до 6 м/с. Потім зростають швидкість передпліччя – до 10 м/с та швидкість кисті – до 15 м/с. Початок загальмовування нижньої ланки відбувається з прискоренням вищої над ним ланки.

Пряма функціональна залежність між перед- і післяударними швидкостями ланок, що б'ють, і тіл, що б'ються, відсутня, а управління післяударною швидкістю предмета, що вдаряється, відбувається в контактній фазі та залежить від підготовки кінематичного ударного ланцюга до удару. Правильне освоєння навичок ударних рухів не обмежується побудовою рухів тільки в кінематичній системі – ланцюзі ланок, що безпосередньо виконують удар. Навпаки, все силове поле будується від опорної ланки через корпус – до того, хто вдаряє, з максимальним використанням можливих ступенів свободи.

Ударний рух руки, що б'є, здійснюється сукупним приведенням плеча переважно завдяки його обертанню навколо поздовжньої осі та розгинанню передпліччя. Головним координаційним моментом ударного руху руки, що б'є, є передача кінетичної енергії обертального руху плеча розгинальному руху передпліччя. Таким чином, у процесі ударного руху плече, як ланка кінематичного ланцюга, здійснює передавання кінетичної енергії від ланки до ланки, а потім, як ланка, що має більше ступенів свободи, ніж передпліччя, виконує основну роль у виборі напрямку удару.

Велика швидкість руху кисті забезпечує достатню силу удару. Тому під час удосконалення нападницьких ударів головним чином звертається увага не на силу удару, а на своєчасність його і напрямок.

Під час виконання нападницьких ударів м'язи працюють у такій послідовності: спочатку напружуються сильніші м'язи, потім зі зростанням швидкості ланок у біокінематичному ланцюзі – менш сильні й нарешті – м'язи кінцевих ланок.

Певне значення при виконанні нападного удару має положення голови. Нахил голови наперед стимулює роботу м'язів передньої поверхні тіла, тобто дозволяє розвинути велику силу та потужність згинальних рухів тулуба. У той же час таке положення голови ускладнює прогинання тулуба, відведення ніг назад, рух руками назад із положення нагору. Нахил голови назад, навпаки, знижує функціональні можливості волейболістів у рухах, спрямованих уперед. Поворот голови ліворуч сприяє одночасному повороту

тулуба, а також відведенню назад лівої руки, опущеної або піднятої убік, ускладнюючи симетричний рух правої руки.

Післяударні рухи виконуються зазвичай за інерцією з одночасним гальмуванням м'язами-антагоністами. Волейболіст приземляється на зігнуті в колінних суглобах ноги, вертикальна складова швидкості тіла падає до нуля, опускання припиняється вниз. При опусканні тіла його потенційна енергія частково перетворюється на кінетичну і частково гаситься роботою сил опору, зумовленими м'язовими напруженнями. Це дає можливість захистити опорно-руховий апарат від пошкоджень, зберегти стійкість тіла та підготуватися до виконання наступної активної дії.

Блокування. До передбачуваного місця зустрічі з м'ячем на відстань до 2 м волейболіст пересувається стрибком або приставними кроками, понад 3 м – звичайним бігом. При цьому ноги гравця трохи зігнуті в колінних суглобах, руки опущені вниз і дещо зігнуті в ліктьових суглобах, кисті знаходяться перед грудьми. У вихідному положенні волейболіст збільшує згинання ніг у колінних та гомілковостопних суглобах, зігнуті в ліктьових суглобах руки знаходяться на рівні пояса або голови, ступні ніг розставлені на ширину плечей.

При відштовхуванні у вертикальному напрямку на опору діє гальмівна сила тяжіння G . Сила F'_M передається через стопи на опору та викликає реакцію опори R (рис. 2.10.10). Внутрішня сила F''_M прикладена до інших ланок тіла і діє динамічно як зовнішня для них сила.

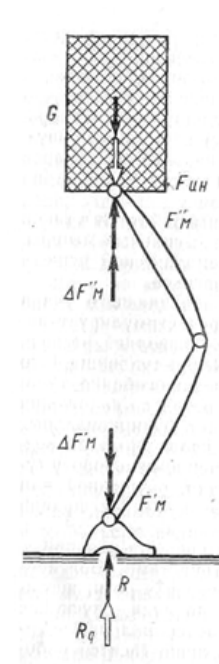


Рис. 2.10.10. Сили, прикладені при відштовхуванні: F'_M – тиск гомілки на стопу, F''_M – тиск стегна на таз; R – реакція опори на силу P'_M , прикладену до стопи; $\Delta F'_M$ – тиск, обумовлений масою тіла; $\Delta F''_M$ – тиск, що врівноважує силу тяжіння; $F_{иH}$ – сила інерції; R_q – реакція опори на масу тіла

При нерухомому блокуванні нападних ударів, що виконуються зі звичайних передач, волейболіст відштовхується від опори в той момент, коли нападник знаходиться в безопорній фазі. Це пояснюється тим, що шлях руху ОЦМ тіла того, хто блокує, коротший, ніж того, хто нападає. Подумки розрахувавши просторово-часові характеристики рухів нападника, блокувальник відштовхується від опори. Рух починають руки, а потім ноги.

Відводячи для майбутнього махового руху зігнуті в ліктьових суглобах руки дещо 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 водночас мають невеликий нахил щодо сітки, пальці рук розведені та оптимально напружені. Під час наближення м'яча руки розгинають у ліктьових суглобах і переміщують уперед-вгору на бік суперника. Одночасно кисті згинають у променево-зап'ясткових суглобах і пальцями виконують рух вперед-вниз. Кисті рук амортизують удар і направляють м'яч на бік 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 винесення рук над сіткою – 0,4-0,5 с.

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

Рухомий блок аналогічний нерухомому, після виносу рук над сіткою їх можна переміщати вправо або вліво залежно від напрямку польоту м'яча. Під час блокування нападницьких ударів із країв сітки долоню руки, ближню до краю, розгортають усередину так, щоб під час удару в блок м'яч відскочив на майданчик суперника.

Техніка блокування ударів, що виконуються з різних передач, аналогічна описаній вище. Виняток становить момент відштовхування від опори, який співвідноситься з початком безопорної фази нападника гравця.

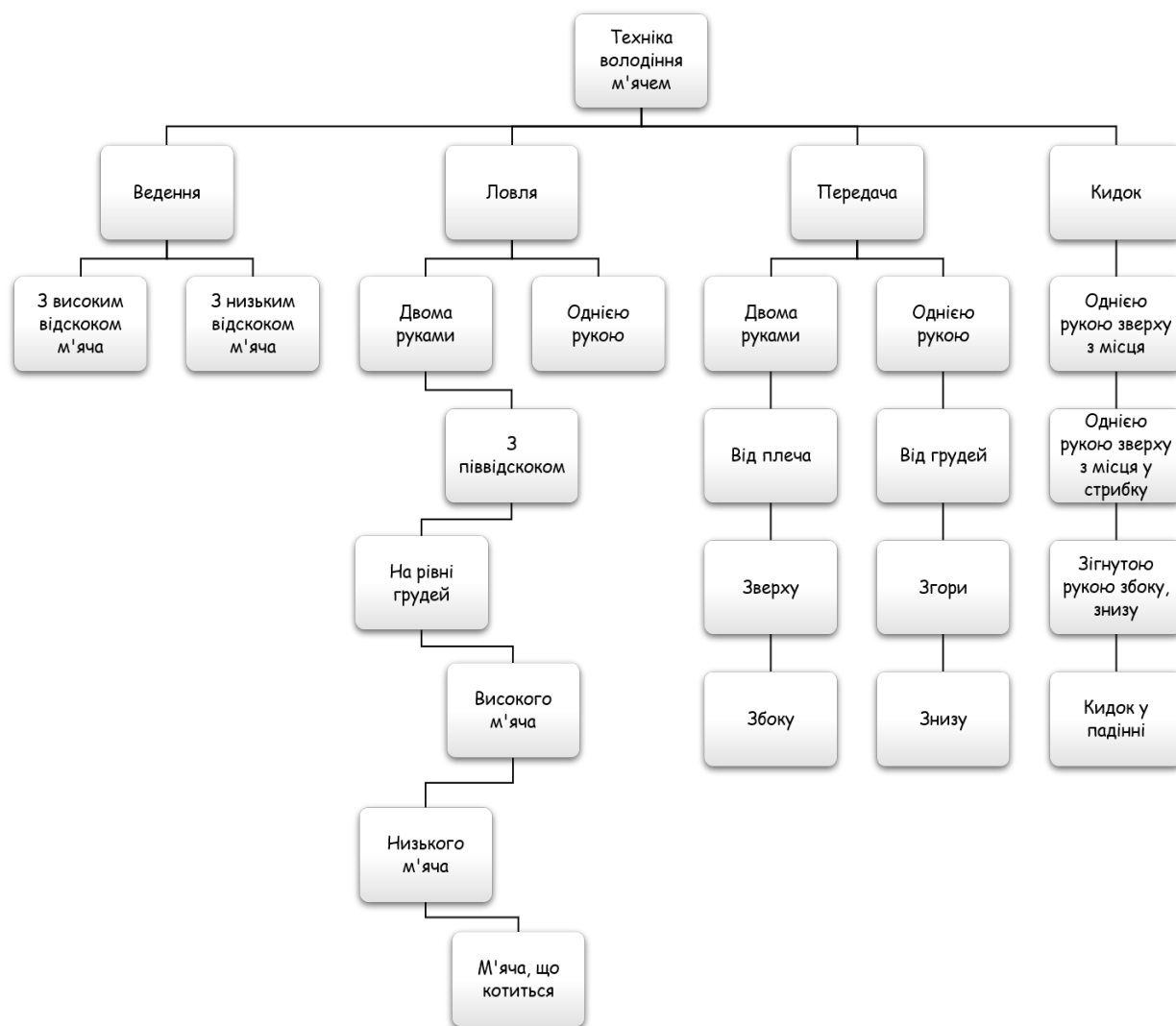
Класифікація техніки блокування представлена на схемі 10.



2.11. Ручний м'яч

У ручному м'ячі пересування здійснюються тими самими способами, що використовуються у баскетболі. Кожен гравець повинен навчитися швидко стартувати та змінювати напрям бігу, використовувати зупинки та повороти, вільно пересуватися спиною вперед та приставними кроками.

Виходячи зі шкільної програми з фізичної культури учні повинні опанувати ведення, лов і передачу м'яча зігнутою рукою зверху, збоку, знизу на місці та в русі; опорними та безопорними кидками; блокуванням м'яча; грою воротаря (схема 11).



Ведення. Типовим для гандболу є одноударне ведення у поєднанні з відволікальними діями. Починаючи ведення, гравець виносить м'яч уперед-убік і рухом кисті посиляє його вниз. Відштовхнувшись від підлоги, м'яч зустрічається з пальцями і м'яким поштовхом знову прямує вниз-вперед. Під час обведення суперника м'яч доцільно вести дальньою від нього рукою і в нижчій стійці, захищаючи м'яч від вибивання тулубом або ногами.

Лов м'яча. Найчастіше м'яч ловлять двома руками. Гравець повертається обличчям у бік польоту м'яча, напружені пальці розставляє убік, а рештою утворює «воронку», що дещо перевершує розміри м'яча. У момент зіткнення з м'ячем пальці охоплюють м'яч, руки згинаються в ліктьових суглобах, амортизуючи силу м'яча, що летить, і поступово займають положення для подальших дій.

Використовують також і лов м'яча однією рукою. При цьому, торкаючись м'яча, рука згинається в ліктьовому суглобі і відводиться назад для погашення швидкості м'яча.

Передача м'яча. Найбільш часто застосовується передача зігнутою рукою зверху, а при використанні заслонів – двома та однією рукою знизу.

Передача м'яча повинна виконуватися з активною роботою кисті, але без зайвого обертання м'яча. Кистьові передачі дають вииграш у швидкості та точності. Вони подібні до кидків, але виконуються з меншими силовими витратами.

Кидок м'яча. Характеризується «хлистоподібним» рухом руки, при якому кожна ланка, отримавши певну швидкість від руху попереднього та власного м'язового зусилля, активно прискорюється, а потім гальмується, створюючи жорстку опору для ефективного прискорення чергових ланок тіла. Цей спосіб взаємодії елементів системи є оптимальним у кидкових рухах і пов'язаний із фізіологічними та біомеханічними закономірностями рухів.

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

Кидки в гандболі можливі з попереднім відведенням м'яча та без відведення. У відведенні м'яча можуть брати участь в залежності від ігрової ситуації всі ланки тіла або 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 нижчих ланок тіла до кисті «робочої руки».

Між підготовчою та основною фазами може спостерігатися перепрограмування кидкової дії (у зв'язку зі зміною ігрової ситуації), під час якої відбувається коригування програми, сформованої до початку кидка. У заключній фазі кидка ланки кінематичного ланцюга «робочої руки» та тіло гандболіста повертаються у вихідне положення для подальших дій.

Точність кидка залежить насамперед від узгодженості дій у багатьох суглобах біокінематичного ланцюга тіла гандболіста. Зокрема, рухи великих ланок задають загальний напрямок кидковій дії, а рух пензля позначається безпосередньо на точності кидка, оскільки саме пензель надає початкову швидкість м'ячу в його поступальному русі. Результативність кидків залежить також від уміння гандболіста правильно визначити момент та спосіб кидка.

Після лову або тримання м'яча однією рукою на широко розведених пальцях при кидку зігнутою рукою рука відводиться в протилежному напрямку до кидка до рівня голови (суглобовий кут між плечем і передпліччям становить $80-100^\circ$). При цьому тулуб дещо розгорнутий у бік кидка боком, протилежним «робочій руці», ЗЦМ тіла знаходиться ближче до ноги, що стоїть ззаду.

Броскова дія починається одночасно з випрямленням відставленої назад ноги та розворотом плечового пояса «робочої руки» у бік кидка. ЗЦМ тіла переноситься на ногу, що стоїть попереду. Рухом робочої руки закінчується основна фаза. Вільна від м'яча рука зігнута в ліктьовому суглобі і, перебуваючи на рівні грудей при кидковій дії, різко відводиться назад.

Сукупність взаємодіючих ланок тіла забезпечує найбільш раціональне використання координаційних та енергетичних ресурсів організму та становить основний механізм кидка м'яча. Дія цього механізму призводить до наростання балістичної хвилі імпульсу сили від м'язового зусилля ніг до тулуба, плеча, передпліччя та кисті з м'ячем.

У процесі навчання кидкових рухів у юних гандболістів розвивається здатність керувати ланками тіла від проксимальних до дистальних. Це пов'язано з освоєнням найефективніших траєкторій рухів, концентрацією м'язових зусиль у чітко визначені моменти.

Розвиток системи рухів кидка відбувається за рахунок оволодіння просторовими, потім тимчасовими та динамічними характеристиками. У міру освоєння кидкових рухів стабілізується час дії та підвищується величина прискорення ланок тіла. Так, у новачків наростання величини поздовжнього прискорення від плеча до передпліччя та кисті при кидках з розбігу в опорному положенні становлять відповідно: $6,9 \pm 0,7$; $5,4 \pm 0,6$; $8,6 \pm 0,6$ м/с², час прояву – $0,20 \pm 0,04$; $0,18 \pm 0,03$; $0,19 \pm 0,04$ с.

У результаті становлення структури рухів кидка найбільша стабільність є у рухів ланок «робочої руки» (за величиною прискорення, гальмування і часу їх прояви), а найбільша варіативність – рухів тулуба і ніг. У процесі розвитку структури рухів кидка зменшується діапазон індивідуальної варіативності рухів та підвищується рівень пристосувальної варіативності, яка розглядається як спосіб знаходження раціонального варіанта вирішення рухової задачі з певним рівнем ефективності в екстремальних умовах гри.

Пристосувальна варіативність виникає при виборі стратегії та тактики управління елементами системи рухів у вигляді динамічних зв'язків, що забезпечують надійність цієї структури рухів у умовах гри, що змінюються. Найбільший діапазон пристосувальної варіативності рухів належить до

підготовчої частини рухів кидка, в якій проявляються допоміжні корекційні елементи рухів, що сприяють навмисному створенню вигідних положень для успішної реалізації швидкісно-силових якостей спортсмена. Надалі дія доповнюється допоміжними руховими зв'язками, куди входить індивідуальна та пристосувальна варіативність рухів, утворюючи цілісну варіативну систему рухів при кидку м'яча.

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

Точність кидка обумовлюється місцем застосування і напрямку сили, що діє на м'яч. Тому вирішальними для точності кидка є тримання м'яча і правильний завершальний рух кисті на момент його випуску. Сила кидка великою мірою залежить від амплітуди рухів. Замах та випуск м'яча відбуваються в беззаперечному положенні. Поштовх виконується різнойменною ногою, на яку надалі проводиться і приземлення. Кидок відбувається у вищій точці зльоту разом з активним розгинанням махової ноги та поворотом тулуба грудьми до воріт. Після виконання кидка гандболіст приземляється спочатку на ногу, потім на махову.

Опорні і безопорні кидки зігнутою рукою знизу-збоку виконуються аналогічно, тільки рух робочої руки проводиться з іншого вихідного положення.

Кидки із закритих позицій можна виконувати на висоті пояса, стегна та трохи нижче. Замах робиться як і в кидку зверху. Після другого кроку (хресного) гравець опиняється у вихідному положенні для кидка: ноги широко розставлені, вага тіла перенесена на праву ногу, рука з м'ячем занесена назад, тулуб повернуто лівим плечем до воріт і нахилено до лівої ноги. Повертаючись грудьми до воріт, він посилає зігнуту в ліктьовому суглобі праву руку вперед паралельно до майданчика. Потім випрямляє руку і рухом, що захльостує, в якому послідовно беруть участь плече, передпліччя

і кисть, посилає м'яч у ворота. Наприкінці руху кисть розвертається долонею догори.

Кидки з падінням бувають з опорного положення та у стрибку. Перші використовуються при атаці з лінії воротарського майданчика. У координаційному відношенні цей різновид кидків найбільш складний, оскільки замахи і кидок зазвичай відбуваються в момент втрати рівноваги перед приземленням.

Кидок зігнутою рукою з падінням вперед виконується із опорного положення. Гравець встає боком до воріт, маса тіла повністю переноситься на ногу, що стоїть позаду, стопи розгорнуті під кутом 45°. Попереду нога зігнута в колінному суглобі, рука з м'ячем вільно опущена вниз. З початком замаху ЗЦМ тіла переноситься вперед. Той, хто кидає, підводиться на носок опорної ноги і відводить іншу ногу вбік. 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 випускається в останній момент перед торканням майданчика вільною рукою.

Перехоплення м'яча здійснюється різким виходом захисника, який встигає опанувати м'яча раніше нападника.

Вибивання м'яча можна проводити ближньою до суперника або далекою від нього рукою. Удар по м'ячу потрібно завдавати, коли він виявляється незахищеним та не контролюється нападником. Вибивання можна застосовувати і при кидку м'яча. Цей прийом вимагає точного розрахунку та високої координації рухів.

Основним засобом боротьби з гравцями, що кидають м'яч у ворота, є блокування. Що ближче блокувальник до нападника, то менший кут потрапляння у ворота. Тому захисник, готуючись до затримання м'яча, повинен уважно стежити за м'ячем і вчасно зробити крок назустріч тому, хто кидає. Одночасно у напрямку можливого кидка виносяться випрямлені та зближені руки. Блокування тих, хто кидає, у стрибку здійснюється також у стрибку. Щоб своєчасно вистрибнути, захисник, прийнявши стійку, на зігнутих ногах повинен визначити початок і напрямок кидка.

Фінти виконуються без м'яча та з м'ячем. Фінти без м'яча (прискорення, повороти, зупинки, стрибки, випади та інші рухи, що відповідають ігровій ситуації) зазвичай виконують нападники, які прагнуть зайняти кращу позицію або відвернути на себе увагу захисників. Фінти з м'ячем застосовуються при передачах, кидках, обведенні тощо. Усі фінти складаються з двох взаємопов'язаних фаз: порівняно повільного виконання відволікаючого руху та швидкого проведення основної дії. Розрізняють фінти

прості, що складаються з однієї відволікаючої дії і складні – з двох-трьох рухів.

При передачах використовуються фінти зі зміною напрямку, способу та затримкою моменту виконання. Найбільш поширеним фінтом є хибний кидок з подальшою передачею (за спиною, над плечем, убік).

При кидках застосовуються найрізноманітніші поєднання прийомів: хибна передача або кидок зверху – кидок збоку чи знизу; помилковий кидок у стрибку, приземлення та ухилення від захисника веденням; хибний замах однією рукою, перекладання м'яча і кидок іншою рукою тощо.

Особливо велика роль фінтів під час обведення суперника. Як відволікаючі дії тут використовуються кроки, випади, помилкові передачі, кидки тощо.

Заслони. Заслони – ефективні засоби звільнення нападників від опіки захисників. Заслонами можуть користуватися як гравці з м'ячем, так і гравці без м'яча. Розрізняють заслони статичні та динамічні. Вони можуть ставитися одним чи кількома гравцями.

Внутрішній заслін ставлять так, щоб опинитися збоку або ззаду від захисника. При цьому нападник обернений обличчям або спиною до захисника. Останній, намагаючись наздогнати гравця, що йде в напрямку заслону, стикається із заслоняючими і втрачає контроль над своїм підопічним.

При зовнішній заслінці гравець займає місце між нападником і захисником, тим самим створюється можливість для кидка по воротах або отримання м'яча. Заслон з м'ячем виконується одночасно з поворотом спиною до захисника, що заслоняється, м'яч укривається і передається двома руками знизу.

Рухливий заслін використовується для того, щоб нападник триваліший час залишався без опіки. При цьому заступник, опинившись між своїм гравцем та його захисником, не зупиняється, а продовжує рух у напрямку виходу нападаючого.

Груповий заслін застосовується головним чином при розіграші вільного 9-метрового кидка і полягає в тому, що два або кілька нападників, перебуваючи впритул один до одного, перешкоджають захисникам вихід до гравця, який володіє м'ячем. Як і в інших випадках, ті, що затуляють, можуть розташовуватися спиною або обличчям до суперника.

Стійка воротаря має велике значення для подальшого виконання ігрових прийомів. Оптимальною вважається така стійка, при якій стопи ніг паралельні і знаходяться на відстані не більше 25-30 см, руки значно зігнуті та спрямовані в сторони-вгору, кисті рук на рівні плечей (або трохи вище) та

розгорнуті долонями вперед, тулуб дещо нахилений уперед. Найбільш раціональним способом пересування воротаря є пересування приставними кроками вліво-вправо та вперед.

Відображення м'яча, спрямованого у верхню частину воріт, виконується руками. Під час зіткнення м'яча з рукою долоня має бути трохи розгорнута донизу. Це дозволить направити м'яч у бік підлоги, не давши йому можливості відскочити у поле. Якщо ж м'яч кинутий дуже сильно, то краще парити його передпліччям, намагаючись перекинути над штангою.

При кидку м'яча у верхній кут воріт воротар виконує поштовх ногою і виводить руку вгору, прикриваючи кут воріт. Якщо ж м'яч направлений у ворота низом, воротар перекриває йому шлях ногою, роблячи випад у бік м'яча, що летить. Залежно від висоти польоту м'яч відбивається відповідними ланками біокінематичного ланцюга ноги, але у всіх випадках випад здійснюється поштовхом протилежної ноги. Махова нога розгорнута стопою назовні. Однойменною рукою завжди захищає ногу, що блокує.

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

Процес формування готовності до здійснення того чи іншого активного рухового акта, вирішення конкретної ситуаційної задачі захисту воріт у грі в гандбол можна розділити на чотири фази:

- 1) передрішення;
- 2) ухвалення рішення та початок захисної дії з багатьма ступенями свободи;
- 3) скорочення ступенів свободи та визначення загального напрямку польоту м'яча, кинутого у ворота;
- 4) точний рух на перехоплення м'яча та оцінка досягнутих результатів виконаної захисної дії.

Для першої фази характерне узагальнення всіх особливостей ігрової ситуації, що склалася в цей момент і зіставлення її зі своїми індивідуальними можливостями. На підставі отриманої інформації про переміщення нападників команди-суперника та виконуваних ними передачах м'яча воротар пересувається у воротах приставними кроками у бік передачі м'яча, зумовлюючи загальну програму своїх дій.

Вибір позиції у воротах визначається ігровою ситуацією на той момент, тобто дистанцією та кутом, під яким діє нападник суперників, який володіє м'ячем, а також розташуванням своїх гравців у захисті.

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

Характерною особливістю другої фази є ухвалення рішення та початок захисної дії з багатьма ступенями свободи у зв'язку з формуванням готовності воротаря до виконання активної дії. У цій фазі визначається подальший хід розвитку єдиноборства воротаря та нападника і вибирається найефективніша програма. Воротар на підставі інформації, що сприймається, про явну загрозу кидка м'яча у ворота уточнює вихідне положення і починає захищатися, залишаючись у досить стійкому положенні, щоб мати можливість своєчасно змінити структуру рухів.

За умови виконання кидка м'яча у ворота із середньої зони з різних дистанцій початок захисного руху воротаря випереджатиме 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. В ігровій діяльності воротаря спостерігаються відхилення від необхідного часу початку захисту у більшу чи меншу сторону, що фактично визначає ефективність його дій. Друга фаза триває 2-4 с.

У третій фазі відбувається вибір захисної дії, що найбільше відповідає цій ігровій ситуації. На підставі інформації, що сприймається про гравця, що робить кидок м'яча у ворота, воротар визначає загальний напрямок польоту м'яча. При цьому враховуються: напрямок та відстань виконання кидка, переміщення ланок тіла гравця команди суперника та особливо його руки з м'ячем; спосіб виконання кидка; розташування партнерів у захисті та їх дії у момент кидка; можливості гравця, що робить кидок, та особливості виконання ним кидків.

Для третьої фази характерно зменшення площі опори та збільшення тону м'язів воротаря, які беруть активну участь у виконанні захисного руху.

На підставі інформації, що сприймається, про початкову стадію кидка нападника воротар з безлічі можливих способів затримання м'яча відбирає найбільш оптимальні для цієї ігрової ситуації, зіставляючи свої дії з діями захисників. За часом третя фаза триває 0,06-0,12 с.

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

2.12. Футбол

За характером ігрової діяльності виділяють техніку польового гравця та техніку воротаря, які складаються з конкретних прийомів гри та виконуються у різний спосіб.

Пересування включають біг, стрибки, зупинки, повороти (схема 12). Доцільне та раціональне використання прийомів пересування, їх способів та різновидів дозволяє ефективно вести гру.

Схема 12.



Біг – основний засіб пересування у футболі, який застосовується гравцями в основному для виходу на вільне місце, переслідування суперника тощо. Біг спиною вперед, приставним та хресним кроком є специфічним способом пересування та використовується у поєднанні із звичайним бігом.

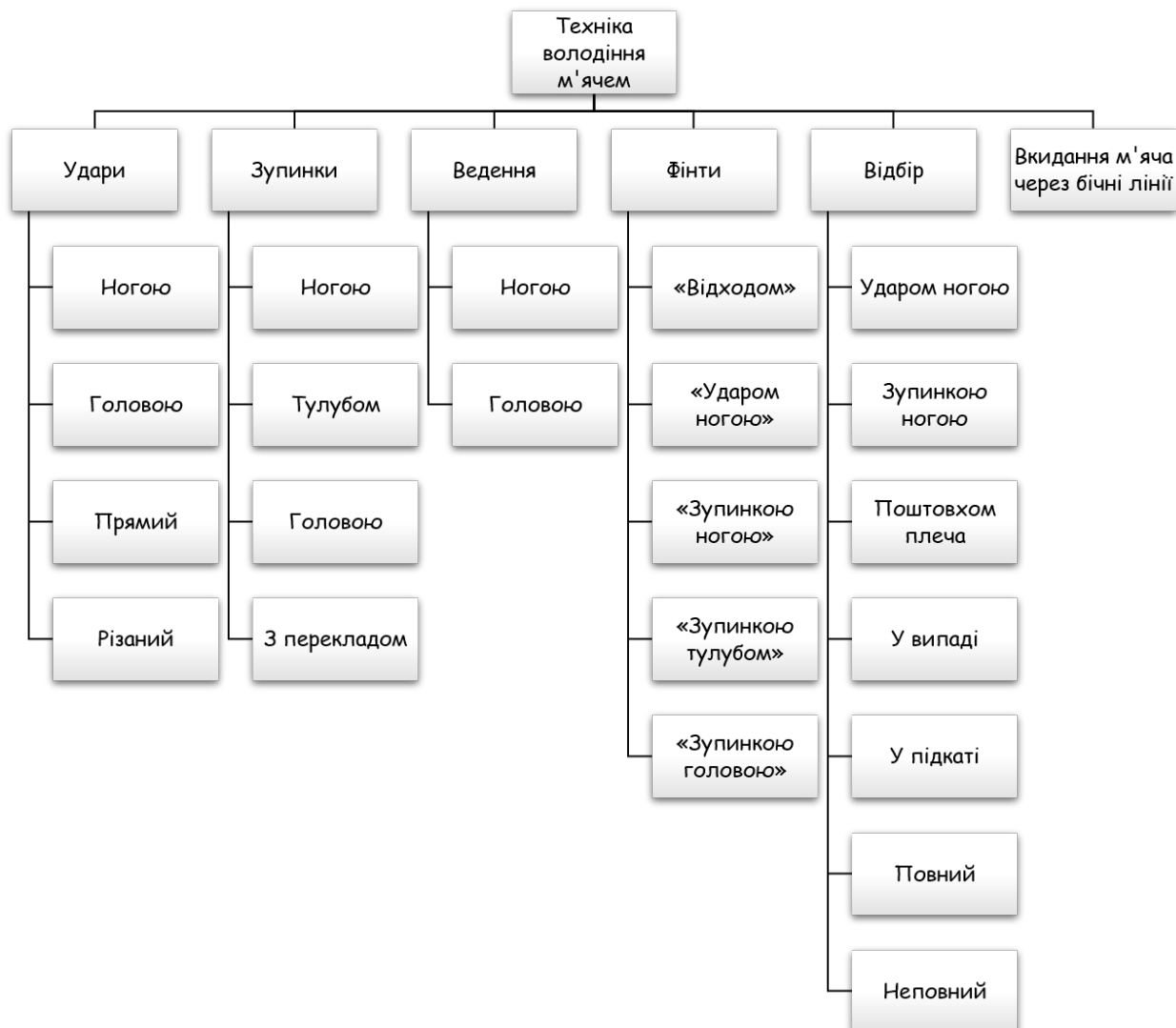
Стрибки у футболі різноманітні: вперед, убік, вгору поштовхом однієї та двома ногами. Вони використовуються при виконанні окремих способів ударів, зупинки м'яча.

Зупинки – ефективний спосіб зміни напрямку, виконуються стрибком та випадом.

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

Польові гравці використовують все різноманіття техніки пересування та техніки володіння м'ячем (схема 13).

Схема 13.



Удари по м'ячу є основним прийомом ведення гри та 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, що б'є, і швидкість її руху в залежності від напрямку і відстані, на яку йому потрібно послати м'яч. При ударах по воротах з будь-якого положення вкрай потрібна точна координація рухів. Точність ударів також залежить від вибору місця встановлення опорної ноги при ударі.

Удари по м'ячу ногою виконуються такими основними способами: внутрішньою стороною стопи; внутрішньої, середньої та зовнішньої частинами підйому; носком та п'ятою. Можна виділити основні фази рухів, які є загальними для багатьох способів ударів. Попередня фаза – розбіг, який сприяє попередньому нарощуванню швидкості ударних ланок.

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

Робоча фаза – ударний рух. Час зіткнення з м'ячем слід зберігати якомога більше, оскільки швидкість та напрямок польоту м'яча залежать від прикладеної сили та часу її дії. Ударний рух здійснюється за значної швидкості переміщення ланок кінцівки, що має здебільшого вигляд відкритого кінематичного ланцюга. Оскільки швидкість руху кінцівки має певні межі, необхідно збільшити масу кінцевої ланки. Це досягається послідовним «закріпленням» суглобів кінцівки і перетворенням її з м'якого кінематичного ланцюга на жорсткий важіль, що дозволяє підключити в момент зіткнення з предметом, що вдаряється, до маси кінцевої ланки масу проксимальних ланок ланцюга, а іноді до корпусу. Описуване явище викликає попереднє гальмування кінцівки, що б'є, 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 та широкоамплітудний. Перший тип удару дозволяє виконати прийом швидко та сильно, другий забезпечує точність удару. Є два варіанти виконання ударів – відкритий та прихований. При прихованому варіанті виконання удару застосовуються різні прийоми маскувannya намірів.

Удари на силу та удари на точність різні за своєю біомеханічною структурою та біоелектричною активністю м'язів, що працюють. Удар, який проходить через центр м'яча або в безпосередній близькості, називається прямим і виконується практично всіма способами.

Прямий удар на силу характеризується фіксацією ланок удару ноги у фазі удару, завдяки чому збільшується жорсткість цієї системи, яка не дозволяє стопі амортизувати. У фазі замаху спостерігається активність м'язів задньої поверхні стегна та гомілки, зокрема, чотириголового м'яза стегна, що надає прискорення гомілці та стопі. Прямий точнісний удар характеризується меншою ударною масою. Удар проводиться нижньою ланкою за активної участі стопи. Тому литковий і передній великогомілкові м'язи працюють одночасно без значного падіння електричної активності. Чотирьохголовий і передній великогомілкові м'язи працюють асинхронно.

При різаних ударах напрямку 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 до 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 та вниз проти балістичної траєкторії; дальність його польоту скоротиться. Різаний удар зовнішньою частиною підйому нагадує прямий удар на силу і характеризується великим прискоренням гомілки проти прямого. У різаних ударах на силу обертання м'яча відбувається за рахунок колінного і гомілковостопного суглобів ноги, що б'є, а при несильних ударах на точність тільки за рахунок гомілковостопного суглоба.

Зі зростанням кваліфікації футболістів збільшується швидкість переміщення при виконанні останнього кроку розбігу, змінюється характер розподілу м'язової активності ударної ноги збільшується діапазон кутових переміщень у колінному та тазостегновому суглобах.

Техніка виконання ударів має специфічні особливості.

Удар внутрішньою стороною стопи. Виконується згинанням стегна та поворотом назовні ударної ноги. У момент удару стопа знаходиться 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 у бік опорної ноги, в момент удару носок відтягнуто вниз.

Удар середньою частиною підйому. Замах та 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 – 0,08 с, моменту удару – 0,04 с, руху ударної ноги після удару – 0,13 с.

Удар зовнішньою частиною підйому. Подібний за структурою рухів ударів середньою та зовнішньою частиною підйому. У момент ударного руху гомілка та стопа повертаються всередину.

Удар носком. У момент удару носок дещо піднятий.

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

Удар із поворотом. Опорна нога розвертається у напрямку удару, тулуб відхиляється у бік опорної ноги. Удар із півліта. Виконується середньою зовнішньою частиною підйому по м'ячу відразу після його відскоку від землі. Опорна нога ставиться ближче до місця приземлення м'яча, гомілка в момент удару вертикальна, носок відтягнутий.

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

При ударі головою в стрибку виконується поштовх двома або однією ногою. Вивчення вертикальної складової опорної реакції дозволяє виділити фази стрибка вгору поштовхом двома ногами (рис. 2.12.1): амортизації (починається в момент зменшення опорної реакції і закінчується в момент, коли кут згинання ніг у колінних суглобах найбільший, тобто коли площа фігури *cde* на тензодинамограмі стає рівною площі фігури *abc*); відштовхування (закінчується в момент коли вертикальна складова опорної реакції набуває нульового значення); польоту (вертикальна складова опорної реакції дорівнює нулю).

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

Зупинка м'яча. Основні фази руху є загальними для різних способів зупинки ногою. У підготовчій фазі гравець займає вихідне положення, що характеризується перенесенням маси тіла на опорну ногу; іншу ногу він виставляє назустріч м'ячу. У робочій фазі проводиться поступальний рух дещо розслабленою ногою. У момент зіткнення з м'ячем починається рух ноги назад з уповільненою швидкістю.

У завершальній фазі ЗЦМ тіла переноситься у бік ноги, що зупиняє, і гравець займає необхідне положення для наступних дій. Під час зупинки внутрішньою стороною стопи – нога виноситься назустріч м'ячу, стопа розгорнута назовні на 90°; підошвою – нога виставляється вперед, носок

піднятий вгору під кутом 30-40°, м'яч накривається підшвою; підйомом – стопа ноги, що зупиняє, розташовується паралельно землі, і поступальний рух проводиться вниз-назад; стегном – стегно розташовується під прямим кутом до м'яча, що поступається, поступальний рух виконується вниз-назад; грудьми – ноги розташовуються на ширині плечей, грудьми виконується рух назад, плечі та руки переміщені вперед. Головою м'яч зупиняють переважно серединою чола, що поступається рухом вниз або назад.

Ведення м'яча. При веденні використовується біг і ходьба, удари по м'ячу ногою виконуються у різній послідовності та у різний спосіб.

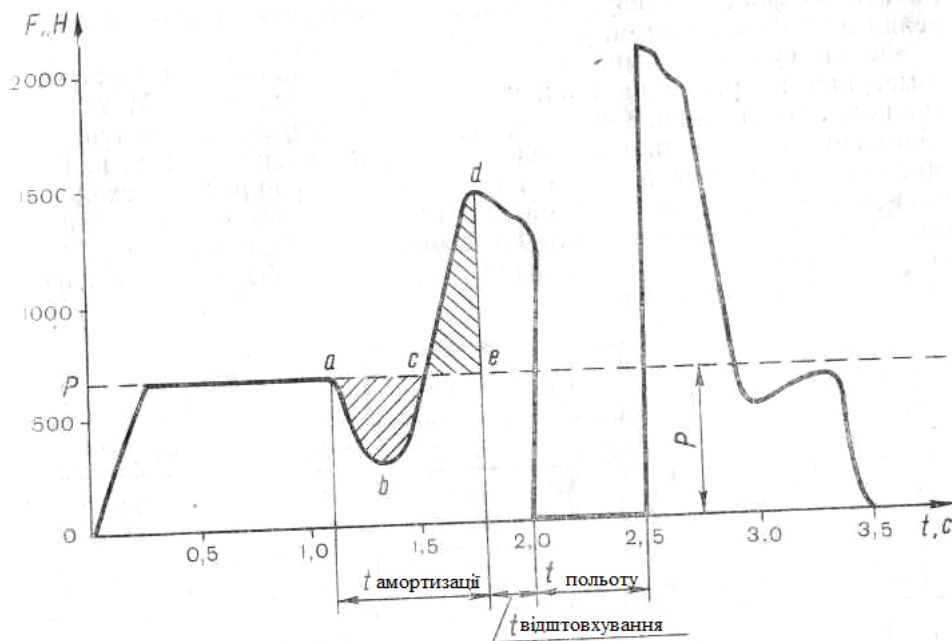


Рис. 2.12.1. Тензодинамограма вертикальної складової реакції опори при стрибку вгору поштовхом двома ногами. R – значення опорної реакції, що дорівнює масі тіла спортсмена

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

У другій фазі реалізуються справжні наміри гравця з подальшим відходом з м'ячем, забиранням м'яча тощо.

Фінти «відходом» виконуються шляхом несподіваної та швидкої зміни напрямку руху з переміщенням ЗЦМ тіла в потрібному напрямку. Фінти «ударом» по м'ячу виконуються при зближенні із суперником, веденні м'яча, зупинці його тощо. Виконується обманний рух, наприклад, удар вправо, а відхід гравця вліво. Фінт «зупинкою» м'яча: всім своїм виглядом та діями гравець показує, що він виконує зупинку м'яча. Суперник уповільнює рух, а

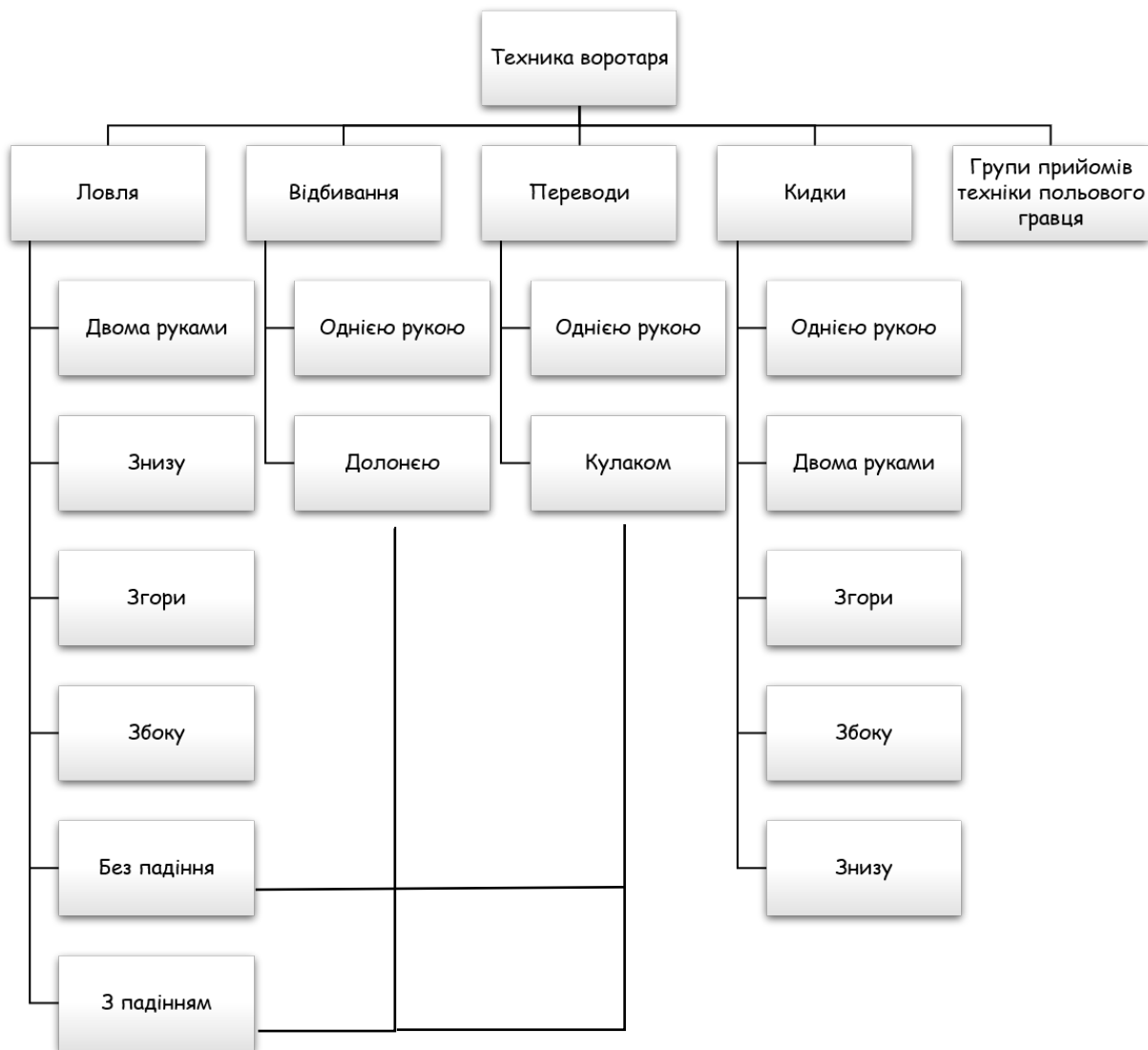
гравець виконує прискорення у потрібному напрямку.

Відбір м'яча здійснюється ударом або зупинкою, при цьому використовуються випади та підкати відповідно на відстані 1,5-2 м і більше 2 м від суперника.

При вкиданні м'яча через бічні лінії тулуб гравця відхиляється назад, руки з м'ячем відводяться назад. Енергійним випрямленням ніг, розгинанням тулуба та рук, із заключним зусиллям кистей виконується вкидання м'яча.

Техніка гри воротаря істотно відрізняється від техніки виконання прийомів гри польовим гравцем (схема 14).

Схема 14



Ловля м'яча є основним засобом техніки воротаря і використовується для оволодіння м'ячами, що котяться, опускаються і низько летять назустріч воротарю. При виконанні лову м'яча знизу воротар нахиляється вперед, опускає руки вниз із дещо розставленими пальцями. Ноги зімкнуті і трохи зігнуті в колінних суглобах. У момент лову м'яча воротар підхоплює його кистями знизу і піднімає рівня грудей. При лові м'яча зверху руки виставлені

вперед-вгору, долоні з розставленими та напівзігнутими пальцями звернені до м'яча. Шляхом поступального руху кистей і згинання рук гаситься швидкість польоту м'яча.

У падінні лов м'яча виконується двома варіантами: без фази польоту та 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 перегороджують шлях м'ячу. Лов м'ячів, що летять на значній відстані, виконується в падінні – фазі польоту. Воротар робить один або два швидкі приставні кроки в напрямку польоту м'яча. Поштовх виконується ближньою до м'яча ногою, руки найкоротшим шляхом виносяться до м'яча. Падіння виконується із приземленням на передпліччя, плече та тулуб.

При відбиванні м'яча одна або дві руки виносяться назустріч м'ячу, що летить. Відбивання проводиться долонями, одним або двома кулаками. Ці дії виконуються на місці, за кроком, після пересування і в стрибку.

Переклад м'яча за технікою виконання подібний до відбивання м'яча.

Кидки м'яча виконуються на місці, за кроком, після пересування і найчастіше однією рукою зверху, збоку та знизу.

ВИСНОВОК

Сучасний розвиток біомеханіки фізичних вправ дозволяє найбільш глибоко та різнобічно пізнати особливості побудови рухів, дає можливість з наукових позицій спочатку пояснити, а потім зорієнтувати та спрямувати процес навчання рухам.

Навчання рухам включає такі елементи, як види, засоби та форми роботи. До видів робіт належать: оцінка вихідного рівня учнів, їх індивідуальних особливостей, біомеханічний аналіз техніки виконання рухів, розробка рухових завдань, безпосереднє проведення занять, педагогічний контроль тощо.

Основним педагогічним засобом у фізичному вихованні є фізичні вправи (спеціально організована, цілеспрямована система рухових дій з біомеханічними характеристиками, що регламентуються, з заздалегідь обумовленим ефектом впливу на організм тих, хто займається, заснована на раціональному використанні його рухових можливостей і спрямована на зміцнення здоров'я).

З одного боку, фізичні вправи сприяють тому, щоб той, хто займається, оволодів кінематичною (просторовою, просторово-часовою) і динамічною (силовою) структурою рухів, а з іншого – надають цілеспрямований вплив на морфо-функціональний стан організму. Так, безпосередньо, через досконалу організацію рухів педагог вирішує завдання як оздоровлення учнів, так й значного розширення функціональних можливостей її організму.

За допомогою фізичних вправ можна домогтися необхідної рухливості в зчленуваннях тіла, необхідної сили мускулатури, швидкості виконання рухів тощо. Чим більш конкретно будуть встановлені цілі заняття, тим легше підбирати вправи – засоби для їх досягнення. Для правильного підбору тих чи інших спеціальних вправ необхідно добре знати можливості кожної. До засобів навчання належать також тренажери та допоміжне обладнання, що дозволяють підвищити ефект педагогічного впливу вправ.

Формами роботи вчителя та учня є уроки та самостійні заняття. При навчанні рухів відбувається початкове ознайомлення з вправою, що розучується. Тут використовують показ та пояснення. Особистий показ повинен доповнюватися демонстрацією наочних посібників: кінограм, кінокільцювань, схем, макетів тощо. Зазвичай розповідь чергується з поясненням. Використовується метод цілісного навчання, у якому учні виконують рух повністю. При використанні методу навчання частинами, рух поділяють на складові, виділяючи при цьому основну фазу або те, що

найважче дається учням. Успіх навчання на цій стадії багато в чому залежить від правильного підбору вправ, що підводять. За своєю структурою вони мають бути близькими до основного руху, а за ступенем спрощення відповідати силам і можливостям тих, хто займається.

Багаторазове повторення забезпечує становлення та закріплення навичок та знань, стабільність та надійність виконання руху. Воно передбачає також зміну умов з формування гнучкої навички. Застосування сполученого методу дозволяє одночасно вирішувати завдання вдосконалення техніки виконання руху та розвитку спеціальних фізичних якостей, формування тактичних умінь. Ігровий метод передбачає проведення ускладнених завдань із виконання окремих рухів чи його поєднань як гри. До методів управління належать: команда, розпорядження, зорові орієнтири та слухові сигнали. До методів рухової наочності слід віднести безпосередню допомогу педагога, а також застосування спеціального обладнання (навчальних пристроїв, тренажерів тощо). Застосування методу інформації передбачає доведення до відома результатів виконання рухів.

Використання зазначених методів у процесі навчання дозволяє більш цілеспрямовано та ефективно проводити заняття з фізичного виховання. А знання біомеханіки фізичних вправ дозволить фахівцям з фізичної культури та фізичної терапії розібратися в причинах та суті технічних помилок при виконанні фізичних вправ та дій, знайти шляхи їх усунення, підібрати раціональний варіант техніки виконання вправ.

ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ З БІОМЕХАНІКИ

Лабораторна робота 1

Тема: Будування проміру за координатами.

Основні завдання:

1. Навчитися будувати таблицю координат.
2. Навчитися зчитувати координати точок кожної пози (на кожному кадрі кінограми).
3. Навчитися будувати сітку координат для проміру та замалювати промір.
4. Навчитися за координатами знаходити положення точок тіла та схематично викреслювати пози людини.

Пояснення:

1. *Промір* – це замальовка розпізнавальних точок (пунктів відліку) або схематичне зображення поз (з контурами тіла або без них) на одному аркуші паперу у встановленому масштабі у вигляді придатному для вимірювання.

2. *Таблиця координат* (табл. 1) служить для подальшого розрахунку швидкостей і прискорень, у зв'язку з цим її треба будувати точно і однаково. Число горизонтальних рядків таблиць повинно дорівнювати кількості поз на промірі, а число вертикальних колонок – подвоєному числу пунктів відліку (для координат по вісях абсцис і ординат). Слід додати дві колонки для номерів поз (з обох осей).

3. Для зчитування координат зручно провести на кожному знімку горизонтальні та вертикальні орієнтирні лінії (через точку початку відліку та потім через кожні 5 см). Можна використовувати лінійку та косинець.

4. Промір будують за координатами кожної точки щодо обраного початку координат, ліченим кожному кадрі чи знімку. Координати спочатку зчитуються по кожному знімку та записуються в таблицю координат.

В обох способах побудови проміру (проекцій і координат) і завжди попередньо обирають масштаб зображення.

5. *Масштаб проміру* показує зменшення дійсних координат (натуральних розмірів) при зображенні на промере. Чисельний масштаб – простий дріб, чисельник якого – одиниця, а знаменник – ступінь зменшення. Лінійний масштаб – це графічне зображення ступеня зменшення в лінійних одиницях. На прямій лінії відкладається ряд відрізків однакової довжини (основа лінійного масштабу), на міліметровому папері за основу лінійного масштабу зручно прийняти 1 см. Число сантиметрів в натурі, що відповідає

основі масштабу, називається величиною лінійного масштабу. Так, при масштабі 1:10 записується: 1 см 10 см.

6. *Вибір масштабу* проміру залежить від конкретних матеріалів і завдань дослідження. При великому полі зйомки доводиться брати масштаб 1:20, більш рідкісний масштаб (наприклад, 1:40) непридатний для вимірювань через великі похибки. Для розрахунків зручно масштаб 1:10, але для більшої точності бажано вибрати масштаб 1:5 або 1:3.

Завдання:

1. *Накреслити таблицю координат*, керуючись наведеними вище поясненнями.

2. *Вважати координати* всіх пунктів відліку проміру та занести їх у таблицю координат.

3. *Побудувати сітку координат*. Визначити за таблицею координат найбільші значення S_x та S_y . За цими даними встановити розміри сітки координат. Розмітити осі координат через 10 мм та надписати чисельні значення.

4. *Побудувати промір*. Наносячи точки всіх поз і провівши всі лінії (для кожної пози відразу після нанесення точки), перевірити правильність поз. Насамперед перевірити, чи схожі пози на природні пози людини. Буває, що переплутавши координати S_x і S_y , одержують пози з перерозгинанням коліна вперед або зі стопою області голови. Подивитися уважно, чи немає «стрибків» крапок на уявній траєкторії (вгору чи вниз, вперед чи назад). Крім цього, перевірити на око, чи не змінюється різко довжина частин тіла. Тепер залишається проставити номери поз. Це зручно робити через одну позу над відповідною точкою.

5. *Встановити масштаб проміру*. Переглянувши кіноматеріал, знайти вихідне та кінцеве положення частин тіла у досліджуваному русі. Розрахувати величину переміщення в натурі (по розмітці поля зйомки або масштабних рейок). Вибрати масштаб з урахуванням переміщень та розмірів промірів. Заготовивши аркуш паперу, замалювати на ньому лінійний масштаб. Покласти на стіл збільшувача аркуш паперу для замальовки проміру, вправити плівку та встановити збільшення, що відповідає масштабу.

6. *Відзначити на промірі його орієнтири*. Нанести на промір щонайменше двох нерухомих точок для поєднання їх за проєкції наступних кадрів. Промалювати орієнтирну лінію (горизонталь або вертикаль). У разі виходу орієнтирів з наступних кадрів намітити перехідні орієнтири.

7. *Зарисувати промір*. Пересуваючи кадр за кадром із поєднанням орієнтирних точок, проставляти на промірі всі пункти відліку кожної пози. При малому переміщенні точок від кадру до кадру можна замалювати весь

промір через два міжкадрові інтервали (кадр 1,3,5 тощо). Біля кожної пози поставити справжні порядкові номери кадрів. При схематичному зображенні поз точки і пунктів відліку кожної пози з'єднати після замальовки чергового кадру з огляду на розташування ланок тіла.

8. Намалювати промір на міліметровому папері.

Табл. 1

Таблиця координат

Sx	c	b	a	m	f	s	p	d	Sy	c	b	a	m	f	s	p	d
1	9	15	6	30	6	10	-9	3	1	145	125	100	89	68	28	0	-8
2	38	48	46	71	35	23	+5	4	2	146	129	105	100	70	33	8	-7
3	68	79	81	105	65	50	19	17	3	148	132	108	105	73	36	20	+4
4	99	108	108	131	98	88	53	45	4	149	131	106	98	72	34	32	1
5	129	136	130	151	130	133	94	89	5	146	127	102	88	69	32	36	9
6	159	163	151	167	161	182	150	147	6	143	126	102	81	70	41	30	24
7	190	189	173	186	192	222	204	211	7	142	128	106	83	75	53	23	15
8	221	217	199	210	222	252	256	269	8	143	131	111	87	77	53	18	9
9	252	248	230	242	250	276	286	301	9	144	131	112	88	75	44	11	10
10	282	279	266	281	278	298	296	307	10	142	128	107	85	72	36	1	4
																	-7

Лабораторна робота 2

Тема: Будова векторних графіків швидкостей і прискорень

Теоретичні питання:

1. Що таке векторна величина? Приклади векторних величин.
2. Як намалювати вектор швидкості на промірі (вибір масштабу, знаходження вертикальної та горизонтальної складових швидкості, побудова вектора)?
3. Як намалювати вектор прискорення на промірі?

Пояснення:

1. *Швидкості та прискорення* – векторні величини: вони характеризуються модулем та напрямом і можуть складатися із собі подібними. Їх можна зобразити на промірі у вигляді стрілок певного розміру (в обраному масштабі) та відповідного напрямку. Напрямок вектора залежить від модулів його горизонтальної та вертикальної складових. Складаючи вектори складових за правилом паралелограма (за таблицею відповідних різниць), одержують повний вектор. Початок вектора – у тій точці на промірі, характеристика якої має бути представлена.

2. Масштаб зображення вибирається довільно, але з дотриманням двох умов:

а) масштаб векторів горизонтальної та вертикальної складових повинен бути однаковим, інакше напрямок та модуль повного вектора будуть спотворені;

б) масштаб векторів слід вибирати з огляду на дані, отримані при розрахунку, щоб вектори вмістилися на промірі. Масштаби вектора швидкостей і прискорень між собою пов'язані, оскільки це різні величини, порівнювати їх друг з одним за величиною не можна.

3. Для зображення вектора слід від його початку (відповідна точка проміру) відкласти по горизонталі в обраному масштабі довжину горизонтальної складової (Δx або $\Delta''x$) та з зазначеної точки відкласти по вертикалі довжину вертикальної складової (Δy або $\Delta''y$). Отриману точку з'єднати з початком вектора: намалювати вектор в умовному позначенні (наприклад, вектор швидкості суцільною лінією, вектор прискорення пунктиром або кольором).

Завдання:

1. Намалювати лінійний масштаб на промірі для векторів швидкостей та прискорень.

2. Намалювати вектори швидкостей та прискорень точок (за даними лабораторної роботи № 1)

Лабораторна робота 3

Тема: Визначення положення центру тяжіння тіла графічним способом (додаток сил тяжіння).

Мета роботи: Ознайомитись з поняттями центру тяжіння та значенням його визначення у біомеханічних дослідженнях. Навчитися визначати положення центрів тяжіння (ЦТ) ланок тіла та положення загального центру тяжіння (ЗЦТ) тіла.

Теоретичні питання:

1. Що називається центром тяжіння.
2. Як дізнатися про положення ЦТ окремих ланок тіла.
3. Що таке відносна вага ланок тіла і навіщо його знати.
4. Як знайти ЗЦТ сусідніх ланок тіла графічним способом.
5. Як визначити загальний ЦТ кінцівок людини.
6. Значення положення ЗЦТ тіла у визначенні рівноваги тіла.

Завдання та хід роботи:

З фотографій перенести на аркуш паперу контур тіла людини. Позначити точками проєкції осей суглобів, що є місцями початку та кінця кожної ланки тіла, та з'єднати їх лініями (прямими). Виміряти довжину ланок малюнку і знайти положення ЦТ кожної ланки, використовуючи дані, наведені у таблиці «Відносні ваги і розташування ЦТ ланок тіла». Для цього,

вимірявши довжину відповідної ланки на схемі, відміряємо від проксимального суглоба частку, вказану в таблиці. Наприклад, довжина правого плеча = 30 мм. Потрібно відкласти від плечового суглоба 0,44 цієї довжини. Для цього 30 множимо на 0,44.

Табл. 1.

*Відносні ваги та розташування центрів ваги ланок тіла
(за О. Фішером та Н.А. Бернштейном)*

Назва ланки	Відносна вага у %	Розташування ЦТ ланки
Голова	7	Над верхнім краєм зовнішнього слухового проходу
Тулуб	43	На лінії між серединами осей плечових та кульшових суглобів на відстані 0,44 від плечової осі
Плече	3	0,47 (від проксимального кінця)
Передпліччя	2	0,42 (від проксимального кінця)
Кисть	1	п'ястнофаланговий суглоб 3-го пальця 0,44 (від проксимального кінця)
Стегно	12	0,42 (від проксимального кінця)
Гомілка	5	0,42 (від проксимального кінця)
Стопа	2	На лінії між бугорком п'яти і 2-м пальцем на відстані 0,44 від п'яти

(що = 13) і від верхнього кінця плеча відміряємо 13,2 мм і знайдену точку відзначаємо знаком «х». Результати вимірювань заносимо до наступної таблиці:

Табл. 2.

Результати вимірювань довжини ланок тіла та перебування положення ЦТ.

Назва ланки	Довжина ланок за схемою (мм)	Відстань ЦТ від проксимального кінця (мм)
Голова		
Тулуб		
Права верхня кінцівка		
плече		
передпліччя		
кисть		
Ліва верхня кінцівка		

плече		
передпліччя		
кисть		
Права нижня кінцівка		
стегно		
гомілка		
стопа		
Ліва нижня кінцівка		
стегно		
гомілка		
стопа		

Для знаходження ЗЦТ двох ланок з'єднаємо їх ЦТ прямою лінією. На цій лінії розташований шуканий ЗЦТ. Точне положення ЗЦТ знаходимо за співвідношенням ваги обох ланок. Наприклад, відносна вага передпліччя 2 (% від ваги тіла), а кисті 1 (% від ваги тіла). Отже передпліччя вдвічі важче кисті та їх ЗЦТ знаходиться вдвічі ближче до ЦТ передпліччя, ніж кисть. Для нанесення його на схему необхідно пряму, що з'єднує ЦТ обох ланок розділити щодо 2:1, тобто розділити її на 3 частини і відміряти від передпліччя (важчого) одну частину. У цій точці відзначити положення ЗЦТ передпліччя і кисті знаком Х. ЗЦТ передпліччя і пензля з'єднаємо прямий з ЦТ плеча і на середині (3:3) цієї лінії розташування ЗЦТ верхньої кінцівки. Також знаходимо ЗЦТ протилежної верхньої кінцівки та обидва ЗЦТ верхньої кінцівки з'єднаємо прямий і посередині її позначимо положення ЗЦТ обох верхніх кінцівок. У такий же спосіб знаходимо ЗЦТ обох нижніх кінцівок. На прямій, що з'єднує ЗЦТ верхньої та нижньої кінцівок знаходимо точку положення ЗЦТ всіх кінцівок (пряму ділимо щодо 6:18, або 1:3). Потім знаходимо ЗЦТ тулуба і голови і посередині лінії, що з'єднує його з ЗЦТ кінцівок, знаходимо положення ЗЦТ тіла людини.

Лабораторна робота 4

Тема: Розрахунок кутових швидкостей та прискорень по кутних координатах і побудова кругових графіків кутових швидкостей і прискорень

Теоретичні питання:

1. Як визначити кутове положення тіла?
2. Що таке кутова координата?
3. Що таке кутова швидкість?
4. Як визначити кутову швидкість на промірі великого обороту назад?

5. Як розрахувати справжню величину, швидкість, наприклад, на відрізьку між 4-м та 5-м положеннями тіла?

6. Як розрахувати миттєву швидкість, наприклад для 6-го розташування тіла?

7. Що таке кутове прискорення тіла та як його розрахувати?

8. Як намалювати графік кутових прискорень?

9. Як намалювати круговий графік кутових швидкостей?

10. Навіщо та як намалювати траєкторію загального центру тяжіння?

Основні завдання:

1. Навчитися визначати кутові положення тіла (зчитувати кутові координати).

2. Навчитися розраховувати кутові швидкості та прискорення за способом різниці.

3. Навчитися будувати кругові графіки кутових швидкостей та прискорень.

4. Вивчити взаємний зв'язок змін радіусу центру тяжіння, кутових швидкостей та прискорень.

Пояснення:

1. У нашому прикладі (великий оборот назад на перекладині) точкою відліку обрано загальний центр тяжіння тіла (ЗЦТ). Визначимо початок відліку – вертикальна лінія, проведена через стійку перекладини. Визначимо напрямок відліку за годинниковою стрілкою, у бік руху гімнасту. Одиниці відліку – кутові градуси (визначаються з допомогою транспортира). Відлік кутового положення тіла (кутова координата) у кожній позі ведеться по лінії від точки хвата до ЗЦТ, яка є лінією відліку від вертикалі за годинниковою стрілкою до радіусу ЗЦТ, проведеного від грифу поперечини до ЗЦТ. Строго кажучи, під дією відцентрових сил тіла гімнасту та його ваги поперечина згинається та центр обертання переміщається. Якщо зважати на це переміщення, то розрахунок ускладнюється, але зазвичай їм нехтують. Виміряні кутові положення (φ) заносять у вертикальну колонку.

2. **Кутова швидкість** – це міра швидкості зміни кутового положення всього тіла в просторі з часом. Її вимірюють ставленням кутового переміщення ($\Delta\varphi$) до витраченого часу. Розрахунок ведеться за способом перших різниць, описаним у лабораторній роботі № 2. З кутової координати 3-ї пози (φ_3) віднімається кутова координата 1-ї пози (φ_1). Отримана різницю $\varphi_3 - \varphi_1 = \Delta\varphi_2$, дорівнює чисельнику формули кутової швидкості
$$\left(\omega_2 = \frac{\Delta\varphi_2}{\Delta t} \right).$$
 Це шлях (у кутових одиницях), пройдений за два інтервали

між кадрами. Ця різниця прямо пропорційна швидкості. У прикладі при частоті зйомки 12 кадрів на сек. Два інтервали дорівнюють 1/6 сек. (розділивши відповідну $\Delta'\varphi$ на 1/6 сек, отримаємо кутову швидкість у градусах за 1 сек.).

3. Кутове прискорення – це міра швидкості зміни кутової швидкості з часом. Вона вимірюється відношенням збільшення кутової швидкості (позитивного або негативного) до часу, витраченого на це збільшення. Розрахунок кутових прискорень ведеться за способом других різниць. З першої різниці 4-ї пози віднімається перша різниця 2-ї пози. Отримана друга різниця $(\Delta'\varphi_4 - \Delta'\varphi_2 = \Delta''\varphi_3)$ становить чисельник формули кутового прискорення $\left(\varepsilon_3 = \frac{\Delta''\varphi^3}{\Delta t^2}\right)$. Вона прямо пропорційна прискоренню.

Розрахунок різниць ведеться через два інтервали, і середнє прискорення відноситься до проміжної точки.

4. Зміни кутової швидкості тіла гімнаста та відповідні їм прискорення залежать від дії сили тяжіння (при русі вниз вона прискорює рух, при русі вгору вона його уповільнює), а також від зміни довжини радіусу ЗЦТ. Коли ЗЦТ наближається до перекладини, з'являється позитивне прискорення кутове і кутова швидкість збільшується; віддалення ЗЦТ від перекладини справляє протилежну дію. Щоб простежити за впливом наближення ЗЦТ до центру обертання та віддалення від неї, з'єднати всі точки, що відповідають ЗЦТ, від №1 до №25 (включно, але не далі) суцільною лінією. Це траєкторія ЗЦТ.

5. Круговий графік кутових швидкостей зручно зобразити, відкладаючи величини кутової швидкості (перших різниць $\Delta'\varphi$) на радіусах ОЦТ від осі перекладини. Поєднавши всі крапки на радіусах (від № 2 до № 24), отримаємо графік кутової швидкості.

6. Круговий графік кутового прискорення зображують інакше, ніж графік кутової швидкості, оскільки швидкість має знак (рух в одному напрямку), а прискорення два знаки (позитивний – наростання швидкості та негативний – зменшення швидкості). За нульовий рівень приймемо коло довільного радіусу (центр її – вісь перекладини). Позитивні прискорення відкладатимемо по радіусах відповідних точок до центру від кола (від нуля), а негативні – від центру.

СПИСОК ПЕРШОДЖЕРЕЛ:

Основна література

1. Біофізика і біомеханіка [Електронний ресурс] : підручник В. С. Антонюк, М. О. Бондаренко, В. А. Ващенко та ін. ; НТУУ «КПІ». Електронні текстові данні (1 файл: 5,72 Мбайт). Київ : НТУУ «КПІ», 2012. 346 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/18652>.
2. Васильєва Л. О. Прикладна кінезіологія. Відновлення тонуусу скелетних м'язів: медичний атлас. 2019. 304 с.
3. Голяка С.К., Возний С.С., Гацєва Л.С., Глухова Г.Г. Функціональна анатомія опорно-рухового апарату з основами динамічної морфології : навчальний посібник. Херсон: ФОП Вишемирський В. С., 2021. 88 с.
4. Козубенко О. С., Тупєєва Ю.В. Біомеханіка фізичних вправ : Навчально-методичний посібник. Миколаїв : МНУ імені В. О. Сухомлинського, 2025. 215 с.
5. Основи біомеханіки руху: навчальний посібник укладач А. В. Гакман. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2019. 144 с
6. Полупанова Я.М., Бабіч С.А., Шило Ю.О. Кінезіологічні вправи, як засіб розвитку дітей з особливими потребами: збірка. Дніпро, 2022. 28 с.
7. Рибак О.Ю., Рибак Л. І., Виноградський Б.А. Біомеханіка спорту: підручник. Львів : ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2021. 268 с.
8. Роберта Фроста «Прикладна кінезіологія» Видавництво: Мультиметод. 2022. 352 с.
9. Юрій Попадюха, Віталій Кашуба Біомеханіка просторової організації тіла людини. Сучасні методи та засоби діагностики і відновлення порушень. «Центр навчальної літератури», 2018. 768с.
10. Gordon J. Alderink, Blake M. Ashby. Clinical Kinesiology and Biomechanics: A Problem-Based Learning. 2023. 501p.
11. Pavan Kumar G. Biomechanics & kinesiology (detailed analysis of musculoskeletal structure and function). 2022. 370 p.

Додаткова література

1. Біомеханіка спорту за заг. ред. А. М. Лапутіна. К .: Видавництво «Олімпійська література», 2001. 319 с.
2. Євсєєв Л. Г. Лабораторні роботи з біомеханіки : Навчальний посібник. Вінниця : ВДПУ, 2005. 81 с.
3. Архипов О. А. Біомеханічний аналіз : навчальний посібник. К. : Видавництво НПУ імені М. П. Драгоманова, 2010. 224 с.
4. Драчук С. П., Богуславська В. Ю, Соколькова О. Г. Біомеханіка людини. Тлумачний словник-довідник. Вінниця : ТОВ «Твори», 2019. 400 с.
5. Носко М. О., Бріжаний О. В., Гаркуша С. В. Бріжата І. А. Біомеханіка фізичного виховання і спорту Навчальний посібник. К. : «МП Леся», 2012. 287 с.
6. Носко М.О. Біометрія рухової діяльності людини. М. О. Носко, О. А. Архипов. Київ-Чернігів: «Слово», 2011, с. 5-23.

Наукове видання

**Дичко В.В., Шейко В.В., Дичко О.А., Дичко Д.В.,
Клименко Ю.С., Казначеев А.В.**

БІОМЕХАНІКА

Навчально-методичний посібник

для студентів та викладачів закладів вищої освіти спортивного профілю,
тренерів, спортсменів, фізичних терапевтів

Видавнича група «Наукові перспективи»

Підписано до друку 28.1.20245 р.
Гарнітура Times New Roman.
Формат 60x84 1/16. Ум. др. арк. 9,0.
Наклад 100 прим.

ISBN 978-617-95474-2-3

