

**Міністерство освіти і науки України
Полтавський державний педагогічний університет
ім. В.Г. Короленка**

Кафедра біологічних основ фізичного виховання

**Біомеханічний аналіз техніки фізичних
вправ в видах спорту з циклічною
структурою руху**

Навчальний посібник

ПОЛТАВА 2004

УДК:

Біомеханічний аналіз техніки фізичних вправ в видах спорту з циклічною структурою руху: Навчальний посібник. – Полтава, 2004 – 35с.

Укладачі:

Хоменко П.В.

Бідник Н.М.

У посібнику викладено біомеханічний аналіз техніки фізичних вправ з циклічною структурою рухів – ходьба, біг, плавання, лижний та ковзанярський спорт.

Вчитель фізвиховання, тренер повинен володіти достатнім об'ємом знань, вмінь і навичок, які б дозволили йому науково обґрунтовано вирішувати питання нормування фізичних навантажень учнів різного віку, рівня фізичної підготовленості, вміти контролювати і аналізувати реакцію організму учня на виконані ним фізичні навантаження з тим, щоб творчо скорегувати оздоровчий процес, не допускаючи в ньому перенапружень і перетренованості.

Рецензенти:

Кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології людини і тварин ПДПУ – Слюсар М.В.

Затверджено вченою радою ПДПУ імені В.Г. Короленка

(протокол № _____ від „____” _____ 2004р.)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3.
Розділ I	
Біомеханічна характеристика спортивної ходьби як системи вправ з циклічною структурою руху.....	4.
Розділ II.	
Біомеханічний аналіз легкоатлетичного бігу.....	8.
Розділ III.	
Біомеханічний аналіз техніки плавання.....	16.
Розділ IV.	
Основні вправи в лижному спорті та їх біомеханічна характеристика.....	21.
Розділ VI.	
Ковзанярський спорт, як система вправ з циклічною структурою рухів.....	27.
ВИСНОВКИ.....	33.
ЛІТЕРАТУРА.....	34.

Вступ.

Здоров'я людини залежить від багатьох факторів. Більше половини з них пов'язані зі способом життя і, зокрема, з рівнем рухової активності.

Вчитель фізвиховання, тренер повинен володіти достатнім об'ємом знань, вмінь і навичок, які б дозволили йому науково обґрунтовано вирішувати питання нормування фізичних навантажень учнів різного віку, рівня фізичної підготовленості, вміти контролювати і аналізувати реакцію організму учня на виконані ним фізичні навантаження з тим, щоб творчо скорегувати оздоровчий процес, не допускаючи в ньому перенапружень і перетренованості.

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

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

Розділ І.

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

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

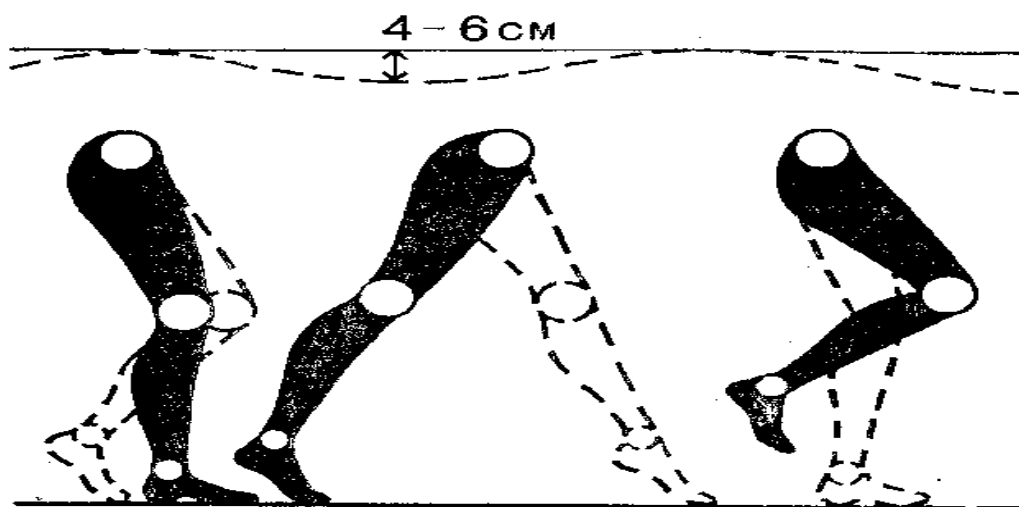
Фаза амортизації полягає в гальмуванні руху тіла в напрямку до опори. Вона починається з постановки ноги і закінчується в момент припинення руху тіла вниз, при якому м'язи розтягуються, здійснюючи від'ємну роботу. Амортизація опорної ноги здійснюється: а) розгиначами стопи, що затримують постановку стопи;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

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

Переміщення загального центра маси тіла (ЗЦМ) при ходьбі відбувається не прямолінійно і не рівномірно. ЗЦМ тіла рухається то прискорено, то уповільнено і крім постійного переміщення вперед робить вертикальні і поперечні коливання. Вертикальні коливання ЗЦМ тіла при кожному кроці під час ходьби приблизно дорівнюють 4-6 см. (мал. 1.).

Повороти таза здійснюються внаслідок роботи м'язів тазостегнового суглобу опорної ноги (група м'язів, що приводять, крайні пучки малого і середнього сідничних м'язів і косих м'язів живота). Відведення таза відбувається при роботі м'язів, що відводять тазостегновий суглоб опорної ноги (верхня частина великого сідничного м'яза, що напружує широку фасцію стегна, середній і малий сідничні м'язи та ін.). Таким чином, при ходьбі всі основні м'язові групи тазостегнового суглоба у визначеній послідовності

включаються в роботу. Переключення в роботі м'язових груп відбуваються перед початком кожної з фаз рухів ноги.



Мал. №1. Траекторія ЗЦВ тіла при ходьбі.

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

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

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

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

Зі збільшенням швидкості ходьби значно зростає електрична активність м'язів нижньої кінцівки. Так, середня амплітуда осциляції прямого м'яза стегна в звичайній ходьбі - 2,2 мкВ, у швидкої - 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 [17]. Слід зазначити, що в звичайній і максимально швидкій ходьбі порядок включення м'язів у роботу однаковий при різних фазах руху.

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

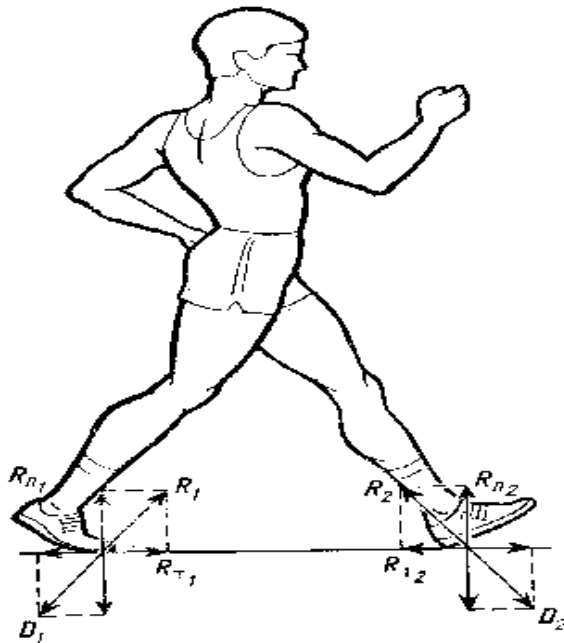
Опорні реакції при ходьбі характеризуються значною варіативністю. Однак, незважаючи на різноманітність конфігурацій динамограм, можна виділити три типи опорних реакцій, що істотно відрізняються за характером розвитку зусиль (мал. 2).



Мал. №2. Типи опорних реакцій при ходьбі.

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

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



Мал. №3. Опорні реакції при подвійній опорі.

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

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

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

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

Розділ II.

Біомеханічний аналіз легкоатлетичного бігу.

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

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

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

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

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

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

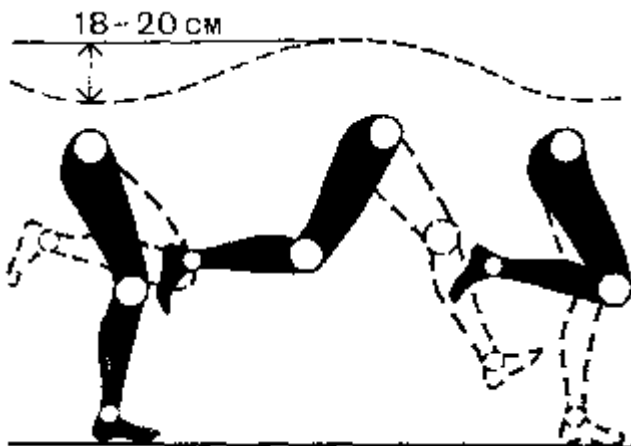
Збільшення швидкості бігу забезпечується стартовим розгоном. У бігу на короткі дистанції за час стартового розгону швидкість збільшується до максимальної й утримується на більшій відстані, чим при бігу на середні і довгі дистанції, де необхідна швидкість досягається з перших же кроків.

Раціональна техніка стартового розгону характеризується: значним нахилом тулуба вперед на початку розгону і поступовим випрямленням під кінець; повним випрямленням ноги в колінному суглобі під час

відштовхування; енергійним переміщенням стегна махової ноги нагору з подальшим рухом назад; швидкими й активними рухами зігнутих рук з акцентованим рухом назад; плавним переходом від стартового розгону до бігу по дистанції.

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

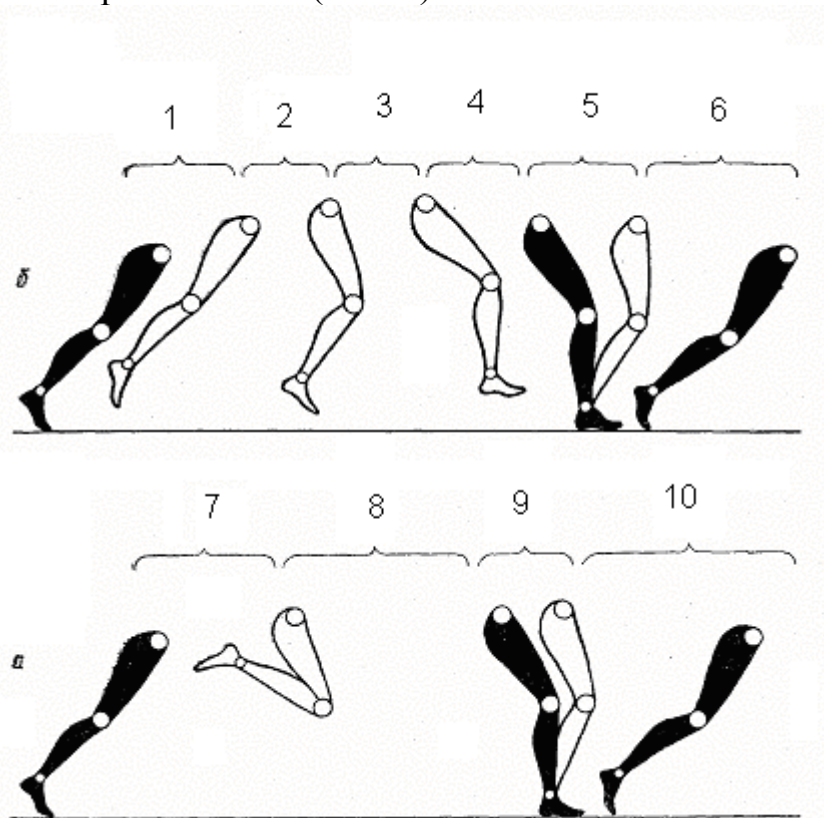
Стартовий рух відбувається за рахунок переборюючої роботи м'язів ніг. На наступних кроках стартового розгону м'язи опорної ноги продовжують працювати в режимі скорочення, але вже починається використання їхнього попереднього розтягання. Приблизно з 5-7 кроку в міру випрямлення корпусу і постановки стопи перед проекції ЗЦМ тіла на опору починає з'являтися фаза гальмування з неминучими втратами швидкості і зовнішньої енергії. Вертикальні коливання ЗЦМ при біговому кроці рівні 18-20 см. (мал. 3). Це приводить до появи амортизації в колінному суглобі і до подальшого збільшення її в суглобі стопи.



Мал. №4. Траєкторія ЗЦВ при бігові.

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

Техніка бігу складається з періодів опори і періодів польоту. Опорний період починається з фази амортизації, що змінює свою діяльність у залежності від довжини дистанції і швидкості бігу. У спринтерському бігу вона менш тривала, чим відштовхування, а в бігу на довгі дистанції майже в півтора разу довше. Амортизація здійснюється в колінному, гомілковостопному і тазостегновому суглобах. М'язи здійснюють поступаючи роботу, напружуються й обумовлюють наступне могутнє відштовхування. ЗЦМ тіла переміщається по вертикалі вниз (мал. 5).



Мал. №5. Фази крокуючих рухів при бігові: а) за кінематичними даними (пози), б) за динамічними даними (зусилля) .

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Махова нога до моменту закінчення відштовхування завершує гальмування. При цьому висота підйому стегна махової ноги не завжди залежить від рівня технічної підготовленості. При оптимальному підйомі стегна махової ноги вона складає майже прямий кут зі злегка нахиленим уперед тулубом. Наприкінці відштовхування спостерігається поворот таза (на 45 °), убік опорної ноги. У момент вертикалі найбільшої величини досягає відведення таза убік махової ноги (на 20°), у результаті чого колінний суглоб

махової ноги виявляється значно нижче колінного суглобу опорної ноги . Фаза відштовхування закінчується до моменту відриву поштовхової ноги від опори. Відштовхування досягається енергійним випрямленням опорної ноги й активним маховим рухом переносної ноги.

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

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

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

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

Безсумнівний інтерес являють собою особливості зміни темпу бігу і тривалості періоду опори. Діти 7-8 років розвивають темп бігу в середньому 4,9 крок/з, що обумовлено відносно прискореним за часом періодом польоту. З 10 років темп бігу дітей різко знижується. У цьому ж віці зареєстрований і

найбільший ріст довжини кроків - до 10 %. Показник темпу бігу в 4,8-5,2 крок/з незалежно від віку забезпечується тривалістю періоду опори, що складає 0,09-0,11 с. Швидкість бігу дошкільників і школярів обох статей збільшується нерівномірно. Найбільший ріст швидкості зафіксований у дошкільників від 4 до 5 років - хлопчиків на 24 %, дівчинок на 23 % і в школярів від 14 до 15 років - хлопчиків на 17%, дівчинок на 8 %.

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

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

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

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

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

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

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

Досвідчені бігуни володіють технікою вільного бігу (вільного ходу) і використовують його на окремих відрізках дистанції. Так, досягши максимальної швидкості, у визначений момент бігу вони знижують напруженість діяльності рухового апарата, намагаючись при цьому не зменшувати швидкості, ефективно використовуючи інерційні сили. Пробігши таким способом визначений відрізок дистанції, знову переключаються з вільного бігу на звичайний. Вільний хід розцінюється як важливий компонент підготовленості бігуна, йому призначають велику роль у досягненні високих результатів у спринті і на середніх дистанціях.

У бар'єрному бігу розрізняють: старт, стартовий розбіг, відштовхування, перехід через бар'єри, біг між бар'єрами і фінішування. Біг починається з

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

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

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

Розділ III.

Біомеханічний аналіз техніки плавання

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

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

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

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

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

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

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

Основній фазі відповідає положення руки від $45-50^\circ$ до переходу руки за вертикаль. Завершальна фаза починається з моменту руху ліктя нагору і закінчується виходом кисті з води. Вона характеризується зниженням швидкості руху кисті щодо води. Це зв'язано з переміщенням руки за вертикаль і переходом на ковзні кути атаки.

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

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

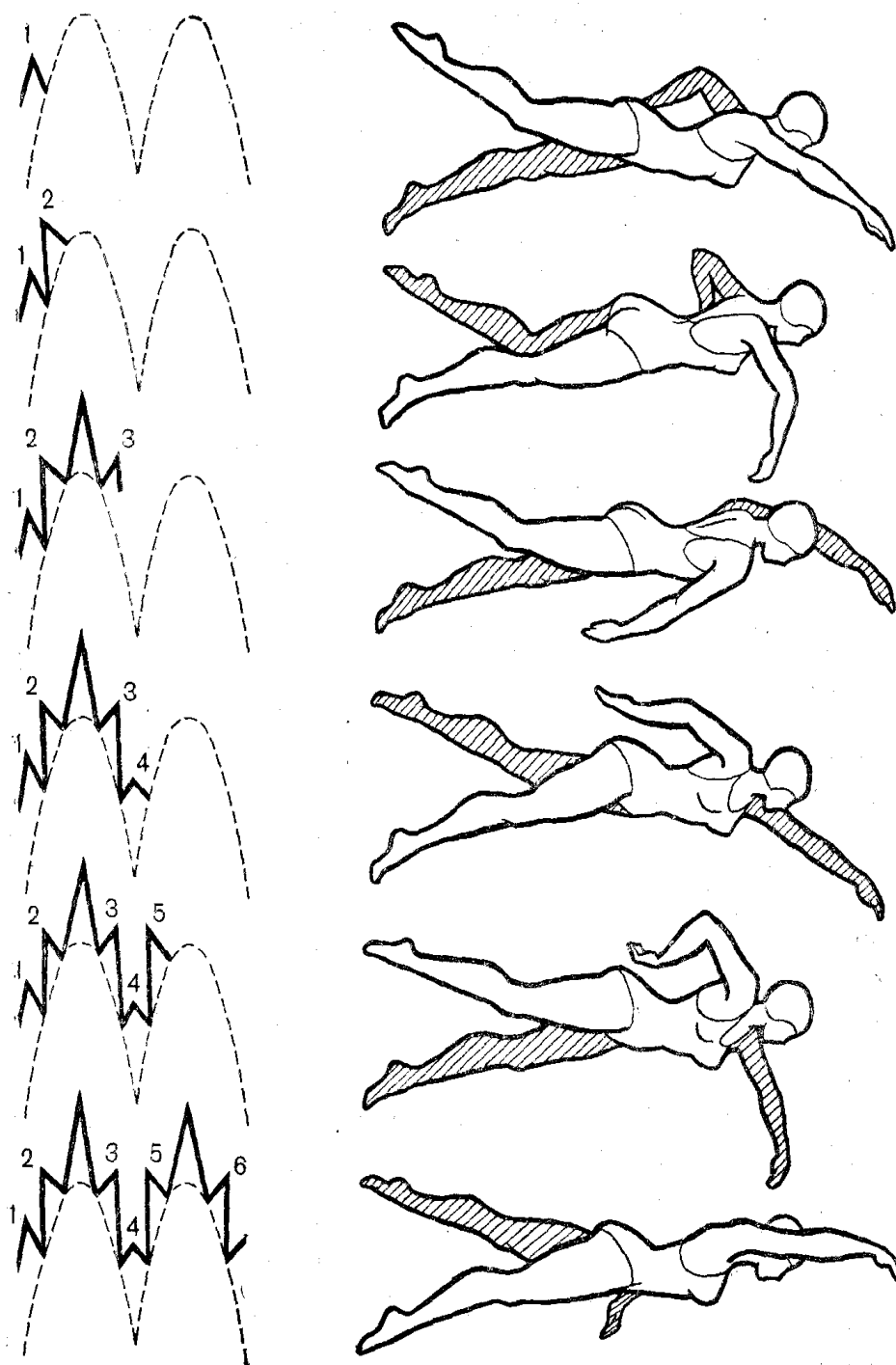
На ефективність гребкових рухів впливають також форма й орієнтація гребучи ланок, їхньої траєкторії і розподіл зусиль, що є основними рушіями людини у воді. Вигнута форма гребних поверхонь, і визначена кутова орієнтація їх до потоку підвищують ефективність гребка.

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

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

Тривалість гребкового циклу збільшується після того, як середня швидкість стає нижче $1,42$ м/с. Тривалість другої фази в міру зниження середньої швидкості плавання збільшується з $0,47$ до $0,79$ із з вираженим зниженням швидкості, що реєструється наприкінці цієї фази. Тривалість третьої фази коливається в діапазоні $0,10-0,18$ с і тільки при значному зниженні швидкості плавання (до $0,93$ м/с) різко збільшується до $0,39$ с. На мал. 6.

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



Мал. №6. Узгодженість рухів рук та ніг при плаванні способом кроль на грудях.

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

Стартовий стрибок. Ефективність старту залежить у першу чергу від часу опори і часу ковзання (табл. 1).

Табл. №1. Час стартових рухів.

№ п/п	Показник	Позначення	X,с
1.	Час опори	t_1	0,930
2.	Латентний час	$t_{1.1}$	1,156
3.	Моторний час	$t_{1.1}$	0,774
4.	Час підготовчих рухів	$t_{1.2.1}$	0,395
5.	Час поштовху	$t_{1.2.2}$	0,378
6.	Час польоту	t_2	0,378

Дії плавця на опорі повинні забезпечувати: а) мінімальний час опори (мінімум t_1) б) горизонтальну швидкість вильоту (максимум $v_{гор}$); в) вертикальну швидкість вильоту (оптимум $v_{вер}$). Час опори t_1 залежить від латентного часу реакції, а також від моторного часу і часу підготовчих рухів. Таким чином, підвищити ефективність старту можна за рахунок зменшення латентного часу реакції $t_{1.1}$ і часу підготовчих рухів - $t_{1.2.1}$ Час польоту t_2 залежить від висоти польоту і положення тіла в момент зіткнення з водою. Горизонтальна швидкість польоту у значній мірі залежить від горизонтальної складової сили реакції опори та її градієнта.

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

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

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

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

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

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

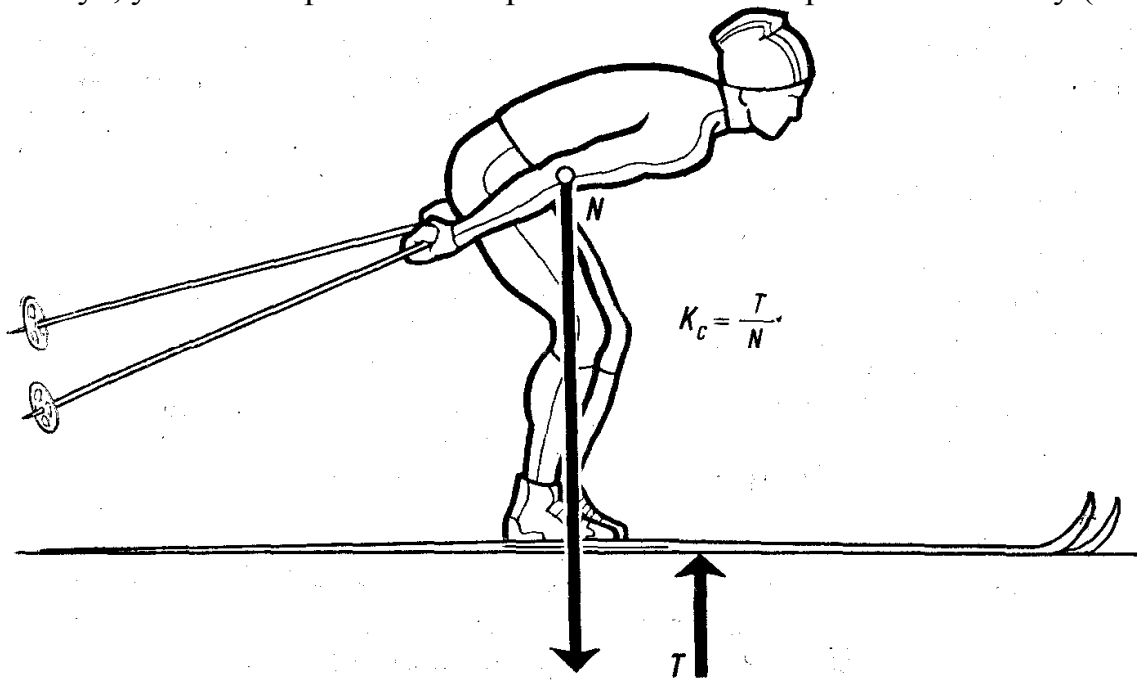
Поштовх починається порівняно м'яко. Могутнє, енергійне розгинання суглобів ніг здійснюється в той момент, коли кут згинання ніг у тазостегнових і колінних суглобах наблизиться до прямого кута. На початку поштовху уточнюється положення тіла і рук так, щоб напрямок поштовху збігся з напрямком подовжньої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

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

Розділ IV. Основні вправи в лижному спорті та їх біомеханічна характеристика

Сила тертя залежить в основному 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 N лиж на сніг: $T=k_c N$.

Коефіцієнт пропорційності k_c між силою тертя і силою нормального тиску (коефіцієнт тертя ковзання) - величина для даних умов постійна. Він показує, у скількох разів сила тертя менше сили нормального тиску (мал. 7).



Мал. №7. Взаємодія зовнішніх сил при пересуванні лижника.

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

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

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

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

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

При відштовхуванні ногою лижник випрямляє її в суглобах, унаслідок чого таз віддаляється від місця опори ноги. Руху відштовхування ногою виконуються розгинанням ноги в тазостегновому і колінному суглобах. Усі ці рухи починаються в різний час, але закінчуються практично одночасно. Швидке розгинання опорної ноги в тазостегновому суглобі починається раніш, ще до зупинки ковзної лижі. Також відбувається згинання ноги в колінному суглобі (підсідання), що продовжується і після зупинки лижі. Далі випрямляється нога вже в колінному суглобі. З зупинкою лижі гомілка нахиляється вперед, швидше, ніж п'ятка стопи піднімається над лижею, у результаті чого стопа розгинається в тильну сторону. Це рух ще продовжується після початку розгинання ноги в колінному суглобі. Отже, коли в нижче розміщених суглобах ще проходить підготовка до відштовхування, то у вищерозміщених воно вже почалося. Лише в останній момент розтягнуті м'язи гомілковостопного суглоба протягом сотих долей секунди виконують завершальний рух відштовхування стопою. У результаті відштовхування таз віддаляється від опори і рухається зі швидкістю, спрямованою вперед.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблиця 2. Швидкість руху лижника, м/с

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

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

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

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

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

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

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

Поворот переступанням. Дуже простий і може бути виконаний двома способами - навколо задників чи навколо носків лиж. У першому випадку лижник повертається за рахунок перестановки в бажаному напрямку носків

лиж, а в другому - шляхом перестановки задників. Цей поворот може бути виконаний і на положистому схилі. Переступання повинне виконуватися швидко і широко.

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

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

У виконанні повороту можна розрізнити наступні фази:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Розділ VI.

Ковзанярський спорт, як система вправ з циклічною структурою рухів

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

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

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

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

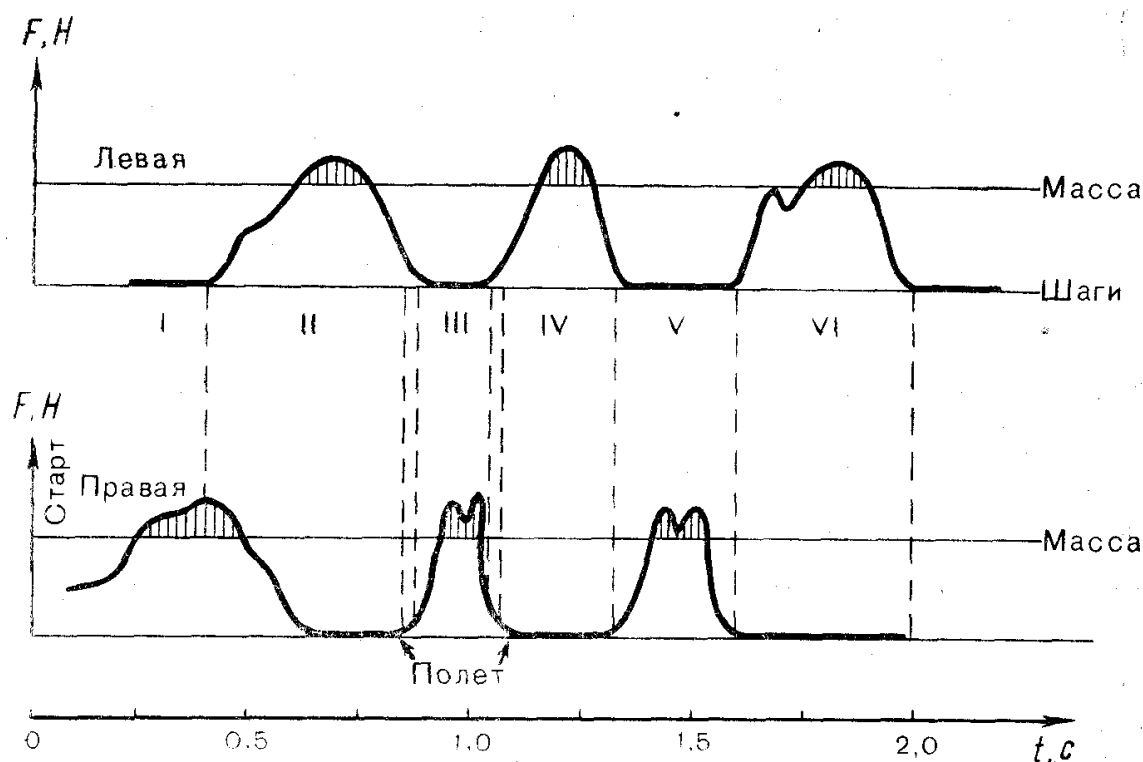
Специфіка прикладення сили в бігу на ковзанах полягає в тому, що ковзаняр відштовхується від льоду під гострим кутом до площини льоду; під час руху (ковзання) поштовхового ковзана; поштовх виробляється не в напрямку руху, а під кутом до нього. Це зв'язано з тим, що ковзаняр розвиває швидкість пересування майже в 2 рази перевищуючу швидкість поштовху. У кінцевому рахунку відштовхування тим ефективніше, чим більше величина відштовхувального зусилля і триваліше його дія. Відштовхувальне зусилля

Ї повинне бути безупинним і зростаючим від початку до кінця відштовхування. При цих умовах відштовхування буде оптимальним (мал. 8).

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

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

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

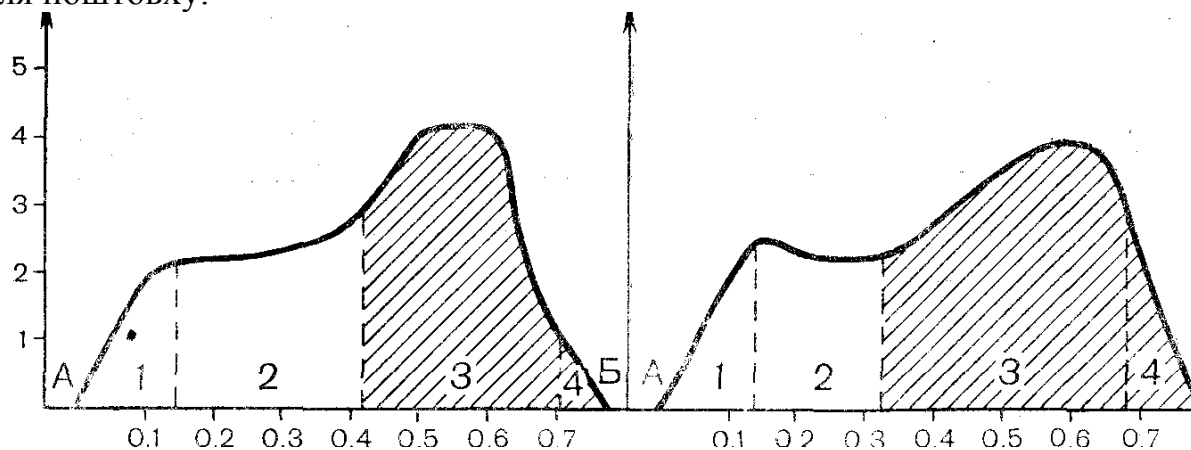


Мал. №8. Імпульси зусиль, прикладених до льоду в стартовому розбігу на ковзанах.

Аналіз тензограм за характером наростання зусилля під час відштовхування дозволяє виділити два види розвитку зусиль при відштовхуванні - концентроване (імпульсне) і малоконцентроване (жимове). На тензограмі видно початок і кінець опорних реакцій ковзанярів: а - момент постановки ковзана на лід; б - момент відриву коника від льоду після відштовхування (мал. 9).

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

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



Мал. №9. Тензограми опорних реакцій при швидкісному бігові на ковзанах:
 а) концентроване (імпульсне) зусилля при відштовхуванні;
 б) менш концентроване (жимове) зусилля.

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

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

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

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

При старті з лівосторонньої стійки ковзаняр стають лівим боком уперед під кутом до напрямку бігу. Спочатку в лінії старту у вихідне положення встановлюють лівий ковзан, а потім правий. Відстань між ковзанами складає 35-45 см. Існує кілька варіантів розташування ковзанів на старті. Як правило, лівий ковзан ставиться під кутом 30° до лінії старту, а правий - під кутом 15° . Ковзаняр згинає ноги в колінних і гомілковостопних суглобах, нахиляє тулуб уперед, трохи опускає голову вниз. Права рука спрямована назад - убік - нагору, ліва опущена вниз і злегка зігнута в ліктьовому суглобі. Проекція ЗЦМ тіла знаходиться між ковзанами, ближче до їхніх носових частин. Злегка присідаючи, ковзаняр може змістити ЗЦМ тіла трохи назад на праву ногу. Потім по сигналу до початку бігу ковзаняр швидко розгинає праву ногу, виконуючи відштовхування. Ліву ногу він швидко розвертає носком ковзана назовні. Лівою рукою робить мах назад - убік, а правої вперед - убік. При виконанні перших кроків зі старту ковзаняр згинає руки в ліктьових суглобах. Під час першого кроку він розпрямляє тулуб і піднімає його нагору.

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

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

Якщо прийняти довжину кроку під час бігу по дистанції за 100 %, то в першому кроці зі старту ковзаняр переборює шлях рівний 1 % (10 см). Довжина другого кроку складає близько 3 % (30 см), а третього - біля метра 10% (1 м). Якщо довжина кроку при бігові зі старту не перевищує 10 % дистанційного бігового кроку, то ця частина бігу зі старту називається кроковою фазою. Як правило, крокова фаза складається з 3-4 кроків, а потім ковзаняр переходить у фазу крокового ковзання що також триває 3-4 кроки. У цій фазі ковзаняр при кожному кроці переборює в середньому від 1 до 3 м. Стартовий розгін закінчується ковзною фазою. Ковзаняр поступово переходить

на дистанційну техніку бігу, і довжина кроку збільшується від 3 м до максимально можливої на даній дистанції. У кроковій фазі ЗЦМ тіла ковзаняра знаходиться попереду ковзанів (ковзаняра ніби падає вперед), що полегшує виконання відштовхування і сприяє більш швидкому набору швидкості бігу. З переходом у фазу розгону проекція ЗЦМ тіла ковзаняра поступово переміщається назад і до кінця стартового розгону знаходиться в районі задньої половини ковзанів. Під час перших кроків зі старту ковзани ставлять на лід з великим розворотом носків назовні, але вже через 3-4 кроки розворот поступово зменшують.

Під час перших кроків тулуб виправлений і піднятий нагору. В міру збільшення швидкості бігу тулуб опускається вниз, спина приймає округлу форму. Від прямого піднятого тулуба до округленого й опущеного униз ковзаняра переходить поступово від одного кроку до іншого в ковзних фазах розгону. Одночасно він зменшує розворот носків назовні і відштовхування виконує усе більш убік. При цьому довжина кроків збільшується. Руки при махових рухах поступово виносяться більше вперед, чим у сторони. Збільшується амплітуда рухів і менше стає кут згинання в ліктьових суглобах.

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

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

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

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

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

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

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

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

Література:

1. Агашин Ф. К. Биомеханика ударных движений. М.: Физкультура и спорт, 1977.—208 с.
2. Архипов А. А. Лыжный спорт в комплексе ГТО. К.: Здоров'я, 1974.— 62 с.
3. Бег на средние и длинные дистанции/Под общей ред. В, В. Кузнецова. М.: Физкультура и спорт, 1982.— 176 с.
4. Бернштейн Н. А. О построении движений. М.: Медгиз, 1947.- 256 с.
5. Биомеханика плавания/Под общ. ред. В. М. Зациорского. М.: Физкультура и спорт, 1981.—96 с.
6. Богданов Г. П. Способы передвижения на лыжах.— Физ. Культура в шк., 1981, № 1, с. 20—23.
7. Г а л у х и н Р. М. Барьерный бег: Основы техники и методики обучения.— Физ. культура в шк., 1982, № 2, с. 54—58.
8. Донской Д. Д. Движения спортсмена. М.: Физкультура и спорт, 1965.— 198 с.
9. Донской Д. Д. Законы движений в спорте. М.: Физкультура и спорт, 1968.—176 с.
10. Донской Д. Д. Биомеханика с основами спортивной техники. М.: Физкультура и спорт, 1971.— 287 с.
11. Донской Д. Д. Биомеханика. М.: Просвещение, 1975.— 196 с.
12. Донской Д. Д., Зациорский В. М. Биомеханика. М.: Физкультура и спорт, 1979.— 254 с.
13. Зациорский В. М., Ланка Я. С., Шалманов А. А. Проблемы биомеханики толкания ядра.-Теория и практика физ. культуры, 1978, № 12, 6—16 с.
14. Козленко Н. А. Физическую культуру в быт школьников. К.: Рад шк., 1979.—112 с.

15. Козловський Ю. Г. Початкова підготовка бігунів на середні та довгі дистанції. К.: Здоров'я, 1982.— 176 с.
27. Конькобежный спорт. Учеб. для ин-тов физ. культуры / Под общ. ред. Е. П. Степаненко. М.: Физкультура и спорт, 1977.—264 с.
28. Конькобежный спорт/Под общ. ред. Е. А. Авдеева. К.: Здоров'я, 1978.— 152 с.
16. Коробченко В. В. Легкая атлетика. К.: Высш. шк., 1977.— 222 с.
17. Оноприенко Б. И. Биомеханика плавания. К.: Здоров'я, 1981.— 192 с.
18. Петровский В. В. Бег на короткие дистанции. М.: Физкультура и спорт, 1978.—80 с.
19. Сальченко И. Н. Двигательные взаимодействия спортсменов. К.: Здоров'я, 1980.— 154 с.
20. Тюпа В. В., Каимин М. А. - О механизме взаимодействия спринтера с опорой.- Теория и практика физ. культуры, 1978, № 9, с. 9-13.
21. Тюпа В. В., Каймин М. А. Анализ организации опоры при беге с максимальной скоростью.— Теория и практика физ. культуры, 1978, №2, с. 23—29.