

**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 ациклічною
структурою руху**

Навчальний посібник

ПОЛТАВА 2005

УДК:

Біомеханічний аналіз техніки фізичних вправ в видах спорту з ациклічною структурою руху: Навчальний посібник. – Полтава, 2004 – 40с.

Укладачі:

Хоменко П.В.

Бідник Н.М.

У посібнику викладено біомеханічний аналіз техніки фізичних вправ з ациклічною структурою рухів – гімнастика, акробатика, боротьба, стрибки, метання гранати, штовхання ядра.

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.....	4.
Розділ I. Біомеханічна характеристика техніки виконання гімнастичних вправ.....	5.
Розділ II. Біомеханічна характеристика художньої гімнастики і акробатики.....	12.
Розділ III. Біомеханічний аналіз техніки штовхання ядра.....	17.
Розділ IV. Біомеханічний аналіз техніки стрибків в довжину.....	26.
Розділ V. Біомеханічний аналіз техніки стрибка у висоту.....	31.
Розділ VI. Біомеханічний аналіз спортивної боротьби.....	34.
ЛІТЕРАТУРА.....	39.

Вступ.

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

Досягнення високих спортивних результатів не можливе без врахування біомеханічних особливостей виконання фізичних вправ.

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.

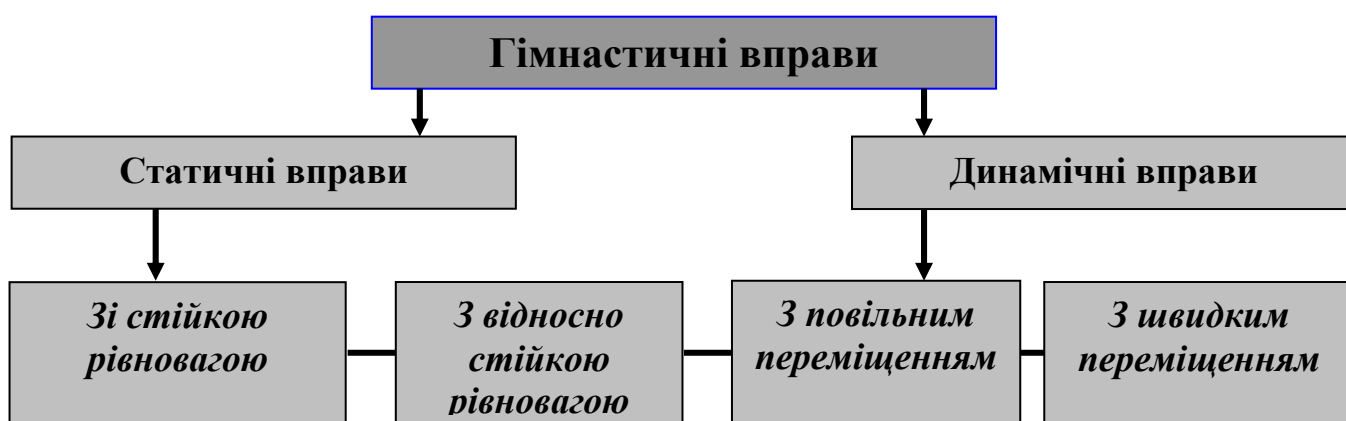
У біомеханіці фізичні вправи поділяються на циклічні й ациклічні. До ациклічних відносяться вправи, що не передбачають багаторазового повторення тих самих рухів в одній і тій же послідовності. До них відносяться: гімнастика, акробатика, боротьба, стрибки, метання гранати, штовхання ядра.

Даний посібник є логічним продовженням аналізу циклічних видів спорту, оскільки їх елементи використовуються при аналізі і ациклічних видів спорту.

Розділ I. Біомеханічна характеристика техніки виконання гімнастичних вправ

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Електрична активність прямих м'язів живота вказує на статичну роботу цих м'язів по відношенню ланок тіла, що розміщуються нижче. Під час компенсаторних рухів у поперековій області переважає активність прямого м'яза живота.

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

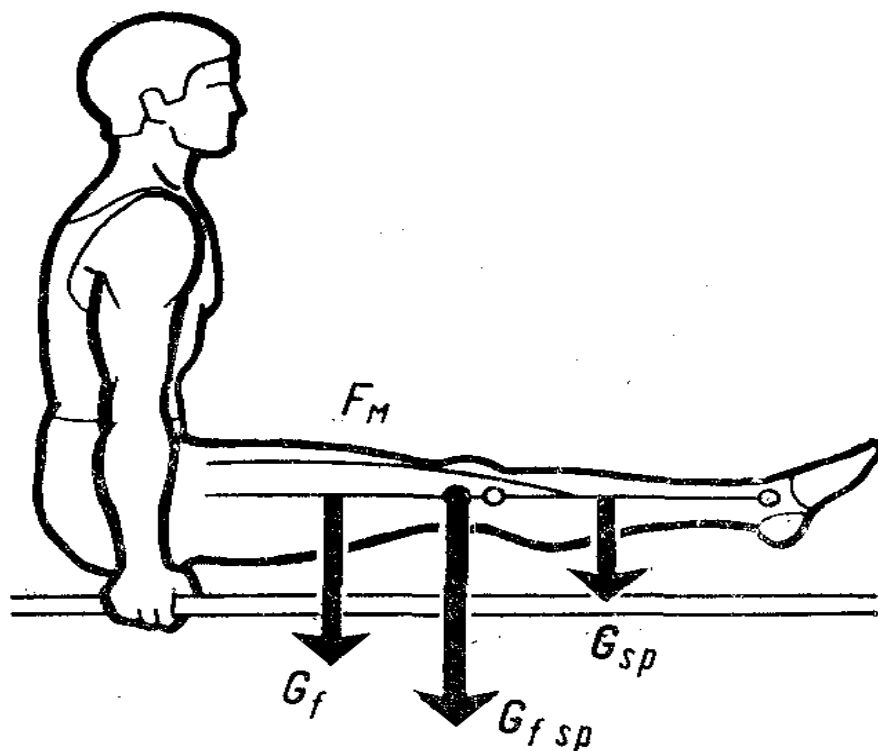


Рис. 1. Врівноваження сил при верхньому упорі.

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

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

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

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

Розмахування в упорі являють собою маятниковоподібні переміщення тіла.

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

При виконанні підйомів махом уперед ноги випрямлені і складають з тулубом прямий кут (Рис.1). У колінних і тазостегнових суглобах м'яза утримують ноги від опускання вниз під дією на них моментів сил ваги у відповідних суглобах.

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

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

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

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

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

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

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

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

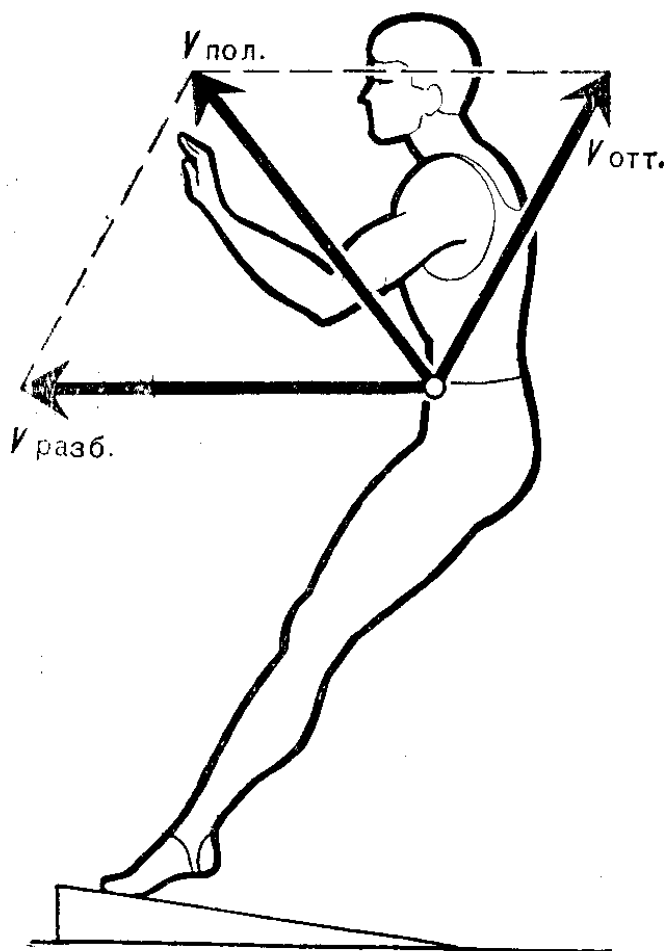


Рис. 2. Додаток горизонтальної швидкості до вертикального при відштовхуванні від містка

Руки ставляться на снаряд перед тулубом під тупим кутом до нього. Завдяки цьому забезпечується момент, що стопорить, у поштовху. Кисті рук ставляться паралельно. Поштовх руками виконується назустріч руху тіла за рахунок розгинання рук у плечових і ліктьових суглобах, і згинання в ліктьових. Він завжди повинний сполучатися з ривковим рухом тулуба, що зовні виражається в деякій згинанні тіла в тазостегнових суглобах, причому таз завжди переміщається нагору. Це дозволяє збільшити тиск на площу опори й ефективніше відштовхнутися. Енергійний і короткий (0,16-0,19 с) поштовх

руками повинен закінчитися до моменту, коли плечі перетинають вертикаль, що проходить через площу опори. Висота розташування ЗЦМ тіла в цьому випадку найбільша, отже, можна досягти більшої абсолютної висоти стрибка.

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

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

Приземлення відбувається на носки напружених і випрямлених ніг. Треба опуститися на всю стопу і трохи зігнути ноги. У цьому положенні п'яти повинні бути разом, носки і коліна - нарізно, тулуб злегка нахилений уперед, руки - назовні. Не затримуючись в цьому положенні, необхідно випрямитися й опустити руки.

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

Розділ II. Біомеханічна характеристика художньої гімнастики і акробатики

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

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

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

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

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

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

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

Вправи з предметами є засобом для оволодіння спеціальною координацією рухів. З їхньою допомогою удосконалюються функції рухового, тактильного і зорового аналізаторів, а також біокінематичні характеристики. Переміщення предмета сполучаються з рухами тіла.

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

Основними елементами техніки вправ зі скакалкою є: стрибки з

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

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

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

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

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

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

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

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

Акробатика.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Стойки - це обмежено-стійкий вид рівноваги. Можуть виконуватися на опорній площині і гімнастичних снарядах. При стійці на кистях ступінь

стійкості тіла дуже незначний, тому що площа опори невелика, лінія ваги перетинає її в середині, а ЗЦМ тіла розташований високо над опорою. Носок стопи відтягнуть камбаловидним м'язом і його синергістами. Лінія дії сили ваги гомілки і стопи проходить за колінним суглобом на деякій відстані, величина якого залежить від ступеня розгинання в тазостегновому суглобі й у хребетному стовпі.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Розділ III. Біомеханічний аналіз техніки штовхання ядра

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

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

Збільшення швидкості снаряда при метаннях звичайно проходить у три етапи:

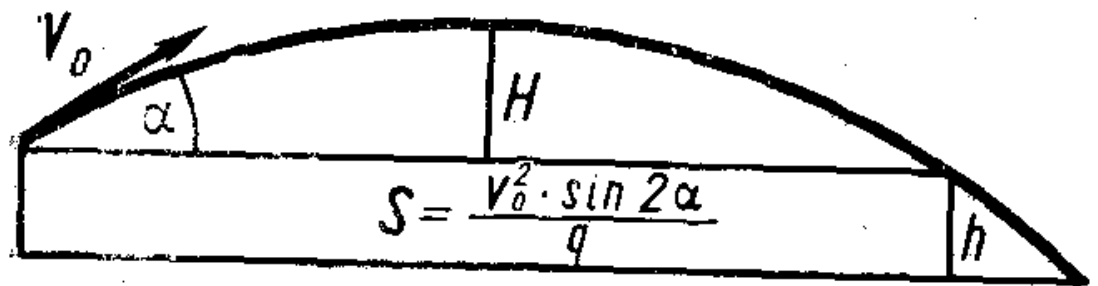


Рис. 3. Система польоту снаряда: H - висота злету; S - довжина польоту по горизонталі (до рівня висоти його вильоту); g - початкова швидкість вильоту; α - кут вильоту; h - висота вильоту; V_0 - прискорення вільного падіння

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



Рис. 4. Кути в основних біомеханічних ланках при метанні.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

лівого плеча ядро виштовхується нагору. Виконавши поштовх, учень продовжує рухатися вперед.

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

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

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

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

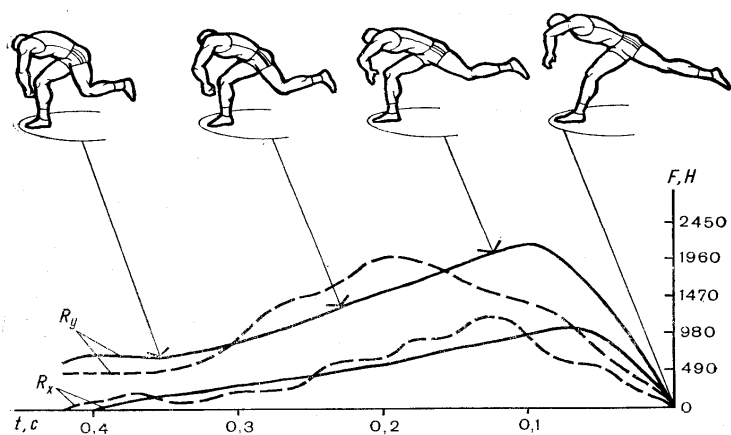


Рис. 5. Динамограми вертикальної R_y і горизонтальної R_x складових сили дії правої ноги на опору у фазі стартового розгону: суцільна лінія - у спортсмена високої кваліфікації, пунктирна - низької кваліфікації

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

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

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

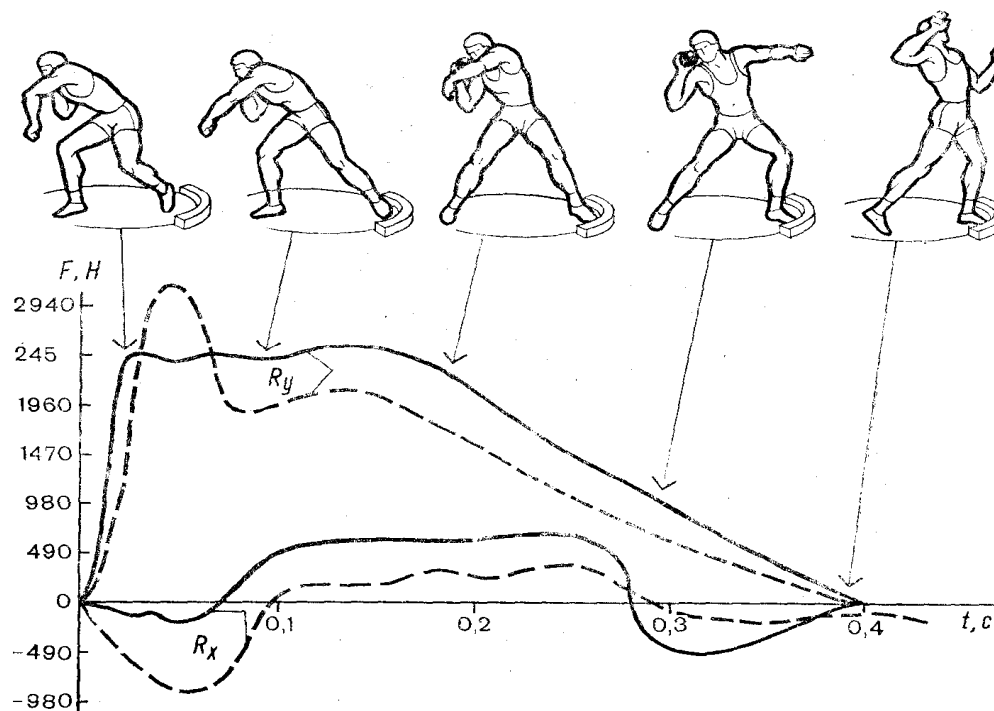


Рис. 6. Динамограми вертикальної R_y і горизонтальної R_x складових сили дії правої ноги на опору у фазі фінального розгону: суцільна лінія - у спортсмена високої кваліфікації, пунктирна - низькою кваліфікації

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

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

Фаза фінального розгону закінчується виштовхуванням ядра. Рух і швидкість робочої ланки при цьому є результатом суми рухів і швидкості окремих ланок тіла. Швидкість кисті і ядра при штовханні дорівнює сумі швидкостей плечового суглоба і розгинача руки. Для досягнення максимальної швидкості робочої ланки необхідно визначене сполучення в часі рухів окремих ланок тіла.

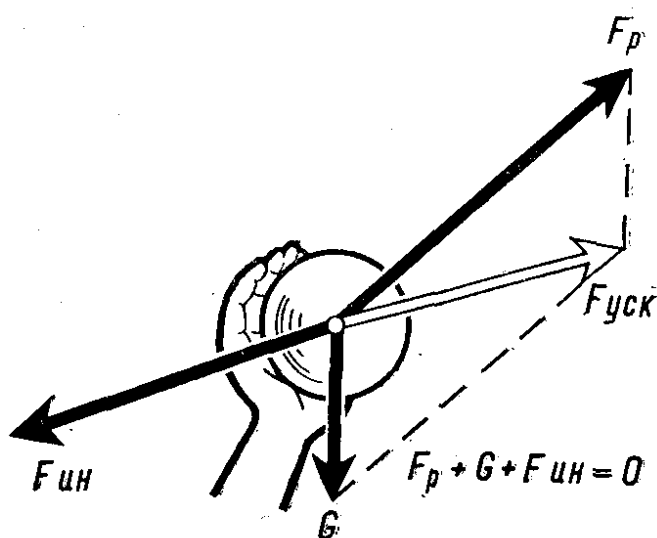


Рис. 7. Сили, що діють на ядро.

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

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

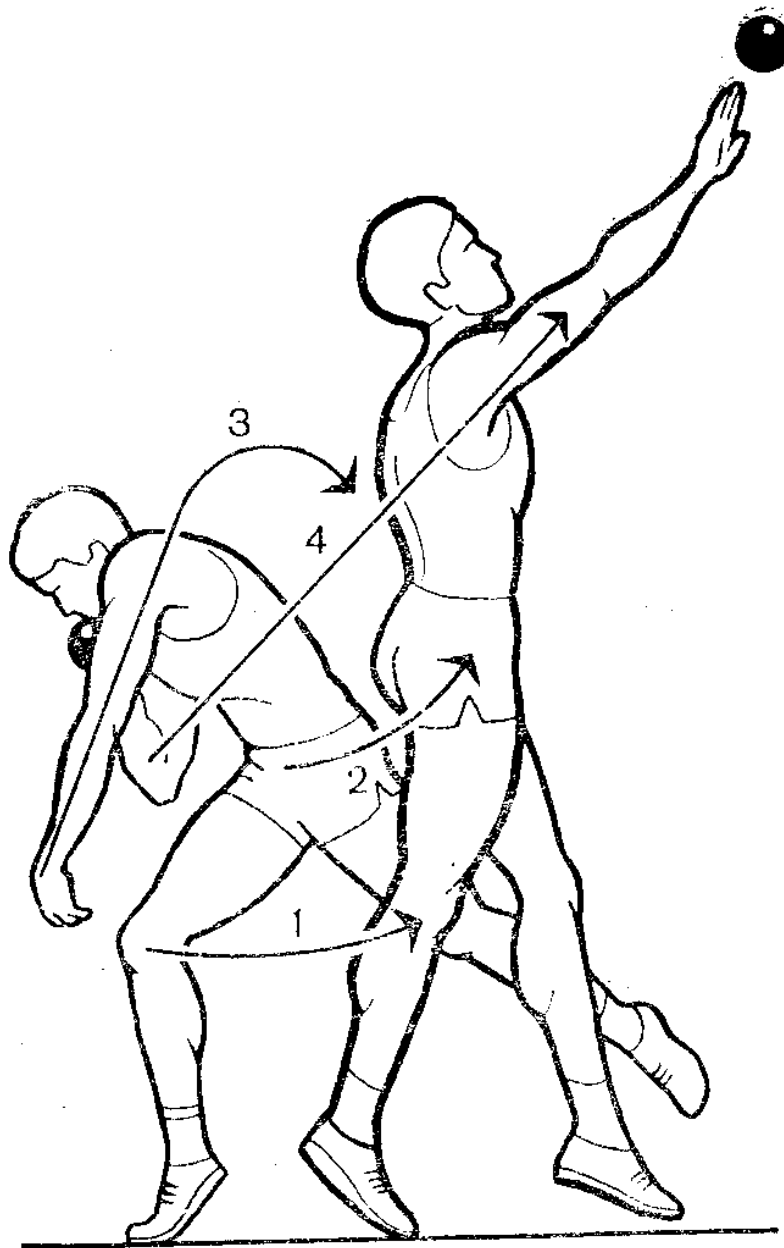


Рис. 8. Біомеханічна характеристика метання.

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

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

Розділ IV. Біомеханічний аналіз техніки стрибків в довжину

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

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

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

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

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

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

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

прискорюються. Через стопу тиск передається на опору, протидією йому служить реакція опори.

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

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

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

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

Подовжня складова швидкості на початку опорного періоду дорівнює 9,03 м/с, а її зменшення триває в перших 2/3 опорного часу. На початку опори ЗЦМ тіла опускається вниз до моменту досягнення максимуму ударного піку прискорення й опорної реакції. Потім зі зменшенням подовжньої складової швидкості вертикальна складова стає позитивною й ЗЦМ тіла піднімається до самого моменту вильоту. В останній третині опорного періоду (при випрямленні ноги) подовжня складова швидкості теж збільшується. У момент вильоту величини вертикальної і горизонтальних складових рівні відповідно 3,15 і 7,60 м/с.

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

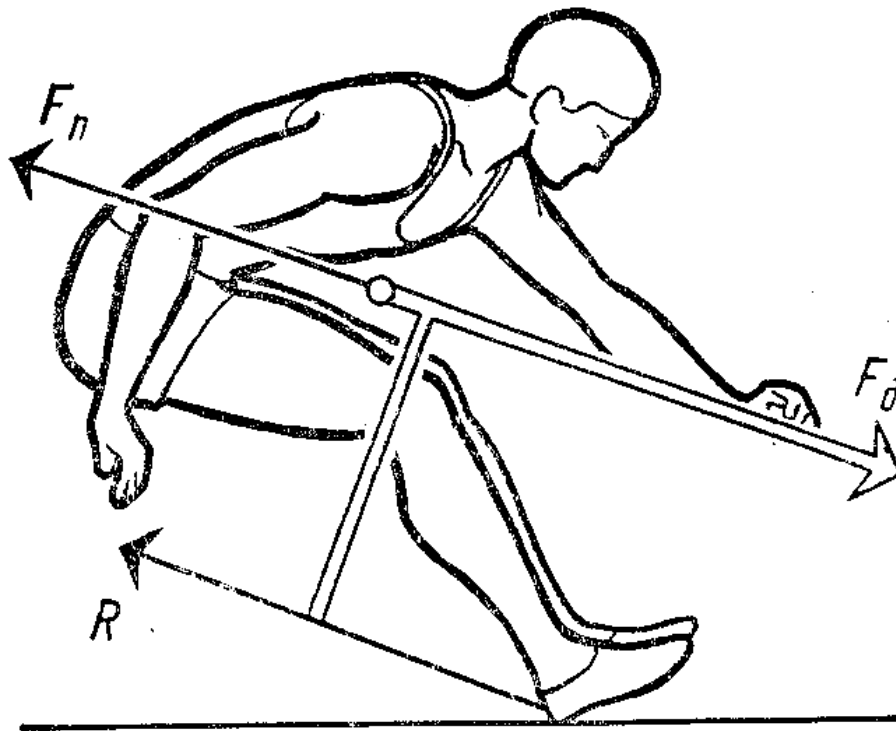


Рис. 9. Біомеханіка основних сил, що визначають ефективність стрибка у довжину.

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

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

Вікові зміни тимчасових показників при опорі (тривалість опори, тривалість фази амортизації і відштовхування) різні. У віці 13-14 років виявляється деяке збільшення часу при опорі, головним чином за рахунок збільшення тривалості фази амортизації. До 17-18 років тривалість відштовхування зменшується.

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

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

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

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

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

Розділ V. Біомеханічний аналіз техніки стрибка у висоту

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

Розбіг здійснюється 7-9 біговими кроками. На місце відштовхування нога ставиться рухом, що стопорить, завдяки чому зменшується горизонтальна швидкість і збільшується вертикальна, що дозволяє зайняти вихідне положення при оптимально зігнутій поштовховій нозі. Розбіг виконується під кутом 30-45° при виконанні стрибка способом "перешагування" і по прямій, під кутом до планки 30-40° при "перекидному" способі стрибка. У залежності від розташування місця відштовхування від планки, довжини кінцівок і способу маху цей кут може змінюватися від 20 до 60°. Структура стартової частини розбігу відрізняється від звичайного бігу тим, що тулуб більше нахилений уперед, опорні фази переважають над польотними, а коливання ЗЦМ тіла менше.

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

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

Значний вплив на кінцеву швидкість вильоту ЗЦМ тіла здійснюють рухи при амортизації. Ефективність передачі зусиль у ланках опорно-рухового

апарата стрибуну багато в чому залежить від координації рухів при відштовхуванні.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Розділ VI. Біомеханічний аналіз спортивної боротьби

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

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

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

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

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

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

Наступним критерієм стійкості служить так названа лінія ваги тіла спортсмена (перпендикуляр, опущений з ЗЦМ). Для збереження рівноваги тіла

спортсмена необхідно, щоб лінія ваги проходила через площу опори. Чим ближче до центра площі опори проходить лінія ваги, тим стійкіше тіло борця.

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

Дати інтегральну оцінку ступеня стійкості борця, що прийняв конкретну позу, допомагає визначення так названого моменту стійкості його тіла. Момент стійкості дорівнює добутку сили ваги тіла на плече її додатка в області площі опори. Він визначається добутком маси тіла борця на величину перпендикуляра, проведеного від границі площі опори до лінії ваги і залежить від двох величин: маси борця і величини площі опори на вимірюваній ділянці. У зв'язку з тим, що площа опори тіла борця рідко приймає обриси фігури правильної форми і, природно, лінія ваги майже ніколи не перетинає її по центру, момент стійкості того самого спортсмена, що знаходиться в одній і тій же чи позі положенні, не може бути однаковим у всіх напрямках простору. Чим більше момент стійкості тіла борця, тим більше його ступінь стійкості в обраному напрямку.

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

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

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

важеля, борець може не тільки зберегти рівновагу свого тіла чи окремого його сегмента, але й одержати вигреш у силі чи у швидкості руху.

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

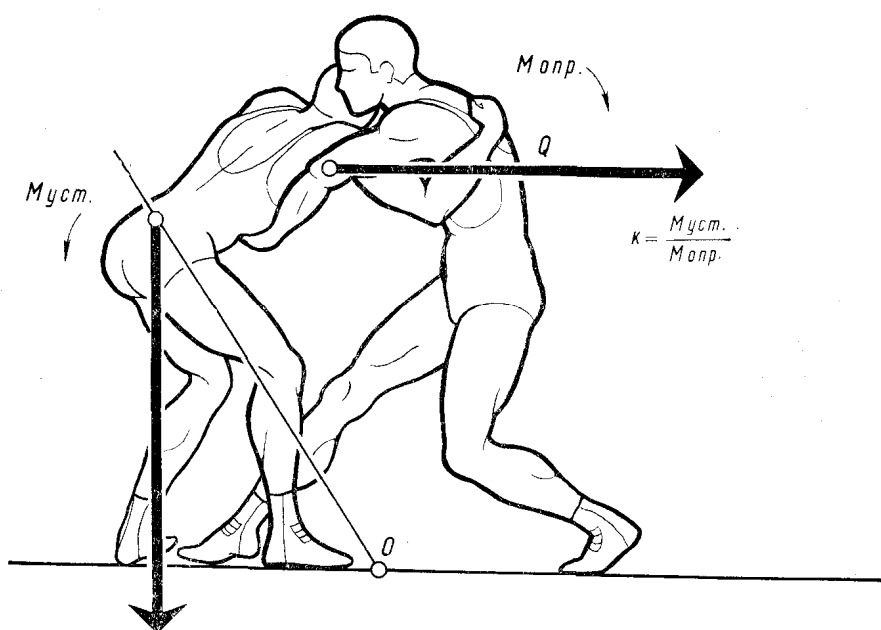


Рис 10. Сили, що визначають стійкість борця.

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

Тиск на опору дорівнює масі тіла борця, якщо він знаходиться в будь-якій стійці у відносно нерухомому положенні. Коли спортсмен починає різко переміщати ЗЦМ свого тіла вниз, рухаючи з прискоренням, наприклад, при проведенні деяких атакуючих дій сили інерції мас окремих ланок його тіла

будуть спрямовані в нагору. У цьому випадку тиск тіла борця на опору буде менше, ніж його маса (на величину, що відповідає силі інерції ланок тіла). Протилежна дія на опору робить борець, переміщуючи ЗЦМ тіла нагору, наприклад, при прискореному розгинанні колінних, тазостегнових і інших суглобів під час різкого вставання, підскакування нагору, підняття суперника під час кидків і т.д.. У таких умовах тиск його тіла на опору дорівнює масі тіла плюс сила інерції частин тіла, спрямована знову ж убік, протилежний руху всього тіла. При рівномірному русі ЗЦМ по вертикальній осі тиск спортсмена на опору дорівнює масі його тіла. Однак практично рівномірний рух ЗЦМ спортсменів у боротьбі не зустрічається. Перевірити ці біомеханічні закономірності можна на звичайних медичних вагах: з положенні коштуючи ваги будуть показувати масу борця; під час різкого вставання маса борця збільшиться.

Виконуючи технічні дії, зв'язані з активними широкоамплітудними переміщеннями усього свого тіла і тіла суперника в просторі, кожен борець повинний керуватися визначеними біомеханічними закономірностями, що дозволяють йому найбільш ефективно використовувати свої індивідуальні можливості і багато зовнішніх факторів. До останніх відносяться насамперед зовнішні щодо тіла спортсмена сили (сили ваги, реакція опори, інерції, опору суперника й ін.). Активна боротьба можлива тільки в тому випадку, якщо спортсмен може за допомогою своїх внутрішніх сил (сили власних м'язів) активно переборювати сили опору - зовнішні сили.

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

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

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

(прискорення) прямо пропорційно прикладеній силі і обернено пропорційна масі тіла.

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

Література:

1. Агашин Ф. К. Биомеханика ударных движений. М.: Физкультура и спорт, 1977.—208 с.
2. Бернштейн Н. А. О построении движений. М.: Медгиз, 1947.—256 с.
3. Донской Д. Д. Движения спортсмена. М.: Физкультура и спорт, 1965.—198 с.
4. Донской Д. Д. Законы движений в спорте. М.: Физкультура и спорт, 1968.—176 с.
5. Донской Д. Д. Биомеханика с основами спортивной техники. М.: Физкультура и спорт, 1971.—287 с.
6. Донской Д. Д. Биомеханика. М.: Просвещение, 1975.—196 с.
7. Донской Д. Д., Зациорский В. М. Биомеханика. М.: Физкультура и спорт, 1979.—254 с.
8. Зациорский В. М., Ланка Я. С., Шалманов А. А. Проблемы биомеханики толкания ядра.-Теория и практика физ. культуры, 1978, № 12, 6—16 с.
9. Козленко Н. А. Физическую культуру в быт школьников. К.: Рад шк., 1979.—112 с.
10. Сальченко И. Н. Двигательные взаимодействия спортсменов. К.: Здоров'я, 1980.—154 с.