

**Біомеханіка локомоторних рухових дій**

Локомоторні рухові дії мають спільне завдання: перемістити тіло спортсмена з дотриманням ряду додаткових умов (стиль, траса, технічні вимоги до спорядження, командні вимоги тощо). Більшість локомоцій (переміщень власного тіла) є основою самостійних видів спорту, інші - способами пересування у спортивних іграх, одноборствах, при виконанні інших фізичних вправ (у тому числі й оздоровчого характеру). Рушійними силами тут виступають і сила тяжіння, і м'язові тяги, і рух середовища, і дія тварин, і механічна дія двигунів внутрішнього згоряння, і електропривід від сонячних батарей.

**1. Локомоції спортсмена. Механізм відштовхування від опори.**

Основою більшості наземних локомоцій є відштовхування від опорної поверхні. Майже у всіх випадках відштовхування починається з підготовчої фази - амортизації. Амортизація дозволяє загасити вертикальну швидкість руху додолу ЦМ тіла після фази польоту за рахунок виконання м'язами-розгиначами опорних біоланок поступаючої роботи. Для ходьби також характерні циклічні вертикальні переміщення ЦМТ під час кожного кроку, і, відповідно, присутня фаза амортизації, проте вона виражена не так яскраво, як у бігу чи в стрибках після розгону. Фаза амортизації може виконуватись і руками (опорний стрибок, акробатика тощо).

Амортизацію неважко виявити за результатами оптичної реєстрації фізичної вправи: ця фаза починається з моменту контактної взаємодії амортизуючої біоланки (біоланок) з опорною поверхнею, і продовжується до моменту найбільшого згинання вказаної біоланки (біоланок) в колінних (або ліктьових) суглобах.

Спочатку величина реакції опори невелика, але вона швидко досягає значної величини і може у декілька разів перевищувати вагу тіла в спокої. Це стосується не лише приземлення після польоту, а й стрибка з місця та початку ходьби: для виконання відштовхування людина спочатку підгинає ноги, "кидаючи" ЦМТ додолу, а потім гальмує цей рух центра мас і починає його розгін вгору.

Процес відштовхування від опори виконується за рахунок власне відштовхування та махових рухів. Вказані рухи ні в якому разі не можна трактувати, як окремі незалежні фази однієї вправи: вони завжди виконуються синхронно і активно вповлають одне на одного. Простий експеримент показує, що результат стрибка у висоту чи довжину, показаний при відштовхуванні без маху, і результат стрибка від самого маху окремо без активного відштовхування дають у сумі значно менший ефект, ніж вправа, виконана в нормальних умовах.

Роль махових рухів двояка: по-перше частина біоланок тіла (а це у випадку однієї ноги і обидвох рук - 31 відсоток маси усього

тіла) активно розганяється у напрямку відштовхування і починає швидко рухатися у вказаному напрямку за рахунок роботи інших, ніж розгиначі опорних ланок м'язів; по-друге сила інерції махових біоланок в момент їх активного розгону вгору через тулуб передається на м'язи опорних біоланок, що відштовхують тіло від опори. При цьому дешо зростає час і сила відштовхування, а, значить, і його імпульс.

Зареєструвати величину опорної реакції при відштовхуванні від опори дуже непросто, адже вона постійно мінється за величиною і напрямком. Для цього потрібен спеціальний стаціонарний тензодинамометр - так звана тензоплатформа, яка дозволяє зареєструвати горизонтальні, вертикальні (а при потребі - й бокові) складові реакції опори у різні моменти процесу відштовхування.

Відштовхування від опори - хороший приклад, що допомагає розібратись з рушійною силою переміщення біомеханічної системи. Враховуючи, що єдиною зовнішньою силою, яка повинна розігнати тіло вгору, є реакція опори Проте її механічна робота рівна нулю, що обумовлене нерухомістю самої опори (як виняток, можна згадати підкидну дошку циркових акробатів, яка дійсно рухається). Тобто фактичною причиною зміни енергії тіла є м'язова робота - внутрішні сили біомеханічної системи, проте обов'язковою умовою їх прояву у такій ролі є наявність реакції опори, без якої відштовхування неможливе. З точки зору класичної механіки цей парадокс легко пояснюється: біомеханічна система спочатку веде себе як дві незалежні частини: нерухомі опорні біоланки і всі решта рухомі біоланки тіла, які взаємно відштовхуються. Враховуючи, що переміщатися опорним ланкам заважає наявність опори, розганяється інша частина системи, яка в останній момент - відриву від опори - "забирає" за собою опорні біоланки.

Напрямок найбільшого вектора реакції опори у бігу, стрибках, ходьбі тощо завжди проходить перед ЦМТ (див рис.1.а), адже при постановці ноги на опору тіло одержує обертовий імпульс вперед, який і компенсує момент опорної реакції відносно ЦМТ. Для стрибка з метою виконання сальто, напрямком вказаного вектора інший (рис. 1.б):

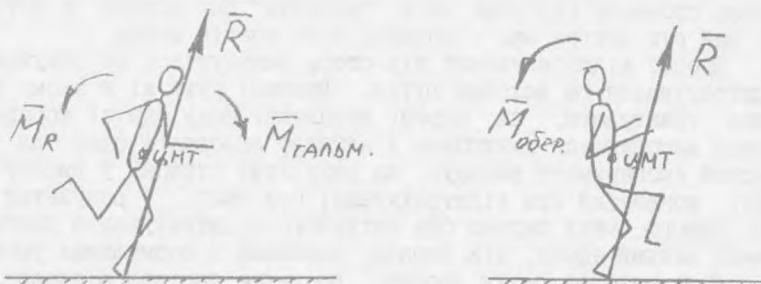


Рис. 1. Напрямок найбільшого вектора опорної реакції при відштовхуванні в бігу (а) і для виконання сальто назад (б)

## 2. Біомеханічні особливості стартових дій.

Стартові дії у різних видах спорту істотно відрізняються, тому можна виділити лише декілька їх спільних ознак, які дозволять нам більш повно вивчити цей безперечно істотний елемент змагальної діяльності (у спринтерських видах успішний старт визначає до 35-40 відсотків спортивного результату):

- а) *стартова поза (стартове положення);*
- б) *стартові рухи;*
- в) *стартовий розбіг.*

*Стартова поза* визначається видом спорту і правилами змагань, проте має багато індивідуальних особливостей. Найважливіше завдання стартового положення - забезпечити найефективніше використання потенціальних можливостей спортсмена для швидкого розгону ЦМТ у напрямку руху. Тому при можливості використання засобів проти буксування (наприклад, легкоатлетичних шпів), кут нахилу спортсменів на старті значно більший, ніж в інших випадках, адже реакція опори за рахунок випрямляючого моменту відносно центра мас може перекинути тіло назад. Велосипедисти і веслярі приймають позу, що дозволяє уникнути пробуксовування між спортивним приладом та опорою, і вибирають оптимальне співвідношення між кутами в суглобах для найповнішого використання індивідуальних особливостей будови власного тіла при наступних рухових діях.

*Стартові рухи* - це специфічні дії, які лише віддалено (за зовнішньою картиною) нагадують рухові дії спортсмена на дистанції. Вони істотно відрізняються в першу чергу за частотою (яка від нуля наростає до максимально можливої), величиною максимальних і середніх зусиль (які у кілька разів більші, ніж на дистанції) та їх розподілом в циклі, значними переміщеннями у боковій площині, викликаними неможливістю зберегти рівновагу внаслідок дуже великих зусиль відштовхування і ін. Методика тренування стартових дій істотно відрізняється від методики тренування інших змагальних елементів, що обумовлене іншими режимами роботи м'язів, енергетикою тощо.

*Стартовий розбіг* дозволяє досягнути швидкості, необхідної для руху по дистанції. У спринтерських видах ця швидкість наростає до максимально, а далі поступово падає, у зв'язку з чим розбіг в спринті триває довше і займає значно більшу частину дистанції, ніж наприклад у стайерських видах. При стартовому розгоні відбувається зміна системи рухів, цикл за циклом наближаючись від стартових дій до нормального стилю додання дистанції. У більшості випадків - це збільшення довжини і зменшення частоти кроків, піднімання тулуба до нормального положення тощо. *Спіддограми стартового розгону* наприклад велосипедистів-спринтерів дозволяють проаналізувати різні сторони підготовленості спортсменів і таким чином раціонально індивідуалізувати їх підготовку.