

Біомеханічні особливості стійкості тіла людини

1. Стійкість, як біомеханічна категорія

Стійкість – це здатність системи, явища, процесу або тіла повертатися у вихідне положення після припинення відхиляючої дії.

В процесі виконання фізичних вправ спортсмену досить часто приходиться затримувати на деякий час (зафіксувати) певні пози: вихідну (стартове положення), проміжну (фіксація пози у гімнастиці чи акробатиці), кінцеву (важка атлетика) тощо. Окрім власного тіла, часом доводиться утримувати в рівновазі предмети (штанга), партнера (у фігурному ковзанні чи акробатиці).

Завдання утримати позу (кути в суглобах) і розташування та орієнтацію свого тіла в просторі відносно площі опори, заключається у врівноважуванні зовнішніх сил, що діють на тіло таким чином, аби їх сума (головний вектор) та сума їх моментів (головний момент) відносно ЦМТ завжди були рівними нулю. Внутрішні сили повинні тим часом забезпечити збереження пози.

Вищевказане також стосується збереження динамічної пози в польоті або на опорі (спуск на лижах, санний спорт тощо).

2. Оцінка стійкості тіла за різними критеріями

Стійкість оцінюється за різними критеріями (подібно, як рухові якості, наприклад швидкісно-силові), залежно від конкретного завдання.

Найпоширенішим критерієм оцінки стійкості тіла біомеханічної системи є *кут стійкості* (див. рис. 3.1):

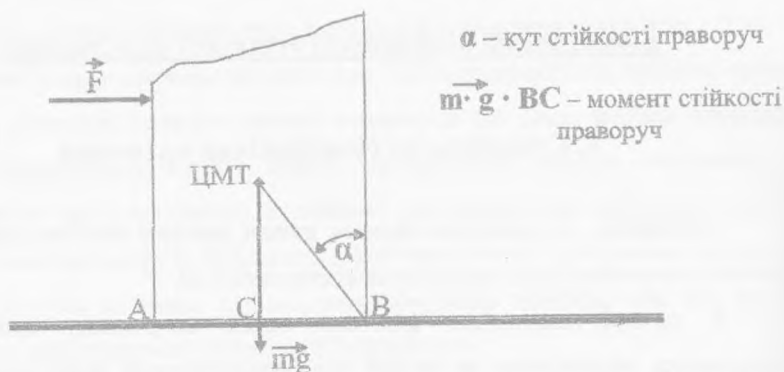


Рис. 3.1. Кут стійкості і момент стійкості тіла, що знаходиться у рівновазі.

Виявляється, що для кожного тіла є максимально допустимий (критичний) кут нахилу відносно вертикалі, при якому проекція ЦМТ ще не виходить за межі площі опори у заданому напрямку. Таким чином, відрізняють стійкість вперед, назад, праворуч та ліворуч (або у спеціальних випадках - в інших напрямках). Цей кут залежить від розмірів площі опори відносно проекції ЦМТ у заданому напрямку і від висоти ЦМТ. Спортсмени – представники різних видів спорту – прекрасно знають, куди може бути спрямовано вірогідну відхиляючу дію, і можуть за рахунок відповідно обраної стійки (посадки, пози) збільшити її у згаданому напрямку в кілька разів. Проте практика показує, що на стійкість істотно впливає і маса тіла: при всіх інших однакових умовах зсунути з місця бетонний куб значно важче ніж картонну коробку таких самих розмірів. Це враховується представниками різних видів спорту; у боротьбі це одна з причин, які обумовлюють поділ спортсменів на вагові категорії. Особливості будови тіла (тотальні розміри, пропорції, конституціональні особливості) дають відчутну перевагу у випадках, коли положення ЦМТ визначає стійкість. З вказаної позиції легко пояснити біомеханічні критерії щодо якості пози спортсменів у різних видах спорту.

Момент стійкості показує, як тіло протидіятиме відхиляючим діям різної інтенсивності; спортсмени стараються розташувати своє тіло таким

чином, щоб якомога активніше протидіяти прийомам суперників і одночасно якомога ефективніше виводити їх із стану рівноваги.

Таким чином, стійкість тіла залежить від висоти розташування його ЦМ, розмірів площі опори від його проекції до країв опори у заданих напрямках, а також від маси тіла і наявності додаткових повертаючих (притискаючих до опори) сил.

3. Види рівноваги тіла спортсмена

Розрізняють *три види* рівноваги тіла: *стійка нестійка, умовно стійка і байдужа*. До якого виду відноситься рівновага тіла у конкретних обставинах, можна визначити за наступним *критерієм*: чи повертається тіло у початкове положення рівноваги після припинення дії відхиляючих факторів. Так, у випадку виникнення повертаючих сил або моментів при спробі відхилити тіло від положення рівноваги (як, наприклад, це має місце при відхиленні спортсмена, що висить на перекладині), рівновагу називають *стійкою*. У протилежному випадку рівновага буде *нестійка*. *Обмежено стійка рівновага* характеризується поступовим зменшенням моменту повертаючих сил зі збільшенням відхилення від вихідного положення. *Байдужою* називають рівновагу тіла у випадку, коли воно не повертається у початкове положення але й не продовжує відхилятися після припинення дії відхиляючих факторів (наприклад, положення борця на татамі у випадку спроби суперника відтягнути його від зайнятої у партері позиції у будь-яку сторону).

Взвagalі кажучи, лише невелике число поз тіла спортсмена є дійсно стійким: переважна більшість поз – це умовно стійка рівновага, яка внаслідок невеликих розмірів площі опори, а також активних дій суперників, легко переходить у нестійку. Стійкість тіла у випадку обмежено-стійкої рівноваги найкраще оцінювати за величиною кута стійкості.

4. Особливості збереження рівноваги тіла при виконанні фізичних вправ

Найважче *утримувати рівновагу* у випадку необхідності постійно міняти позу. До цього випадку відноситься й утримання динамічної рівноваги під час бігу, стрибків, виконання складних гімнастичних вправ, прийомів в однокорствах тощо. Враховуючи переміщення центра маси тіла та напрямок і швидкість його руху, спортсмен, як біомеханічна система, намагається якомога точніше "підставити" під його проекцію опору.

Проте жива біомеханічна система має ряд основних відмінностей щодо збереження рівноваги порівняно з неживими системами.

По-перше – це відмінності між *геометричною* (площа контакту) і *фактичною* площею опори.

По-друге – це наявність так званої *зони відновлення рівноваги*, невластивої неживим тілам (див. рис.3.2):



Рис. 3.2. Геометрична, фактична площа опори гімнастики і зона відновлення рівноваги.

Людина на босу ногу гірше утримує рівновагу, так як геометричний відбиток босої ноги не відображає розмірів фактичної площі опори, на яку вона може опиратися (фактична опора обмежується кістковими утвореннями стопи зі сторони підошви). Спеціальне взуття (яке у деяких видах спорту трансформоване, наприклад в лижі), дозволяє стійкіше почувати себе у більшості ситуацій.

Навіть коли проекція ЦМТ і вийде за межі площі опори, жива система за рахунок *утримуючих, вирівнюючих та амортизуючих рухових дій* руками, ногами і тулубом без особливих труднощів повертає його у межі площі опори. Часом уся рухова дія або її елемент і полягають в постійній корекції положення ЦМТ людини у межах невеликої площі опори. У багатьох видах спорту для відбору і контролю спортсменів часто використовується стабілографія, результати якої дозволяють оцінити вміння пацієнтів утримувати проекцію ЦМТ над невеликою площею.

Спеціальні аеродинамічні пристрої спортивних приладів, які притискають їх до опорної поверхні під час долаття дистанції, дозволяють значно (до 50 відсотків) підвищити їх динамічну стійкість при проходженні поворотів за рахунок збільшення моменту стійкості без зміни положення ЦМТ та розмірів площі опори.