

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ І ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ЦЕНТР ВАГИ І МОМЕНТ ІНЕРЦІЇ ТІЛА ЛЮДИНИ В ПРОГРАМУ ПЕРСОНАЛЬНОЇ ЕОМ

Роман РАЙТЕР, Вероніка ЗАВІЙСЬКА, В. ІВАНОЧКО

Львівська комерційна академія

Мета дослідження. Розробити методику і створити прилад, з допомогою якого можна з достатньо високим рівнем точності визначати розташування ЗЦВ, центрів ваги окремих ланок тіла, їхні вагові співвідношення і момент інерції тіла.

Методи дослідження. Вирішення поставленого завдання здійснювалося шляхом вивчення й аналізу науково-методичної та спеціальної літератури; узагальнення досвіду роботи над подібними приладами науковців і модернізації раніше створеного приладу.

Анотація. У даній статті пропонується методика визначення розташування ЗЦВ, центрів ваги, окремих ланок тіла, їхні вагові співвідношення і моменту інерції тіла з можливістю передачі інформації і введення її в програму персональної ЕОМ.

Ключові слова: інертність, ланки тіла, вагові співвідношення.

Постановка проблеми. У багатьох складно координованих видах спорту (наприклад, гімнастика, акробатика, фігурне катання, стрибки у воду і т. п.) вправи виконуються за рахунок руху ногами і руками. Ці ланки тіла дуже часто є ведучими структурно-координаційними елементами. Тому при порівнянні технічної майстерності спортсменів з метою вивчення раціональності техніки виконання вправ потрібно мати най більш точну інформацію як про рух цих ланок тіла, так і про їх моменти інерції. Ось чому при їхньому дослідженні потрібно враховувати прояв інертності тіла. При обертовому русі на інертність тіла впливає не тільки величина його маси, але й те, як ця маса розподілена відносно осі обертання. Мірою інертності тіла при його обертовому русі навколо певної осі є момент інерції / I / відносно цієї осі. Для його визначення необхідно знати розташування центрів ваги окремих ланок тіла, їхні вагові співвідношення, пропорції тіла.

Постановка завдання і мета дослідження. Розробити методику і створити прилад, з допомогою якого можна з достатньо високим рівнем точності визначати розташування ЗЦВ, центрів ваги окремих ланок тіла, їхні вагові співвідношення і момент інерції тіла. Експериментально і теоретично обґрунтувати ефективність запропонованої методики.

Результати та їх обговорення. Підхід реалізовано у вигляді діалогової системи, яка прискорює рутинний етап вирішення рухової задачі. При розробці системи пропонується використання комп'ютерної графіки як засобу активізації творчої уяви користувача, персональних ЕОМ, як засобу фіксації уваги користувача на опорних точках і системи методичних підказок в процесі імітації рухів. Для цього складається програма кінематики опорних точок у фіксовані проміжки часу і вводиться в ЕОМ.

Для розрахунків біомеханічних характеристик рухів спортсмена в математичній моделі потрібно мати дані двох видів:

1. Дані про пропорції людського тіла, про вагові співвідношення ланок тіла і розташування їхніх центрів ваги.

2. Дані про моменти інерції як всього тіла, так і його окремих частин відносно ряду осей.

У математичній моделі вони подані у вигляді вхідних опорів певної величини, які узгоджені із загальним масштабом, котрий прийнятий у моделі. Дані першої групи входять у характеристику величини моменту сили ваги, а другі – характеризують інертний опір тіла діючим на нього силами.

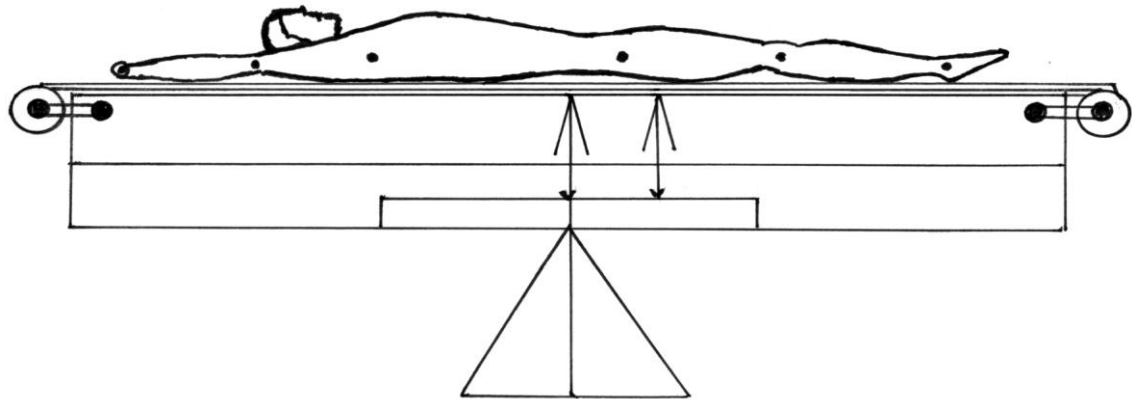
Для вирішення поставленої задачі необхідно знати наступні дані, які відносяться до першої групи .

1) довжини рук, розташування центрів ваги рук і решти частин тіла;

2) відстань від точки вису до осі кульшового суглоба у положенні вис, розташування центрів ваги ніг і решти частин тіла.

Ми виходили з того, що для такого дослідження відбирається спеціальна категорія людей (гімнасти, акробати, стрибуни в воду і т.п.), а тому вказані дані будуть суттєво відрізнятися від існуючих табличних даних (Фішера, Берштейна, Гарлесса [2]). Проведені перевіірочні заміри Назаровим В.Т. показали наявність великих похибок у цих розрахунках.

Для вирішення цього завдання нами було сконструйовано пристосування, яке складається з дерев'яної платформи, розташованої на трикутній призмі. Платформа покрита брезентом, кінці якого намотуються на валики, які закріплені по обидві сторони платформи. Обертанням валиків можна переміщувати брезент на 1 метр від центра ваги платформи по обидві її сторони.



Спортсмен лягає на платформу, попередньо урівноважену на трикутній призмі. Обертаючи валики переміщуємо брезент зі спортсменом до моменту встановлення рівноваги.

У спортсменів, які досліджуються, були вибрані наступні орієнтири: довжина стегна – відстань від найвищої точки великого вертлюга стегнової кістки (проксимальний кінець) до суглобної щілини між стегноюю та великогомілковою кісткою (дистальний кінець); довжина гомілки – відстань від суглобної щілини між вищевказаними кістками (проксимальний кінець) до латеральної малоомілкової кістки (дистальний кінець); довжина плеча – відстань від акроміального відростку лопатки до щілини плечового зчленування; довжина передпліччя – відстань від щілини плечового зчленування до шилоподібного відростку променевої кістки; довжина тулуба – відстань від акроміального відростку лопатки до найвищої точки великого вертлюга.

У висі на поперечині за допомогою рулетки вимірювались відстані: від грифу поперечини до осі кульшового суглобу; від грифу поперечини до гомілковоступневого суглобу (рівень латеральної ладжки малоомілкової кістки).

У положенні лежачи на платформі вимірювались відстані від центра (просвіту) зжатої навколо грифу поперечини в кулак кисті руки до осі плечового суглобу (рівень клювоподібного відростку лопатки) і від останнього до осі кульшового суглобу. Плечі при замірах піднімаються гімнастом (тіло відтягується від грифу), щоби положення тіла відповідало вису на поперечині. У певний момент дошка фіксується, щоби не порушилась рівновага.

Шляхом переміщення гімнаста ЗЦВ тіла розташовується над ребром призми (такий метод визначення лінії дії сили ваги вперше був запропонований братами Вебер [1]. Змонтованим повзунком фіксується вісь розташування кульшового суглобу. Потім гімнаст переміщує руки чи ноги або одночасно ці ланки тіла в інше положення і пересуваючи його по платформі (шляхом обертання валиків) встановлюємо рівновагу.

При цьому знову відмічається місце розташування кульшового суглобу. Відстань між першою і другою точками вказує на величину переміщення ЗЦВ при зміні пози. Маючи такі дані, можна досить точно розрахувати положення ЦВ рук і решти частин тіла. Це можна зробити, склавши два рівняння статички твердого тіла/1 і 2/ і додати до них очевидну рівність /3/

$$P_1 m_1 = P_2 m_2 \quad (1)$$

$$P_1 (m_1 + \Delta) = P_2 (m_2 - \Delta) \quad (2)$$

$$P_1 + P_2 = P \quad (3)$$

де P – вага всього тіла; P_2 – вага рук, P_1 – вага решти частини тіла;

m_2 – відстань від ЦВ рук до перпендикуляра, встановленого до дошки над ребром призми, m_1 – таке ж для решти частин тіла;

Δ – величина переміщення ЗЦВ при зміні пози.

На три рівняння є 4 невідомі величини.

Тому в рівняння (3) вводимо табличну величину ваги рук якнайлегшої частини тіла, для того щоби похибка, яка вводиться була якнайменшою (за даними Фішера [5] вага руки складає 12% від ваги всього тіла). Тепер, вирішивши ці рівняння, знаходимо P_2, m_1 і m_2 , а після нескладних розрахунків дістаємо S_1 і S_2 для випадку руху в плечових суглобах.

Аналогічним способом проводимо розрахунки для випадку руху в кульшових суглобах. Для цього фіксуємо на платформі точки, над якими розташовується кульшовий суглоб у положенні лежачи, руки вгору, а ноги підняті вперед до кута 90° . Вертикальне положення ніг контролюється спеціально сконструйованим кутоміром.

Порівнюючи величини $P_1S_1 + P_2l$ і P_2S_2 з аналогічними величинами, розрахованими тільки на основі табличних даних / пропорції тіла і вагові співвідношення за Гарлесом, розташування центрів ваги – за Фішером/ ми знаходимо, що їхні відношення різняться не більше ніж на 1,5%. В умовних одиницях прийнятих Гарлесом і Фішером [5] $P_1S_1 + P_2l$ і P_2S_2 мають відповідно значення 41716 і 25080 /для випадку руху в плечових суглобах/ і 58327 і 8474 /для випадку руху у кульшових суглобах/. Тому в моделі можна використовувати табличні дані.

З даних, які відносяться до другої групи, для вирішення поставлених нами задач потрібно було мати:

– моменти інерції рук і ніг відносно вісів паралельних грифу поперечини;

– момент інерції всього тіла в положенні вуса відносно грифу поперечини і момент інерції тіла при наявності різних кутів в плечових і кульшових суглобах.

Дані про моменти інерції кінцівок доцільно використати із таблиць Брауне і Фішера [2].

Як відомо, момент інерції тіла людини відносно деякої осі складається із величини моменту інерції його окремих ланок. У свою чергу, момент інерції кожної ланки відносно осі, яка проходить через центр ваги ланки і паралельної осі, і добутку маси ланки на квадрат відстані між вказаними осями:

$$I_{0_x} = \sum_{i=1}^n I_{c_i} + \sum_{i=1}^n M_i d_i^2 \quad / 4 /$$

З формули видно, що при зміні конфігурації тіла відбувається зміна тільки другої складової моменту інерції тіла. Визначити її величину у всіх випадках можливо, користуючись згаданими вище табличними даними /Гарлес, Фішер, Бернштейн/.

Під час обробки матеріалів дослідження були використані наступні дані: Н.А. Берштейна [1] про відносні ваги частин тіла; О. Фішера [2] про радіуси інерції окремих частин тіла відносно їхнього центру ваги і про відносну відстань центрів ваги окремих ланок від їх проксимальних кінцівок [2].

Довжина окремих частин тіла була потрібною для визначення їх центрів ваги, дані яких необхідні для розрахунку моментів інерції:

- частин тіла відносно їхніх центрів мас;
- рук відносно променезап'ясткових суглобів;
- тулуба відносно плечових суглобів;
- ніг відносно кульшових суглобів.

Висновок

Запропонований прилад для визначення ЗЦВ і моменту інерції задовільняв нашим вимогам і дозволяв одержати оперативну, достатньо об'єктивну інформацію про динамічні характеристики вправ, що суттєво спрощувало процес аналізу техніки виконання складних елементів.

Література

1. Бернштейн Н.А. О построении движений. – Москва: Медгиз.–1947. – 255 с.
2. Донской Д.Д., Зацюрский В.М. Биомеханика: Учебник для ин-тов физической культуры. – Москва: Физкультура и спорт. – 1979. – 264 с.

3. Назаров В.Т. Основы спортивной гимнастики. — Рига: РПИ, 1975. — 36 с.
4. Назаров В.Т. Элементы теоретической гимнастики //Гимнастика: Сб. Вып. 2/ Сост. В.М. Смолевский. — М.: Физкультура и спорт, 1975. — С. 18 – 23.
5. Петров В.А. Момент инерции тела человека и его ориентировочный расчет // Теория и практика физической культуры. — 1967. — N 12. — С. 48-52.
6. Райтер Р.І., Знак З.П., Хитрий Л.К. Морфологічні особливості будови тіла гімнаста // Матеріали конф. проф.-викл. складу і аспірантів академії. — Львів, 1997. — С. 296 – 297.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ О ЦЕНТРЕ ТЯЖЕСТИ И МОМЕНТЕ ИНЕРЦИИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА В ПРОГРАММУ ПЕРСОНАЛЬНОЙ ЭВМ

Роман РАЙТЕР, Вероника ЗАВИЙСЬКА, В. ИВАНОЧКО

Львовская коммерческая академия

Цель исследования. Разработать методику и создать устройство, с помощью которого можно с достаточно высоким уровнем точности определить расположение ОЦТ, центров тяжести отдельных частей тела, их весовые соотношения и момент инерции тела.

Методы исследования. Решение поставленной задачи совершалось путем изучения и анализа научно-методической и специальной литературы; обобщения опыта работы над подобными устройствами научных работников и модернизации ранее созданных устройств.

Аннотация. В данной статье предлагается методика определения ОЦТ, центров тяжести, отдельных частей тела, их весовые соотношения и момента инерции тела с возможностью передачи информации и введения их в программу персональной ЭВМ.

Ключевые слова: инертность, части тела, весовые соотношения, биомеханические характеристики, математическая модель, платформа.

DEVICE FOR DEFINITION AND TRANSMISSION OF INFORMATION ABOUT THE CENTRE OF GRAVITY AND THE MOMENT OF INERTIA OF HUMAN BODY TO THE PROGRAM OF PERSONAL ELECTRONIC COMPUTING MACHINES

Roman RAYTER, Veronica ZAVIYSKA., V. IVANOCHKO

Lviv Commercial Academy

The aim and the task of the research. To develop methods and create high fidelity appliance to define the location of the general centre of gravity, centres of gravity of different parts of human body, their ponderable correlation and the moment of inertia.

Research methods. The solution of the task has been found by studying and analyzing scientific and special publications; generalizing experience of work on similar appliance of scientists and improving existing appliances.

Abstract. In this article it is recommended the following methodology of definition of the location of the general centre of gravity, centres of gravity of different parts of human body, their ponderable correlation and the moment of inertia and the possibility of transmission of the information and its implementation into the program of electronic computing machines.

Key words. Inertia, parts of body, biomechanical characteristics, mathematical model, platform, weight correlation.