



УДК 796.012

БИОМЕХАНИКА ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ И БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В СПОРТЕ

Сергей Сергеевич Хурбатов¹, преподаватель физической культуры и спорта

¹Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, г. Гомель, Беларусь

Аннотация. Обозначение базовых понятий о биомеханике человеческого тела, необходимых для понимания работы двигательного аппарата человека, и необходимость изучения данной дисциплины в парадигме педагогики. Осмотр силовых аспектов двигательного аппарата с целью формирования основных тезисов и норм спортивного воспитания. Актуальность биомеханики в современных реалиях и фактическое подтверждение передовыми исследованиями. А также основные задачи биомеханики.

Ключевые слова: биомеханика, спорт, эффективность двигательных действий, исследования, методы, задачи

Для цитирования: Хурбатов, С. С. Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте / С. С. Хурбатов // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте : материалы X Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, Москва, 24-25 ноября 2022 г. / Московская государственная академия физической культуры ; под ред. А. Н. Фураев. – Малаховка : МГАФК, 2022. – С. 359-368.

BIOMECHANICS OF MOTOR ACTIONS AND BIOMECHANICAL CONTROL IN SPORTS

Sergey S. Kurbatov¹, teacher of physical culture and sports

¹ Francysk Skaryna Gomel State University, Gomel, Belarus

Abstract. The designation of the basic concepts of the biomechanics of the human body, necessary for understanding the work of the human motor apparatus, and the need to study this discipline in the paradigm of pedagogy. Examination of the power aspects of the motor apparatus in order to form the main theses and norms of sports education. The relevance of biomechanics in modern realities and the actual confirmation of advanced research. As well as the main tasks of biomechanics.



Keywords: biomechanics, sports, efficiency of motor actions, research, methods, tasks.

For citation: Kurbatov, S. S. Biomechanics of motor actions and biomechanical control in sports / S. S. Khurbatov // Biomechanics of motor actions and biomechanical control in sports : proceedings of the X All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, Moscow, November 24-25, 2022 / Moscow State Academy of Physical Culture; edited by A. N. Furaev. – Malakhovka : MGAFK, 2022. – pp. 359-368.

Введение.

Актуальность биомеханики в спорте как никогда высока в связи с частыми и большими мероприятиями этого направления, проводимыми в мире. Её целью становится повышение эффективности двигательных действий человека и снижение травматизма при выполнении базовых упражнений, новый взгляд на устоявшиеся движения человеческого тела.

Стоит отметить, что необходимым условием для жизни человека является именно взаимодействие живого организма с окружающей его средой, в чём непосредственно играет не последнюю роль двигательная деятельность. Письмо, ходьба, общение с другими людьми, разговор - всё это производное комплексной работы тела, и биомеханики, в частности. И именно она является организованным институтом для правильного физического воспитания.

Биомеханика как наука изучает свойства опорно-двигательного аппарата и двигательные действия человека с аспекта классической механики. Это смежная наука, возникшая на стыке двух дисциплин: биологии – науки, изучающей стороны жизни; и механики – науки о движении материальных тел, находящихся в постоянном взаимодействии с другими материальными телами. Первым человеком, увидевшим в биомеханике человеческого тела необходимую для изучения дисциплину, можно назвать Галена — анатома и врача, в чьих художественных и литературных трудах (более 400-от трактатов) можно увидеть самые ранние попытки освоения человеческого двигательного аппарата. Далее можно выделить таких деятелей, как Леонардо Да Винчи с его изобразительной и литературной фиксацией строения плеча, Джованни Альфонсо Борели с его работой «De motu Animalium» о работе мышечных тканей, а также Жюлема Маре, сумевшего разработать метод пневмографии — записи опорных реакций при помощи передачи давления воздуха.

Обладая данным конгломератом понятий, мы можем увидеть, что с течением времени актуализация биомеханических исследований только увеличивалась, а само понятие расширяло свои гарнизоны на новые и новые уровни, пускало корни в другие дисциплины. К таким относится: анатомия,



физика, физиология, химия и т.д.. И именно поэтому, оперируя новыми, передовыми исследованиями в этих и других областях, мы имеем право говорить о биомеханике в более глубоком ключе.

Потому начнём.

Биомеханика «Bios – жизнь, mēchanikē — механика» — это наука, изучающая структуру, функции и механические аспекты биологических систем на любом уровне с использованием методов классической механики.

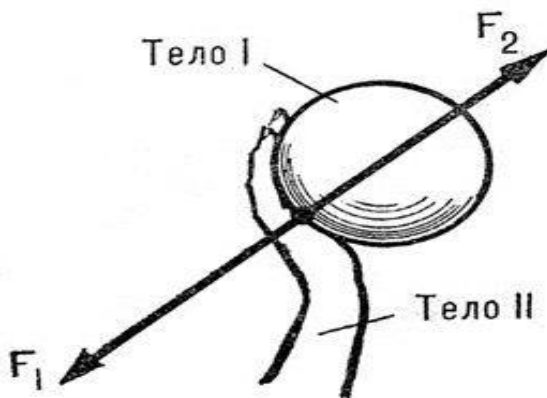
Биомеханика физических упражнений — это учебная дисциплина, изучающая движения человека в ходе спортивных нарядов и движений, используемых в процессе обучения и совершенствования навыков движения.

Область изучения – механические и биомеханические причины движений, зависящие от них особенности двигательных действий в различных условиях.

Тело человека, будучи одним из сложнейших, с точки зрения механики, объектом, можно поделить на несколько «частей». А именно: на неподверженную деформации часть (скелет), изменяющих свою форму полостей (мышц, связок, суставов, сосудов). Оно сохраняет двуполарность всех позвоночных, двухстороннюю симметрию, наличие осевого скелета и парных органов.

Из этого следует, что тело - это многогранная структура, которую человек принимает как данность и нивелирует тонкие аспекты. Повышение эффективности двигательного движения — вот одна из главных целей биомеханики. Путь к этой цели является план-содержанием воплощения всех возможностей человеческого опорно-двигательного аппарата.

В биомеханике на основе законов механики производится анализ двигательных действий человека. Так, например, пользуясь физическим постулатом о сохранении энергии, мы можем оценить энергозатраты в мышцах при выполнении того или иного упражнения, движения. Будь оно бытовое, спортивное или трудовое. Даже третий закон Ньютона, гласивший: «Силы, с которыми действуют друг на друга два тела, всегда равны и направлены по одной прямой в противоположные стороны», нашёл отражение в биомеханике. Самый простой пример - удар по мячу: рука ударяет по мячу, а сила противодействия со стороны мяча действует на руку.



*Рисунок 1 – Проявление третьего закона Ньютона в биомеханике
(В.А. Петров, Ю.А. Гагин, 1974).*

Базируясь на основах биомеханики, педагог может рационализировать и сфабриковать необходимые для правильного спортивного развития элементы выполнения двигательных движений. Это способствует более качественному, быстрому продвижению учащегося в той или иной сфере спорта и минимизирует факт возможной травмы.

Таким образом, *первой задачей* биомеханики и преподавателя становится оценка двигательных движений спортсмена и поиск методов повышения эффективности этого движения. Нахождения оптимальных и нерациональных движений, их качественная реализация и естественное положение. Членение на отдельные, сегментные части и их тщательный анализ. Возьмём в пример боковые махи гантелей на средние дельты плеч. В примере, указанном на «рис. 2», мы видим правильную постановку рук, снижающую возможность травматизма плечевого сустава. На «рис. 3» сустав находится в неестественном положении, обтирается, руки не имеют параллельных линий с лопатками спины, что вкуче замедляет развитие спортсмена и повышает риск травмы.



Рисунок 2 – Оптимальное выполнение упражнения.

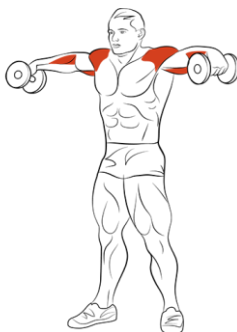


Рисунок 3 – Не рациональное выполнение упражнения.

Второй задачей биомеханики является разработка новых рабочих техник и всё та же оценка их эффективности. Сюда может входить любой вид спорта: выполнение приседа, при поднятии тяжестей (пауэрлифтинг), коньковый ход, прыжки в высоту или длину. Таким образом, была изобретена техника прыжка «Флоп», впервые продемонстрированная В. Фесбэри на Олимпийских играх в Мехико.

Третьей задачей является разработка самостоятельных тренажёров, строящихся на основе биомеханических законов. Данное направление открывает огромный фронт для развития культуры спорта и его совершенствования. Здесь можно отметить силовые тренажёры (рычажные и блочные), кардиотренажёры, имитирующие или заменяющие ту или иную деятельность (велотренажёры, тренажёры для гребли).

Четвертой задачей является улучшение и создание необходимого для спортсмена снаряжения, повышающего эффективность его движений. В частности, речь идёт об элементах специальной одежды, использующейся в большом и малом спорте.



Пятая задача биомеханики - наблюдение за существующими техниками исполнения упражнений и фиксация моментов, способных нанести травму спортсмену. Особенно это отражено в поднятии тяжестей, где тело человека становится крайне уязвимой конструкцией с множеством ослабленных точек.

Обладая понятиями о задачах интересующего направления, можно перейти к непосредственно методам его исследования. Их есть огромное множество, но мы акцентируем внимание на основных вариантах, делящихся на инструментальные и оптические. Так, например, на вооружении у специалистов для обработки результатов экспериментов есть определённые компьютерные программы. Они позволяют на основании видеосъёмки рассчитать траекторию, скорость и ускорение тела спортсмена.



*Рисунок 4 – Интерфейс компьютерной программы.
(разработчик В.П. Аксенов).*

Тот же метод, только с визуальным анализом, применялся и до разработки подобных программ. Первыми попытками фиксировать те или иные моменты в спорте была киносъёмка – оптический метод исследования. И если раньше для этого использовались дорогостоящие камеры, имеющий такт работы больше ста кадров в секунду, то сейчас принято использовать видеокамеры или оптоэлектронную циклографию, что значительно увеличивает КПД данной методики исследования.

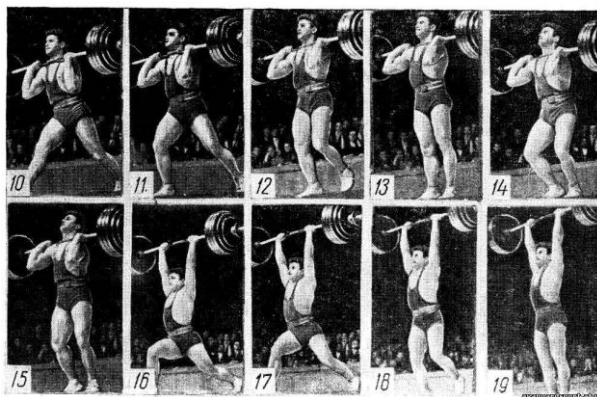


Рисунок 5 – Кинограмма толчка штанги.

Говоря о методах, нельзя не упомянуть *электромиографию* — инструментальный способ регистрации и анализа биоэлектрической активности мышц. Благодаря этому методу можно отследить время, в течение которого мышца была в возбуждённом состоянии, дать представление об общем уровне напряжения и силы наблюдаемой мышцы. Датчиками, считывающими необходимые активности, служат серебряные электроды диаметром не более 10мм.

Первым исследователем, который использовал в своей диссертации электрокимографическую методику, был А.С. Степанов (1957). В своей работе он полностью полагался на электрокимографический анализ при выполнении испытуемым штангистом основных соревновательных двигательных движений: толчок, рывок и жим.

Выделяя недостатки методики ЭМГ, можно сказать о небольшой точности измерений. Это обусловлено тем, что электрическая активность мышц и исследуемые элементы моторики спортсмена не линейны, что значительно усложняет получение качественных цифровых значений.

Спидография и акселерометрия. Ещё два метода исследования, позволяющих отследить скорость того же спортивного снаряда: грифа, гантели, гири.

Спидография — инструментальный метод регистрации скорости движущегося объекта, которым может быть как непосредственно спортсмен, так и сегмент иного рода. Для этого чаще всего используется спидограф А.В. Аблакова, принцип работы которого основан на считывании скорости вращательного движения фрикционного шкива тахометра, приводимого в движение леской или нитью, прикреплённой к



спортсмену. Минусом данного метода является наличие прямой связи между человеком и аппаратом, что может сковывать движения и вносить определённые погрешности.

Именно поэтому акцентируется внимание на методе *акселерометрии* — измерение скорости при помощи акселерометра или акселерографа. Имея малый вес и небольшие габариты, регистрирующий прибор прикрепляется непосредственно к телу спортсмена без какой-либо ощутимой механической связи с показывающим устройством. Ускорение воспринимается маятниковым устройством, где изменения в показателях возникают при отклонении маятника от положения равновесия. Основными регистрируемыми характеристиками являются: диапазон, предельная частота и измерений изменяемых ускорений.

Педагог или тренер, обладающий должной эрудицией в кондиции структур биомеханики, может рационализировать тренировку своего подопечного до максимальных значений; сократить время, затраченное на повышение спортивных показателей, и указать на практические ошибки выполнения упражнений; указать на неточности в технике или подсказать иную, более продуктивную. И если в игральном спорте (баскетбол, гандбол, волейбол, футбол) это носит просто важный характер, то в спорте с поднятием больших весов — просто фундаментальный, ибо от техники и правильной постановки приоритетов зависит здоровье человека.

Немалую роль биомеханика играет также и в легкоатлетических дисциплинах, вроде прыжков в высоту. В данном случае спортсмен, обладающий наиболее отточенной техникой, будет более вероятным претендентом на победу, нежели кто-то иной. К таким техникам можно отнести гимнастический прыжок, «ножницы», «волна», «перекат», «перекидной» и упомянутый уже сегодня «флоп», который прославил своего создателя Дика Фосбери новатором и позволил побить мировой рекорд по прыжкам в высоту. После, в 1980-е годы, его стиль использовали 13 из 16 финалистов, из чего можно сделать однозначные выводы.

Тоже можно сказать про плавание, где отлично раскрываются все задачи биомеханики, начиная от разработки всё новых и новых техник, заканчивая разработкой гидрокостюмов для реализации лучших характеристик при выступлении. Таким образом, в этой стези были разработаны четыре основных техники: король, брасс, баттерфляй и плавание на спине. Каждый из них уникален, и чтобы правильно преподать смысл их действия, тренеру необходимо понимать, за что отвечает каждое движение и какую роль играет в общей технике.

Если брать конкретные примеры, можно рассмотреть коллективное исследование Самсоновой А.В., Виноградова Г.П., Захарова, Ф.Е., Ночкина А.Н о «Влиянии технических приёмов «сведение лопаток» и «мост» на



механические характеристики движения штанги при выполнении жима штанги лёжа». Итоги данной работы позволили выявить, что движения штанги в положении «моста» и «сведенных лопаток» значительно повышают эффективность выжимного движения вверх и уменьшают значения механической работы путём лучшей фиксации грифа по вертикали. Выводы данного исследования указывают на два мелких нюанса, способных помочь спортсмену не только поднять большую цифру веса, но и лучше контролировать гриф в состоянии выжима.

Таким образом, можно понять, что биомеханика двигательных действий - неотъемлемая часть педагогического процесса. Она внедряется в саму структуру спортивного воспитания, будь то правильная группировка тела при падении или удержание грифа. Но главное - биомеханика является звеном, связующим теорию и практику, спорта и массовой физической культурой. Она служит огромному диапазону целей и исполняет множество задач, служащих для сохранения здоровья и времени спортсмена, а также формирование у него определенных энергостатических, эстетических и рефлекторных установок. А в связи с тем, что биомеханика тесно связала себя с другими науками, не пройдет и года, как появится её новое направление или движение, в изучении определённых законов, комплексных движений, причин и оценки движения как отдельных живых систем так и их частей.

© Хурбатов С. С., 2022

Список источников

1. Баранцев, С. А. Возрастная биомеханика основных видов движений школьников / С. А. Баранцев. – Москва : Советский спорт, 2014. - 304 с.
2. Евсеев, В. И. Биомеханика повреждений коленного сустава / В. И. Евсеев. - Москва : Русайнс, 2009. - 272 с.
3. Кашуба, В. А. Биомеханика осанки / В. А. Кашуба. - Москва : Советский спорт, 2003. - 280 с.
4. Курысь, В. Н. Биомеханика. Познавание телесно-двигательного упражнения : учебное пособие / В. Н. Курысь. - Москва : Советский спорт, 2013. - 368 с.
5. Парашин, В. Б. Биомеханика кровообращения : учебное пособие / В. Б. Парашин, Г. П. Иткин. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2005. - 224 с.
6. Полилов, А. Н. Биомеханика прочности волокнистых композитов / А. Н. Полилов. - Москва : Физматлит, 2018. - 328 с.
7. Попов, Г. И. Биомеханика : учебник для студентов высших учебных заведений / Г. И. Попов. - Москва : Академия, 2007. - 256 с.



8. Попов, Г. И. Биомеханика двигательной деятельности : учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Г. И. Попов, А. В. Самсонова. - Москва : ИЦ Академия, 2013. - 320 с.

9. Попов, Г. И. Биомеханика двигательной деятельности : учебник / Г. И. Попов. - Москва : Academia, 2018. - 88 с.

References

1. Barantsev, S. A. Age biomechanics of the main types of movements of schoolchildren / S. A. Barantsev. – Moscow : Soviet Sport, 2014. - 304 p.

2. Evseev, V. I. Biomechanics of knee joint injuries / V. I. Evseev. - Moscow : Rusains, 2009. - 272 p.

3. Kashuba, V. A. Biomechanics of posture / V. A. Kashuba. - Moscow : Soviet Sport, 2003. - 280 p.

4. Kurys, V. N. Biomechanics. Cognition of bodily-motor exercise: a textbook / V. N. Kurys. - Moscow : Soviet Sport, 2013. - 368 p.

5. Parashin, V. B. Biomechanics of blood circulation : textbook / V. B. Parashin, G. P. Itkin. - Moscow : Bauman Moscow State Technical University, 2005. - 224 p.

6. Polilov, A. N. Biomechanics of strength of fibrous composites / A. N. Polilov. - Moscow : Fizmatlit, 2018. - 328 p.

7. Popov, G. I. Biomechanics : textbook for students of higher educational institutions / G. I. Popov. - Moscow : Academy, 2007. - 256 p.

8. Popov, G. I. Biomechanics of motor activity : textbook for students of institutions of higher professional education / G. I. Popov, A.V. Samsonova. - Moscow : IC Academy, 2013. - 320 p.

9. Popov, G. I. Biomechanics of motor activity: textbook / G. I. Popov. - Moscow : Academia, 2018. - 88 p.