

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ДВИЖЕНИЯ В БИОМЕХАНИКЕ

Киркор М.А., Покатилов А.Е., Воронович Ю.В., Попов В.Н.

**Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий
г. Могилев, Беларусь**

Практика исследования движения в биомеханике спорта сложилась таким образом, что наиболее часто используется метод видеофиксации траекторных положений спортсмена в сагиттальной плоскости [1]. Для этого достаточно одной видеокамеры. Это удобно, наименее затратно с материальной точки зрения, не так трудоемко в последующем анализе и расшифровке видеокадров, как при одновременной видеосъемке с разных точек пространства, и вроде бы позволяет получить качественные исходные данные для последующего биомеханического анализа спортивного упражнения, например, рывка штанги.

В таком подходе кроется значительная ошибка при получении координат звеньев биомеханической системы. Причина в том, что движение звеньев биомеханической системы (БМС), например, верхних и нижних конечностей, не является плоским, на самом деле это движение пространственное.

Отметим, что вообще-то пространственное движение является наиболее общим случаем в биомеханике спорта, и самым сложным для изучения, как на уровне биомеханического анализа спортивного упражнения, так и на уровне его биомеханического синтеза. Проблемы при биомеханическом анализе возникают на всех стадиях исследования, и они следующие в сравнении со случаем плоского движения:

- Более сложный натурный эксперимент.
- Значительно большая трудоемкость расшифровки данных эксперимента.
- Сложность механико-математических моделей кинематики движения биомеханической системы.
- Необходимость рассмотрения биомеханической системы (БМС) не только как кинематической цепи, но и как цепи динамической.
- Необходимость разработки специальных алгоритмов расчета уравнений в кинематике движения для проведения вычислительного эксперимента.

При биомеханическом анализе исходными данными являются координаты тела спортсмена и его отдельных частей в каждый момент времени. Чаще всего для этого применяют видеосъемку [1].

Общей проблемой при видеосъемке с большим числом камер является необходимость их синхронизации, наличия специальных программ для видеосъемки и получаемый огромный массив данных по траекторным положениям спортсмена, который требует автоматизации всех расчетов, как при расшифровке видеозаписи, так и при вычислительном эксперименте.

В тяжелой атлетике проблемой является тот момент, что движение спортсмена, изучаемое как плоское, таковым не является. Например, при выполнении рывка штанги, при видеосъемке упражнения не учитывается, что локомоции происходят относительно 3-х осей сразу, и движение оказывается не плоским. Так, локти и колени перемещаются сразу в 3-х направлениях: вдоль вертикальной оси, вдоль сагиттальной оси и вдоль горизонтальной оси, если систему координат связывать с телом человека; или относительно абсциссы, ординаты и аппликаты, если использовать неподвижную прямоугольную систему координат.

При видеосъемке упражнений в тяжелой атлетике одной видеокамерой, в исследования вносятся значительные погрешности. С другой стороны, устранение этой ошибки приводит к тому, что появляется возможность при видеосъемке одной видеокамерой, получить пространственную картину движения. Но при этом встает вопрос о методах разработки уравнений движения БМС и их расчетов [2].

Исходя из вышеуказанных причин, исследуем технику выполнения сложно-координированных движений в спорте на примере тяжелой атлетики. Рассмотрим технику рывка штанги. На рисунках 1 а)-д) показаны кадры учебного фильма по правильной технике рывка штанги в исполнении МСМК Артема Леонидова, РФ.



Рисунок 1 – Техника рывка. Фронтальная съемка

На рисунке 2 б) представлен кадр видеосъемки спортивного упражнения в момент старта. На рисунке 2 а) показана траектория правого колена, а на рисунке 2 в) – левого. Все величины отложены в пикселях. На ординатах графиков рисунков 2 а) и 2 в) отложены номера кадров видеосъемки по фазам упражнения.



а) – правое колено

б) – рывок штанги

в) – левое колено

Рисунок 2 – Рывок штанги. Траектория движения коленных суставов

Пересчитаем смещение колен в горизонтальном направлении в процентах по отношению к длине соответствующей голени [2]. Максимальное смещение от начального положения для правого коленного сустава составляет 27 %. Для левого коленного сустава по рисунку 2 в) максимальное отклонение равно примерно 34 %.

Таким образом, анализ техники рывка показывает наличие движения звеньев биомеханической системы не только в сагиттальной плоскости, но также во фронтальной, и в горизонтальной плоскостях.

Список использованных источников

1. Воронович, Ю.В. Биомеханический анализ пространственного движения на кинематическом уровне / Ю.В. Воронович, А.Е. Покатилов, Ю.В. Лисейчикова, Д.А. Лавшук // Актуальные проблемы огневой, тактико-специальной и профессионально-прикладной физической подготовки [Электронный ресурс]: сборник статей Могилев. институт МВД. – 2022. – С. 320-327.
2. Гусак, А.А. Справочник по высшей математике / А.А. Гусак, Г.М. Гусак. – Минск: Навука і техника, 1991. – 480 с.