

О ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ ВИДЕОЗАХВАТА ДВИЖЕНИЙ В ОПРЕДЕЛЕНИИ МОДЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПАДАЮЩЕГО УДАРА В ПЛЯЖНОМ ВОЛЕЙБОЛЕ

А.В. БУЖИНСКИЙ, П.В. ПАВЛОВ

*Курский государственный университет,
г. Курск, Российская Федерация*

Современная техническая подготовка спортсмена, нацеленная на рациональную и эффективную технику выполнения соревновательных упражнений, как правило, сводится к биомеханическому анализу техники движений по материалам видео и фотосъемки, сделанным на соревнованиях и тренировках. Считается, что технологии регистрации биомеханических параметров на основе видеозахвата является объективным, пригодным для применения в лабораторных и натуральных условиях и достаточно точным для биомеханического анализа техники спортивных движений. Результатом такого анализа обычно служит выявление резервов совершенствования техники и определение модельных параметров двигательного действия [3].

Исследования показывают, что резервы совершенствования техники существуют на всех этапах многолетней подготовки (от новичка до заслуженного мастера спорта) должен не только постоянно работать над совершенствованием своей спортивной техники, но также и уметь анализировать каждое спортивное упражнение [7]. При этом выявление резервов требует объективной информации, и как следствие, вопрос об эффективности регистрации биомеханических параметров особенно остро встал на современном этапе развития спорта, так как огромный накал спортивной борьбы вынуждает мобилизовать доступные резервы обучающей информации [12].

Основным источником объективных данных для анализа является видеозахват движений, который пользуется огромной популярностью во всех видах спорта, и в частности в пляжном волейболе. Данная технология позволяет установить хорошую обратную связь между игроками и тренером, поскольку, чем объективней и количественней обратная связь, тем больше она оказывает положительного влияния на эффективность игроков на площадке [10, р.308]. Важнейшей задачей при этом является выделение и регистрация в каждом виде технических действий ключевых пунктов и точек, определяющих результативность технического приема в целом и служащих опорными звеньями в обучении и совершенствовании индивидуальной техники движений. Для пляжного волейбола способ регистрации движений спортсмена на площадке особенно важен в силу очень быстрых и сложных перемещений игроков на площадке.

Следует отметить, что малое количество объективной информации и исследований по пляжному волейболу, отсутствие эталонных значений или использование неполноценных знаний делает обучение в пляжном волейболе очень трудным и малоэффективным для игроков. Это усугубляется тем, что большинство тренеров и игроков по пляжному волейболу перешли из классического волейбола и биомеханические параметры модельной техники основаны на данных, полученных в классическом волейболе [13], который по условиям игры значительно отличается от пляжного волейбола.

Цель данной работы является проведение предварительных исследований по использованию видеозахвата движений в пляжном волейболе для построения модели исполнительской моторики атакующих (ударных) движений с использованием доступных технологий для биомеханического анализа. Представляется, что такая модель, основанная на количественном и качественном анализе движений, станет основой управления технической подготовкой волейболистов-пляжников и послужит для повышения эффективности атакующих ударов и тактико-технических действий спортсмена в целом.

Замечено, что для биомеханического анализа атакующего движения, прежде всего, интересна работа кистью руки при ударе, поскольку именно от ударных характеристик кисти зависит эффективность атаки [7]. Однако, как будет показано ниже, результативность удара зависит и от других параметров, которые, несомненно, должны стать предметом биомеханического анализа.

Прежде чем перейти непосредственно к биомеханическому анализу атакующих движений в пляжном волейболе, представляется уместным кратко остановиться на имеющихся современных технологиях видеозахвата движений, которые позволяют оперативно получить и наглядно представить биомеханическую информацию для последующего анализа и применения в

тренировочном процессе. Однако отметим, что для этого спортсмен или тренер должен иметь общее понимание о камерах, объективах, процедурах калибровки видеоматериалов, основах съемки и владеть технологией видеоанализа [8].

Последними достижениями в области видеозахвата является создание высокоскоростных цифровых видеокамер, способных при высоком разрешении и не очень высокой освещенности успешно производить съемку со скоростью до 500-1000 кадров/с. Видеокамеры вместе с компьютером и соответствующим программным обеспечением образуют так называемые программно-аппаратные комплексы (ПАК). ПАК позволяют автоматически и полуавтоматически осуществлять слежение за положением отражающих меток на теле спортсмена, строить траектории движения меток в пространстве, рассчитывать графики изменений во времени координат, скоростей, ускорений меток, текущие положения центров масс выделенных элементов тела, снимать пространственно-временные, угловые и динамические параметры движений и реакции платформы в момент опоры в 3 плоскостях. Их отличает высокая информативность и точность измерений, возможность количественной оценки динамики состояния в режиме реального времени, возможность регистрации объективных изменений в параметрах, что позволяет оперативно оценивать эффективности тренировок [6, 14].

Так достаточно широко применяются для исследований и для решения практических задач по оптимизации техники движений и совершенствованию спортивного инвентаря, программно-аппаратные комплексы видеозахвата движений ARIEL, MyoMetrics, PEAK PERFORMANCE, SIM, VICON, Inovision и др., которые состоят из нескольких скоростных камер (иногда их количество доходит до 10-16) и компьютера с программным обеспечением для видеозахвата и обработки данных.

Сущность видеозахвата заключается в том, что на определенных участках тела человека закрепляют активные маркеры, выполненные с использованием светодиодных источников света или светоотражающие маркеры. Во втором случае требуется достаточно интенсивное направленное освещение спортсмена со стороны камеры/камер. При выполнении движений спортсмена видеокамеры регистрируют перемещение маркеров непосредственно по отраженному свету. В некоторых камерах используют инфракрасное излучение, направленное на прикрепленные к телу спортсмена маркеры. При одновременном использовании нескольких камер, подключенных к компьютеру, программа строит трехмерную модель исследуемого движения. Обычно программный инструментальный подобных систем обладает богатыми возможностями для визуализации и количественного анализа различных параметров движения [7].

Среди отечественных разработок можно назвать универсальный аппаратно-программный комплекс STARTRACE, который дает возможность получать основные классические кинематические и динамические показатели движений [www.videomotion.ru]. Данный ПАК разработан в ЗАО НПК «Видеоскан» (Москва) для биомеханических исследований на базе синхронизированных высокоскоростных камер (со скоростью съемки от 100 до 500 к/с). Система позволяет автоматически и полуавтоматически осуществлять слежение за положением отражающих меток на теле спортсмена, строить траектории движения меток в пространстве, рассчитывать графики изменений во времени координат, скоростей, ускорений меток, текущие положения центров масс выделенных элементов тела [14]. Однако, к сожалению, такие комплексы стоят очень дорого (десятки и сотни тысяч евро), а для работы с ними необходим высококвалифицированный, специально обученный персонал. Увы, пока это не недоступно и неприменимо для университетов, исследовательских лабораторий и небольших спортивных клубов.

В нашем исследовании биомеханического анализа техники атакующего удара в пляжном волейболе были использованы программы SkillSpector и Kinovea, позволяющие произвести полноценный 2D видеозахват с полуавтоматической и ручной оцифровкой, а также просмотр обработанных видеорядов с расширенными возможностями, адаптированными под качественный и количественный биомеханический анализ.

В данном исследовании приняли 8 волейболистов-перворазрядников, регулярно участвующих в соревнованиях по классическому и пляжному волейболу. Для сравнения параметров нападающего удара были отсняты по 10 удачных попыток нападающего удара на каждого участника эксперимента в игровом зале и на площадке для пляжного волейбола. Во всех попытках игроки выполняли силовой вариант нападающего удара. Другие варианты нападающего удара: обманный, укороченный, удар по блоку – не рассматривались в данном исследовании. Удар выполнялся со

второй передачи, выполненной вдоль сетки на высоте, достаточной для 3-4 шагов набегания. Целевой сектор для нападающего удара определялся пасующим во время выполнения передачи.

Видео снималось скоростной GoPro3 камерой на скорости 120 к/сек с разрешением 1280 x 720. Съемка производилась со штатива с выставленным горизонтом (вдоль оси объектива и по нижней границе кадра). В зале видео снималось с дополнительной подсветкой светодиодными прожекторами по 60 Вт (≈ 5500 лм) со стороны камеры, на площадке для пляжного волейбола – утром, при естественном освещении, с расположением камеры со стороны солнца от испытуемого. Во всех случаях видео снималось со стороны бьющей руки (7 из 8 испытуемых – правши).

Первичный анализ выполнялся в программе Kinovea 0.8.15. Определялись: продолжительность отдельных фаз, углы в коленном, голеностопном суставах при постановке толчковой ноги на отталкивание, выталкивании, в ключевые моменты полетной фазы, угол наклона туловища в характерных положениях, углы в локтевом и плечевом суставах, оценка положения стоп при отталкивании и при приземлении.

Для более детального анализа использовалась программа для количественного 2D и 3D анализа SkillSpector версии 1.3.2. Мы использовали встроенную в программу стандартную 15-звенную упрощенную модель тела человека (simple full body). После ручной оцифровки на обработанном видео при просмотре были выделены наиболее информативные углы и граничные моменты между фазами, экспортированы графики и цифровые данные по кинетическим и динамическим параметрам движения, проведен дисперсионный анализ и выделены наиболее стабильные и наиболее вариативные параметры движения. В качестве наиболее информативных были выделены: угловые характеристики и линейные перемещения, скорости, ускорения впередистоящей (толчковой) ноги, угловые и линейные характеристики бьющей руки и траектория положение ОЦМТ, а также соотношение момента нанесения удара по отношению в максимальной высоте вертикальных перемещений ОЦМТ.

В соответствии полученными данными, были выявлены следующие основные отличия техники успешного выполнения нападающего удара в пляжном волейболе от выполнения того же движения в классическом волейболе.

1) Заключительная фаза разбега: более низкая горизонтальная скорость, более акцентированная подготовка к отталкиванию, что выражается в увеличенной на 12-15 % длине и так растянутых последних шагов, чем у тех же игроков в зале и менее выраженном забросе запястий за спину перед отталкиванием. Постановка толчковой ноги в последнем шаге при выполнении нападающего удара на песке выполняется с акцентированной постановкой стопы на пятку и задержкой разгибания в голеностопном суставе почти до начала отрыва. При этом, скорость разбега в среднем на 0,35 – 0,5 м/с ниже, чем в зале. Кроме того, на песке отмечена значительная вариативность расстояния между стопами при отталкивании и положения линии плеч по отношению к сетке/направлению атаки.

2) Фаза отрыва. Существенное увеличение амплитуды движения маховой ногой связаны с более глубоким подседанием в предыдущей фазе. В начале фазы проекция центра масс туловища больше отстает от точки опоры, чем при выполнении удара на твердой поверхности, более амплитудный мах вверх обоими руками и туловищем пропорционален увеличению продолжительности маха (почти на 15%) по сравнению с тем же ударом в зале.

3) Удар (безопорная фаза). Нами не выявлено достоверных расхождений в параметрах движения атакующей и не атакующей руки. Различия в высоте прыжка (по максимальной высоте подъема ОЦМТ по отношению к положению стоя) так же были не достоверны, но на песке вариативность высоты подъема ОЦМТ в прыжке более чем в 3 раза превосходила индивидуальную вариативность вариативность высоты прыжка в зале.

4) Завершение полетной фазы – подготовка к приземлению и приземление. Наибольшие различия в углах в тазобедренном суставе (на песке сами углы были больше в среднем в 2,5 – 3 раза и их вариативность была выше на 25-27%), в положении туловища (в зале после завершения удара отклонения положения туловища от вертикали вперед не превышали 7-9°, а на песке доходило до 26°). Продольные перемещения в полетной фазе на песке были также достоверно менее выраженными.

Полученные результаты позволяют сделать ряд выводов:

1) Использованные средства регистрации и анализа биомеханических параметров атакующих действий в волейболе показали свою пригодность, информативность и допустимый уровень точности измерений для задач исследования и совершенствования достаточно быстрых спортивных движений;

2) Полученные в ходе анализа результатов предварительного эксперимента различия в технике выполнения силового варианта нападающего удара в пляжном волейболе могут объясняться следующими факторами:

а) не достаточно высоким уровнем владения испытуемыми техникой выполнения нападающего удара в пляжном волейболе по сравнению со стандартной техникой классического волейбола;

б) особенностями мягкой опоры в пляжном волейболе;

в) взаимным влиянием обоих факторов.

3) Вопросы определения модельных параметров основных вариантов техники выполнения нападающего удара в пляжном волейболе требуют дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бужинский, А.В. Биомеханический анализ техники атакующих движений в пляжном волейболе как эффективный путь технической подготовки спортсмена / А.В. Бужинский, П.В. Павлов // Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2014. – № 3 (31)

2. Гуленко, И.Е. Система видеозахвата и технология движения – распознавание трансформаций и движения объекта : труды конференции «Новые информационные технологии» / И.Е. Гуленко. – Судак, Крым, 15-25 мая 2004 г. – С. 141-142.

3. Донской, Д.Д. Биомеханика / Д.Д. Донской, В.М. Зацюрский – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.

4. Ермаков, С.С. Педагогические подходы в обучении сложным техническим приемам волейболистов / С.С. Ермаков // Физическое воспитание студентов творческих специальностей : сборник научных трудов. – Харьков: ХХПИ, 2001. С. 32-42.

5. Ермаков, С.С. Техника ударов лучших волейболистов России: уч. пособие / С.С. Ермаков. – Харьков, ХХПИ, 2000. – 64 с.

6. Жук, М.Б. Система видеозахвата и анализа движения – выделение и трассировка маркеров : труды конференции «Новые информационные технологии» / М.Б. Жук. – Судак, Крым, 15-25 мая 2004 г. – С. 148-149.

7. Легоньков, С.В. Оптимизация факторов, определяющих структуру отталкивания при обучении нападающему удару волейболистов различной квалификации. / С.В. Легоньков, С.С. Ермаков, А.В. Родин // Журнал «Теория и практика физической культуры». – 2005. – N 7. – С 31-32.

8. Лукьянов, Б.Г. Программно-аппаратный комплекс для видеоанализа движений спортсменов / Б.Г. Лукьянов [и др.]. – Уфа: УГАТУ, 2007

9. Чхаидзе, Л.В. Формула шага. / Л.В. Чхаидзе, С.В. Чумаков. – М.: Физкультура и спорт, 1972. – 117 с.

10. Шалманов А. Биомеханические основы волейбола / А. Шалманов, М. Зафесова, М. Доронина. – Адыгейский государственный университет, – Майкоп, 1998. – 92 с.

11. J. Hum. Sport Exercise /. Vol. 8, No. Proc 2, pp. S307-S313, 2013, Videomotion. Официальный сайт фирмы Videomotion [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.videomotion.ru>.

12. Linnell, W. 2007. Analysis of the volleyball spike using working model 2D / W. Linnell, P. Baudin, P. Gervais // Journal of Biomechanics, 40 (2).

13. Tiffany, T. 2002. Physics of Volleyball / T. Tiffany. – Режим доступа : <http://www.East-buc.k12.ia.us/>

14. Videoscan. Официальный сайт фирмы Videoscan [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.videoscan.ru>.

ON THE APPLICATION OF THE TECHNOLOGY OF VIDEO CAPTURE MOVEMENTS IN DETERMINATION MODEL CHARACTERISTICS ATTACKING BLOW BEACH VOLLEYBALL

A.V. BUCZYNSKI, P.V. PAVLOV

Summary

The article gives a brief description of up-to-date movement capture technologies (MoCap), which are applicable to kinetic and kinematic analysis of attack in spike in beach volleyball with the use of accessible technical means.

Keywords: state-of-the art video capture systems, attack strike, biomechanical analysis of attack movement.

© Бужинский А.В., Павлов П.В.

Поступила в редакцию 28 сентября 2015г.